RESSOURCES FALCO

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec



Déposée au ministre de
l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
Dossier : 3211-16-018



informations et études de support

Août 2024

wsp

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

RESSOURCES FALCO LTÉE

INFORMATIONS ET ÉTUDES DE SUPPORT

VERSION FINALE
CONFIDENTIEL

PROJET N^{O} : 151-11330-09
DATE : AOÛT 2024

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministère de 1'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (n^{o} de dossier : 3211-16-018)

WSP CANADA INC.
152, AVENUE MURDOCH
ROUYN-NORANDA (QUÉBEC) J9X 1E2

T +1 819 797-3222
F +1 819 762-6640
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR :

RESSOURCES FALCO LTÉE

Hélène Cartier, ing. LL.B. ASC
Vice-présidente, Environnement et développement durable

Le 12 août 2024
Date

WSP CANADA INC.

Carl Martin, M. Sc., biol.
Chargé de projet

Le 12 août 2024
Date

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le compte de RESSOURCES FALCO LTÉE conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP Canada Inc. à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

MISE EN GARDE

Aux termes d'une convention d'acquisition datée du 12 septembre 2012 et d'un acte de vente de même date enregistré au Registre de la Loi sur les mines (RLRQ, chapitre M-13.1) sous le numéro 54949, QMX Gold Corporation a transféré à Druk Capital Partners (maintenant Falco) tous ses droits sur les minéraux contenus à une profondeur de plus de 200 m sous la surface de la concession minière 156-PTB, où se situe le gisement Horne 5. Falco détient également certains droits de surface entourant le puits Quemont No. 2 situé sur la concession minière 243. La propriété de la concession 156-PTB et de la concession 243 est celle de Glencore Canada Corporation (« Glencore »).

Afin d'accéder et de développer le projet Horne 5, Falco doit obtenir une ou plusieurs autorisations de Glencore, lesquelles ne peuvent être refusées sans motif raisonnable, mais peuvent être assujetties à des conditions exigées par Glencore à sa seule discrétion. Ces conditions peuvent inclure la prestation d'un cautionnement d'exécution ou d'une autre garantie (couverture d'assurance) en faveur de Glencore, ainsi que l'indemnisation de Glencore par Falco. Entre autres, une autorisation devra être assujettie à des conditions raisonnables, incluant notamment que les activités de Falco au projet Horne 5 seront subordonnées par l'utilisation actuelle des installations de surface de Glencore et à une utilisation prioritaire à l'égard de telles activités. Toute autorisation devra également prévoir l'accès et le droit pour Falco d'utiliser l'infrastructure détenue par Glencore, incluant le puits Quemont No. 2 (situé sur la concession 243 détenue par Glencore) et certaines infrastructures souterraines spécifiques des anciennes mines Quemont et Horne.

Falco devra également acquérir un certain nombre de droits de passage ou autres droits de surface afin de construire et d'installer les conduites qui achemineront les résidus jusqu'aux installations de gestion de résidus miniers.

Bien que Falco estime qu'elle devrait être en mesure d'obtenir les autorisations requises de Glencore en temps opportun et d'acquérir les droits de passage et autres droits de surface requis, rien ne garantit que de telles autorisations, droits de passage ou droits de surface ne seront accordés, ou, que s'ils le sont, ils le seront à des conditions acceptables pour Falco et dans des délais raisonnables.

Falco note que l'échéancier des activités décrit dans son étude de faisabilité et l'échéancier estimé et proposé pour le démarrage et la finalisation de ces activités, sont assujettis en tout temps à des facteurs qui ne sont pas du ressort exclusif de Falco. Ces facteurs incluent la capacité d'obtenir, selon des termes acceptables pour Falco, le financement, les approbations gouvernementales et de tierces parties, les autorisations, les droits de passage et les droits de surface.

TABLE DES MATIÈRES

MISE EN CONTEXTE 1

TABLEAUX

Tableau 1 Liste des informations et études de support déposées, et annexe de présentation 3

ANNEXES

Annexe 1 Synthèse des principaux engagements, actions, et mesures complémentaires pris depuis le Rapport principal de l'ÉIE 2017
Annexe 2 Rapport - Stratégie RH- Ressources Falco Projet Horne 5
Annexe 3 État de référence des composantes sociales
Annexe 4 Bilan stratégique sur les enjeux sociaux
Annexe 5 Modélisation du potentiel sismique du projet Horne 5
Annexe 6 Climat vibratoire 2019-2020
Annexe 7 Bases et historique de conception des installations de gestion des résidus miniers
Annexe 8 Installations de gestion des résidus miniers du projet Horne 5 - Analyse des modes de défaillance et de leurs effets
Annexe 9 Inventaire complémentaire de la corallorhize striée dans l'emprise projetée de la conduite d'eau fraîche
Annexe 10 Rapport de synthèse des pertes d'habitats de poisson et leur qualité
Annexe 11 Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Annexe 12 Évaluation préliminaire de résilience climatique
Annexe 13 Bilan consolidé des estimations des émissions de gaz à effet de serre (GES)

MISE EN CONTEXTE

Ce document présente des informations et des études de support additionnelles que Ressources Falco Ltée souhaite rendre disponible à la Direction de l'évaluation environnementale des projets industriels et miniers du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) afin que tous puissent profiter de l'information la plus à jour sur le projet. Ces études ont majoritairement été faites au fil des ans, mais n'ont pas été déposées auprès du MELCCFP. Le tableau suivant présente la liste de ces informations et études de support. Chacun des documents identifiés dans cette liste est annexé à ce document.

Tableau 1 **Liste des informations et études de support déposées, et annexe de présentation**

Thématique	Nom du document	Auteur, date	Annexe	Description
Étude d'impact sur l'environnement	Synthèse des principaux engagements, actions, et mesures complémentaires pris depuis le Rapport principal de l'ÉIE 2017	Falco/WSP, 2024	1	Tableau consolidant les principaux engagements, actions et mesures présentés après le dépôt du Rapport principal de l'étude d'impact (ÉIE) [PR3.1] dans les différentes séries de réponses aux questions et commentaires entre 2018 et 2024 et pris par Falco depuis.
Enjeux sociaux, démarches de consultation et gouvernance	Rapport - Stratégie RH- Ressources Falco Projet Horne 5	CC Consultants, 2024	2	Ce document traite d'aspects relatifs aux ressources humaines afin de clarifier les besoins, l'approche de recrutement, la formation et l'intégration. Il présente une veille des meilleures pratiques et le développement d'une stratégie alignée avec les valeurs et la vision de Falco
	État de référence des composantes sociales	WSP, 2021	3	En lien avec l'engagement pris en réponse à la QC-222 de la première série de question de juin 2018 [PR5.3(1de3)]. Rapport visant à documenter l'état de référence des composantes sociales du projet Horne 5 selon cinq grands thèmes ([1] disponibilité de la main-d'œuvre et la formation, [2] protection de la source d'eau potable, [3] logement, [4] services à la communauté et [5] l'intégration des nouveaux arrivants). Des activités de consultation et de collectes d'information ont été tenues. Les résultats de ce rapport serviront ultimement à établir les indicateurs sociaux qui seront présentés dans le protocole de suivi des incidences sociales du projet Horne 5.
	Bilan stratégique sur les enjeux sociaux	SNC, 2021	4	En lien avec l'engagement pris en réponse à la QC-222 de la première série de question de juin 2018 [PR5.3(1de3)]. Rapport ayant pour but de d'approfondir l'état de connaissance des enjeux présents dans la communauté et qui constitueront des défis d'intégration pour le projet Horne 5 sur le territoire de la ville de Rouyn-Noranda. Le rapport avait aussi comme objectif de révéler les efforts et les structures déjà en place dans la collectivité pour répondre à ces enjeux, en plus de dégager les principales actions possibles pour Falco à l'intérieur de son projet Horne 5 et de valider celles déjà prévues à l'étude d'impact environnementale du projet. De manière plus globale, la démarche visait finalement à révéler les opinions sur des pistes d'interventions interpellant l'ensemble de la communauté et pour lesquelles Falco pourrait participer comme d'autres entreprises présentent localement.
Vibrations	Modélisation du potentiel sismique du projet Horne 5	A2GC, 2021	5	Étude transmise en support à la réponse aux questions de M. Chaize (transmis à la Direction de la Santé Publique et à M. Chaize à titre personnel comme citoyen). Le rapport présente une simulation numérique de l'ensemble de la séquence minière de du projet Horne 5 et une évaluation des risques géomécaniques sur la base des résultats de la modélisation. Les objectifs spécifiques de l'évaluation des risques sont 1) d'évaluer le potentiel sismique à chaque étape de la modélisation, 2) établir un profil de risque basé sur des critères de contrainte et de plasticité induits par l'exploitation minière, et 3) vérifier que les infrastructures majeures sont planifiées dans des secteurs peu susceptibles de subir des changements de contrainte dommageables induits par l'exploitation minière.
	Climat vibratoire 2019-2020	WSP, 2020	6	Étude réalisée en complément de l'état de référence dont les principaux résultats sont mentionnés au COMP-159 du Complément aux documents de réponses aux questions des 1er mai et 15 juin 2018 [PR5.9] Rapport présentant les résultats d'un programme de mesure du climat vibratoire dans le quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda durant une période de 12 mois (juin 2019 à juin 2020). Ce programme de mesure avait pour objectif 1) de connaître le niveau vibratoire actuel à deux points de mesure situés près de l'intersection de la 7e et de la 9e Rue, sélectionnés pour leur proximité du gisement Horne 5, 2) de construire une base de référence vibratoire à ces points de mesure pour l'ensemble des conditions rencontrées dans un cycle annuel avant le début des activités d'exploitation minière du projet Horne 5, et 3) d'identifier les valeurs vibratoires maximales, minimales et moyennes selon des périodes de la journée, de la semaine et de l'année.
Protection de l'eau et gestion des résidus	Bases et historique de conception des installations de gestion des résidus miniers	WSP, 2024	7	Rapport résumant les bases de la conception des IGRM réalisée suite à la mise à jour de l'étude de faisabilité en 2021 et révisée en 2014. Complément aux détails de conception présentés dans l'Étude d'impact sur l'environnement [PR3.1] (Rapport de conception original disponible en anglais seulement). Rapport visant à mettre à jour les bases et critères de conception des installations de gestion des résidus miniers (IGRM). Les objectifs de l'exercice étaient de 1) mettre en relief les particularités de chacune des digues et des infrastructures de gestion des eaux, 2) remettre en perspective les stratégies d'opération du site et leur impact sur la conception des IGRM, 3) documenter les changements apportés à la conception des IGRM depuis 2017, et 4) établir les conditions d'analyses de stabilité géotechnique ainsi que les facteurs de sécurité ciblés pour chaque condition de chargement.

Tableau 1 Liste des informations et études de support déposées, et annexe de présentation (suite)

Thématique	Nom du document	Auteur, date	Annexe	Description
Protection de l'eau et gestion des résidus (suite)	Installations de gestion des résidus miniers du projet Horne 5 - Analyse des modes de défaillance et de leurs effets	Golder, 2020	8	Étude mentionnée dans le complément de réponse COMP-12 du Complément aux documents de réponses aux questions des 1er mai et 15 juin 2018 [PR5.9], mais non déposée. Ce rapport découle d'un atelier d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) réalisé pour les installations de gestion des résidus miniers (IGRM) du projet Horne 5. L'AMDE est une technique d'évaluation systématique des structures qui permet de repérer les vulnérabilités et les modes de défaillance, puis d'évaluer la probabilité et les conséquences d'une défaillance. Le rapport présente les conclusions de cet AMDE.
Faune et flore	Inventaire complémentaire de la corallorhize striée dans l'emprise projetée de la conduite d'eau fraîche	WSP, 2024	9	En lien avec l'engagement pris en réponse à la QC3-8 de la 3eme série de questions du 30 août 2023 [PR5.21]. L'étude présente les résultats d'un troisième inventaire de la corallorhize striée, une espèce floristique à statut particulier, dans l'emprise de la conduite d'eau fraîche projetée dont le tracé avait été modifié depuis la réalisation d'un inventaire similaire en 2019. L'étude confirme l'absence de l'espèce dans l'emprise projetée.
Poisson et habitat	Rapport de synthèse des pertes d'habitats de poisson et leur qualité	WSP, 2024	10	En lien avec l'engagement pris en réponse à la QC3-11 de la 3eme série de questions du 30 août 2023 [PR5.21]. L'étude présente une synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson dans le secteur du projet minier Falco Horne 5. Elle a été préparée dans le but de servir de document de support à l'analyse du dossier par les autorités. Elle présente notamment un récapitulatif des travaux de terrain menés et des principaux résultats concernant l'habitat du poisson, une synthèse des plans d'eau affectés par le projet incluant une description de l'importance des populations de poisson et des habitats touchés, de même qu'un bilan des pertes et gains d'habitat du poisson qu'occasionnera le projet.
	Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson	WSP, 2024	11	En lien avec l'engagement pris en réponse à la QC3-12 de la 3eme série de questions du 30 août 2023 [PR5.21]. Ce rapport vise à présenter le plan de compensation préliminaire de l'habitat du poisson, à fournir certains détails techniques préliminaire sur sa conception, de même qu'à justifier sa pertinence dans le contexte des pertes d'habitat du poisson qu'occasionnera le projet.
Changements climatiques	Évaluation préliminaire de résilience climatique	WSP, 2024	12	Étude réalisée à l'initiative de Falco dans le but d'identifier les aléas climatiques potentiels et initier l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques à considérer lors de l'ingénierie de détail. L'objectif de l'étude est de réaliser une évaluation préliminaire de la résilience climatique du projet en identifiant les aléas climatiques qui pourraient affecter les composantes du projet Horne 5 telles qu'elles sont présentement conçues ainsi qu'en dressant un profil préliminaire des risques climatiques et en proposant des mesures d'adaptation génériques, afin de déterminer si des changements devraient être apportés à la conception ou aux plans de gestion et aux programmes de suivi.
	Bilan consolidé des estimations des émissions de gaz à effet de serre (GES)	WSP, 2024	13	Note technique regroupant les estimations de GES présentées à l'annexe 5-A du rapport principal de l'ÉIE [PR3.2] et celles présentées en réponse à QC-72 des Réponses aux questions du 1er mai 2018 [PR5.3(1de3)]. Cette note technique vise à présenter une consolidation des estimations d'émission de GES présentées initialement dans l'Étude d'impact sur l'environnement, et les estimations complémentaires présentées en réponse à la question QC-72. La note présente de plus une mise à jour de l'évaluation de l'importance des émissions de GES du projet par rapport aux derniers bilans d'émission québécois et canadien.

ANNEXE

ANNEXE 1

SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX ENGAGEMENTS, ACTIONS, ET MESURES COMPLÉMENTAIRES PRIS DEPUIS LE RAPPORT PRINCIPAL DE L'ÉIE 2017

Tableau 1 **Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes physiques depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017**

Composante physique	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associés
Surface et profil du sol	Construction	Très faible	• Réduction de l'empreinte au sol, des volumes d'excavation et des surfaces de drainage au complexe minier • Réduction du nombre de digues requises au parc à résidus
	Exploitation	Non évalué	• Aucun changement
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Hydrographie	Construction	Faible	• Modification des surfaces de drainage au complexe minier
	Exploitation	Faible (CMH5) Forte (IGRM)	• Réduction des besoins en eau fraîche Réduction du débit moyen de rejet à l'effluent final • Réduction de l'emprise des conduites aux traverses de cours d'eau • Consignation des changements aux milieux hydriques du site du parc à résidus à la suite de ruptures naturelles de barrages de castor
	Fermeture	Forte (IGRM)	• Réduction du débit moyen de rejet à l'effluent final pendant la fermeture active • Reconnexion hydraulique entre le lac Vauze et le ruisseau Vauze en aval
Qualité de l'eau de surface	Construction	Faible	• Aucun changement
	Exploitation	Faible	• Utilisation de conduites à double paroi (résidus et eaux de recirculation) et d'un système de détection de fuite instrumenté avec réservoirs de rétention à chaque km le long du parcours • Remplacement de l'usine de traitement des eaux pour une nouvelle usine moderne et perfectionnée • Réalisation d'études de risques et de conséquences de bris de digue et de conduite pour la préparation de plans d'intervention d'urgence • Réalisation d'une évaluation préliminaire de résilience aux changements climatiques pour identifier les impacts potentiels à considérer lors de l'ingénierie détaillée
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Qualité des sédiments	Construction	Faible	• Aucun changement
	Exploitation	Faible	• Voir engagements, actions et mesures pour la protection de l'eau de surface
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Hydrogéologie	Construction	Faible	• Confirmation de l'absence de puits d'eau souterraine dans le secteur du complexe minier • Réalisation d'une étude sur l'impact potentiel du rabattement des eaux souterraines sur les infrastructures du MTMD
	Exploitation	Moyenne	
	Fermeture	Positif	

Tableau 1 Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes physiques depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017 (suite)

Composante physique	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associés
Qualité des eaux souterraines	Construction	Très faible	• Confirmation de l'absence de puits d'eau souterraine dans le secteur du complexe minier • Mise en place d'un programme de suivi annuel des puits d'eau souterraine dans le secteur du parc à résidus • Bonification du programme de suivi des eaux souterraines du complexe minier • Engagement à adhérer aux exigences des protocoles VDMD et du code international du cyanure
	Exploitation	Très faible à faible	
	Fermeture	Très faible à faible	
Air ambiant	Construction	Très faible	• Réduction de l'empreinte du site et des volumes d'excavation et de remblai au complexe minier • Élaboration d'un plan de gestion des émissions atmosphériques • Bonification du programme de suivi (stations de suivi de la qualité de l'air et suivi à la source)
	Exploitation	Faible	• Élaboration du Plan de réduction et de suivi innovant, qui inclut notamment: o Intégration d'un système de filtration à la sortie de ventilation de la mine o Modification de la surface de roulement au CMH5 (granulat sans arsenic dans les zones de circulation) o Fermeture de la zone de chargement des concentrés o Remplacement de certains équipements mobiles souterrains par des équipements à faible émission (chargeuses électriques et moteurs de type Tier IV) o Bonification du programme de suivi (stations de suivi de la qualité de l'air et suivi à la source) • Élaboration d'un plan de gestion des émissions atmosphériques préliminaire • Réalisation d'études toxicologiques sur la silice cristalline et les métaux déjà en dépassement dans l'air ambiant • Réalisation d'études complémentaires sur les émissions potentielles de HCN et de CS_2 • Engagement à modifier la source d'énergie du chauffage de la mine à l'hydroélectricité plutôt qu'au gaz naturel (si énergie disponible)
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Climat sonore	Construction	Faible	• Réduction de l'ampleur des travaux d'excavation requis • Développement d'une voie de transport alternative pour l'acheminement des stériles miniers du complexe minier au site du parc à résidus • Réalisation d'études complémentaires sur le sur l'impact sonore • Abaissement des niveaux acoustiques maximums des sources d'émission sonores au CMH5 en considérant des normes plus restrictives à deux récepteurs sensibles • Engagement à planifier la construction et réaliser la conception avec l'objectif de se fondre dans le climat sonore ambiant
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement

Tableau 1 Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes physiques depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017 (suite)

Composante physique	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associés
Vibration	Construction	Très faible	• Réalisation d'un programme de caractérisation complémentaire de l'ambiance vibratoire (mesures continues sur une période d'un an) • Réalisation d'études complémentaires sur les sautages de surface et souterrains et la sismicité induite • Développement en concertation d'un Plan de suivi de l'intégrité des résidences, des équipements et des infrastructures
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Changements climatiques [non présenté dans l'EIE]	Construction	Non évalué	• Engagement à déposer un plan de réduction des émissions de GES incluant le remplacement de certains équipements mobiles souterrains (chargeuses électriques et moteurs de type Tier IV, l'utilisation de biodiesel pour les camions hors route et l'optimisation du réseau de chaleur de l'usine et de la mine pour augmenter l'efficacité énergétique • Engagement à changer la source d'énergie de chauffage de la mine à l'hydroélectricité plutôt qu'au gaz naturel (si énergie disponible)
	Exploitation		
	Fermeture		

Tableau 2 Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes biologiques depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017

Composante biologique	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées
Végétation terrestre	Construction	Faible	• Réduction des emprises des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et de la conduite d'eau fraîche
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Milieux humides	Construction	Moyen à fort	• Réduction des emprises des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et de la conduite d'eau fraîche
	Exploitation	Moyen	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Espèces floristiques à statut particulier	Construction	Très faible	• Confirmation de l'absence de la corallorhize striée dans les emprises par des études complémentaires • Engagement à sensibiliser les travailleurs et intégration de procédures et d'un guide d'identification des espères fauniques et floristiques en situation précaire du milieu forestier aux activités de terrain du personnel de Falco et de ses sous-traitants.
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Espèces exotiques envahissantes	Construction	Non évalué	• Intégration de procédures et d'un guide d'identification des espèces exotiques envahissantes aux activités de terrain du personnel de Falco et de ses sous-traitants.
	Exploitation		
	Fermeture		
Poisson et habitat du poisson	Construction	Faible à fort	• Réalisation de travaux complémentaires de caractérisation des habitats et d'une étude synthèse des habitats du poisson qui seront affectés par le projet • Consignation des changements au milieux hydriques du site du parc à résidus à la suite de ruptures naturelles de barrages de castor • Élaboration d'une proposition de projet de compensation adapté au site du parc à résidus et rédaction d'un plan compensation préliminaire de l'habitat du poisson
	Exploitation	Faible	• Réduction des besoins en eau fraîche • Réduction du rejet à l'effluent final (débit et fréquence) • Bonification des engagements, actions et mesures de protection de l'eau de surface (voir composantes physiques) • Engagement à assurer la libre circulation des poissons par une conception adéquate des ponceaux et à effectuer les travaux en eau rapidement et en dehors des périodes de frai
	Fermeture	Positif	• Élaboration d'une proposition de projet de compensation bonifiant la reconnexion hydraulique entre le lac Vauze et le ruisseau Vauze en aval en créant des habitats durables de valeur écologique supérieure à long terme

Tableau 2 Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes biologiques depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017 (suite)

Composante biologique	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées
Faune terrestre	Construction	Faible à moyen	• Recouvrement des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation afin d'en faciliter le franchissement par la faune • Réduction des emprises des conduites pour réduire l'empiétement en milieu naturel (résidus miniers et eau de recirculation ainsi qu'eau fraîche) • Engagement à effectuer le déboisement en dehors de la période critique pour les jeunes orignaux et à prévoir des activités de sensibilisation des travailleurs afin de limiter le dérangement causé par les travaux
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Herpétofaune	Construction	Faible à moyen	• Recouvrement des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation afin d'en faciliter le franchissement par la faune • Réduction des emprises des conduites pour réduire l'empiétement en milieu naturel (résidus miniers et eau de recirculation ainsi qu'eau fraîche) • Engagement à éviter la destruction d'hibernacles à couleuvres et des spécimens qui s'y trouvent en s'abstenant de remanier les sols tôt au printemps ou tard en automne et à éviter de perturber les habitats d'hibernation des tortues et des anoures en s'abstenant de toute intervention dans les cours d'eau d'octobre à avril
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Avifaune	Construction	Faible à moyen	• Réduction des emprises des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et de la conduite d'eau fraîche pour réduire l'empiétement en milieu naturel • Engagement à effectuer le déboisement en dehors de la période de nidification des oiseaux ou à mettre en place des mesures d'atténuation particulières si nécessaire ainsi qu'à préserver les très grands arbres et les chicots sur le tracé des conduites lorsque possible.
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Chiroptères	Construction	Moyen	• Réduction des emprises des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et de la conduite d'eau fraîche pour réduire l'empiétement en milieu naturel • Engagement à réaliser les travaux de déboisement en dehors des périodes de mise bas et d'élevage des petits des chauves-souris et à éviter d'effectuer des travaux susceptibles de causer du bruit et des vibrations durant la période d'hibernation des chiroptères dans un rayon de 1 km autour de l'hibernacle identifié dans une des galeries du site Waite-Amulet.
	Exploitation	Moyen	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement

Tableau 3 Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes sociales depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017

Composante sociale	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées
Économie locale et régionale	Construction	Positif	• Réalisation d'un état de référence des composantes sociales et d'un bilan stratégique sur les enjeux sociaux • Réalisation d'une étude stratégique sur la main-d'œuvre du projet Falco Horne 5 • Élaboration d'un plan d'action et de suivi des enjeux communautaires
	Exploitation	Positif	
	Fermeture	Moyen	• Planification d'une démarche pour la préparation d'un plan de transition en vue de la fermeture
Infrastructures - Infrastructures routières, circulation et sécurité	Construction	Moyen	• Développement d'une voie de transport alternative entre le complexe minier au site du parc à résidus • Réalisation d'une étude sur les impacts potentiels du rabattement des eaux souterraines sur les infrastructures du MTMD • Révision de l'étude de circulation et de sécurité routière
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Aucun changement
Infrastructures - Bâtiments et infrastructures de services	Construction	Faible	• Réalisation d'une évaluation préliminaire de résilience climatique • Réalisation d'études complémentaires sur les sautages de surface, les sautages souterrains et la sismicité induite
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Non évalué	• Planification d'une démarche pour la préparation d'un Plan de transition en vue de la fermeture
Utilisation du territoire – Milieu bâti	Construction	Positif	• Réalisation d'un plan d'action et de suivi des enjeux communautaires • Revue de littérature sur les conditions de logement • Participation à des discussions avec des intervenants locaux sur la situation du logement
	Exploitation	Moyen	
	Fermeture	Non évalué	• Planification d'une démarche pour la préparation d'un Plan de transition en vue de la fermeture
Utilisation du territoire Villégiature, loisirs et tourisme	Construction	Faible	• Réalisation d'études complémentaires sur l'utilisation du territoire (secteurs lac Waite et lac Dufault) • Poursuite des discussions avec les utilisateurs du territoire • Élaboration d'ententes avec les clubs de motoneige, de quad et le club de golf Noranda • Planification d'une démarche pour la préparation d'un Plan de transition en vue de la fermeture
	Exploitation	Non évalué	
	Fermeture	Faible	
Utilisation du territoire Chasse, pêche et piégeage	Construction	Faible	• Poursuite des discussions avec les utilisateurs du territoire
	Exploitation	Non évalué	
	Fermeture	Faible	• Planification d'une démarche pour la préparation d'un Plan de transition en vue de la fermeture

Tableau 3 Synthèse des principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées aux composantes sociales depuis l'Étude d'impact sur l'environnement en 2017 (suite)

Composante sociale	Phase	Évaluation de l'impact résiduel présentée dans l'Étude d'impact sur l'environnement	Principaux engagements, actions et mesures complémentaires associées
Qualité de vie	Construction	Fort	• Réalisation d'un état de référence des composantes sociales et d'un bilan stratégique sur les enjeux sociaux • Élaboration d'un plan de communication communautaire avec le voisinage • Engagement à concevoir les sautages avec l'objectif de se fondre dans le climat sonore ambiant • Élaboration d'un programme d'inspection préalable en concertation avec le milieu • Élaboration d'un plan de suivi de l'intégrité des résidences, des équipements et des infrastructures • Élaboration d'un guide de responsabilité concernant de possibles dommages aux infrastructures • Réalisation d'études toxicologiques et développement d'un programme de réduction et de suivi des émissions atmosphériques
	Exploitation	Moyen	
	Fermeture	Faible	• Planification d'une démarche pour la préparation d'un Plan de transition en vue de la fermeture
Occupation et utilisation traditionnelles du territoire par les autochtones	Construction	Faible	• Poursuite des échanges avec les communautés concernées
	Exploitation	Faible	
	Fermeture	Positif	• Planification d'une démarche pour la préparation d'un Plan de transition en vue de la fermeture

ANNEXE

ANNEXE 2

RAPPORT - STRATÉGIE RH-RESSOURCES FALCO PROJET HORNE 5

rapport

STRATÉGIE RH

RESSOURCES FALCO – PROJET HORNE 5

AOÛT 2024

CC
CONSULTANTS
CONSEIL ET CRÉATIVITÉ

RESSOURCES FALCO – PROJET HORNE 5
230, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 7C1
819 917-3875
mduclos@falcores.com

CC CONSULTANTS
25B, rue Gamble Est
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 3B6
819 797-6373 #103
cgauthier@cc-consultants.ca

Note | l'utilisation du masculin dans le présent document ne sert qu'a en alléger la lecture

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES 3
LISTE DES ABRÉVIATIONS 5
INTRODUCTION 6
1. SITUATION ACTUELLE 7
2. BESOINS EN RESSOURCES HUMAINES POUR LE PROJET HORNE 22
3. VEILLE ET ANALYSE COMPARATIVE 27
4. ENJEUX ET SOLUTIONS 33

ANNEXES

ANNEXE 1 - LÉGENDE DES CODES D'ÉTUDES ET DE FORMATION 36
ANNEXE 2 - NOMBRE DE DIPLÔMÉS ISSUS DES FORMATIONS CIBLÉES EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE 37

TABLEAUX

TABLEAU 1 - Population locale, régionale et provinciale (données provisoires, 2023) 7
TABLEAU 2 - Population autochtone et non autochtone selon l'identité, 2021 8
TABLEAU 3 - Portrait du revenu moyen par habitant. Local, Régional, Provincial 8
TABLEAU 4 - Portrait du revenu médian par habitant. Local, Régional, Provincial, 2022 9
TABLEAU 5 - Différence de revenu de la population autochtone par rapport à la population non-autochtone, 2015 9
TABLEAU 6 - Plus haut certificat, diplôme ou grade obtenu selon le territoire pour la population âgée de 15 ans et plus, 2021 10
TABLEAU 7 - Situation générale de l'emploi local, régional, provincial (2021-2035) 13
TABLEAU 8 - Estimation des effectifs miniers totaux (exploitation et EMV), Québec, 2022, 2023, 2028, avec tendances 2033 14
TABLEAU 9 - Nouveaux besoins de main-d'œuvre du secteur minier, Québec, 2023-2028 avec tendances 2033 14
TABLEAU 10 - Métiers et professions du secteur minier les plus en demande en Abitibi-Témiscamingue, 2023-2028 avec tendances 2033 14
TABLEAU 11 - Mode d'occupation des logements (local, régional, provincial), 2021 17
TABLEAU 12 - États des logements (local, régional, provincial), 2021 17
TABLEAU 13 - Taux d'inoccupation des logements (local, régional, provincial), 2023 17
TABLEAU 14 - Places en service de garde en Abitibi-Témiscamingue, évolution depuis 2016 18
TABLEAU 15 - Offre et demande en service de garde à Rouyn-Noranda, situation actuelle et projetée 18
TABLEAU 16 - Nombre de médecins comparé à la population, Abitibi-Témiscamingue et ensemble du Québec, Comparatif 2016-2020 20

TABLEAU 17 - Nombre de personnes en attente au Guichet d'Accès à un Médecin de famille (GAMF), Abitibi-Témiscamingue et MRC, 2020 à 2024 20
TABLEAU 18 - Nombre de personnes prises en charge par le Guichet d'Accès à un Médecin de famille (GMF), Abitibi-Témiscamingue et MRC, 2020 à 2024.....21
TABLEAU 19 - Répartition des postes au sein des départements 24
TABLEAU 20 - Sommaire des besoins de formation pour les postes projetés pour le projet Horne 5.....25
TABLEAU 21 - Nombre de finissants par type de formation (ciblées) dans les établissements d'Abitibi-Témiscamingue (données fournies par les établissements).....26
TABLEAU 22 - Classement des moyens de recrutement dans l'ordre de préférence selon les entreprises, CSMO Mines, 2020.....31

FIGURES

FIGURE 1 - Nombre maximum estimé d'emplois requis à chaque étape du projet 23

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BAPE	Bureau d'audiences publiques dur l'environnement
AEMQ	Association de l'exploration minière du Québec
CNP	Classification nationale des professions
CSMO Mines	Comité sectoriel de main-d'œuvre de l'industrie des mines
EMV	Exploration et mise en valeur
INMQ	Institut national des mines du Québec
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et des Forêts
PDM	Processus de développement minéral

INTRODUCTION

Le Projet Horne 5, porté par Ressources Falco Ltée, consiste en l'exploitation minière sous l'ancienne mine Horne. Le projet promet une production d'or, d'argent, de cuivre et de zinc sur une quinzaine d'années.

Ressources Falco a franchi, à la fin mars 2024, une nouvelle étape majeure alors que la recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) de son projet Horne 5 a été confirmée. Falco a procédé au dépôt initial de son ÉIE en 2018. Depuis, l'équipe de Falco a approfondi les travaux et études afin de répondre aux demandes du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.

Ainsi, la prochaine étape pour l'avancement du projet Horne 5 est le processus d'audiences publiques qui sera dirigé par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE)

Avant d'arriver à l'étape des opérations, l'entreprise franchit actuellement une phase critique, soit l'évaluation des impacts environnementaux (EIE) au provincial. Afin de bien se préparer aux audiences publiques, l'équipe de Falco souhaitait bénéficier de l'expertise de CC Consultants quant aux aspects relatifs aux RH afin de clarifier les besoins, l'approche de recrutement, la formation et l'intégration.

Ce document présente une veille des meilleures pratiques et le développement d'une stratégie alignée avec les valeurs et la vision de Falco.

1. SITUATION ACTUELLE

1.1. PORTRAIT SOCIODÉMOGRAPHIQUE

1.1.1. POPULATION

TABLEAU 1 - Population locale, régionale et provinciale (données provisoires, 2023)[1]

GENRE		FEMMES			HOMMES			TOTAL		
ÂGE		0-19	20-64	65+	0-19	20-64	65+	0-19	20-64	65+
Rouyn-Noranda	n	21 207			21 735			42 942		
	%	21,6	56,5	21,8	21,6	59,3	19,0	21,6	57,9	20,4
Abitibi-Témiscamingue	n	72 598			76 199			148 797		
	%	22,0	55,3	22,7	21,7	57,5	20,8	21,9	56,4	21,7
Ensemble du Québec	n	4 421 379			4 453 304			8 874 683		
	%	20,4	57,2	22,4	21,3	59,5	19,3	20,8	58,4	20,8

SITUATION RÉGIONALE

La région connaît une croissance démographique modérée. De 2021 à 2026, une augmentation de 0,3 % est prévue, suivie d'une décroissance estimée à 0,3 % pour la période 2026-2031.

L'âge moyen des habitants est de 43 ans, en hausse par rapport aux années précédentes (37 ans en 2001). La répartition par groupes d'âge montre que 21,7 % de la population est âgée de 65 ans et plus, ce qui représente une augmentation de 6 % au cours des dix dernières années. Les personnes âgées de 20 à 64 ans constituent la majeure partie de la population active, mais cette tranche d'âge diminue progressivement au fil du temps (diminution de 5,5 % en dix ans)

La région a enregistré un solde migratoire interrégional négatif ces dernières années, avec une perte moyenne de 351 personnes par an entre 2018 et 2023.

[1] https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/estimations-population-regions-administratives-selon-age-sexe-age-median-age-moyen#tri_tertr=24&tri_pop=5

SITUATION DES PREMIÈRES NATIONS

Les dernières données disponibles sur la population autochtone concernent le recensement de 2021.

TABLEAU 2 - Population autochtone et non autochtone selon l'identité, 2021[2]

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Total	*41 290*	*143 770*	*8 308 480*
Identité non autochtone	*39 940*	*134 610*	*8 103 470*
Identité autochtone	**1 355**	**9 160**	**205 010**
% Autochtones sur population totale	3.3%	6.4%	2.5%
% Autochtones sur population autochtone de l'Abitibi-Témiscamingue	14,8 %		

À noter une croissance de 12 % de la population ayant déclaré une identité autochtone dans la région entre 2016 et 2021. Dans le même temps, la population non autochtone est en légère baisse (-0,3 %).

1.1.2. REVENU

TABLEAU 3 - Portrait du revenu moyen par habitant. Local, Régional, Provincial

	REVENU MOYEN ANNUEL[3]			ÉCART DE REVENU MOYEN H/F	REVENU DISPONIBLE PAR HABITANT[4]
	FEMMES	HOMMES	TOTAL		
Rouyn-Noranda	46 885 $	72 742 $	59 797 $	25 857 $	37 556 $
Abitibi-Témiscamingue	44 325 $	70 140 $	57 409 $	25 815 $	37 056 $
Ensemble du Québec	48 434 $	66 309 $	57 231 $	17 875 $	36 826 $

[2] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/autochtones/population-autochtone/population-autochtone-et-non-autochtone-selon-lidentite-mrc-de-labitibi-temiscamingue-2021

[3] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/economie/finances-personnelles/revenu-total-moyen-des-particuliers-selon-le-sexe-mrc-de-labitibi-temiscamingue-2018-a-2022

[4] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/economie/finances-personnelles/revenu-disponible-par-habitant-selon-les-territoires-abitibi-temiscamingue-et-ensemble-du-quebec-2017-a-2022

TABLEAU 4 - Portrait du revenu médian par habitant. Local, Régional, Provincial, 2022

	REVENU MÉDIAN ANNUEL[5]			ÉCART DE REVENU MÉDIAN H/F
	FEMMES	HOMMES	TOTAL	
Rouyn-Noranda	48 135 $	76 321 $	59 974 $	28 186 $
Ensemble du Québec	48 959 $	60 482 $	54 328 $	11 523 $

Rouyn-Noranda est une ville avec une économie fortement influencée par l'industrie minière et forestière. La dominance de ces secteurs typiquement masculins explique en partie les revenus relativement élevés des hommes et l'écart de revenu entre les hommes et les femmes.

SITUATION DES PREMIÈRES NATIONS

TABLEAU 5 - Différence de revenu de la population autochtone par rapport à la population non-autochtone, 2015[6]

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE
Écart de revenu autochtone – Total	-26 %	-33 %
Écart de revenu – Hommes	-27 %	-37 %
Écart de revenu – Femmes	-29 %	-26 %

En 2015, le revenu moyen de la population autochtone était 26 % plus faible que la population non-autochtone dans la MRC de Rouyn-Noranda. À l'échelle régionale, l'écart était plus important avec un revenu moyen plus faible de 33 %.

[5] https://statistique.quebec.ca/fr/document/revenu-d-emploi-par-mrc/tableau/revenu-emploi-median-des-25-64-ans-selon-le-sexe-mrc-ensemble-du-quebec#tri_sexe=1

[6] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/autochtones/population-autochtone/revenu-total-moyen-des-particuliers-population-autochtone-et-non-autochtone-de-15-ans-et-plus-selon-le-sexe-mrc-de-labitibi-temiscamingue-2015

1.1.3. ÉDUCATION

TABLEAU 6 - Plus haut certificat, diplôme ou grade obtenu selon le territoire pour la population âgée de 15 ans et plus, 2021[7]

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Total – Plus haut certificat, diplôme ou grade	33 995	118 485	6 918 730
Aucun certificat, diplôme ou grade	21,7 %	26,2 %	18,2 %
Diplôme d'études secondaires ou attestation d'équivalence	20,0 %	20,4 %	21,4 %
Certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers	21,3 %	23,1 %	15,8 %
Certificat ou diplôme d'un collège, d'un cégep ou d'un autre établissement non universitaire	16,8 %	14,7 %	17,4 %
Certificat ou diplôme universitaire inférieur au baccalauréat	3,6 %	2,9 %	3,7 %
Baccalauréat ou grade supérieur (maîtrise, doctorat, etc.)	16,6 %	12,7 %	23,5 %

On observe une part plus importante de personnes sans diplôme en région que dans l'ensemble du Québec (respectivement 26,2 % et 18,2 %), de même que pour les personnes ayant atteint un niveau professionnel (23,1 % et 15,8 %). Cet écart peut être expliqué par la nature des emplois disponibles en région comme le secteur minier ou forestier.

Le taux de personnes ayant atteint un niveau universitaire est moins important en région qu'ailleurs au Québec.

En revanche, la MRC de Rouyn-Noranda, par la présence d'établissements d'enseignement tels que l'UQAT ou le Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, présente des chiffres plus proches de la moyenne provinciale dans la répartition des niveaux de diplomation de sa population.

[7] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/education/plus-haut-certificat-diplome-ou-grade-obtenu-selon-le-territoire-pour-la-population-agee-de-15-ans-et-plus-abitibi-temiscamingue-2021

1.2. ÉDUCATION ET FORMATION

1.2.1. UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE (UQAT)

DOMAINE D'ÉTUDES	PROGRAMMES OFFERTS
Agriculture	
Art-thérapie	
Création et nouveaux médias	Animation 2D/3D, Cinéma, Multimédia interactif
Éducation	Enseignement primaire et secondaire, Formation des adultes
Études autochtones	Programmes adaptés aux besoins des communautés autochtones
Forêts	Sylviculture, Écologie forestière
Génie	Génie électrique, Génie mécanique, Génie civil
Gestion	Administration des affaires, Gestion des ressources humaines
Mines et eaux souterraines	Gestion environnementale des mines, Hydrogéologie
Psychoéducation	
Santé	Soins infirmiers, Psychologie
Travail social	Baccalauréat en travail social, Maîtrise en service social

1.2.2. CÉGEP DE L'ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

CAMPUS	PROGRAMMES OFFERTS
Rouyn-Noranda	Sciences humaines, Sciences naturelles, Technologie minérale, Soins infirmiers, Technologie de l'électronique industrielle, Technique de comptabilité et de gestion
Amos	Techniques forestières, Gestion d'entreprises agricoles, Technologie du génie civil
Val-d'Or	Techniques de l'informatique, Soins préhospitaliers d'urgence, Techniques policières

1.2.3. CENTRES DE FORMATION PROFESSIONNELLE (CFP)

1.2.3.1. CFP HARRICANA[8]

Foresterie et faune : Protection et exploitation de territoires fauniques, Abattage et façonnage des bois, Aménagement de la forêt

Mécanique d'entretien : Mécanique industrielle de construction et d'entretien

Mines et chantiers : Conduite de machinerie lourde en voirie forestière

Administration et commerce : Secrétariat

Usinage et fabrication : Usinage

Santé : Assistance technique en pharmacie, Assistance à la personne en établissement et à domicile, Assistance et soins infirmiers

Services sociaux, éducatifs et juridiques : Service de garde en milieu scolaire

1.2.3.2. CFP LAC-ABITIBI[9]

Alimentation : Cuisine, Boucherie de détail, Pâtisserie, Service de la restauration, Cuisine du marché.

Métallurgie : Soudage-montage, Soudage haute pression

Mécanique : Engins de chantier, Véhicules lourds routiers, Conseil & vente de pièces

Administration : Secrétariat

Transport par camion

1.2.3.3. CFP VAL-D'OR[10]

Entretien de véhicules : Carrosserie, Mécanique automobile

Coiffure

Dessin technique : Dessin de bâtiment, Dessin industriel

Mines et travaux de chantier : Conduite de machines de traitement du minerai, Extraction du minerai, Forage au diamant, Forage et dynamitage, Formation modulaire du travailleur minier (FMTM)

Vente-conseil et représentation

Secrétariat

[8] https://www.cfpharricana.ca/

[9] https://www.cfplacabitibi.ca/index.php/fr/

[10] https://www.cfpvaldor.qc.ca/

1.3. MARCHÉ DE L'EMPLOI

1.3.1. SITUATION GÉNÉRALE

TABLEAU 7 - Situation générale de l'emploi local, régional, provincial (2021-2035)

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Taux de chômage 2021 (15 ans et plus)[11]	4,8 %	5,6 %	7,6 %
Indice de remplacement actuel 2021[12]	82,4	69,8	83,5
Indice de remplacement prévisionnel 2035	119,3	103,4	106

L'indice de remplacement de la main-d'œuvre représente le nombre de personnes de 20-29 ans pour 100 personnes de 55-64 ans.

2035 est l'année où le taux de remplacement de la main-d'œuvre atteindra son sommet dans la région. C'est pourquoi nous l'avons choisi pour comparaison.

Le secteur de Rouyn-Noranda possède un taux de chômage plus bas que dans l'ensemble de la région, et bien plus bas que dans l'ensemble du Québec. Dans le cas d'embauche d'employés locaux, il faudra aller les démarcher dans leur poste actuel et donc leur offrir des conditions attrayantes. Les données présentées dans le tableau ci-dessus sont celles de 2021, une tendance à la baisse a été observée au niveau du taux de chômage avec les données les plus récentes (juin 2024) à 2,3 %, soit le plus bas taux de la province qui se situe en moyenne à 5,3 %[13].

[11] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/emploi-et-main-doeuvre/indicateurs-du-marche-de-travail-selon-le-groupe-dage-par-mrc-de-labitibi-temiscamingue-et-ensemble-du-quebec-au-moment-du-recensement-de-2021

[12] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/emploi-et-main-doeuvre/indice-de-remplacement-de-la-main-doeuvre-mrc-de-labitibi-temiscamingue-1996-2041

[13] https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/indicateurs-mensuels-emploi-et-taux-de-chomage-par-region-administrative

1.3.2. SECTEUR MINIER[14]

TABLEAU 8 - Estimation des effectifs miniers totaux (exploitation et EMV), Québec, 2022, 2023, 2028, avec tendances 2033

	2022	2023	PRÉVISIONS 2028	TENDANCES 2033
Abitibi-Témiscamingue	5 917	5 956	6 413	5 790
Ensemble du Québec	17 711	17 585	19 125	18 742
Proportion relative de l'AT sur l'ensemble du Québec	33,4 %	33,9 %	33,5 %	30,9 %

TABLEAU 9 - Nouveaux besoins de main-d'œuvre du secteur minier, Québec, 2023-2028 avec tendances 2033

		2023-2028			TENDANCES	
		VARIATION MINES	REMPLACEMENT	TOTAL	2029-2033	2023-2033
Abitibi-Témiscamingue	n	496	4 056	4 552	2 941	7 493
	%	10,9 %	89,1 %	100 %		
Ensemble du Québec	n	1 414	12 944	14 358	10 521	24 879
	%	9,8 %	90,2 %	100 %		

TABLEAU 10 - Métiers et professions du secteur minier les plus en demande en Abitibi-Témiscamingue, 2023-2028 avec tendances 2033

METIRS ET PROFESSIONS	CODE CNP	FORMATION LA PLUS COURAMMENT DEMANDÉE[15]	2023-2028			TENDANCE	
			NOUVEAUX POSTES À POURVOIR	POSTES À POURVOIR EN RAISON DU ROULEMENT	TOTAL	2029-2033	2023-2033
Mineur (forage, sécurisation des galeries, opérateur de machinerie)	83 100	DEP-EM	230	848	1 078	677	1 755
Foreur et aide-foreur au diamant	73 402	DEP-FDI	20	300	320	245	565

[14] https://inmq.gouv.qc.ca/publication/457/estimation_main-oeuvre_2023-2028

[15] Voir annexes

METIRS ET PROFESSIONS	CODE CNP	FORMATION LA PLUS COURAMMENT DEMANDÉE[15]	2023-2028			TENDANCE	
			NOUVEAUX POSTES À POURVOIR	POSTES À POURVOIR EN RAISON DU ROULEMENT	TOTAL	2029-2033	2023-2033
Mécanicien de machinerie lourde / Hydraulicien-mécanicien / Mécanicien d'équipement lourd mobile	72 401	DEP-MEC/MVL	10	210	220	141	361
Opérateur de machine de traitement de minerai – concentrateur	94 100	DEP-CMTM	25	153	178	108	286
Manœuvre en métallurgie	95 101	DES	13	128	141	93	234
Superviseur production (contremaître, capitaine de mine)	82 020	DEP-EM	22	115	137	85	222
Géologue / (ingénieur)	21 102	BAC-GEO/GGEO	10	121	131	97	228
Contremaître / Planificateur mécanique	72 020	DEP	10	88	98	61	159
Manœuvre en exploration	85 110	DES	3	91	94	74	168
Mécanicien industriel / Réparateur de matériel de traitement du minerai/de centrale (chaudière)	72 400	DEP-MICE	12	80	92	55	147

1.3.3. OPPORTUNITÉS D'IMMIGRATION

1.3.3.1. FINISSANTS ÉTRANGERS

Immigration, Réfugiés et Citoyenneté Canada (IRCC) offre la possibilité aux diplômés d'un établissement d'enseignement désigné (EED) de demeurer temporairement au Canada pour y travailler par le biais d'un Permis de Travail Post-Diplôme (PTPD)[16].

Pour y être admissible, un finissant doit avoir complété un programme d'au moins 8 mois (ou 900 h pour les attestations d'études du Québec).

Le PTPD n'est pas acquis, un dossier doit être constitué à IRCC pour y accéder. Ce permis de travail peut, sous certaines conditions, ouvrir la voie à la résidence permanente du Canada après évaluation du dossier au provincial et au fédéral.

Tous les établissements d'enseignement mentionnés dans ce rapport sont admissibles au PTPD.

1.3.3.2. RECRUTEMENT INTERNATIONAL

Plusieurs solutions existent pour embaucher des travailleurs étrangers temporaires. Il peut être nécessaire d'obtenir une évaluation de l'impact sur le marché du travail (EIMT)[17] dans le cadre d'un recrutement standard, ou d'en être dispensé dans le cadre du Programme de mobilité internationale (PMI) du gouvernement du Canada.[18]

1.3.3.3. AUTRES OPPORTUNITÉS

1. Le MIFI a mis en place un programme pilote d'immigration permanente des travailleurs des secteurs de l'intelligence artificielle, des technologies de l'information et des effets visuels. Différentes conditions s'appliquent, mais une opportunité d'embauche de jeunes diplômés issus de l'immigration est possible.
2. Il est possible de faire reconnaître des compétences acquises à l'étranger pour pouvoir travailler au Québec en tant de travailleur étranger[19]

[16] https://www.canada.ca/fr/immigration-refugies-citoyennete/services/etudier-canada/travail/apres-obtention-diplome/au-sujet.html

[17] https://www.quebec.ca/entreprises-et-travailleurs-autonomes/administrer-gerer/embauche-gestion-personnel/recruter/embaucher-immigrant/embaucher-travailleur-etranger-temporaire/comprendre-autorisations

[18] https://www.quebec.ca/immigration/travailler-quebec/travailleurs-temporaires/programme-mobilite-internationale

[19] https://www.quebec.ca/immigration/travailler-quebec/faire-reconnaitre-competences-acquises-etranger

1.4. SITUATION DU LOGEMENT

TABLEAU 11 - Mode d'occupation des logements (local, régional, provincial), 2021

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Total des ménages	**19 280**	**66 410**	**3 749 035**
Propriétaire	12 170	44 305	2 245 605
Part (%)	*63,1*	*66,7*	*59,9*
Locataire	7 115	21 410	1 497 010
Part (%)	*36,9*	*32,2*	*39,9*
Logement fourni par le gouvernement local ou la Première Nation	0	700	6 425
Part (%)	*0,0*	*1,1*	*0,2*

La part de ménages locataires en région est plus petite qu'à l'échelle provinciale. Cet écart est expliqué par le statut plutôt rural de la région, et par la région de Montréal, majoritairement locataire, qui impacte la moyenne de l'ensemble du Québec.

La part de locataires à Rouyn-Noranda se rapproche de la moyenne provinciale. Cela peut être expliqué par la présence d'étudiants plus importante à Rouyn-Noranda que dans le reste de la région par exemple.

TABLEAU 12 - États des logements (local, régional, provincial), 2021

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Total des logements	**19 280**	**66 410**	**3 749 035**
Seulement entretien régulier ou réparations mineures requises	17 955	61 295	3 512 925
Part (%)	*93,1*	*92,3*	*93,7*
Réparations majeures requises	1 325	5 115	236 110
Part (%)	*6,9*	*7,7*	*6,3*

On observe une part non négligeable d'habitations nécessitant des réparations majeures à Rouyn-Noranda. Dans le cas de logements locatifs, ce sont donc des logements à faible attrait.

TABLEAU 13 - Taux d'inoccupation des logements (local, régional, provincial), 2023

	ROUYN-NORANDA	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Taux d'inoccupation	0,8	0,7	1,3

On estime qu'un marché locatif est équilibré entre l'offre et la demande lorsque le taux de logement disponible est de 3 %[20]. Ce tableau est représentatif de la crise du logement actuellement en cours en Abitibi-Témiscamingue et dans l'ensemble du Québec. En région, incluant Rouyn-Noranda, moins de 1 % des logements sont inoccupés.

Les prévisions pour les prochaines années annoncent une stabilité de ce taux, en deçà en de 1 %.

1.5. GARDERIES

TABLEAU 14 - Places en service de garde en Abitibi-Témiscamingue, évolution depuis 2016[21]

	2016	2017	2021	2024
CPE (installation)	2045	2050	2132	2471
Milieu familial	2286	2046	1518	1389
Subventionné	80	80	80	124
Non subventionné	250	250	250	48
Total	**4661**	**4426**	**3980**	**4032**

On observe une diminution importante des places en milieu familial entre 2017 et 2021, accentuée en 2024. Les CPE et services subventionnés doivent compenser, mais cette compensation ne se fait pas à la vitesse requise. Aussi, parmi les places ajoutées par le gouvernement provincial en région durant ces années, un nombre important visaient la conversion d'une importante garderie privée (Vol du Colibri) en CPE subventionné, n'améliorant que très peu le nombre de places réelles au final.

TABLEAU 15 - Offre et demande en service de garde à Rouyn-Noranda, situation actuelle et projetée[22]

	ROUYN-NORANDA
Situation actuelle	
Offre (30 avril 2024)	1 216
Demande (31 mai 2023)	1 441
Solde de places	**-225**
Taux de couverture	**84 %**
Situation projetée (2026)	
Offre	1 564
Demande	1 441
Solde de places	**108**
Taux de couverture	**107 %**

Ces statistiques proviennent du gouvernement et prévoient une couverture des besoins en service de garde d'ici 2026 à Rouyn-Noranda. Toutefois, les cibles prévues sont encore loin[23]. À l'heure actuelle, on a plutôt assisté à une conversion des places non subventionnées en places

[20] https://iris-recherche.qc.ca/publications/logement-2023/
[21] https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2063772/places-garderie-cpe-emplois-familles
[22] https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-action-reseau-services-garde/statistiques
[23] https://www.lapresse.ca/actualites/education/2024-01-18/creations-de-nouvelles-places-en-garderies/on-est-loin-d-avoir-termine.php

subventionnées, n'ajoutant pas à l'offre globale. De plus, les nouvelles places subventionnées ont servi, en grande partie, à compenser les pertes de places en milieu familial suite à de nombreuses fermetures. Une observation active de ce point sera à prévoir.

Les programmes actuellement ouverts au niveau du gouvernement provincial visent encore une fois, davantage les conversions de places non subventionnées, les programmes pour la création de nouvelles places se sont terminés en 2023.[24]

Cet élément est à prendre en considération pour le projet, d'abord, dans l'optique d'embauche d'une plus grande diversité dans la main-d'œuvre, il faut penser au fait que les femmes sont souvent celles qui demeurent à la maison et dont le retour de congé de maternité peut être perturbé par la non-disponibilité de places en garderie. Aussi, dans le cas où le recrutement se fait à l'extérieur de la région et que Falco souhaiterait attirer des travailleurs avec leurs familles, cette pénurie pourrait affecter l'attractivité du projet.

[24] https://www.quebec.ca/famille-et-soutien-aux-personnes/enfance/garderies-et-services-de-garde/reseau/developpement-reseau/appels-projets

1.6. SOINS DE SANTÉ

TABLEAU 16 - Nombre de médecins comparé à la population, Abitibi-Témiscamingue et ensemble du Québec, Comparatif 2016-2020[25]

	2016		2020	
	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	ENSEMBLE DU QUÉBEC
Total des médecins (généralistes et spécialistes)	337	20 270	366	22 038
Nombre de médecins de famille pour 100 000 habitants	139,2	119,0	167,0	129,4
Nombre de médecins spécialistes pour 100 000 habitants	89,6	126,5	80,5	127,6

Sur la période 2016 à 2020, on observe une augmentation du pourcentage de médecin de famille parmi la population de la région. Cependant, le même pourcentage pour les médecins spécialistes est en baisse significative.

Le nombre total de médecins en région et dans l'ensemble du Québec a augmenté équitablement dans cette période (respectivement +8,6 % et +8,7 %).

TABLEAU 17 - Nombre de personnes en attente au Guichet d'Accès à un Médecin de famille (GAMF), Abitibi-Témiscamingue et MRC, 2020 à 2024

	2024	2023	2022	2021	2020
RLS de l'Abitibi-Ouest	1738	860	1350	1 069	694
RLS de l'Abitibi	1 440	134	296	155	163
RLS de Rouyn-Noranda	1577	1 894	4 412	3 943	3 838
RLS de la Vallée de l'Or	7 388	6 076	5 262	4 649	3 497
RLS du Témiscamingue	1 044	915	1 693	1406	665
Abitibi-Témiscamingue	**13 187**	**9 879**	**13 013**	**11 222**	**8 857**

[25] https://www.observat.qc.ca/tableaux-statistiques/sante/nombre-de-medecins-abitibi-temiscamingue-et-quebec-2016-2020

TABLEAU 18 – Nombre de personnes prises en charge par le Guichet d'Accès à un Médecin de famille (GMF), Abitibi-Témiscamingue et MRC, 2020 à 2024

	2024	2023	2022	2021	2020
RLS de l'Abitibi-Ouest	4 466	4 301	4 214	3 501	3 082
RLS de l'Abitibi	2 092	1 925	1 605	1 434	1 203
RLS de Rouyn-Noranda	8 406	7 473	6 414	5 323	4 751
RLS de la Vallée de l'Or	7 980	6 902	5 679	4 428	3 771
RLS du Témiscamingue	2 886	2 583	2 141	1 856	1 891
Abitibi-Témiscamingue	**25 830**	**23 184**	**20 053**	**16 542**	**14 698**

Le guichet d'accès à un médecin de famille peut-être un indicateur de l'accès aux soins. On observe que les patients en attente sont toujours nombreux, mais que le secteur de Rouyn-Noranda est le seul dont le nombre de personnes en attente est en baisse. La prise en charge est cependant répartie sur tout le territoire régional.

D'après une étude de l'Institut de Recherche et d'Informations socioéconomiques (IRIS) repris par La Presse en septembre 2022[26], 73 % des visites aux urgences en Abitibi-Témiscamingue représentent des soins qui pourraient être donnés en première ligne par un médecin de famille. Ce chiffre est bien au-dessus de la moyenne du Québec (53 %).

Selon l'IRIS, le manque de personnel serait le plus grand problème en santé en Abitibi-Témiscamingue qui perdure depuis de nombreuses années et selon Krystof Beaucaire chercheur à l'IRIS, on ne fait pas assez pour redresser la situation. Ce manque de personnel est notamment à l'origine de diminutions, voire de bris de services.

[26] https://www.lapresse.ca/actualites/sante/2022-09-22/acces-aux-soins-de-sante/l-abitibi-temiscamingue-moins-bien-desservie-selon-une-etude.php

2. BESOINS EN RESSOURCES HUMAINES POUR LE PROJET HORNE

Les estimations de cette partie sont basées principalement sur les données fournies par Ressources Falco dans le document Excel « Compilation main-d'œuvre – Horne 5 » retravaillé par CC Consultants. En date de première livraison de ce rapport, des ajustements peuvent encore être apportés à ces informations.

Ce fichier retravaillé, qui pourra être fourni en annexe, présente 122 catégories d'emploi pour 502 postes impliqués pendant l'exploitation de la mine ainsi que, pour certains, dans d'autres phases du projet.

Certaines catégories d'emplois ont été ciblées comme manquantes à la suite des recherches effectuées (catégories habituelles ou employés dans des projets similaires). Il est possible qu'elles aient été considérées et volontairement omises face à la nature du projet. Il est également possible que leurs fonctions se retrouvent dans des emplois déjà envisagés. Nous apportons donc l'attention sur la liste suivante :

- Agent.e de bureau
- Cuisinier.ière
- Dessinateur.rice industriel.le
- Machiniste
- Mécanicien.ne de machinerie lourde
- Opérateur.rice en traitement des eaux
- Plombier.ière
- Préposé.e à l'entretien du bâtiment
- Technicien.ne comptable
- Technicien.ne de laboratoire
- Technicien.ne en électronique industrielle
- Technicien.ne en maintenance industrielle
- Technicien.ne en prévention des incendies
- Conseiller.ère en communication
- Conseiller.ère en santé et sécurité
- Coordonnateur.rice en amélioration continue
- Ingénieur.e minier.ière
- Ingénieur.e chimique
- Ingénieur.e en automatisation
- Ingénieur.e en géologie
- Ingénieur.e en gestion des eaux
- Ingénieur.e en minéralurgie
- Mécanicien.ne de train
- Préposé.e à la carothèque

Les 502 emplois créés représentent plus ou moins la main-d'œuvre directement employée par Ressources Falco dans le cadre de ce projet travaillant directement à la construction ou à l'exploitation de la mine. Lorsqu'il est question de 900 postes durant la phase de construction, la différence des postes créés sera issue des contrats octroyés auprès de contracteurs.

Ainsi, dès le développement de la mine pour les étapes de mise en valeur, incluant le dénoyage (2025), des entreprises locales seront impliquées dans le projet. Puis, auront lieu la réhabilitation du puits Quémont et le traitement des eaux (2026) qui requerront environ 50 personnes. Suivra ensuite le développement de la mine et des infrastructures minières (2027).

La forte période au niveau de l'emploi débutera dans le cadre de la phase de construction de la mine (2028-2029). Pour cette étape, les entrepreneurs locaux seront mis à contribution et l'équipe interne de Falco prendra également de l'expansion.

2.1. EMPLOIS CRÉÉS

FIGURE 1 - Nombre maximum estimé d'emplois requis à chaque étape du projet

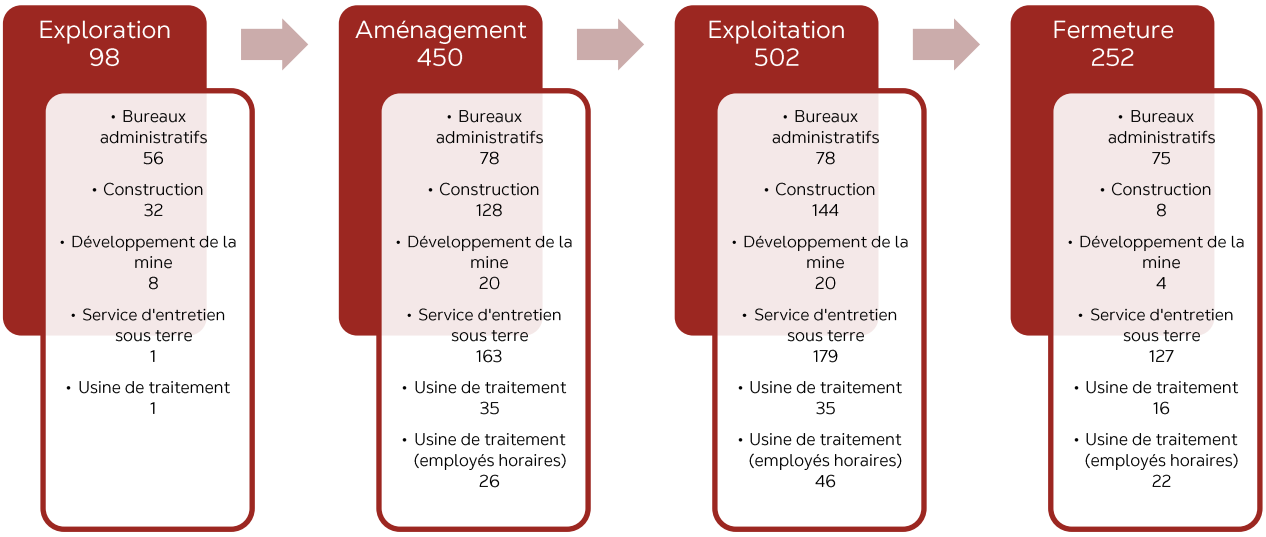


TABLEAU 19 - Répartition des postes au sein des départements

DÉPARTEMENT	NOMBRE	% RELATIF
ADMINISTRATION	**78**	**15,54 %**
Direction	3	3,85 %
Administration	18	23,08 %
Environnement	8	10,26 %
Environnement (employés horaires)	10	12,82 %
Ress. Humaines et relations communautaires	5	6,41 %
Santé et sécurité	6	7,69 %
Services techniques	28	35,90 %
CONSTRUCTION	**144**	**28,69 %**
Construction	32	22,22 %
Développement	64	44,44 %
Production	48	33,33 %
DÉVELOPPEMENT DE LA MINE	**20**	**3,98 %**
SERVICE D'ENTRETIEN SOUS TERRE	**179**	**35,66 %**
Département électrique	20	11,17 %
Département mécanique	78	43,58 %
Supervision sous terre	81	45,25 %
USINE DE TRAITEMENT	**35**	**6,97 %**
Département électrique	10	28,57 %
Entretien	3	8,57 %
Métallurgie	15	42,86 %
Opération	7	20,00 %
USINE DE TRAITEMENT (EMPLOYÉS HORAIRES)	**46**	**9,16 %**
Département électrique	4	8,70 %
Entretien	8	17,39 %
Opération	34	73,91 %

D'après le diagnostic sectoriel de l'industrie minière du Québec[27] publié en septembre 2020 par le CSMO Mines, la répartition des postes semble se rapprocher de la moyenne régionale et provinciale. La division des départements n'étant pas la même, une comparaison plus détaillée pourra être effectuée dans une prochaine étape afin de s'assurer du caractère réaliste de l'estimation.

[27] https://explorelesmines.com/fr/diagnostic-sectoriel/

2.2. FORMATION ET DÉVELOPPEMENT

Suite à une analyse des postes à pourvoir dans le cadre du projet Horne 5, il a été possible de déterminer le niveau des formations requises (Tableau 20). Nous avons par la suite validé la disponibilité des formations requises dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue auprès des différentes institutions d'enseignement.

TABLEAU 20 - Sommaire des besoins de formation pour les postes projetés pour le projet Horne 5

BESOINS DE FORMATION	NON-DISPONIBLE EN A-T		DISPONIBLE EN A-T		TOTAL	
	N	%	N	%	N	%
DEC	48	10 %	31	6 %	79	16 %
DEP	30	6 %	263	52 %	293	58 %
DEP/DEC	1	0 %	30	6 %	31	6 %
BAC	17	3 %	72	14 %	89	18 %
Formation interne	0	0 %	10	2 %	10	2 %
Total général	96	19 %	406	81 %	502	100 %

C'est près de 60 % des postes qui requièrent une formation professionnelle. La collaboration avec les écoles de métiers sera donc d'une grande importance pour le projet.

On observe que 19 % des emplois envisagés dans le cadre du projet Horne nécessitent une formation qui n'est pas offerte en Abitibi-Témiscamingue.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de finissants par type de formation pour des formations pertinentes aux postes à pourvoir pour Falco, source de recrutement potentielle à considérer.

TABLEAU 21 – Nombre de finissants par type de formation (ciblées) dans les établissements d'Abitibi-Témiscamingue (données fournies par les établissements)

	2020	2021	2022	2023	2024	MOYENNE
DEC	**156**	**159**	**135**	**127**	**s.o.**	**144**
Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue	156	159	135	127	s.o.	144
2-3e cycle	**61**	**55**	**37**	**48**	**s.o.**	**50**
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)	61	55	37	48	s.o.	50
BAC	**72**	**67**	**66**	**64**	**s.o.**	**67**
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)	72	67	66	64	s.o.	67
Certificat	**382**	**429**	**389**	**372**	**s.o.**	**393**
Distance — Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) — Campus Rouyn-Noranda	382	429	389	372	s.o.	393
DEC-BAC	**64**	**93**	**137**	**159**	**s.o.**	**113**
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)	64	93	137	159	s.o.	113
DEP	**130**	**170**	**177**	**173**	**64**	**193**
Centre de formation professionnelle (CFP) de Val-d'Or	Aucune donnée disponible					
Centre de formation professionnelle (CFP) Harricana à Amos	Aucune donnée disponible					
Centre de formation professionnelle (CFP) Lac-Abitibi — La Sarre	s.o.	s.o.	57	53	64	58
Centre Polymétier à Rouyn-Noranda	130	170	120	120	s.o.	135
Total général	**865**	**973**	**941**	**943**	**64**	**961**

Voir détail en annexe 2

3. VEILLE ET ANALYSE COMPARATIVE

3.1. ÉTUDES DE CAS

Afin d'anticiper les impacts, mais aussi de voir de quelle façon l'industrie a pu agir en fonction de ceux-ci, nous avons effectué la recherche de projets industriels en milieu urbain ou à proximité de milieux urbains qui pouvaient avoir certaines similarités avec le projet Horne 5 de Ressources Falco, soit par la taille du projet, par sa nature ou par sa localisation géographique dans une région hors des grands centres. Notre ciblage a été fait en fonction de ces deux critères, mais également selon la disponibilité d'informations pertinentes (revue de presse, informations rendues publiques par l'entreprise, etc.).

3.1.1. LE CAS D'ELDORADO GOLD

Parmi les projets étudiés, il aurait été difficile de passer sous silence celui de la mine Lamaque d'Eldorado Gold, projet aurifère situé à Val-d'Or en Abitibi-Témiscamingue, à 100 kilomètres de Rouyn-Noranda. Ce projet de mine situé à l'entrée sud de la municipalité emploie actuellement 679 travailleurs, dont 30 % par le biais d'entrepreneurs. 81 % de sa main-d'œuvre est directement en provenance de Val-d'Or.

À son arrivée en région et lors de son développement, la municipalité faisait déjà face à des défis aux niveaux de la main-d'œuvre, du logement et des services sociaux, notamment au niveau des places en garderie. Afin de favoriser l'attractivité de l'entreprise, cette dernière a développé à travers les années une proposition de valeur aux employés qu'elle a mis de l'avant en 2021 par le biais d'une marque employeur : « Sous la surface » par laquelle elle fait ressortir le bonheur au travail, les défis et les succès de ses ambassadeurs.

La proximité du site minier est un des facteurs d'attractivité sur lequel cette organisation a fortement misé à travers les années, visant notamment un bassin de travailleurs établis à Val-d'Or, mais dont l'emploi était en mode « fly-in/fly-out » (FIFO).

La diversité et l'inclusion sont également des éléments mis de l'avant. Elle compte dans ses rangs 18,8 % de main-d'œuvre féminine. Une forte proportion dans cette industrie traditionnellement masculine. Enfin, elle compte aussi 4 employés issus des communautés autochtones avoisinantes.

La diversité de sa main-d'œuvre est principalement liée à[28] :

- Leur partenariat avec Artemis Project (artemisproject.ca), projet dont l'objectif est de promouvoir les entreprises dirigées par des femmes dans le secteur minier.
- Le recrutement international
- La volonté de créer un environnement de travail inclusif et égalitaire.

Voici quelques mesures mises en place par l'entreprise pour favoriser l'attraction et la rétention de main-d'œuvre, en plus d'actions permettant d'atténuer des problématiques vécues localement :

[28] https://www.eldoradogoldquebec.com/developpement-durable/realisations-responsabilite-sociale-2023/

- Programme leader : formation en entreprise afin de développer la carrière des employés.
- Garderie subventionnée : grâce à une collaboration, Eldorado Gold a pu directement appuyer la création de places en garderies pour ses employés, atténuant du même coup la pression sur les places requises déjà fortement sollicitées.
- La mise en place d'une politique permettant le travail à temps partiel pour une durée limitée pour des raisons familiales permet notamment d'accommoder un parent n'ayant pas trouvé de place en garderie à la fin d'un congé parental.
- Acquisition d'une résidence permettant d'héberger de nouveaux travailleurs n'ayant pas encore trouvé de logement ou pour accommoder des dirigeants en visite aux installations de Val-d'Or.[29]

Principaux constats :

- Les pénuries de main-d'œuvre, de logement et de places en garderie étaient déjà des enjeux depuis de nombreuses années au moment de l'arrivée du projet de la mine Lamaque d'Eldorado Gold à Val-d'Or. Malgré ces défis, l'entreprise a su travailler en collaboration avec la population et la communauté d'affaires et effectuer son recrutement à plus de 80 % au sein de la communauté.

ARTEMIS PROJECT **

L'objectif du projet est de promouvoir les entreprises dirigées par des femmes dans le secteur minier.

Innovation et diversité

Le projet encourage l'innovation en intégrant des perspectives et des compétences diversifiées, principalement celles des entrepreneures féminines, pour résoudre des problèmes complexes dans le secteur minier. L'idée est que des équipes diversifiées peuvent offrir des solutions plus innovantes et efficaces.

Programmes de collaboration

Le Artemis Project met en place des programmes d'approvisionnement durables et évolutifs entre les entrepreneures féminines et les organisations minières. Ces collaborations visent à créer des résultats commerciaux agiles et innovants tout en promouvant la diversité et l'inclusion dans l'industrie.

Soutien aux entrepreneures

Les membres du projet bénéficient de divers avantages, tels que l'accès à un réseau de pairs, des opportunités de co-création, des formations continues en leadership et stratégie, ainsi qu'un soutien pour augmenter leur visibilité auprès des décideurs de haut niveau et des parties prenantes gouvernementales.

[29] https://www.lecitoyenvaldoramos.com/article/2019/12/03/une-maison-eldorado-gold-lamaque-a-val-d-or

3.1.2. Le cas de Bécancour

Dans un contexte où le Québec cherche à devenir un acteur clé dans l'industrie des batteries pour l'électrification des transports, la ville de Bécancour située dans la région du Centre-du-Québec, connaît actuellement un développement significatif. De nombreux projets ont été annoncés dans ce secteur dont la construction d'usines telles que GM Posco[30], Ford[31], Vale[32] qui feront de la ville un centre névralgique pour la filière batterie au Québec.

Les impacts de ce développement s'étendent au niveau socioéconomique, tant au niveau de la pénurie de main-d'œuvre, des logements[33] et des services à la communauté. En effet, malgré l'amélioration de la situation dans l'ensemble du Québec dans le secteur manufacturier, la région du Centre-du-Québec est parmi celles où la pénurie de main-d'œuvre se fait le plus ressentir avec un taux de vacances plus élevé qu'ailleurs au Québec[34].

Dans cette région, la crise du logement déjà présente avant les investissements et les développements reliés à la filière batterie serait accentuée.[35] Les personnes vulnérables sont les plus susceptibles d'être affectées par les mouvements sur le marché immobilier. Le manque de logement crée une pression à la hausse sur les prix affectant l'abordabilité de manière significative.

Les solutions à ces situations sont apportées, notamment par les municipalités. En effet, Bécancour, qui compte à ce jour environ 7000 unités d'habitation, vise à augmenter son nombre d'unités d'habitation de 6700 unités dans les 10 prochaines années.

Les entreprises de manière individuelle n'ont pas la mesure exacte de leurs impacts, c'est plutôt le regroupement d'entreprises de la filière batterie qui amène ce développement rapide et les enjeux qui en découlent. D'aucune façon, dans la documentation recensée, il n'est possible de voir les mesures prises par les entreprises elle-même pour faire aux enjeux rencontrés.

Toutefois, le gouvernement semble vouloir participer à la recherche de solutions pour réduire la pression qu'exerce le développement de la filière batterie sur la main-d'œuvre, le logement, etc. [36]

Principaux constats :

- Les pénuries de main-d'œuvre et de logement étaient encore une fois des enjeux présents dans la région du Centre-du-Québec et ailleurs avant le développement de la filière batterie. Les municipalités ainsi que les entreprises devront redoubler d'efforts pour y faire face et mettre en place des mesures permettant d'atténuer les impacts sociaux.

3.2. CRÉATION D'EMPLOIS

La partie précédente a exposé les besoins en ressources humaines pour le projet Horne 5. C'est autant de postes à créer qui n'existent pas encore.

De plus, des emplois indirects seront créés dans les secteurs de la construction, des services de transport, des services alimentaires et des fournitures industrielles, en raison de la demande accrue pour ces services.

---

[30] https://www.lesaffaires.com/secteurs/aeronautique-et-transport/gm-ouvrira-une-usine-a-becancour-pour-ses-vehicules-electriques-2/
[31] https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2076826/usine-ford-becancour-donald-olivier
[32] https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2053320/chantier-vale-batteries-becancour-nickel
[33] https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2046143/taux-inoccupation-logement-trois-rivieres
[34] https://www.ledevoir.com/economie/798746/penurie-main-oeuvre-connait-accalmie-secteur-manufacturier
[35] https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2069735/liliere-batterie-crise-du-logement-quebec
[36] https://www.quebec.ca/gouvernement/ministere/economie/publications/developpement-filiere-batterie/northvolt/retombees-economiques

L'augmentation des revenus des employés miniers a, dans notre analyse comparative, fait état d'une hausse de la demande pour les biens et services locaux, créant ainsi des emplois induits dans les commerces de détail, les services de santé et l'éducation.

3.3. ENJEUX EN MATIÈRE DE RESSOURCES HUMAINES DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE

Le vieillissement de la main-d'œuvre et les départs à la retraite

L'industrie minière compte un bon nombre de travailleurs expérimentés. L'industrie anticipe une importante vague de départs à la retraite et l'impact de cette dernière sur le transfert des compétences techniques.

La nécessité d'élargir le recrutement vers de nouveaux bassins de main-d'œuvre

Compte-tenu de leur concentration importante en région, les entreprises minières doivent relever des défis de recrutement dans des bassins de main-d'œuvre restreints.

Un apport de travailleurs diplômés insuffisant pour les emplois de production

Le nombre de travailleurs diplômés issus des programmes de formation en lien avec le secteur minier doit être géré soigneusement compte tenu du caractère cyclique du secteur.

La nécessité de valoriser les emplois du secteur

Le manque de main-d'œuvre diplômée disponible renforce le besoin de valoriser les métiers et les emplois miniers, d'en faire une promotion dynamique et de soutenir l'utilisation des plateformes sociales pour rejoindre les clientèles intéressées. L'industrie doit aussi trouver un moyen de redorer son image auprès de la jeunesse.

Des besoins de formation accrus

Les changements technologiques, de plus en plus liés au passage au numérique, et les exigences de productivité liées à la concurrence stimulent les besoins de formation de la main-d'œuvre pour la mutation des postes et l'acquisition de compétences numériques entre autres l'industrie doit adopter les nouveaux modes de formation pour répondre à ses besoins et à ceux de ses employés.

Diagnostic sectoriel de l'industrie minière du Québec,
CSMO Mines, Avril 2020

3.4. LES TENDANCES EN RECRUTEMENT

Le diagnostic sectoriel de l'industrie minière du Québec[37] du CSMO Mines édité en 2020 présente un état du secteur minier au 31 décembre 2018 sur des données d'entreprises consultées à l'été 2019. Malgré l'écart entre l'acquisition des données et la situation d'aujourd'hui, il est intéressant d'observer les tendances qui se dégagent dans le recrutement en secteur minier.

Il est important de garder un esprit critique face à ces données datées de 2018. Il s'agit de deux situations différentes séparées, entre autres, par la pandémie de Covid-19 ainsi que par l'essor considérable des outils d'intelligence artificielle.

TABLEAU 22 - Classement des moyens de recrutement dans l'ordre de préférence selon les entreprises, CSMO Mines, 2020

MOYEN DE RECRUTEMENT	CLASSEMENT
Médias sociaux	1
Site Web	2
Référence interne	3
Médias traditionnels	4
Firmes spécialisées en affichage d'emploi	5
Emploi-Québec	6
Site du CSMO Mines	7
Services Canada	8
Agences de placement	9
Autre	10

Les moyens de recrutement privilégiés par les entreprises interrogées restent, comme la majorité des industries, les médias sociaux. Il s'agit du moyen le plus simple d'atteindre des cibles très précises. Les autres moyens ne sont pas délaissés pour autant et chacun conserve ses atouts et ses défauts.

PLATEFORME	ENTREPRISES (%)
LinkedIn	77,3
Facebook	68,2
Instagram	9,1
Twitter	0,0
Snapchat	0,0
Autres plateformes (Indeed, Jobillico, salon de l'emploi, etc.)	22,7

Concernant les plateformes utilisées pour le recrutement, LinkedIn et Facebook étaient majoritairement utilisés en 2019. Il sera important de se raligner sur les réelles tendances du marché à l'heure des premières embauches, en fonction des postes à pourvoir. Il est possible que les candidats d'un poste administratif ne soient pas atteignables de la même façon que ceux d'un poste minier.

[37] https://explorelesmines.com/fr/diagnostic-sectoriel/

À noter également qu'une majorité des entreprises interrogées acceptent les candidatures spontanées (95 %) et les conservent jusqu'à ce que des postes s'ouvrent (89,4 %). Cette pratique est maintenant conditionnée par la loi 25 sur la protection des renseignements personnels. Il sera important d'informer les candidats du délai de conservation de leurs renseignements.

3.5. RESSOURCES FALCO – ORIENTATIONS ET VALEURS DE L'ORGANISATION

Mission

« Notre façon d'être une minière : Bâtir un héritage durable chaque jour, par chacune de nos actions. »

Vision

« L'approche innovante, évolutive et transparente de Falco, ancrée dans les enjeux actuels et futurs, est un modèle et une fierté pour ses employés, sa communauté et ses pairs. »

Valeurs

Falco prône des valeurs telles que la transparence, l'intégrité, la détermination et l'audace.

Une des valeurs qui n'est pas diffusée publiquement sur le site de l'entreprise est l'inclusion. Par contre, elle est ressortie dans le cadre des entrevues avec les dirigeants.

En lien avec la stratégique d'attraction et de rétention de la main-d'œuvre, cette valeur prend une importance particulière puisque Ressource Falco souhaite faire les choses différemment et recruter dans des bassins de travailleurs potentiels nouveaux : personne en situation de handicap, personnes avec défis à l'emploi, travailleurs issus de la diversité, davantage de femmes dans des postes d'opération, etc.

4. ENJEUX ET SOLUTIONS

4.1. RECRUTEMENT

Parmi les sources de recrutement envisagées par Ressources Falco,

- 50 travailleurs finissants
- 200 travailleurs provenant de sous-traitants (entrepreneurs locaux)
- 50 Retraités ou semi retraités attirés à venir terminer leur carrière par le projet à proximité
- 100 employés provenant de la communauté (à l'intérieur d'un rayon de 60 kilomètres)
    - Travailleurs avec des défis à l'emploi
    - Travailleur en situation de handicap
    - Réorientations de carrière / Travailleurs déjà à l'emploi
- **Reste donc environ une centaine de nouveaux arrivants en région.**

Durant la construction, le recours aux entrepreneurs locaux favorisera les ressources déjà établies à Rouyn-Noranda et réduira ainsi la pression sur le marché du logement.

De plus, la Ville de Rouyn-Noranda considère qu'elle peut absorber une augmentation de 200 familles en matière de logement.

RECRUTEMENT EN ONTARIO

L'Accord de libre-échange canadien[38] (ALEC), en vigueur depuis le 1er juillet 2017, vise à réduire les barrières du commerce interprovincial et à favoriser la mobilité de la main-d'œuvre à travers le Canada. Cet accord facilite le commerce des biens, des services et des investissements, et établit des règles claires pour la reconnaissance des qualifications professionnelles entre les provinces et les territoires canadiens.

Dans le cadre du projet Horne 5 à Rouyn-Noranda, l'ALEC joue un rôle essentiel en permettant le recrutement de travailleurs qualifiés au-delà des frontières provinciales, notamment en Ontario. Cependant, bien que l'ALEC simplifie plusieurs aspects du commerce et de la mobilité, il existe des enjeux spécifiques et des exceptions à prendre en compte pour assurer la conformité et l'efficacité de ce processus.

Le chapitre 7 du document de l'ALEC décrit les règles relatives à mobilité de la main-d'œuvre au sein du Canada.

L'ALEC repose sur le principe de reconnaissance mutuelle des qualifications professionnelles, facilitant ainsi la mobilité des travailleurs qualifiés d'une province à une autre. Cela pourrait être particulièrement bénéfique pour le projet Horne 5, permettant d'attirer des talents de l'Ontario. Des exceptions peuvent tout de même être justifiées par des différences importantes en matière de compétences nécessaires pour exercer certaines professions.

[38] https://www.cfta-alec.ca/wp-content/uploads/2020/08/CFTA-Consolidated-Text-Final-French_August-5-2020.pdf

Les accréditations « Sceau Rouge »[39] sont un programme de certification interprovinciale pour les métiers spécialisés au Canada. Elles sont reconnues à travers tous les provinces et territoires, facilitant la mobilité de la main-d'œuvre qualifiée dans les métiers désignés. Les métiers[40] couverts par le programme « Sceau Rouge » incluent, entre autres, les électriciens, les mécaniciens industriels, les soudeurs, et les machinistes, qui sont souvent critiques pour les projets industriels et miniers. Une fois certifiés, les détenteurs du « Sceau Rouge » peuvent travailler dans n'importe quelle province ou territoire sans avoir à passer des tests supplémentaires.

4.2. RÉTENTION DES TALENTS

Conditions de travail attractives, avantages sociaux, développement professionnel

- Quarts de travail rotatifs (5-4-4-5) par exemple
- Avantages sociaux (assurances collectives, etc.) et programme de soutien aux employés
- Rémunération concurrentielle
- Ambiance de travail s'avère une composante importante pour favoriser l'engagement des ressources.

4.3. LOGEMENTS

Initiatives potentielles

- Collaboration avec la communauté (Ville de Rouyn-Noranda, promoteurs immobiliers locaux) pour faire connaître les besoins de la communauté et ceux à venir de Ressources Falco.
- Des programmes d'aide au logement peuvent être mis en place pour favoriser l'attraction de ressources qui proviendraient de l'extérieur de la région.
- Participation à des programmes en collaboration avec la ville de Rouyn-Noranda, le gouvernement et Falco pour le développement de logements sociaux ou abordables.

4.4. GARDERIES

Afin de favoriser le retour au travail suite à des congés parentaux ainsi que l'attractivité pour des familles venant s'établir à Rouyn-Noranda, Ressources Falco pourra évaluer la possibilité de soutenir seul ou en collaboration avec d'autres entreprises de la communauté, un milieu de garde offrant à la fois des places pour les membres de la communauté et pour les employés de Falco. De cette façon, la pression sur les places en garderie en sera réduite.

Il faut tout de même considérer qu'une garderie en milieu de travail n'est pas envisagée ici pour des raisons de sécurité, puisque le projet est situé en zone industrielle.

[39] https://www.red-seal.ca/fra/about/pr.4gr.1m.shtml

[40] https://www.red-seal.ca/fra/trades/tr.1d.2s_l.3st.shtml

4.5. SOINS DE SANTÉ

Comme l'accès aux soins de santé est un enjeu important en région, Ressources Falco pourrait envisager d'offrir un programme d'accès à des soins de santé en télémédecine par exemple parmi les avantages sociaux offerts, réduisant ainsi la pression sur la demande locale pour certains services.

ANNEXE 1 – LÉGENDE DES CODES D'ÉTUDES ET DE FORMATION

DEP	Diplôme d'études professionnelles
DEP-EM	Diplôme d'études professionnelles en extraction de minerai
DEP-FDI	Diplôme d'études professionnelles en forage au diamant
DEP-MEC	Diplôme d'études professionnelles en mécanique d'engins de chantier
DEP-MVL	Diplôme d'études professionnelles en mécanique de véhicules lourds routiers
DEP-CMTM	Diplôme d'études professionnelles en conduite de machines de traitement du minerai
DEP-MICE	Diplôme d'études professionnelles en mécanique industrielle de construction et d'entretien
DES	Diplôme d'études secondaires
BAC-GEO	Baccalauréat en géologie
BAC-GGEO	Baccalauréat en génie géologique

ANNEXE 2 – NOMBRE DE DIPLÔMÉS ISSUS DES FORMATIONS CIBLÉES EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

ÉTABLISSEMENT	TYPE	FORMATION	2020	2021	2022	2023	2024	MOYENNE
Centre de formation professionnelle (CFP) Harricana à Amos	DEP	Conduite de machinerie lourde en voirie forestière	**Aucune donnée**					
	DEP	Santé, assistance et soins infirmiers						
	DEP	Secrétariat						
	DEP	Usinage						
	DEP	Mécanique industrielle de construction et d'entretien						
Centre de formation professionnelle (CFP) de Val-d'Or	DEP	Dessin de bâtiment	**Aucune donnée**					
	DEP	Dessin industriel						
	DEP	Conduite de machines de traitement du minerai						
	DEP	Extraction de minerai						
	DEP	Forage au diamant						
	DEP	Forage et dynamitage						
	DEP	Secrétariat						
Centre Polymétier à Rouyn-Noranda	DEP	Charpenterie-menuiserie	42	62	37	42	s.o.	**46**
	DEP	Comptabilité	22	17	17	12	s.o.	**17**
	DEP	Électricité	37	47	42	27	s.o.	**38**
	DEP	Électromécanique de systèmes automatisés	17	22	12	17	s.o.	**17**
	DEP	Secrétariat	12	22	12	22	s.o.	**17**
Centre de formation professionnelle (CFP) Lac-Abitibi — La Sarre	DEP	Mécanique engin de chantier	s.o.	s.o.	29	31	29	**30**
	DEP	Mécanique de véhicules lourds routiers	s.o.	s.o.	5	9	9	**8**
	DEP	Soudage-Montage	s.o.	s.o.	12	9	9	**10**
	DEP	Soudure Haute-Pression	s.o.	s.o.	0	0	9	**3**
	DEP	Secrétariat	s.o.	s.o.	11	4	8	**8**

ÉTABLISSEMENT	TYPE	FORMATION	2020	2021	2022	2023	2024	MOYENNE
Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue	DEC	Techniques de comptabilité et de gestion	48	31	25	24	s.o.	**32**
	DEC	Techniques de l'informatique	17	16	18	18	s.o.	**17**
	DEC	Soins infirmiers	46	44	45	38	s.o.	**43**
	DEC	Technologie de maintenance industrielle (mécanique)	2	6	7	7	s.o.	**6**
	DEC	Technologie du génie civil	13	7	7	10	s.o.	**9**
	DEC	Technologie du génie électrique — automatisation et contrôle	15	13	22	14	s.o.	**16**
	DEC	Technologie minérale	15	42	11	16	s.o.	**21**
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)	BAC	Administration	30	27	36	36	s.o.	**32**
	BAC	Sciences infirmières	17	20	16	11	s.o.	**16**
	BAC	Génie (Électrique, Électromécanique, Mécanique)	18	12	10	13	s.o.	**13**
	BAC	Sciences comptables	7	8	4	4	s.o.	**6**
	2-3e cycle	Maîtrise en gestion des organisations — Profil Recherche	0	2	0	0	s.o.	**1**
	2-3e cycle	Doctorat en sciences de l'environnement	10	4	6	6	s.o.	**7**
	2-3e cycle	Doctorat en ingénierie	0	1	3	0	s.o.	**1**
	2-3e cycle	Doctorat en minéral	3	2	2	5	s.o.	**3**
	DEC-BAC	Administration (DEC-BAC)	2	4	1	3	s.o.	**3**
	DEC-BAC	Administration (DEC-BAC) / Majeure en gestion des ressources humaines	0	10	18	16	s.o.	**11**
	DEC-BAC	Soins infirmiers (DEC-BAC) / Sciences infirmières (formation intégrée)	53	72	110	135	s.o.	**93**
	DEC-BAC	Comptabilité et de gestion (DEC-BAC) / Sciences comptables, administration des affaires	9	7	8	5	s.o.	**7**
	BAC	Génie des mines	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	**0**
	BAC	Gestion des ressources humaines	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	**0**
	2-3e cycle	Maîtrise en administration des affaires — MBA pour Cadres	3	26	2	17	s.o.	**12**

ÉTABLISSEMENT	TYPE	FORMATION	2020	2021	2022	2023	2024	MOYENNE
	2-3e cycle	Maîtrise en génie minéral	14	9	7	4	s.o.	**9**
	2-3e cycle	Maîtrise en gestion de projet — Profil professionnel	0	0	0	0	s.o.	**0**
	2-3e cycle	Maîtrise en ingénierie	22	5	9	8	s.o.	**11**
	2-3e cycle	Maîtrise Sciences infirmières	9	6	8	8	s.o.	**8**
Distance — Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) — Campus Rouyn-Noranda	Certificat	Certificat en administration	46	42	38	39	s.o.	**41**
	Certificat	Certificat en sciences comptables	14	14	12	5	s.o.	**11**
	Certificat	Certificat en santé et sécurité au travail	135	167	168	141	s.o.	**153**
	Certificat	Certificat en gestion des ressoucres humaines	48	54	37	52	s.o.	**48**
	Certificat	Certificat en soins infirmiers cliniques	138	150	130	135	s.o.	**138**
	Certificat	Certificat en électromécanique minière	0	1	0	0	s.o.	**0**
	Certificat	Certificat en environnement minier	1	1	4	0	s.o.	**2**
	Certificat	Certificat d'accès à la profession comptable	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	**0**

ANNEXE

ANNEXE 3

ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES COMPOSANTES SOCIALES

RAPPORT N^{O} : 151-11330-72

PROJET HORNE 5

ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES COMPOSANTES SOCIALES

VERSION FINALE

DÉCEMBRE 2021



PROJET HORNE 5

ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES COMPOSANTES SOCIALES

RESSOURCES FALCO LTÉE

VERSION FINALE

PROJET N^{O} : 151-11330-72
DATE : DÉCEMBRE 2021

WSP CANADA INC.
152, AVENUE MURDOCH
ROUYN-NORANDA (QUÉBEC) J9X 1E2

T +1 819 797-3222
F +1 819 762-6640
WSP.COM

Le 14 décembre 2021

Madame Hélène Cartier
Vice-présidente, environnement et développement durable
RESSOURCES FALCO LTÉE
1100, avenue des Canadiens-de-Montréal, bureau 300
Montréal (Québec) H3B 2S2

Objet : Projet Horne 5
V/Réf. : FAL-H5-00281

Madame Cartier,

C'est avec plaisir que nous vous déposons la version finale du rapport *État de référence des composantes sociales* dans le cadre du projet Horne 5.

Espérant le tout à votre satisfaction, veuillez accepter, Madame Cartier, nos salutations distinguées.



Hélène Desnoyers, M. A.
Chargée de projet

HD/nl

Réf. WSP : 151-11330-72

3535, boulevard L.-P.-Normand
Trois-Rivières (Québec) G9B 0G8
Canada

T : +1 819 375-1292
wsp.com

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Laurence Dandurand Langevin, M. Sc.
Anthropologue

Le 26 octobre 2021
Date

RÉVISÉ PAR



Hélène Desnoyers, M. A.
Chargée de projet

Le 14 décembre 2021
Date

Le présent rapport a été préparé par WSP pour le destinataire, Falco Ressources Ltée, conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité du destinataire visé. Le contenu et les opinions se trouvant dans le présent rapport sont basés sur les observations et informations disponibles pour WSP au moment de sa préparation. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers en conséquence de l'utilisation de ce rapport ou à la suite d'une décision ou mesure prise basé sur le présent rapport. Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

L'original du fichier technologique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis au destinataire n'est plus sous le contrôle de WSP, son intégrité n'est pas garantie. Ainsi, aucune garantie n'est donnée sur les modifications qui peuvent y être apportées ultérieurement à sa transmission au destinataire visé.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente, environnement et développement durable	Hélène Cartier
Coordonnatrice aux études techniques	Annie Beaulieu
Directeur environnement et développement durable	Frédéric Gauthier
Adjointe administrative	Nancy Thériault

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargée de projet	Hélène Desnoyers
Anthropologue	Laurence Dandurand Langevin
Anthropologue	Marie-Andrée Burelle
Conseillère en études sociales	Joany Landry Désaulniers
Sociologue	Antoine Moreau
Édition	Nancy Laurent

SOUS-TRAITANTS

Info Quali-Data	Alain Gagnon
Les Transcriptions Scientifiques Ulysse	Anne Louise Raymond

LISTE DES ACRONYMES

AFP	Attestation de formation professionnelle
AMC	Association minière canadienne
ASP	Attestation de spécialisation professionnelle
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BC	Bureau coordonnateur
CMH5	Complexe minier Horne 5
CCIRN	Chambre de commerce et d'industrie de Rouyn-Noranda
CFER	Certificat de formation en entreprise et récupération
CFMSS	Certificat de formation à un métier semi-spécialisé
CFPT	Certificat de formation en préparation au marché du travail
CHSLD	Centre d'hébergement de soins de longue durée
CHU	Centre hospitalier universitaire
CISSS	Centre intégré de santé et de services sociaux
CIUSSS	Centre intégré universitaire de santé et services sociaux
CPE	Centre de la petite enfance
CREAT	Conseil régional de l'environnement de l'Abitibi-Témiscamingue
CSSRN	Centre de services scolaire de Rouyn-Noranda
DEP	Diplôme d'études professionnelles
DES	Diplôme d'études secondaires
ÉIE	Étude d'impact sur l'environnement
EQSP	Enquête québécoise sur la santé de la population
ESCC	Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes
FIFO	Fly-in/fly-out
GMF	Groupe de médecine familiale
ICM	Institut canadien des mines
IGRM	Installations de gestion des résidus miniers
ISPJ	Certificat en insertion socio-professionnelle des jeunes
ISQ	Institut de la statistique du Québec
IU	Institut universitaire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (maintenant MELCC)
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP	Ministère de la Faune et des Parcs

MRC	Municipalité régionale de comté
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OAT	Observatoire de l'Abitibi-Témiscamingue
OBVAJ	Organisme de bassin versant Abitibi-Jamésie
OBVT	Organisme du bassin versant du Témiscamingue
RAMQ	Régie de l'assurance maladie du Québec
REVIMAT	Regroupement Vigilance Mines de l'Abitibi-Témiscamingue
RI-RTF	Ressources intermédiaires - ressources de type familial
RLS	Réseau local de services
ROC-RN	Regroupement des organismes communautaires de Rouyn-Noranda
RSS	Région sociosanitaire
SESAT	Société de l'eau souterraine de l'Abitibi-Témiscamingue
TIAM	Territoire incompatible avec l'activité minière
UQAT	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
VRN	Ville de Rouyn-Noranda
VVS R-N	Ville et villages en santé Rouyn-Noranda

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....XV

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS..... 1-1

1.1 Contexte 1-1

1.2 Objectifs 1-2

1.3 Limitations 1-2

2 MÉTHODOLOGIE 2-1

2.1 Portrait socio-économique régional, de Rouyn-Noranda et des quartiers près du projet Horne 5 2-1

2.2 Entrevues 2-1

2.2.1 Organismes et entreprises consultés.....2-2

2.2.2 Types d'entrevues 2-2

2.2.3 Grilles d'entrevue.....2-2

2.2.4 Aspects de confidentialité 2-2

2.2.5 Enregistrements et transcriptions 2-3

2.2.6 Traitement des entrevues avec le logiciel d'analyse NVivo 2-3

2.3 Sondage 2-3

2.3.1 Population ciblée 2-3

2.3.2 Questionnaire 2-3

2.3.3 Thèmes du questionnaire 2-7

2.3.4 Aspects de confidentialité 2-7

3 PRÉSENTATION DES DONNÉES STATISTIQUES SUR LE PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE 3-1

3.1 Profil socio-économique régional 3-1

3.1.1 Population 3-1

3.1.2 Marché du travail.....3-4

3.1.3 Scolarité 3-7

3.1.4 Revenu.....3-15

3.1.5 Logement 3-17

3.1.6 Santé.....3-18

3.1.7 Services à la communauté 3-21

3.1.8 Solde migratoire 3-23

3.2 Profil socio-économique de Rouyn-Noranda et des quartiers près du projet Horne 5 3-23

3.2.1 Marché du travail 3-23
3.2.2 Scolarité 3-27
3.2.3 Revenu 3-27
3.2.4 Logement 3-33
3.2.5 Services à la communauté 3-34

4 RÉSULTATS DES ENTREVUES 4-1

4.1 Disponibilité de la main-d'oeuvre et formation 4-1

4.1.1 Enjeux actuels liés au thème 4-1
4.1.2 Effets anticipés du projet sur le thème 4-8

4.2 Environnement 4-11

4.2.1 Enjeux actuels liés au thème 4-11
4.2.2 Effets anticipés du projet sur le thème 4-14

4.3 Logement 4-16

4.3.1 Enjeux actuels liés au thème 4-16
4.3.2 Effets anticipés du projet sur le thème 4-19

4.4 Services à la communauté 4-21

4.4.1 Centres de la petite enfance 4-21
4.4.2 Écoles 4-23
4.4.3 Services de proximité 4-24

4.5 Intégration des nouveaux arrivants 4-26

4.5.1 Enjeux actuels liés au thème 4-26
4.5.2 Effets anticipés du projet sur le thème 4-29

4.6 Autres enjeux 4-30

4.7 Effets potentiels du projet sur les organismes et les entreprises rencontrés 4-31

4.7.1 Effets potentiels du projet sur les entreprises 4-31
4.7.2 Effets potentiels du projet sur les organismes 4-32
4.7.3 Suggestions pour la maximisation des effets positifs du projet sur les entreprises et les organismes de Rouyn-Noranda 4-33

4.8 Perception de l'entreprise Falco 4-34

4.8.1 Perceptions envers le travail de communication de Falco 4-34
4.8.2 Perceptions envers l'engagement communautaire de Ressources Falco 4-36
4.8.3 Perceptions envers le comité consultatif 4-36

5 RÉSULTATS DU SONDAGE AUPRÈS DE LA POPULATION 5-1

5.1 Profil socio-économique des répondants 5-1

5.2 État de santé physique et état d'esprit en général des répondants 5-6

5.3 Qualité de vie 5-10

5.3.1 Caractérisation de Rouyn-Noranda et des quartiers concernés 5-10
5.3.2 Satisfaction à l'égard des services offerts dans la ville-MRC 5-15
5.3.3 Confiance envers les institutions, règles, normes sociales, concitoyens 5-19
5.3.4 Satisfaction envers sa qualité de vie 5-19
5.3.5 Satisfaction envers sa vie sociale 5-20
5.3.6 Attitude envers la diversité des valeurs et des cultures 5-20
5.3.7 Sentiment de sécurité 5-21
5.3.8 Attachement au milieu 5-22

5.4 Qualité de l'environnement physique 5-23

5.4.1 Perception de la qualité de l'environnement physique 5-23
5.4.2 Perception des risques liés à la qualité de l'eau du lac Dufault 5-24

5.5 Perception du projet Horne 5 et de Falco 5-25

5.5.1 Satisfaction envers les activités et outils d'information et de consultation de Falco 5-25
5.5.2 Attitude envers le projet Horne 5 5-27
5.5.3 Anticipation des impacts du projet Horne 5 sur les répondants et leur ville 5-27
5.5.4 Perception du rôle et de la responsabilité sociale de Falco 5-30

6 CONSTATS GÉNÉRAUX SUR L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES COMPOSANTES SOCIALES 6-1

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 7-1

TABLEAUX

Tableau 1-1 : Activités de consultation et de collecte de données selon leur objectif 1-2
Tableau 2-1 : Organismes et entreprises consultés 2-2
Tableau 2-2 : Représentativité des réponses au sondage et taux de participation par quartier 2-4
Tableau 2-3 : Thèmes et sous-thèmes du questionnaire 2-7
Tableau 3-1 : Population selon le sexe à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016 3-1
Tableau 3-2 : Démographie et évolution de la population à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006-2011 et 2011-2016 3-2
Tableau 3-3 : Perspectives démographiques à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016-2041 3-2
Tableau 3-4 : Nombre de ménages privés et taille moyenne des ménages privés à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016 3-3
Tableau 3-5 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016 3-4
Tableau 3-6 : Population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016 3-5
Tableau 3-7 : Nombre d'établissements et d'emplois selon les secteurs d'activités, 2020 3-7
Tableau 3-8 : Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population de 25 à 64 ans selon le sexe, 2006 et 2016 3-9
Tableau 3-9 : Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population de 25 à 29 ans selon le sexe, 2006 et 2016 3-13
Tableau 3-10 : Taux d'obtention d'un premier diplôme au secondaire après 7 ans (2017-2018) et taux de sortie sans diplôme ni qualification à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec (2016-2017) 3-15

Tableau 3-11 : Revenu moyen d'emploi et revenu d'emploi médian selon le sexe pour la population totale de 15 ans et plus à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006 et 2016 3-16
Tableau 3-12 : Population dans les ménages privés pour la situation de faible revenu à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006 et 2016 3-16
Tableau 3-13 : Répartition des ménages privés selon la taille, le mode d'occupation et les ménages locataires dans les logements privés à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006 et 2016 3-17
Tableau 3-14 : Ventes de maisons unifamiliales conclues en agences immobilières à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2009, 2014 et 2019 3-18
Tableau 3-15 : Perception de variables de santé et d'habitudes de vie à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2014-2015 et 2017-2018 3-19
Tableau 3-16 : Population inscrite auprès d'un médecin de famille selon les réseaux locaux de services et la région sociosanitaire de résidence, 2009 et 2019 3-20
Tableau 3-17 : Nombre de médecins pour la région sociosanitaire de l'Abitibi-Témiscamingue et l'ensemble du Québec, 2013-2017 3-21
Tableau 3-18 : Répartition régionale des places sous permis dans les services de garde à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, au 31 mars 2009 et 2019 3-22
Tableau 3-19 : Nombre d'enfants en attente au Guichet unique de la Place 0-5 en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2019 3-22
Tableau 3-20 : Entrants, sortants, solde migratoire interne et taux correspondants à Rouyn-Noranda et en Abitibi-Témiscamingue, 2008-2009 et 2018-2019 3-23
Tableau 3-21 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité, 2016 3-24
Tableau 3-22 : Population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie, 2016 3-25
Tableau 3-23 : Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population de 25 à 64 ans selon le sexe par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016 3-29

Tableau 3-24 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016 3-31
Tableau 3-25 : Répartition des ménages privés selon la taille, le mode d'occupation et les ménages locataires dans les logements privés par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016..... 3-33
Tableau 3-26 : Taux d'inoccupation et loyer moyen selon le nombre de chambres à Rouyn-Noranda et au Québec, 2009 et 2019 3-34
Tableau 3-27 : Taux d'occupation selon le type de permis à Rouyn-Noranda, 2019 3-34
Tableau 5-1 : Sexe des répondants par quartier 5-2
Tableau 5-2 : Âge des répondants par quartier 5-3
Tableau 5-3 : Niveau de scolarité des répondants par quartier 5-4
Tableau 5-4 : Principale occupation des répondants par quartier 5-4
Tableau 5-5 : Nombre d'enfants faisant partie des ménages des répondants par quartier..... 5-5
Tableau 5-6 : Nombre d'adultes faisant partie des ménages des répondants par quartier..... 5-5
Tableau 5-7 : Revenu total avant impôt du ménage des répondants par quartier 5-6
Tableau 5-8 : Perception de l'état de santé des répondants par quartier..... 5-7
Tableau 5-9 : Perception de l'état de santé mentale des répondants par quartier 5-8
Tableau 5-10 : Problèmes de sommeil des répondants selon le sexe..... 5-8
Tableau 5-11 : Niveau de stress dans la vie courante et au travail des répondants selon le sexe, l'âge et l'occupation..... 5-9
Tableau 5-12 : Perception des répondants à l'égard du milieu de vie de Rouyn-Noranda 5-10
Tableau 5-13 : Perception des répondants à l'égard du milieu de vie de leur quartier..... 5-10
Tableau 5-14 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de l'état des infrastructures, équipements et bâtiments municipaux de Rouyn-Noranda selon les quartiers 5-11
Tableau 5-15 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard des conditions liées à l'habitation offertes à Rouyn-Noranda et dans les quartiers concernés par le projet 5-13
Tableau 5-16 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de l'offre de services de loisirs et

d'animation pour les jeunes à Rouyn-Noranda et dans les quartiers concernés 5-15
Tableau 5-17 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard des services offerts à Rouyn-Noranda . 5-16
Tableau 5-18 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard des services offerts dans quartiers concernés par le projet 5-17
Tableau 5-19 : Niveau de confiance des répondants à l'égard de divers groupes et institutions 5-19
Tableau 5-20 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de la qualité de vie à Rouyn-Noranda .. 5-19
Tableau 5-21 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de leurs relations dans divers domaines 5-20
Tableau 5-22 : Évaluation de l'accueil et de l'inclusion des quartiers concernés par le projet selon les répondants 5-21
Tableau 5-23 : Sentiment de sécurité des répondants à l'égard de Rouyn-Noranda et de leur quartier de résidence 5-21
Tableau 5-24 : Sentiment d'appartenance des répondants à l'égard de leur communauté locale 5-22
Tableau 5-25 : Perception des répondants à l'égard de la concertation et de la mobilisation citoyennes dans les quartiers 5-23
Tableau 5-26 : Qualité de l'environnement physique à Rouyn-Noranda selon les répondants 5-23
Tableau 5-27 : Qualité de l'eau du lac Dufault selon les répondants par quartier 5-24
Tableau 5-28 : Moyens par lesquels les répondants ont pris connaissance, entendu parler ou recherché des informations à propos du projet Horne 5 ... 5-25
Tableau 5-29 : Moyens par lesquels les répondants ont pris connaissance, entendu parler ou recherché des informations à propos du projet Horne 5 selon l'âge 5-26
Tableau 5-30 : Attitude des répondants à l'égard du projet Horne 5 selon le quartier, le sexe et l'âge 5-27
Tableau 5-31 : Impacts positifs du projet Horne 5 anticipés par les répondants sur leur ménage et leur milieu selon le quartier et le sexe 5-28
Tableau 5-32 : Impacts positifs du projet Horne 5 anticipés par les répondants selon l'intensité 5-28
Tableau 5-33 : Impacts négatifs anticipés par les répondants du projet Horne 5 selon le quartier et le sexe ... 5-29
Tableau 5-34 : Impacts négatifs anticipés par les répondants du projet Horne 5 selon l'intensité 5-30

Tableau 5-35 : Avis des répondants sur les responsabilités et les initiatives de Falco dans le cadre du projet Horne 5 5-31

CARTE

Carte 2-1 : Quartiers de la ville de Rouyn-Noranda ciblés pour le sondage auprès de la population 2-5

FIGURES

Figure 3-1 : Groupes d'âge de la population de Rouyn-Noranda, de l'Abitibi-Témiscamingue et du Québec, 2016 3-3
Figure 5-1 : Nombre d'années vécues par les répondants dans les quartiers de Rouyn-Noranda 5-2
Figure 5-2 : Catégories d'âge des répondants 5-3

ANNEXES

A Grilles d'entrevues
B Sondage

INTRODUCTION

Ce rapport, réalisé par WSP, présente le résultat de l'état de référence des composantes sociales liées au projet Horne 5 de Ressources Falco Ltée (ci-après nommé Falco) et est réalisé à la suite de demandes du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) dans ses questions et commentaires sur l'étude d'impact sur l'environnement du projet.

De manière plus détaillée, ce document expose, au chapitre 1, le contexte à l'intérieur duquel l'état de référence des composantes sociales s'inscrit de même que les objectifs visés et les limitations liées au mandat. La méthodologie utilisée pour l'ensemble des activités de collecte des données et de consultation des organismes et des entreprises est ensuite présentée au chapitre 2. Le chapitre 3 décrit certaines données du profil socio-économique collectées par WSP et l'Observatoire de l'Abitibi-Témiscamingue (OAT) et en lien avec les composantes sociales, d'abord pour la région de l'Abitibi-Témiscamingue et la ville-MRC[1] de Rouyn-Noranda puis pour les quatre quartiers de Rouyn-Noranda les plus près du projet Horne 5.

Le chapitre 4 fait pour sa part état des résultats des entrevues avec des représentants d'organismes du milieu et d'entreprises de Rouyn-Noranda. Le chapitre 5 présente les résultats du sondage réalisé auprès de la population des quartiers situés à proximité du projet.

Enfin, le chapitre 6 porte sur les constats généraux de l'état de référence des composantes sociales. On y établit des liens entre les différentes données recueillies de même qu'avec les actions, mesures ou engagements pris par Falco pour répondre aux préoccupations soulevées dans le cadre de son étude d'impact sur l'environnement.

Il est à noter que l'emploi de la forme masculine dans ce rapport est favorisé afin d'alléger les textes et ne vise aucunement à porter préjudice à aucun autre groupe de personnes.

[1] La ville de Rouyn-Noranda ayant aussi le statut d'une MRC, elle est parfois nommée dans ce rapport ville-MRC de Rouyn-Noranda. La ville et la MRC ont exactement les mêmes limites territoriales. Afin d'alléger le texte, la mention de ville-MRC n'est pas utilisée partout dans le texte, notamment dans les chapitres portant sur les résultats des entrevues (4) et du sondage (5) où les questions mentionnaient simplement la ville de Rouyn-Noranda.

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE

Falco projette de développer un projet minier à Rouyn-Noranda, le projet Horne 5. Une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) portant sur ce projet a été soumise en janvier 2018 au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (maintenant le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques ou MELCC). Des questions du MELCC concernant l'ÉIE, reçues le 1er mai 2018, concernent le suivi des composantes sociales (QC-220 à QC-222).

Falco s'est engagé dans ses réponses à réaliser un suivi des composantes sociales dans le cadre de son projet afin de s'assurer de la bonne intégration du projet dans le milieu. Il y est proposé que ce suivi soit réalisé tous les trois ans et que les résultats soient rendus publics. Falco mentionne dans la réponse à la question QC-222 plusieurs sujets qui feront l'objet du suivi, soit, sans s'y restreindre, la situation du logement, le roulement de la main-d'œuvre non spécialisée chez les employeurs locaux, la formation et le décrochage scolaire, les places dans les écoles et les garderies, le suivi de la circulation, la qualité de vie et les impacts psychosociaux.

Également, au même titre que ce qui est généralement préconisé dans le cadre de projets miniers d'envergure, Falco prévoit, advenant que le projet soit autorisé, déposer auprès du MELCC, le protocole du programme de suivi des composantes sociales. Les principaux renseignements qui devront être fournis sont la population ou l'échantillon de la population visée par la démarche, la ou les méthodes d'enquête envisagées, le but et les objectifs poursuivis et l'échéancier prévu. Ce protocole ne fait pas partie du présent rapport.

Parallèlement au processus d'autorisation présentement en cours, Falco a mis sur pied un comité consultatif en 2019 (le Comité) sur lequel siègent des intervenants provenant de plusieurs milieux : municipal (Rouyn-Noranda), environnemental/scientifique, sociocommunautaire, socio-économique, éducation/recherche, instances gouvernementales. En 2019, trois réunions ont eu lieu au cours des mois de février, juin et septembre. En 2020, des rencontres ont eu lieu en février, en mai et en novembre.

Lors de la rencontre de février 2019, les participants au Comité consultatif ont nommé certains sujets qui les préoccupaient par rapport au projet. La rencontre de juin 2019 a permis de catégoriser les préoccupations qui touchaient davantage à l'environnement social en cinq grands thèmes, et à les placer en ordre de priorité : (1) la disponibilité de la main-d'œuvre et la formation; (2) la protection de la source d'eau potable[2]; (3) le logement; (4) les services à la communauté (centres de la petite enfance [CPE], écoles, services de proximité, etc.); (5) l'intégration des nouveaux arrivants. Falco a ainsi mandaté WSP pour mettre en place un programme d'activités visant à documenter le portrait des cinq grands thèmes ciblés. Ce programme avait aussi pour objectif de mesurer la perception de la population envers Falco, le projet Horne 5, ses relations avec ses parties prenantes et ses activités de communication.

Ce rapport présente le résultat de l'ensemble des activités suggérées pour établir l'état de référence des composantes sociales selon les différents thèmes nommés ci-dessus. Le programme d'activités était constitué de quatre blocs, soit (1) la collecte de données statistiques auprès de sources officielles; (2) des entrevues téléphoniques et en face à face; (3) un sondage auprès d'une partie ciblée de la population de Rouyn-Noranda; et (4) l'interprétation des données et informations obtenues.

Mentionnons que Falco désirait mettre à profit la connaissance du milieu par les membres du Comité consultatif dans la réalisation de cet état de référence et, éventuellement, dans le suivi des indicateurs sociaux. À cet effet, certains organismes représentés au sein du Comité ont été ciblés à titre de participants aux entrevues et le protocole précisera quelle sera la participation des membres du comité consultatif dans le suivi du milieu humain. Falco avait recommandé également de faire appel, autant que possible, aux ressources disponibles régionalement. Pour répondre à cette demande, le volet du programme d'activités qui concerne la collecte de données statistiques auprès de sources officielles a été effectué par l'Observatoire de l'Abitibi-Témiscamingue (OAT). Il est à noter qu'un aperçu des résultats des activités réalisées et décrites dans le présent rapport ont été présentées au Comité en avril 2021.

[2] La portée de ce thème est par la suite devenue plus large, soit la protection de l'environnement.

Mentionnons que le présent rapport donne suite à un précédent mandat que WSP a réalisé en 2019 pour Falco au cours duquel des services d'accompagnement dans la démarche de priorisation des préoccupations sociales avaient été offerts, de même que la sélection préliminaire d'indicateurs sociaux. Deux revues documentaires portant sur la problématique et les mesures touchant au logement et à la cohésion sociale avaient été réalisées.

1.2 OBJECTIFS

L'objectif principal de ce rapport est de documenter l'état de référence des composantes sociales du projet Horne 5 selon les cinq grands thèmes décrits précédemment. Pour ce faire, des activités de consultation et de collectes d'information, avec chacune des objectifs spécifiques, ont été tenues (voir le tableau 1-1). Les résultats de ce rapport serviront ultimement à établir les indicateurs sociaux qui seront présentés dans le protocole de suivi des incidences sociales du projet Horne 5.

Tableau 1-1 : Activités de consultation et de collecte de données selon leur objectif

Activité	Objectif
Collecte de statistiques auprès des sources officielles par le biais de l'OAT	Recueillir des données socio-économiques quantitatives pouvant aider à brosser le portrait de la région de l'Abitibi-Témiscamingue, de la ville-MRC de Rouyn-Noranda et des quatre quartiers identifiés comme étant les plus touchés par le projet Horne 5 et permettant de documenter les cinq grands thèmes ciblés.
Gestion des aspects sociaux par Falco	Recueillir des données permettant d'observer l'évolution de l'implication sociale de Falco dans son milieu, de sa gestion des plaintes, de ses relations avec les parties prenantes incluant le suivi des mesures d'atténuation annoncées dans l'ÉIE, et éventuellement le suivi des relations avec ses travailleurs.
Entrevues avec les organismes et les entreprises	Obtenir des informations qualitatives au sujet des problématiques sociales identifiées selon les cinq grands thèmes ciblés.
Sondage à la population	Recueillir des données sociales auprès d'un échantillon des résidents de Rouyn-Noranda les plus concernés par le projet et concernant des sujets pour lesquels aucune donnée publique n'est disponible.

1.3 LIMITATIONS

Les différentes étapes de réalisation de ce mandat ont fait ressortir certaines limitations méthodologiques :

- En privilégiant l'obtention des statistiques les plus récentes lors de la collecte de données effectuée auprès de sources officielles (OAT, Institut de la statistique du Québec [ISQ], Société canadienne d'hypothèque et de logement [SCHL] et Statistique Canada), certaines ne sont pas disponibles pour les mêmes années ou pour toutes les entités géographiques étudiées, ce qui rend difficile la comparaison et l'interprétation des données .
- Les délimitations des quartiers qui ont été utilisées pour le sondage sont celles proposées par l'OAT, soit les limites des quartiers urbains de Rouyn-Noranda (voir la carte 2-1). Il en est de même des noms donnés à ces quartiers. Des huit quartiers de la ville, quatre ont été retenus. Il est possible que la notion de quartiers municipaux soit différente pour les citoyens, ce qui a pu influencer les résultats des questions du sondage faisant référence aux quartiers.
- Trois organismes ont décliné l'invitation de WSP à les rencontrer et cinq organisations n'y ont pas répondu. De ce fait, certains secteurs ou sujets sont moins bien représentés que d'autres, ce qui peut faire en sorte que certaines problématiques semblent moins importantes que d'autres, car elles sont sous-représentées. C'est notamment le cas de l'impact de l'industrie minière sur les femmes et les jeunes, sur le secteur de la santé et des services sociaux, et sur l'environnement (plus précisément les effets sur les bassins versants).

- Le sondage auprès de la population des quatre quartiers ciblés a été réalisé durant la deuxième vague de l'épidémie de la Covid-19. Le niveau d'alerte de la région de l'Abitibi-Témiscamingue en ce qui concerne les mesures sanitaires était alors au palier de préalerte (zone jaune) et est passé au palier d'alerte (zone orange) du 17 décembre 2020 au 11 janvier 2021 pour couvrir le temps des Fêtes. Ce changement a eu lieu vers la fin de la période accordée pour répondre au questionnaire. Cette situation sanitaire particulière a pu influencer les résultats du sondage, surtout en ce qui a trait aux réponses données dans les sections portant sur le profil socio-économique ainsi que sur la santé physique et l'état d'esprit en général des répondants.

Malgré ces limitations, WSP considère que les données et informations recueillies sont suffisantes pour atteindre l'objectif de bien documenter l'état de référence des composantes sociales du projet Horne 5.

2 MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente la méthodologie utilisée pour chacune des activités de collecte d'information réalisées dans le cadre de cet état de référence des composantes sociales du projet minier Horne 5. Ces activités incluent un portrait socio-économique régional, de la ville-MRC de Rouyn-Noranda et des quartiers près du projet Horne 5 ainsi que des entrevues avec des organismes et des entreprises de la région et un sondage réalisé auprès de la population des quartiers concernés par le projet.

2.1 PORTRAIT SOCIO-ÉCONOMIQUE RÉGIONAL, DE ROUYN-NORANDA ET DES QUARTIERS PRÈS DU PROJET HORNE 5

Dans le cadre du présent mandat, la contribution de l'OAT a permis de documenter le portrait socio-économique et sociosanitaire de la région de l'Abitibi-Témiscamingue, du territoire de Rouyn-Noranda, et des quatre quartiers de la ville retenus pour l'analyse des composantes sociales. L'OAT s'est appuyée sur des données provenant de sources officielles, notamment de Statistique Canada, de l'ISQ et de la SCHL, afin de réaliser les compilations personnalisées pour les fins du présent rapport. Seules les statistiques concernant les données de population ont été recueillies par WSP. Celles-ci proviennent des mêmes sources que celles utilisées par l'OAT.

Les statistiques utilisées pour le portrait socio-économique et sociosanitaire de la région de l'Abitibi-Témiscamingue, du territoire de Rouyn-Noranda, et des quatre quartiers de la ville concernés par l'état de référence sont les plus récentes disponibles à ce jour. Les thèmes documentés par l'OAT sont les suivants : la disponibilité de la main-d'œuvre et la formation; le logement; les services à la communauté (CPE, écoles, services de proximité, services liés à la santé, etc.); et l'intégration des nouveaux arrivants. Ces thèmes sont en lien avec les grands thèmes documentés dans le cadre des entrevues et du sondage, ce qui permet de comparer certaines données issues des différentes sources d'informations recueillies dans le cadre de l'état de référence des composantes sociales du projet Horne 5.

2.2 ENTREVUES

Des entrevues en face à face et par téléphone ont été réalisées avec des organismes et entreprises de la région afin de documenter les cinq thèmes identifiés lors de la rencontre de février 2019 avec le comité consultatif de Falco. Rappelons que les cinq thèmes sont les suivants : la disponibilité de la main-d'œuvre et la formation, l'environnement (inclut la protection de la source d'eau potable), le logement, les services à la communauté (centres de la petite enfance [CPE], écoles, services de proximité, etc.), et l'intégration des nouveaux arrivants.

Pour parvenir à documenter ces thèmes, les intervenants ont été questionnés sur les éléments suivants :

- les enjeux actuels auxquels ils sont confrontés;
- les solutions qu'ils entrevoient ainsi que les actions prises afin d'atténuer ou résoudre ces problématiques;
- les effets anticipés du projet Horne 5 sur ces enjeux;
- les solutions pour réduire ou éviter ces possibles répercussions sur leur organisme, leur entreprise ou dans la ville de Rouyn-Noranda.

En plus des thèmes abordés, les intervenants ont été invités à s'exprimer sur :

- d'autres enjeux ou préoccupations en lien avec le projet Horne 5;
- les effets potentiels du projet Horne 5 sur leur organisme ou entreprise;
- leur perception de l'entreprise Falco.

L’essentiel des propos recueillis auprès de ces intervenants consultés est résumé au chapitre 4 du présent rapport. Comme précisé à la section 2.2.4, les réponses données par ces intervenants ont été reformulées afin d’assurer le respect de l’accord de confidentialité, mais tout en conservant l’essence des propos énoncés.

2.2.1 ORGANISMES ET ENTREPRISES CONSULTÉS

Au total, 34 organismes et entreprises ont été consultés entre le 28 septembre et le 27 octobre 2020 dans le cadre de ces entrevues (voir le tableau 2-1). De ce nombre, 20 organismes ont participé. Ceux-ci proviennent de différents domaines, notamment du milieu municipal, des domaines de la santé, de l’éducation et de l’employabilité, du logement, des services à la communauté, du monde communautaire, de l’économie ainsi que de l’environnement. De plus, 14 entreprises œuvrant dans divers secteurs, tels que l’hébergement, la restauration et l’industrie, ont été consultées. Le choix de ces types d’organismes et entreprises a été fait en lien avec les impacts sociaux anticipés du projet Horne 5 sur ceux-ci et également dans un souci de représentativité et de diversité.

Tableau 2-1 : Organismes et entreprises consultés

Type d’intervenants	Secteurs	Nombre d’organismes participants
Organismes (20)	Milieu municipal et logement	2
	Éducation, formation et employabilité	5
	Communautaire	3
	Enfance	2
	Femmes, jeunes, aînés	3
	Commerce, industrie et culture	3
	Environnement	2
Entreprises (14)	Industrie, commerce et construction	12
	Hébergement et restauration	2

2.2.2 TYPES D’ENTREVUES

Au total, 17 entrevues ont été réalisées en face à face et 17 par téléphone ou au moyen de la plateforme Teams. Le choix de tenir des entrevues par téléphone s’est imposé à partir du printemps 2020 en raison des restrictions gouvernementales liées à la pandémie de la COVID-19.

2.2.3 GRILLES D’ENTREVUE

Des grilles d’entrevues adaptées à chacun des types d’intervenants rencontrés ont été préparées. Ces grilles sont présentées à l’annexe A.

2.2.4 ASPECTS DE CONFIDENTIALITÉ

Une procédure de confidentialité a été présentée à chaque intervenant consulté. Il a été entendu avec chacun d’entre eux que seul le nom de leur organisme ou de l’entreprise serait mentionné dans le présent rapport et que les noms des personnes interviewées ne seraient pas divulgués. Finalement, afin d’assurer un plus haut niveau de confidentialité, il a été décidé au moment de la rédaction du présent rapport de ne pas mentionner les noms des organismes et des entreprises, mais uniquement leur domaine d’activité (voir le tableau 2-1). De plus, WSP a précisé que les réponses seraient rassemblées et présentées sous forme synthétisée afin de préserver l’anonymat. La possibilité de refuser de répondre à des questions était offerte aux participants.

De même, si des éléments devaient être soustraits de la transcription des entrevues, l’intervenant pouvait le préciser en cours d’entrevue.

2.2.5 ENREGISTREMENTS ET TRANSCRIPTIONS

Toutes les entrevues ont fait l'objet d'un enregistrement, avec l'approbation de chacun des participants, puis d'une transcription.

2.2.6 TRAITEMENT DES ENTREVUES AVEC LE LOGICIEL D'ANALYSE NVIVO

Chacune des entrevues a été l'objet d'une analyse de contenu à l'aide du logiciel NVivo. Le résultat de cette analyse a ensuite été traité selon les cinq thèmes décrits en introduction de la section 2.3. Il est important de mentionner qu'au cours de la rédaction de la synthèse des entrevues un effort a été fait afin ne pas changer le sens des commentaires, des perceptions ou des opinions énoncés.

2.3 SONDAGE

Un sondage a été réalisé afin de recueillir des données supplémentaires à celles disponibles auprès des sources officielles publiques. Ce sondage a été élaboré de façon à couvrir les cinq grands thèmes présentés à la section 1.1, soit : (1) la disponibilité de la main-d'œuvre et la formation; (2) la protection de la source d'eau potable[3]; (3) le logement; (4) les services à la communauté (centres de la petite enfance [CPE], écoles, services de proximité, etc.); (5) l'intégration des nouveaux arrivants. Le sondage a été distribué par la poste dans les quartiers ciblés en décembre 2020.

2.3.1 POPULATION CIBLÉE

Le sondage a été réalisé auprès de la population résidant dans les quatre quartiers de Rouyn-Noranda situés les plus près du projet Horne 5 et illustrés sur la carte 2-1. Ces quatre quartiers sondés sont ceux du Vieux-Noranda, de Noranda-Nord–Lac Dufault, de Rouyn-Noranda–Périphérie[4], et enfin de D'Alembert.

Au total, 2 602 ménages ont été sélectionnés de façon aléatoire dans les quartiers ciblés de Rouyn-Noranda pour recevoir une invitation à répondre au sondage. Une proportion comparable de la population de chaque quartier a reçu le questionnaire, soit environ 21 %.

2.3.2 QUESTIONNAIRE

Comme précisé plus haut, le sondage a pris la forme d'un questionnaire en lien avec les cinq grands thèmes présentés à la section 1.1. Le questionnaire était divisé en cinq sections, soit la qualité de vie, la qualité de l'environnement physique, la perception des citoyens face au projet Horne 5, l'état de santé physique et l'état d'esprit en général de la population sondée. Enfin, une section portait sur le profil socio-économique des répondants. Le questionnaire incluait des questions fermées, semi-ouvertes et ouvertes.

Un prétest du questionnaire du sondage a été effectué auprès de six personnes ayant accepté de participer sur une douzaine de personnes contactées par téléphone. Ces six personnes ont d'abord reçu le questionnaire préliminaire et une lettre par courrier postal leur expliquant l'objectif du prétest. Une représentante de WSP les a ensuite jointes par téléphone pour recevoir leurs commentaires. Ce prétest avait pour but de s'assurer de la compréhension des questions et de vérifier si la période pour y répondre avoisinait la durée de 30 minutes souhaitée. À la suite de ce prétest, des questions ont été simplifiées et des exemples ont été ajoutés pour faciliter la compréhension des questions.

Le questionnaire final du sondage est présenté à l'annexe B-1. La section 2.3.3 présente l'ensemble des thèmes qui ont été documentés par le sondage.

[3] La portée de ce thème est par la suite devenue plus large, soit la protection de l'environnement.
[4] Ce quartier regroupe le centre-ville de Rouyn-Noranda et cinq autres quartiers urbains, soit Noranda-Ouest, Dallaire, Rouyn-Sud, De-l'Université et Marie-Victorin/Du-Sourire.

Une lettre accompagnait chaque questionnaire posté aux ménages ciblés (voir l'annexe B-2). Celle-ci contenait la mise en contexte et les objectifs du sondage, une invitation à participer au sondage avant la date butoir du 21 décembre 2020, sur papier ou en ligne (lien Internet sur Snap Survey fourni), un numéro de téléphone à utiliser en cas de questionnements, une précision sur la confidentialité des réponses et un lien vers la page Internet du projet pour permettre aux répondants d'obtenir davantage d'informations s'il le désirait.

L'envoi des questionnaires par la poste a eu lieu le 1er décembre 2020. Un avis a été publié dans l'hebdomadaire Le Citoyen Rouyn-Noranda le 2 décembre 2020 pour publiciser le sondage et inviter les citoyens à y participer d'ici le 21 décembre 2020 (voir l'annexe B-3A). Un deuxième avis a été publié dans le même hebdomadaire le 16 décembre 2020 afin de rappeler aux citoyens ayant reçu le questionnaire d'y répondre avant la date butoir (voir l'annexe B-3B).

Au total, 659 sondages complétés ont été reçus jusqu'au 27 janvier 2021. De ce nombre, 98 ont été remplis en ligne par le biais de l'application SNAP Survey et 561 questionnaires ont été remplis sur papier puis transmis à WSP par courrier postal. Le sondage a eu un taux de participation global de 26,3 % pour l'ensemble des quartiers sollicités. La proportion des questionnaires complétés est suffisante pour que le sondage soit considéré comme étant valable (voir le tableau 2-2).

Tableau 2-2 : Représentativité des réponses au sondage et taux de participation par quartier

Quartier	Population totale[a]	Nombre de questionnaires postés	Proportion par rapport à la population totale	Nombre de questionnaires complétés	Taux de participation (%)
D'Alembert	375	78	20,8	19	24,4
Vieux-Noranda	1 465	306	20,9	69	22,5
Rouyn-Noranda–Périphérie	8 865	1 851	20,9	462	25,0
Noranda-Nord–Lac Dufault	1 750	367	21,0	109	29,7
Total	**12 455**	**2 602**	**20,9**	**659**	**26,3**

a Les données de population ont été compilées par l'Observatoire de l'Abitibi-Témiscamingue (OAT) qui s'est appuyé sur les données du recensement de la population 2016 réalisé par Statistique Canada.

Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM) de surface
- Axe de la conduite de résidus miniers et d'eau
- Complexe minier Horne 5
- Conduite d'eau fraîche (2020-07-10)

79°5'
79°
48°20'
48°15'

Lac D'Alembert
Lac Vauze
Ruisseau Vauze
Ruisseau Brunet
Lac Waite
Route d'Aiguebelle
Rang de l'Exploration
Rang Inmet
Lac Duprat
Rang Jason
Rivière Duprat
Ruisseau Fourcet
Baie Sergius
Lac Dufault
Chemin Millenback
Ruisseau Landry
Baie de la Pump House
Ruisseau Marion
Lac Marion
Bassin Nord Osisko
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
ONTARIO NORTHLAND RAILWAY

Quartier de D'Alembert

Quartier Noranda-Nord – Lac-Dufault

Quartier Vieux-Noranda

Quartier Rouyn-Noranda – périphérie

Ontario
Québec

0 3,5 7 km

RESSOURCES FALCO

État de référence des composantes sociales

Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Carte 2-1
Quartiers de la ville de Rouyn-Noranda ciblés pour le sondage auprès de la population

Sources :
Image World Imagery (ESRI, 2018)
CanVec version 10, 1/50 000, RNCan, 2016
Données de projet, juillet 2020

0 600 1 200 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Décembre 2021

Préparation : H. Desnoyers
Dessin : A. Lemay
Approbation : H. Desnoyers
151-11330-72_c1_wspT001_secteur_211214.mxd

wsp

2.3.3 THÈMES DU QUESTIONNAIRE

Le questionnaire était divisé en cinq grands thèmes à documenter, chacun comportant des sous-thèmes en lien avec le thème principal (voir le tableau 2-3).

Tableau 2-3 : Thèmes et sous-thèmes du questionnaire

Thèmes principaux	Sous-thèmes
Qualité de vie	Caractérisation de la ville de Rouyn-Noranda et du quartier
	Satisfaction à l'égard des services offerts dans la ville
	Confiance envers les institutions, règles, normes sociales, concitoyens
	Satisfaction envers sa qualité de vie
	Satisfaction envers sa vie sociale
	Attitude envers la diversité des valeurs et des cultures
	Sentiment de sécurité
	Attachement au milieu
Qualité de l'environnement physique	Perception de la qualité de l'environnement physique
	Perception des risques liés à la qualité de l'eau du lac Dufault
	Activités de prélèvement et consommation des ressources fauniques ou floristiques [a]
Perception du projet Horne 5	Satisfaction envers les activités et outils d'information et de consultation de Falco
	Attitude envers le projet Horne 5
	Anticipation des impacts du projet Horne 5 sur soi et le milieu
	Perception du rôle de responsabilité sociale de Falco
État de santé physique et état d'esprit en général	Perception de l'état de santé physique
	Perception de l'état de la santé mentale
Profil socio-économique des répondants	Caractéristiques socio-économiques des répondants

a Les réponses aux questions relatives à ces activités de prélèvement et de consommation des ressources fauniques et floristiques ne sont pas analysées dans le présent rapport puisqu'elles étaient posées pour supporter une autre étude de Falco.

2.3.4 ASPECTS DE CONFIDENTIALITÉ

Afin d'assurer la confidentialité des répondants, les questionnaires remplis ne contenaient aucun nom ni adresse. Seul le numéro inscrit sur chacun des questionnaires papier ou en ligne a permis de repérer dans quel quartier résidait le répondant au moment de sa réponse au sondage.

3 PRÉSENTATION DES DONNÉES STATISTIQUES SUR LE PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE

Ce chapitre présente les données statistiques recueillies pour dresser le profil socio-économique de la région, de la ville-MRC de Rouyn-Noranda et des quartiers à proximité du projet Horne 5.

3.1 PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE RÉGIONAL

Cette section vise à brosser le portrait socio-économique de la ville-MRC de Rouyn-Noranda. Pour des fins de comparaison, les statistiques de la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue et du Québec sont aussi présentées. Les données présentées proviennent principalement de Statistique Canada, qui, pour certaines, ont été fournies par l'OAT.

3.1.1 POPULATION

La région de l'Abitibi-Témiscamingue comptait 146 717 habitants en 2016, soit 1,8 % de la population du Québec (voir le tableau 3-1). Pour cette même année, la ville-MRC de Rouyn-Noranda englobait plus du quart (28,9 %) de la population de la région administrative, avec 42 334 personnes.

De façon générale, les hommes et les femmes sont en proportion équivalente au sein des populations considérées.

Tableau 3-1 : Population selon le sexe à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016

Territoire	Population (nombre)		
	Total	Hommes	Femmes
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	42 334	21 165	21 165
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	146 717	73 895	72 825
Le Québec	**8 164 361**	**4 016 760**	**4 147 605**

Note : L'arrondissement des données peut amener un léger écart entre une valeur inscrite et une valeur calculée avec les données du tableau (somme, différence, pourcentage).

Source : Statistique Canada, 2019.

Entre 2011 et 2016, la population de Rouyn-Noranda a connu une augmentation de 3,2 %, soit plus du double de celle enregistrée dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (0,7 %) (voir le tableau 3-2). Cet accroissement est toutefois légèrement inférieur à celui de la population québécoise (3,3 %) pour la même période. Entre 2006 et 2011, la hausse de la population de Rouyn-Noranda avait été plus faible, soit de 2,7 % contre 4,7 % au Québec.

Tableau 3-2 : Démographie et évolution de la population à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006-2011 et 2011-2016

Territoire	Population totale				
	2006	2011	2016	Variation 2006-2011	Variation 2011-2016
	(nombre)			%	
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	39 924	41 012	42 334	2,7	3,2
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	143 872	145 690	146 717	1,3	0,7
Le Québec	**7 546 131**	**7 903 001**	**8 164 361**	**4,7**	**3,3**

Source : Statistique Canada, 2019 et 2016.

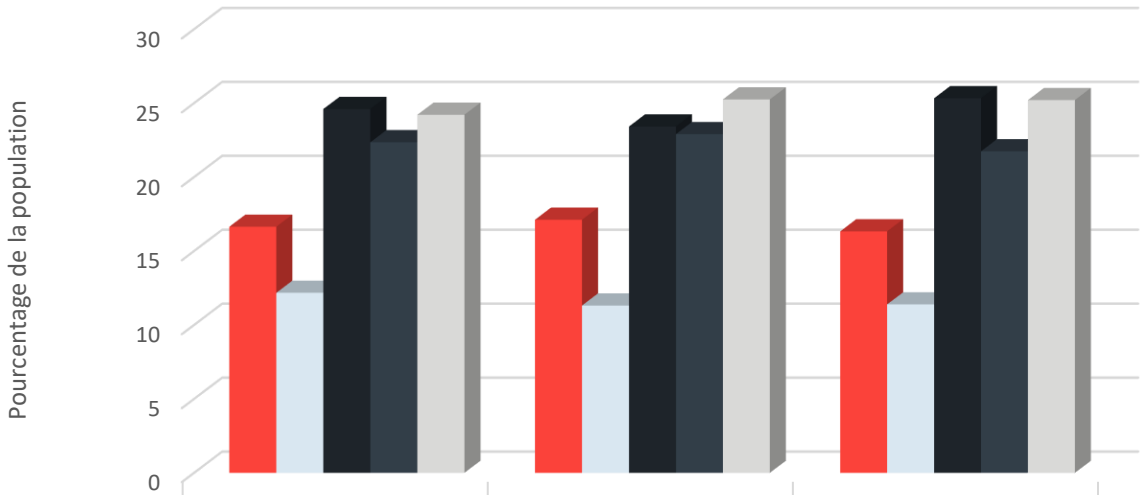
En 2020, les perspectives démographiques de l'ISQ prévoyaient que Rouyn-Noranda devait connaître une augmentation de sa population de 4,1 % entre 2016 et 2041, alors que la croissance prévue au Québec devait être de l'ordre de 13,7 % (voir le tableau 3-3). L'Abitibi-Témiscamingue devait pour sa part connaître une légère décroissance démographique (-0,1 %) au cours de cette période de 25 ans.

Tableau 3-3 : Perspectives démographiques à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016-2041

Territoire	Population totale						
	2016	2021	2026	2031	2036	2041	Variation 2016-2041
	(nombre)						%
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	42 600	43 300	43 900	44 100	44 300	44 300	4,1
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	147 300	148 000	148 400	148 200	147 700	147 100	-0,1
Le Québec	**8 225 900**	**8 568 200**	**8 830 200**	**9 039 500**	**9 209 300**	**9 350 200**	**13,7**
Note : Les données pour 2016 sont réelles, alors que celles pour les années subséquentes constituent des prévisions.							

Source : ISQ, 2020a.

La population de l'Abitibi-Témiscamingue et celle de Rouyn-Noranda possèdent une structure d'âge semblable à celle de la population québécoise (voir la figure 3-1). Près de la moitié de leur population est âgée de 25 et 59 ans. La proportion des 0-14 ans est légèrement supérieure dans la région (17,11 %) en comparaison à cette proportion pour Rouyn-Noranda (16,64 %) et l'ensemble de la province (16,33 %).



	Rouyn-Noranda	Région de l'Abitibi-Témiscamingue	Le Québec
0 à 14 ans	16,64	17,11	16,33
15 à 24 ans	12,18	11,31	11,39
25 à 44 ans	24,60	23,42	25,33
45 à 59 ans	22,36	22,90	21,74
60 ans et plus	24,21	25,25	25,21

Note : En raison des arrondis, le total ne donne pas toujours 100 %.
Source : Statistique Canada, 2019.

Figure 3-1 : Groupes d'âge de la population de Rouyn-Noranda, de l'Abitibi-Témiscamingue et du Québec, 2016

Le nombre moyen de personnes dans les ménages de Rouyn-Noranda et de l'Abitibi-Témiscamingue en 2016 était de 2,2 personnes. La taille des ménages rouynorandiens était ainsi similaire à la taille des ménages québécois (2,3 personnes) (voir le tableau 3-4).

Tableau 3-4 : Nombre de ménages privés et taille moyenne des ménages privés à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016

Territoire	Nombre de ménages privés	Nombre moyen de personnes par ménage privé
	2016	
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	18 850	2,2
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	64 575	2,2
Le Québec	**3 531 665**	**2,3**

Source : Statistique Canada, 2019.

3.1.2 MARCHÉ DU TRAVAIL

En 2016, la population active de Rouyn-Noranda représentait 64,6 %, un taux légèrement plus élevé que celui enregistré pour l'Abitibi-Témiscamingue (63 %) et pour l'ensemble du Québec (64,1 %) (voir le tableau 3-5).

Par ailleurs, en 2016, le taux de chômage en Abitibi-Témiscamingue (7,6 %) était légèrement supérieur à celui observé au Québec (7,2 %)[5]. Pour sa part, Rouyn-Noranda connaissait un taux de chômage de 7,7 % en 2016, dépassant les taux régionaux et provinciaux.

Tableau 3-5 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016

	Ville-MRC de Rouyn-Noranda	Région de l'Abitibi-Témiscamingue	Le Québec
Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité	**34 150**	**118 105**	**6 634 280**
Population active	22 050	74 415	4 255 500
• Personnes occupées	20 370	68 650	3 949 325
• Chômeurs	1 680	5 760	306 170
Population inactive	12 095	43 690	2 378 780
Taux d'activité	64,6	63	64,1
Taux d'emploi	59,6	58,1	59,5
Taux de chômage	7,6	7,7	7,2

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensements de la population 2006 et 2016. Profils semi-personnalisés 2006 et 2016.

À la lumière des résultats présentés au tableau 3-6, qui montre l'importance du secteur primaire[6] dans la structure industrielle du milieu à l'étude, on reconnaît la vocation première et traditionnelle de l'Abitibi-Témiscamingue. Ainsi, en 2016, ce secteur regroupait 14,5 % des emplois de la région et 2,5 % au Québec. En contrepartie, les emplois des secteurs secondaires et tertiaires étaient moins fortement représentés qu'au Québec.

[5] Les données plus récentes issues du *Panorama des régions du Québec – Édition* 2020 de l'ISQ, indiquent qu'en 2019 la région de l'Abitibi-Témiscamingue enregistrait un taux d'activité et d'emploi plus élevé qu'en 2016, soit respectivement de 66,6 %, et 64,0 %, et un taux de chômage plus bas se situant à 3,9 % (ISQ, 2020b).

[6] Le secteur primaire regroupe les industries suivantes : 11) agriculture, foresterie, pêche et chasse, et 21) extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz.

Tableau 3-6 : Population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2016

Secteur d'activité (numéro)		Ville-MRC de Rouyn-Noranda		Région de l'Abitibi-Témiscamingue		Le Québec	
		2006	2016	2006	2016	2006	2016
	Population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie	**20 685**	**22 055**	**72 800**	**74 415**	**4 015 200**	**4 255 500**
11	Agriculture, foresterie, pêche et chasse	335	255	3 990	2 735	96 995	84 060
21	**Extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz**	**1 715**	**2 420**	**4 820**	**7 855**	**16 685**	**20 920**
22	Services publics	600	590	1 055	1 030	32 305	28 405
23	Construction	1 160	1 740	3 455	4 890	205 660	254 055
31-33	Fabrication	1 150	1 165	7 270	5 840	573 550	458 320
41	Commerce de gros	1 020	515	2 600	2 005	173 190	157 360
44-45	Commerce de détail	2 660	2 880	8 760	9 355	472 030	508 170
48-49	Transport et entreposage	715	675	3 790	3 350	181 475	187 550
51	Industrie de l'information et industrie culturelle	250	215	885	925	99 490	100 775
52	Finance et assurances	455	445	1 765	1 475	153 975	165 140
53	Services immobiliers et services de location et de location à bail	260	275	680	670	57 260	61 380
54	Services professionnels, scientifiques et techniques	795	970	2 605	2 595	246 795	288 715
55	Gestion de sociétés et d'entreprises	15	0	55	15	3 865	3 305
56	Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	985	880	2 270	2 410	141 940	176 185
61	Services d'enseignement	1 600	1 715	5 070	5 075	270 895	306 580
62	Soins de santé et assistance sociale	2 490	2 855	8 800	10 050	441 705	532 680
71	Arts, spectacles et loisirs	295	255	750	755	75 745	84 130
72	Services d'hébergement et de restauration	1 425	1 420	5 190	4 540	246 720	278 500
81	Autres services (sauf les administrations publiques)	885	1 065	3 625	3 745	195 045	193 700
91	Administrations publiques	1 425	1 310	3 975	3 855	244 345	264 085

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensements de la population 2006 et 2016. Profils semi-personnalisés 2006 et 2016.

En 2020, une forte proportion des emplois occupés par les travailleurs de la ville-MRC de Rouyn-Noranda (5,6 %) étaient également liés au secteur des mines et de première transformation des métaux (voir le tableau 3-7). En comparaison avec la région administrative (5,2 %) et l'ensemble du Québec (1,1 %), les emplois dans ce secteur étaient proportionnellement plus importants dans la ville-MRC de Rouyn-Noranda.

Tableau 3-7 : Nombre d'établissements et d'emplois selon les secteurs d'activités, 2020

Secteur d'activité	Ville-MRC de Rouyn-Noranda		Région de l'Abitibi-Témiscamingue		Le Québec	
	Établissements	Employés	Établissements	Employés	Établissements	Employés
Agroalimentaire	23	103	323	1 379	9 500	118 827
Forêt, bois et papier	6	66	124	2 860	2 038	68 092
Mines et première transformation des métaux	**28**	**1 201**	**69**	**3 670**	**651**	**42 348**
Services publics et construction	118	2 001	394	4 752	17 709	175 130
Fabrication (sauf alimentaire, bois et métaux)	56	725	183	4 379	12 417	346 513
Commerce de détail et de gros	290	3 730	909	11 612	46 588	803 270
Transport et entreposage	44	769	292	3 177	7 497	144 959
Hébergement, restauration et information et industrie culturelle (arts, spectacles, loisirs)	166	2 343	604	6 816	26 635	408 789
Finances, assurances et services immobiliers	75	757	264	2 552	12 823	185 740
Services professionnels et administratifs	152	1 644	431	7 234	27 556	416 347
Enseignement, santé et administration publique	235	6 400	912	18 939	33 080	977 321
Autres services	165	1 454	475	2 955	27 072	134 130
Total	**1 368**	**21 416**	**5 031**	**70 915**	**226 368**	**3 858 411**

Source : Données compilées par l'OAT – Répertoire des établissements d'Emploi-Québec. Portail PILE, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). Les données ont été compilées en février 2020.

3.1.3 SCOLARITÉ

En 2016, on observait une proportion plus importante de la population de 25 à 64 ans n'ayant pas de diplôme d'études secondaires en Abitibi-Témiscamingue (20,9 %) qu'au Québec (13,3 %) (voir le tableau 3-8). À Rouyn-Noranda, cette proportion était également moins élevée que dans la région administrative (16,1 %). Notons toutefois que la part de la population de Rouyn-Noranda n'ayant pas de diplôme d'études secondaires a diminué de 6 points de pourcentage de 2011 à 2016.

La population de l'Abitibi-Témiscamingue se démarque par ailleurs de la population québécoise par un plus haut taux d'obtention de certificats ou de diplômes d'apprenti ou d'une école de métier (27,9 % contre 19,8 %). Le taux enregistré à Rouyn-Noranda est, quant à lui, légèrement inférieur à celui de la région administrative (26,2 %). Ce taux a connu une hausse de 5,6 points de pourcentage à Rouyn-Noranda entre 2011 et 2016 et de 4,9 points de pourcentages en Abitibi-Témiscamingue.

Tableau 3-8 : Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population de 25 à 64 ans selon le sexe, 2006 et 2016

				Aucun certificat, diplôme ou grade	Diplôme d'études secondaires ou l'équivalent	Certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers	Certificat ou diplôme d'un collège, d'un cégep ou d'un autre établissement d'enseignement non universitaire	Certificat ou diplôme universitaire inférieur au baccalauréat	Total certificat, diplôme ou grade universitaire au baccalauréat ou supérieur	Baccalauréat	Certificat ou diplôme universitaire supérieur au baccalauréat	Diplôme en médecine, en art dentaire, en médecine vétérinaire ou en optométrie	Maîtrise	Doctorat acquis
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	Répartition (%)	2006	**Total**	**22,6**	**20,0**	**20,6**	**17,1**	**4,9**	**14,8**	**10,7**	**1,2**	**0,4**	**2,1**	**0,4**
			Hommes	25,0	17,0	25,8	15,5	3,6	13,1	9,1	0,7	0,4	2,5	0,4
			Femmes	20,3	23,0	15,4	18,7	6,1	16,5	12,2	1,6	0,4	1,8	0,4
		2016	**Total**	**16,1**	**17,0**	**26,2**	**17,6**	**3,9**	**19,2**	**13,6**	**1,4**	**0,5**	**3,1**	**0,6**
			Hommes	18,4	15,6	31,9	16,4	2,8	15,0	10,5	0,8	0,5	2,6	0,8
			Femmes	13,6	18,5	20,4	18,8	5,1	23,5	16,9	2,0	0,5	3,7	0,4
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	Répartition (%)	2006	**Total**	**26,9**	**19,7**	**23,0**	**14,5**	**4,5**	**11,3**	**8,5**	**1,0**	**0,4**	**1,3**	**0,2**
			Hommes	29,3	17,3	28,6	12,2	3,2	9,4	6,5	0,8	0,4	1,4	0,2
			Femmes	24,5	22,2	17,2	16,8	5,8	13,3	10,4	1,1	0,3	1,1	0,2
		2016	**Total**	**20,9**	**17,5**	**27,9**	**16,3**	**3,3**	**14,1**	**10,4**	**1,0**	**0,5**	**1,9**	**0,3**
			Hommes	23,1	15,5	34,3	14,4	2,3	10,4	7,3	0,7	0,4	1,6	0,4
			Femmes	18,7	19,5	21,2	18,2	4,4	18,0	13,7	1,4	0,6	2,2	0,2
Le Québec	Répartition (%)	2006	**Total**	**17,1**	**21,1**	**18,1**	**17,5**	**5,4**	**20,8**	**13,4**	**1,9**	**0,6**	**4,1**	**0,8**
			Hommes	17,8	19,6	21,7	15,9	4,6	20,4	12,5	1,9	0,6	4,3	1,0
			Femmes	16,4	22,6	14,5	19,1	6,2	21,2	14,3	2,0	0,5	3,8	0,6
		2016	**Total**	**13,3**	**18,5**	**19,8**	**19,0**	**3,8**	**25,5**	**16,3**	**2,2**	**0,7**	**5,5**	**0,9**
			Hommes	14,9	18,3	23,7	16,9	3,1	23,0	14,2	1,8	0,6	5,3	1,1
			Femmes	11,6	18,7	16,0	21,1	4,5	28,0	18,3	2,5	0,8	5,6	0,8

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensements de la population de 2006 et 2016. Profil semi-personnalisé pour 2016 et tableau consulté en ligne.

L'Abitibi-Témiscamingue se distingue également du Québec par un plus faible taux d'obtention de certificats ou de diplômes universitaires (17,4 % contre 29,3 %). Pour sa part, la population de Rouyn-Noranda est proportionnellement plus nombreuse que celle de la région à détenir un certificat ou un diplôme universitaire (23,1 %).

On constate que, quelle que soit l'année et l'entité géographique, les femmes sont proportionnellement un peu plus nombreuses à détenir un diplôme d'études secondaires ou un certificat ou diplôme d'un collège, d'un cégep ou d'un autre établissement d'enseignement non universitaire, de même qu'un certificat ou un diplôme universitaire inférieur au baccalauréat, un certificat, diplôme ou grade universitaire au baccalauréat ou supérieur, un baccalauréat, et un certificat ou diplôme universitaire supérieur au baccalauréat. Les diplômés d'une maîtrise et d'un doctorat étaient un peu plus nombreux proportionnellement chez les hommes en 2006, mais la tendance s'est inversée en 2016. Ceux qui n'ont aucun certificat, diplôme ou grade sont proportionnellement plus nombreux chez les hommes que les femmes, peu importe l'année ou l'entité géographique.

Au niveau de la population âgée de 25 à 29 ans, on observait également en 2016 une proportion plus importante de résidents n'ayant pas de diplôme d'études secondaires dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (16,3 %) en comparaison à l'ensemble de la province (11,1 %) ainsi qu'à Rouyn-Noranda (12,6 %) (voir le tableau 3-9).

La population de l'Abitibi-Témiscamingue possédant un certificat ou un diplôme d'apprenti ou d'une école de métier est, une fois de plus, proportionnellement plus importante que celle du Québec (33,1 % contre 20,7 %). Le taux enregistré à Rouyn-Noranda est, quant à lui, légèrement inférieur à celui de la région administrative (30,5 %).

Le portrait de la population âgée de 25 à 29 ans possédant un certificat ou un diplôme universitaire est comparable à celle observée pour les 25 à 64 ans (voir le tableau 3-8). La population de l'Abitibi-Témiscamingue se distingue, une fois de plus, du Québec par un plus faible taux d'obtention (20,9 % contre 33,6 %). Pour sa part, la population de Rouyn-Noranda est proportionnellement plus nombreuse que celle de la région à détenir un certificat ou un diplôme universitaire (26,1 %).

Le taux d'obtention d'un premier diplôme au secondaire pour les élèves de moins de 20 ans pour la période 2017-2018 était légèrement plus faible pour la région de l'Abitibi-Témiscamingue que pour le reste de la province (78,6 %) et Rouyn-Noranda (76,9 %) (voir le tableau 3-10). Notons toutefois que pour l'ensemble des trois territoires, le taux d'obtention était largement inférieur chez les étudiants de sexe masculin.

Quant au taux de sortie sans diplôme ni qualification, communément nommé les « décrocheurs », ce taux est une fois de plus supérieur dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (15,1 %) en comparaison à Rouyn-Noranda (13,9 %) et au Québec (13,1 %). Ce taux est également plus élevé chez les étudiants masculins dans les trois divisions territoriales. Notons toutefois que l'écart entre les genres est plus élevé en Abitibi-Témiscamingue (9,3 points de pourcentage d'écart) que dans le reste de la province (7,3 points de pourcentage d'écart) et Rouyn-Noranda (5,2 points de pourcentage d'écart).

Tableau 3-9 : Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population de 25 à 29 ans selon le sexe, 2006 et 2016

				Aucun certificat, diplôme ou grade	Diplôme d'études secondaires ou l'équivalent	Certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers	Certificat ou diplôme d'un collège, d'un cégep ou d'un autre établissement d'enseignement non universitaire	Certificat ou diplôme universitaire inférieur au baccalauréat	Total certificat, diplôme ou grade universitaire au baccalauréat ou supérieur	Baccalauréat	Certificat ou diplôme universitaire supérieur au baccalauréat	Diplôme en médecine, en art dentaire, en médecine vétérinaire ou en	Maîtrise	Doctorat acquis
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	Répartition (%)	2006	**Total**	**17,2**	**17,0**	**21,2**	**24,5**	**4,4**	**15,9**	**12,4**	**1,5**	**0,0**	**1,5**	**0,4**
			Hommes	22,1	14,0	28,4	22,1	1,8	11,7	8,6	0,9	0,0	1,4	0,0
			Femmes	12,5	19,8	14,2	26,7	6,9	19,4	15,9	1,7	0,0	1,3	0,0
		2016	**Total**	**12,6**	**12,1**	**30,5**	**18,7**	**2,7**	**23,4**	**17,3**	**1,4**	**0,5**	**4,0**	**0,0**
			Hommes	16,0	11,9	36,7	18,0	2,0	15,0	11,6	0,7	0,7	2,4	0,0
			Femmes	8,8	11,8	22,9	19,5	3,4	33,2	24,0	2,7	0,8	6,1	0,0
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	Répartition (%)	2006	**Total**	**18,5**	**16,4**	**27,4**	**21,1**	**3,6**	**13,1**	**10,4**	**1,1**	**0,1**	**1,3**	**0,1**
			Hommes	21,8	13,9	37,0	15,6	1,3	10,3	7,6	0,9	0,0	1,7	0,0
			Femmes	15,6	18,7	18,4	26,2	5,7	15,5	12,9	1,2	0,2	0,7	0,0
		2016	**Total**	**16,3**	**13,0**	**33,1**	**17,1**	**1,7**	**19,2**	**14,7**	**1,1**	**0,7**	**2,7**	**0,1**
			Hommes	19,0	11,2	39,4	16,3	1,3	12,7	10,2	0,8	0,2	1,5	0,0
			Femmes	12,9	14,8	25,6	18,0	2,4	26,5	19,8	1,6	1,2	4,2	0,0
Le Québec	Répartition (%)	2006	**Total**	**11,8**	**16,7**	**19,1**	**21,9**	**4,3**	**26,1**	**18,8**	**1,8**	**0,6**	**4,7**	**0,3**
			Hommes	14,4	18,3	22,6	20,1	3,6	21,0	14,8	1,4	0,4	4,1	0,2
			Femmes	9,4	15,1	15,7	23,7	5,0	31,2	22,7	2,3	0,7	5,2	0,3
		2016	**Total**	**11,1**	**15,3**	**20,7**	**19,2**	**2,8**	**30,8**	**20,8**	**2,4**	**0,9**	**6,4**	**0,3**
			Hommes	13,7	17,2	25,5	16,7	2,2	24,7	16,5	1,8	0,7	5,4	0,3
			Femmes	8,5	13,5	16,0	21,6	3,5	36,9	24,9	3,0	1,2	7,4	0,4

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensements de la population de 2006 et 2016. Profil semi-personnalisé pour 2016 et tableau consulté en ligne.

Tableau 3-10 : Taux d'obtention d'un premier diplôme au secondaire après 7 ans (2017-2018) et taux de sortie sans diplôme ni qualification à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec (2016-2017)

	Taux d'obtention d'un premier diplôme[a] au secondaire (%) 2017-2018			Taux de sortie sans diplôme ni qualification[b] au secondaire (formation générale) (%) 2016-2017		
	Féminin	Masculin	Sexes réunis	Féminin	Masculin	Sexes réunis
Centre de services scolaire de Rouyn-Noranda	82,7	71,2	76,9	11,4	16,6	13,9
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	81,4	70,1	75,5	11,4	20,7	15,1
Le Québec – Réseau public	83,5	74,0	78,6	11,5	18,8	13,1

a Le taux de diplomation concerne la diplomation des élèves de moins de 20 ans qui ont obtenu un premier diplôme (DES, DEP et ASP) ou une première qualification (AFP-ISPJ-CFER-CFMSS ou CFPT) au secteur des jeunes ou au secteur de l'éducation des adultes. Le taux de non-diplomation après sept ans comprend des élèves persévérants (non diplômés, mais encore aux études) et des décrocheurs.

b Le taux de sortie sans diplôme ni qualification (décrocheurs) parmi l'ensemble des sortants du secondaire, en formation générale des jeunes. Les sortants sans diplôme ni qualification répondent aux critères suivants : 1) ils n'obtiennent pas, durant l'année considérée, ni un diplôme, ni une qualification; 2) ils ne sont pas réinscrits, nulle part au Québec durant toute l'année suivante, ni en formation générale, jeunes ou adultes, ni en formation professionnelle, ni au collégial (au bilan 4 de l'année suivante). Les sorties sans diplôme ni qualification comprennent des sorties dues à l'émigration hors Québec, à la mortalité et à d'autres causes que le décrochage.

Source : Données compilées par l'OAT – Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Diplomation et qualification par commission scolaire au secondaire - Éditions 2009 et 2019 et Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, données au 2 août 2018 (données au bilan 4 de 2017-2018).

3.1.4 REVENU

En 2016, l'Abitibi-Témiscamingue comptait 84 135 bénéficiaires d'un revenu d'emploi, soit 2 % des travailleurs de l'ensemble du Québec (voir le tableau 3-11). De ce nombre, près du tiers (29,7 %) demeurait à Rouyn-Noranda. Leur revenu d'emploi moyen[7] (42 552 $) était supérieur à celui des travailleurs québécois (40 382 $). Par ailleurs, on note un fort écart entre le revenu moyen des hommes et des femmes, tant au niveau de la province, de la région que de la ville. Ainsi, en 2016 en Abitibi-Témiscamingue, ce revenu atteignait 52 334 $ pour les hommes contre 31 011 $ pour les femmes (un écart de 21 323 $).

Pour ce qui est du revenu médian[8] des ménages de l'Abitibi-Témiscamingue, celui-ci était de 33 963 $ en 2016, soit un revenu légèrement supérieur à celui observé dans l'ensemble du Québec (32 995 $), mais inférieur à celui de Rouyn-Noranda (35 244 $). Notons une fois de plus l'écart important entre le revenu d'emploi médian des hommes (42 883 $) et des femmes (26 141 $) de la région administrative (un écart de 16 742 $) en comparaison à un écart de 17 162 $ en faveur des hommes pour la ville-MRC de Rouyn-Noranda et de 9 350 $ pour l'ensemble de la province.

7 Le salaire moyen est la moyenne de l'ensemble des salaires de la population considérée.

8 Le revenu médian d'un groupe défini de bénéficiaires d'un revenu est le montant qui les sépare en deux moitiés selon leur répartition par tranches de revenu, c'est-à-dire que les revenus de la première moitié des particuliers sont en dessous de la médiane, tandis que ceux de la deuxième moitié sont au-dessus de la médiane.

Tableau 3-11 : Revenu moyen d'emploi et revenu d'emploi médian selon le sexe pour la population totale de 15 ans et plus à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006 et 2016

	Population totale âgée de 15 ans et plus		Bénéficiaires d'un revenu d'emploi		Revenu d'emploi moyen			Revenu d'emploi médian		
	(nombre)				$		Variation en %	$		Variation en %
	2006	2016	2006	2016	2006	2016		2006	2016	
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	**32 490**	**34 150**	**22 100**	**24 975**	**31 688**	**43 801**	**38,2**	**25 401**	**35 244**	**38,8**
Masculin	15 995	17 160	11 870	13 430	38 178	53 839	41,0	32 121	44 321	38,0
Féminin	16 490	16 985	10 230	11 540	24 157	32 120	33,0	18 481	27 159	47,0
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	**115 935**	**118 100**	**77 955**	**84 135**	**30 686**	**42 552**	**38,7**	**24 226**	**33 963**	**40,2**
Masculin	57 940	59 760	42 320	45 540	37 458	52 334	39,7	32 477	42 883	32,0
Féminin	57 995	58 345	35 635	38 600	22 644	31 011	37,0	16 742	26 141	56,1
Le Québec	**6 184 490**	**6 634 280**	**4 225 880**	**4 627 780**	**32 639**	**40 382**	**23,7**	**25 464**	**32 995**	**29,6**
Masculin	3 007 830	3 260 035	2 221 995	2 408 655	38 359	45 974	19,9	30 197	37 867	25,4
Féminin	3 176 660	3 374 245	2 003 885	2 219 120	26 297	34 313	30,5	20 925	28 517	36,3

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensements de la population 2006. Profils semi-personnalisés 2006 et 2016.

En 2016, la proportion des personnes ayant un faible revenu, selon la mesure du faible revenu[9], était de 13,3 % en Abitibi-Témiscamingue et de 12,75 % à Rouyn-Noranda. À titre comparatif, le taux de faible revenu de l'ensemble du Québec s'établissait à 14,6 %. Rouyn-Noranda regroupait plus du quart (28,1 %) des personnes à faible revenu de la région, dont le nombre s'élevait à 18 670 (voir le tableau 3-12).

Tableau 3-12 : Population dans les ménages privés pour la situation de faible revenu à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006 et 2016

	Population dans les ménages privés pour la catégorie de revenu		Nombre de personnes à faible revenu		Fréquence du faible revenu		
	(nombre)				(%)		
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	Différence en point de pourcentage
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	39 295	41 165	6 265	5 240	15,9	12,7	-3,2
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	138 420	140 070	22 265	18 670	16,1	13,3	-2,8
Le Québec	7 350 555	7 921 505	1 127 190	1 160 195	15,3	14,6	-0,7

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensement de la population de 2016. Consulté en ligne.

[9] La mesure du faible revenu (MFR) est un pourcentage fixe (50 %) du revenu familial médian ajusté en fonction de la taille et de la composition de la famille. Une famille a un faible revenu lorsque ce revenu, divisé par la taille ajustée de la famille, est inférieur à la moitié du revenu médian ajusté pour l'ensemble des familles (ISQ et MESS, 2005).

3.1.5 LOGEMENT

Le nombre moyen de personnes dans les ménages de la région de l'Abitibi-Témiscamingue en 2016 était de 2,2 personnes. La taille des ménages de la région était ainsi similaire à la taille des ménages québécois (2,3 personnes) (voir le tableau 3-13).

En 2016, la proportion des logements occupés par des propriétaires en Abitibi-Témiscamingue était de 68,1 % contre 61,3 % pour l'ensemble du Québec. On comptait toutefois un nombre plus élevé de locataires à Rouyn-Noranda puisque la part des logements occupés par des propriétaires était inférieure à celle de la région, se chiffrant à 63,5 %.

La proportion des ménages locataires qui consacraient 30 % ou plus du revenu du ménage au loyer brut en Abitibi-Témiscamingue était de 28,6 % en 2016. Cette proportion était inférieure à celle du Québec (33,7 %), mais se rapprochait de celle de Rouyn-Noranda (30,6 %).

Tableau 3-13 : Répartition des ménages privés selon la taille, le mode d'occupation et les ménages locataires dans les logements privés à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2006 et 2016

	Ville-MRC de Rouyn-Noranda		Région de l'Abitibi-Témiscamingue		Le Québec	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016
Total – Ménages privés selon la taille du ménage (nombre)	**17 415**	**18 850**	**60 880**	**64 575**	**3 189 340**	**3 531 665**
Nombre de personnes dans les ménages privés	39 300	41 170	141 350	143 150	7 396 275	7 965 455
Taille moyenne des ménages privés (nombre de personnes par ménage)	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3
Total – Revenu des ménages privés selon la taille du ménage	**17 415**	**18 855**	**60 880**	**64 575**	**3 189 340**	**3 531 665**
Revenu total moyen des ménages ($)	54 523	80 278	53 755	77 306	58 954	77 306
Revenu total moyen des ménages ($) – constants 2015	64 510	80 278	63 602	77 306	69 753	77 306
Total – Ménages privés selon le mode d'occupation	**17 415**	**18 850**	**60 880**	**64 575**	**3 189 345**	**3 531 660**
Propriétaire (nombre)	10 430	11 965	40 120	43 965	1 917 735	2 163 735
Locataire (nombre)	6 985	6 880	20 445	20 210	1 267 945	1 362 010
Logement dans les réserves autochtones (nombre)	0	0	310	405	3 665	5 915
Total – Ménages locataires dans les logements privés non agricoles, hors réserve (nombre)	**6 985**	**6 880**	**20 315**	**20 095**	**1 265 010**	**1 358 260**
Proportion de ménages locataires dans un logement subventionné (%)	n. d.	7,3	n. d.	9,6	n. d.	9,3
Ménages locataires consacrant 30 % ou plus du revenu du ménage au loyer brut (nombre)	**2 350**	**n. d.**	**6 330**	**n. d.**	**448 840**	**n. d.**
Proportion de ménages locataires consacrant 30 % ou plus de leur revenu aux frais de logement (%)	33,6	30,6	31,2	28,6	35,5	33,7
Frais de logement mensuels moyens pour les logements occupés par un ménage locataire ($)	**492**	**662**	**472**	**639**	**603**	**775**
Frais de logement mensuels moyens pour les logements occupés par un ménage locataire ($) constants 2015	*582*	*662*	*558*	*639*	*713*	*775*

n. d. Données non disponibles.

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensements de la population 2006 et 2016. Profils semi-personnalisés 2006 et 2016.

Le nombre de ventes de maison unifamiliale a augmenté depuis 2009 dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (voir le tableau 3-14). En effet, le nombre de ventes est passé de 645 en 2009 à 1 274 en 2019. La même situation a été observée pour la ville-MRC de Rouyn-Noranda où les ventes sont passées de 231 à 379. Le montant médian de ces ventes a augmenté, soit de 52,7 % en Abitibi-Témiscamingue et de 61,2 % à Rouyn-Noranda.

Tableau 3-14 : Ventes de maisons unifamiliales conclues en agences immobilières à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2009, 2014 et 2019

	Ville-MRC de Rouyn-Noranda	Région de l'Abitibi-Témiscamingue	Le Québec
2019			
Nombre de ventes	379	1 274	n. d.
Montant médian ($)	241 000	200 000	260 000
2014			
Nombre de ventes	276	875	n. d.
Montant médian ($)	201 250	177 000	227 000
2009			
Nombre de ventes	231	645	n. d.
Montant médian ($)	149 500	131 000	195 000
Variation 2009/2019 – Montant médian (%)	61,2	52,7	33,3

Note : Ces données excluent les données liées aux transactions entre particuliers.
n. d. : Non disponible à l'OAT.

Source : Données compilées par l'OAT – Chambre immobilière de l'Abitibi-Témiscamingue, selon les données de Centris.

3.1.6 SANTÉ

Au cours de la période 2014-2015, 52,3 % des résidents de la région de l'Abitibi-Témiscamingue évaluaient être en très bonne ou excellente santé (voir le tableau 3-15). Ce taux était toutefois inférieur à celui de la population québécoise (56,6 %) et à celle de Rouyn-Noranda (53,7 %).

Si le niveau de la satisfaction à l'égard de la vie, le niveau de détresse psychologique et la perception de la santé mentale sont passablement équivalents entre Rouyn-Noranda, la région administrative et le Québec, le stress perçu dans la vie en 2017-2018 est largement inférieur en Abitibi-Témiscamingue (20,5 %) en comparaison à la province (23,7 %).

Enfin, le sentiment d'appartenance à la communauté est plus fort chez les résidents de l'Abitibi-Témiscamingue (67,7 %) que chez la population du Québec.

Tableau 3-15 : Perception de variables de santé et d'habitudes de vie à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2014-2015 et 2017-2018

	Ville-MRC de Rouyn-Noranda	Région de l'Abitibi-Témiscamingue	Le Québec
	% de la population		
Perception de l'état de santé (2014-2015)[1]			
Très bonne/Excellente	53,7	52,3	56,6
Bonne	35,9	36,1	33,1
Passable/Mauvais	10,4	11,5	10,3
Niveau de satisfaction à l'égard de la vie (2014-2015)[a]			
Très satisfaisante	43,8	46,5	47,3
Plutôt satisfaisante	51,9	48,7	46,9
Insatisfaisante	4,3	4,8	5,8
Niveau élevé de détresse psychologique			
Niveau élevé de détresse psychologique (2014-2015) [a]	28,8	28,2	28,3
Perception de la santé mentale (2017-2018)[a]			
Très bonne ou excellente	n. d.	71,1	72,6
Insatisfaisante	n. d.	4,4	5,4
Stress perçu dans la vie (2017-2018)[b]			
La plupart des journées assez ou extrêmement stressantes	n. d.	20,5	23,7
Sentiment d'appartenance à la communauté (2017-2018)[b]			
Plutôt fort ou très fort	n. d.	67,7	61,1
Fournisseur habituel de soins de santé[c]			
Fournisseur habituel de soins de santé (2017-2018)[b]	n. d.	77,5	78,5

a : La population visée par l'EQSP 2014-2015 est constituée de l'ensemble des personnes de 15 ans et plus vivant dans un logement non institutionnel au Québec, à l'exclusion des personnes résidant dans les réserves indiennes.
b : La population visée par l'ESCC est constituée de l'ensemble des personnes de 12 ans et plus.
C : Personnes de 12 ans et plus qui ont déclaré avoir un professionnel de la santé qu'elles voient ou auquel elles parlent régulièrement lorsqu'elles ont besoin de soins ou de conseils de base en matière de santé.
n. d. : Les données de l'enquête 2017-2018 de l'ECSS ne sont pas diffusées à l'échelle des MRC.

Sources : Données compilées par l'OAT – Institut de la statistique du Québec, Enquête québécoise sur la santé de la population, 2014-2015.
Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC), 2015-2016.

En 2019, 82,2 % des résidents admissibles étaient inscrits auprès d'un médecin de famille, une augmentation de 26,8 % depuis 2009 en comparaison avec une augmentation de 29,7 % dans l'ensemble de la province (voir le tableau 3-16). Le réseau local de services[10] (RLS) de Rouyn-Noranda a, quant à lui, connu une augmentation quelque peu plus faible (20,4 %) et constitue le deuxième RLS de l'Abitibi-Témiscamingue détenant le plus de personnes sans médecin de famille.

Le nombre total de médecins dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue a peu fluctué entre 2013 et 2017 ayant augmenté de seulement 0,3 point comparativement à 6,9 points dans l'ensemble du Québec (voir le tableau 3-17). En 2017, on comptait 2,47 médecins pour 1 000 habitants dans la région sociosanitaire, un nombre légèrement supérieur à celui de la province qui était de 2,35 médecins pour 1 000 habitants.

Tableau 3-16 : Population inscrite auprès d'un médecin de famille selon les réseaux locaux de services et la région sociosanitaire de résidence, 2009 et 2019

	Population admissible de 2009 (nombre)	Répartition des personnes inscrites auprès d'un médecin de famille en date du 31 décembre 2009		Orphelins[a]	Population admissible de 2009	Répartition des personnes inscrites auprès d'un médecin de famille en date du 31 décembre 2019		Orphelins[a]
		Nombre de personnes	Pourcentage (%)	Nombre de personnes		Nombre de personnes	Pourcentage	Nombre de personnes
RLS de l'Abitibi-Ouest	20 567	12 089	58,78	8 478	20 059	18 187	90,67	1 872
RLS de l'Abitibi	23 974	16 347	68,19	7 627	24 388	22 732	93,21	1 656
RLS de Rouyn-Noranda	39 801	24 166	60,72	15 635	40 939	33 223	81,15	7 716
RLS de la Vallée-de-l'Or	42 350	18 908	44,65	23 442	42 109	30 558	72,57	11 551
RLS du Témiscamingue	16 429	7 784	47,38	8 645	15 455	12 764	82,59	2 691
RSS de l'Abitibi-Témiscamingue	**143 121**	**79 294**	**55,40**	**63 827**	**142 950**	**117 464**	**82,17**	**25 486**
Le Québec	**7 620 121**	**3 977 230**	**52,19**	**3 642 891**	**8 041 926**	**6 588 255**	**81,92**	**1 453 671**

a Une personne dite orpheline, donc sans médecin de famille, ne représente pas nécessairement un individu admissible qui est à la recherche d'un médecin de famille (en d'autres mots, une personne admissible pourrait ne pas avoir de médecin sans pour autant être inscrite au guichet d'accès à un médecin de famille (GAMF).

Source : Données compilées par l'OAT – Informations transmises par courrier électronique de la part de la Régie de l'assurance maladie du Québec, déc. 2020.

[10] Un réseau local de services (RLS) est un réseau mis en place de manière conforme à un décret gouvernemental. Il vise à responsabiliser les intervenants de ce réseau afin qu'ils assurent de façon continue, à la population du territoire de ce réseau, l'accès à une large gamme de services de santé et de services sociaux généraux, spécialisés et surspécialisés. À noter que le centre intégré est responsable d'assurer le développement et le bon fonctionnement des RLS de son territoire. Ces réseaux comprennent des groupes de médecine familiale (GMF) et cliniques médicales, des entreprises d'économie sociales, des établissements et autres ressources privées (centres d'hébergement de soins de longue durée (CHSLD), résidences pour personnes âgées (RPA), etc.), des centres hospitaliers universitaires (CHU), des instituts universitaires (IU) et autres instituts, des centres intégrés de santé et de services sociaux/centres intégrés universitaires de santé et services sociaux (CISSS/CIUSSS) d'un autre réseau territorial de services offrant des services spécialisés, des pharmacies et des organismes communautaires, des ressources non institutionnelles (ex. : ressources intermédiaires et de type familial (RI-RTF)) et des partenaires d'autres secteurs (scolaire, municipal, services de garde, emploi, etc.) (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2021).

Tableau 3-17 : Nombre de médecins pour la région sociosanitaire de l'Abitibi-Témiscamingue et l'ensemble du Québec, 2013-2017

	2013	2014	2015	2016	2017	Variation 2017-2013
Région sociosanitaire de l'Abitibi-Témiscamingue						
Total des médecins[a]	**364**	**369**	**359**	**364**	**365**	**0,3**
Nombre pour 1 000 habitants[b]	2,46	2,49	2,43	2,46	2,47	0,4
Omnipraticiens	**207**	**207**	**207**	**210**	**215**	**3,9**
Nombre pour 1 000 habitants[b]	1,40	1,40	1,40	1,42	1,45	4,0
Spécialistes	**157**	**162**	**152**	**154**	**150**	**– 4,5**
Nombre pour 1 000 habitants[b]	1,06	1,09	1,03	1,04	1,01	– 4,3
Ensemble du Québec						
Total des médecins[a]	**18 455**	**18 857**	**19 200**	**19 443**	**19 733**	**6,9**
Nombre pour 1 000 habitants[b]	2,26	2,30	2,32	2,34	2,35	3,9
Omnipraticiens	**8 720**	**8 906**	**9 071**	**9 157**	**9 336**	**7,1**
Nombre pour 1 000 habitants[b]	1,07	1,08	1,10	1,10	1,11	4,0
Spécialistes	**9 735**	**9 951**	**10 129**	**10 286**	**10 397**	**6,8**
Nombre pour 1 000 habitants[b]	1,19	1,21	1,23	1,24	1,24	3,8

a Dans les statistiques, seuls les médecins et les dentistes ayant reçu de la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) au moins un paiement pour des services médicaux rendus durant l'année visée sont pris en compte.

b Calculé pour l'ensemble du personnel concerné par rapport à la population prise au 1er juillet de chaque année financière. Pour plusieurs raisons, les ratios médecins/population par région ne doivent pas être interprétés comme des indicateurs d'accès aux services médicaux. Parmi ces raisons, la principale tient au fait que les populations de plusieurs régions reçoivent une partie importante des services qui leur sont fournis de médecins d'une région autre que celle dans laquelle résident ces populations. C'est le cas notamment des populations des régions situées en périphérie des grands centres de Montréal et de Québec.

Source : Données compilées par l'OAT – Régie de l'assurance maladie du Québec, 2018.

3.1.7 SERVICES À LA COMMUNAUTÉ

En mars 2019, la région de l'Abitibi-Témiscamingue comprenait un total de 4 537 places à contribution réduite (incluant les CPE, les bureaux coordonnateurs [BC] de la garde en milieu familial et les garderies subventionnées) et 4 587 places en garderies non subventionnées (voir le tableau 3-18). Les places à contribution réduite représentaient ainsi 48,7 % des places sous permis dans les services de garde, en comparaison à 46,2 % à Rouyn-Noranda et 43,5 % dans l'ensemble de la province.

Tableau 3-18 : Répartition régionale des places sous permis dans les services de garde à Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, au 31 mars 2009 et 2019

	Places à contribution réduite							Garderies non subventionnées		Total du nombre de places
	Centres de la petite enfance		Bureaux coordonnateurs (BC) en milieu familial		Garderies subventionnées		Nombre de places à contribution réduite			
	Nombre d'installations	Nombre de places	Nombre de BC	Nombre de places	Nombre de garderies	Nombre de places		Nombre de garderies	Nombre de places	
Mars 2019										
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	10	589	1	648[a]	0	0	1 237	3	202	1 439
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	37	2 125	6	2 332	1	80	4 537	4	250	4 787
Le Québec	1 573	96 084	161	91 604	714	47 221	234 909	1 283	70 174	305 083
Mars 2009										
Rouyn-Noranda	-	528	-	648	0	0	1 176	0	0	1 176
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	30	1 666	6	2 330	1	80	4 076	0	0	4 076
Le Québec	1 344	77 864	165	91 582	589	36 377	205 823	142	6 954	212 777

\- Données absentes des données obtenues en 2010.

a Il s'agit du nombre de places que peuvent distribuer les BC pour chaque territoire et non du nombre réel de places disponibles en milieu familial.

Sources : Données compilées par l'OAT – 2009 : Ministère de la Famille et des aînés. Rapport annuel de gestion 2008-2009 et pour Rouyn-Noranda, données obtenues par le ministère en 2010.
Données compilées par l'OAT – Ministère de la Famille, Rapport annuel de gestion 2018-2019 et pour Rouyn-Noranda, compilation de l'Observatoire à partir de répertoire des services de garde au 31, mars 2019.

Au total, 977 enfants étaient en attente d'une place en garderie dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue par l'entremise de l'unique guichet d'accès aux places en services de garde reconnus du Québec en 2019 (voir le tableau 3-19)[11]. Ce nombre représentait 2,1 % de l'ensemble des enfants en attente d'une place au Québec.

Tableau 3-19 : Nombre d'enfants en attente au Guichet unique de la Place 0-5 en Abitibi-Témiscamingue et au Québec, 2019

Territoire	Nombre d'enfants
MRC	
Abitibi	111
Abitibi-Ouest	86
La Vallée-de-l'Or	409
Rouyn-Noranda	341
Témiscamingue	30
Région de l'Abitibi-Témiscamingue	**977**
Le Québec	**46 236**

Source : Données compilées par l'OAT – Ministère de la Famille, Tableau détaillé Québec Tous par région au 31 décembre 2019.

[11] Comme mentionné lors des entrevues (voir section 4.4.1.1.1), en octobre 2020 le gouvernement a annoncé la création de 168 nouvelles places en CPE pour la ville-MRC de Rouyn-Noranda.

3.1.8 SOLDE MIGRATOIRE

Au cours de la période 2018-2019, la région de l'Abitibi-Témiscamingue a connu un solde migratoire négatif, soit une diminution de 518 personnes (voir le tableau 3-20). La ville-MRC de Rouyn-Noranda a également enregistré un plus grand nombre de personnes sortant que de personnes entrant sur son territoire, se soldant par une diminution de 94 personnes. Ces soldes migratoires se sont accentués dans les deux cas en comparaison aux données de 2008-2009.

Tableau 3-20 : Entrants, sortants, solde migratoire interne et taux correspondants à Rouyn-Noranda et en Abitibi-Témiscamingue, 2008-2009 et 2018-2019

	Région administrative et MRC	Entrants (nombre)	Sortants (nombre)	Solde (nombre)	Taux d'entrée (%)	Taux de sortie (%)	Taux net (%)
2008-2009	Région de l'Abitibi-Témiscamingue	2 365	2 759	-393	1,64	1,92	-0,27
	Ville-MRC de Rouyn-Noranda	1 303	1 321	-18	3,26	3,3	-0,04
2018-2019	Région de l'Abitibi-Témiscamingue	1 831	2 350	-518	1,25	1,61	-0,36
	Ville-MRC de Rouyn-Noranda	1 086	1 180	-94	2,6	2,82	-0,22

Notes : Pour les régions administratives, il s'agit des entrants et des sortants en provenance ou à destination de toutes les autres régions. Pour les MRC, il s'agit des entrants et des sortants en provenance ou à destination de toutes les autres MRC, y compris celles faisant partie de la même région. La somme des MRC d'une région est toujours supérieure au résultat régional; la différence entre les deux correspond aux déplacements entre les MRC de cette région.
L'arrondissement des données peut amener un léger écart entre une valeur inscrite et une valeur calculée avec les données du tableau (somme, différence, pourcentage).

Source : Données compilées par l'OAT – Institut de la statistique du Québec (ISQ), exploitation du Fichier d'inscription des personnes assurées (FIPA) de la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ).

3.2 PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE DE ROUYN-NORANDA ET DES QUARTIERS PRÈS DU PROJET HORNE 5

Cette section présente les données de Statistique Canada fournies par l'OAT pour les quartiers situés à proximité du projet Horne 5 (quartiers ciblés décrits à la section 2.3.1 et illustrés sur la carte 2-1). Rappelons que l'ensemble des rubriques présentées au chapitre 2 ne peuvent être toutes documentées pour ces quartiers, faute de données disponibles.

3.2.1 MARCHÉ DU TRAVAIL

En 2016, les populations actives des quartiers de Noranda-Nord–Lac Dufault (70,7 %) et du Vieux-Noranda (68,9 %) étaient proportionnellement plus importantes que celle des quartiers de D'Alembert (64,3 %) et de Rouyn-Noranda–Périphérie (60,7 %) de même que celle de l'ensemble de la ville-MRC de Rouyn-Noranda (64,6 %) (voir le tableau 3-21).

Le taux de chômage était, quant à lui, nettement supérieur dans les quartiers de Rouyn-Noranda–Périphérie (8,9 %) et du Vieux-Noranda (8,0 %), dépassant également le taux de l'ensemble de la ville-MRC de Rouyn-Noranda (7,6 %).

Tableau 3-21 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité, 2016

		Rouyn-Noranda–Périphérie	Vieux-Noranda	Noranda-Nord–Lac Dufault	D'Alembert	Ensemble des quatre quartiers	Ville-MRC de Rouyn-Noranda
Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité	n	**14 610**	**2 360**	**3 480**	**770**	**21 220**	**34 150**
Population active		8 865	1 625	2 460	495	13 445	22 055
Personnes occupées		8 070	1 500	2 325	470	12 365	20 370
Chômeurs		785	130	135	25	1 075	1 685
Population inactive		5 755	730	1 020	280	7 785	12 095
Taux d'activité	%	60,7	68,9	70,7	64,3	63,4	64,6
Taux d'emploi		55,2	63,6	66,8	61,0	58,3	59,6
Taux de chômage		8,9	8,0	5,5	5,1	8,0	7,6

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensement de la population de 2016, Fichier semi-personnalisé.

À la lumière des résultats présentés au tableau 3-22, qui présente la répartition de la population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie, on constate l'importance des emplois dans l'industrie de l'extraction minière, l'exploitation en carrière et l'extraction de pétrole et de gaz qui regroupe 9,2 % des emplois dans les quatre quartiers concernés, arrivant au troisième rang derrière le commerce de détail (14,4 %) et les soins de santé et l'assistance sociale (14,2 %).

Tableau 3-22 : Population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie, 2016

Secteur d'activité (numéro)		Rouyn-Noranda–Périphérie	Vieux-Noranda	Noranda-Nord–Lac Dufault	D'Alembert	Ensemble des quatre quartiers	Ville-MRC de Rouyn-Noranda
	Population active totale âgée de 15 ans et plus selon l'industrie (nombre)	**8 855**	**1 630**	**2 460**	**495**	**13 440**	**22 050**
11	Agriculture, foresterie, pêche et chasse	65	10	15	15	105	255
21	Extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz	625	190	310	85	1 210	2 420
22	Services publics	195	15	90	15	315	595
23	Construction	580	100	205	30	915	1 740
31-33	Fabrication	380	65	150	30	625	1 165
41	Commerce de gros	190	40	65	15	310	520
44-45	Commerce de détail	1 265	235	325	65	1 890	2 880
48-49	Transport et entreposage	280	40	80	10	410	675
51	Industrie de l'information et industrie culturelle	130	20	15	0	165	215
52	Finance et assurances	185	20	55	15	275	450
53	Services immobiliers et services de location et de location à bail	110	10	20	10	150	275
54	Services professionnels, scientifiques et techniques	455	80	115	20	670	965
55	Gestion de sociétés et d'entreprises	0	0	0	0	0	10
56	Services administratifs, services de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement	405	90	110	20	625	880
61	Services d'enseignement	720	125	185	20	1 050	1 720
62	Soins de santé et assistance sociale	1 235	265	325	40	1 865	2 855
71	Arts, spectacles et loisirs	125	20	15	10	170	255
72	Services d'hébergement et de restauration	700	125	130	30	985	1 415
81	Autres services (sauf les administrations publiques)	470	75	85	40	670	1 065
91	Administrations publiques	555	65	155	20	795	1 310

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensement de la population de 2016, Fichier semi-personnalisé.

3.2.2 SCOLARITÉ

En 2016, la population de 25 à 64 ans n'ayant pas de diplôme d'études secondaires dans les quartiers sous analyse (14,7 %) était inférieure à celle observée dans l'ensemble de Rouyn-Noranda (16,1 %) (voir le tableau 3-23).

De plus, la population des quatre quartiers étudiés présentait un taux d'obtention de certificats ou de diplômes universitaires légèrement supérieur à celui de l'ensemble de la ville-MRC de Rouyn-Noranda (26,1 % contre 23,1 %). Dans tous les quartiers, y compris dans la ville-MRC de Rouyn-Noranda, les femmes sont plus nombreuses que les hommes à obtenir des diplômes universitaires, et ce, pour toutes les catégories de grades et niveaux à l'exception du doctorat. Les hommes sont, quant à eux, plus nombreux que les femmes à n'avoir aucun certificat, diplôme ou grade ou à détenir un certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers.

3.2.3 REVENU

Les quartiers sous analyse comptaient 20 790 bénéficiaires d'un revenu d'emploi en 2015, soit 62,5 % des travailleurs de l'ensemble de la ville-MRC de Rouyn-Noranda (voir le tableau 3-24). De ce nombre, plus de la moitié (70,3 %) demeurait dans Rouyn-Noranda–Périphérie. Les revenus d'emploi moyen des travailleurs des quartiers Noranda-Nord–Lac Dufault (52 688 $) et de D'Alembert (47 876 $) étaient supérieurs à celui enregistré pour l'ensemble des travailleurs de la ville (45 512 $). On note, une fois de plus, un fort écart entre les genres pour ce qui est du revenu moyen, et ce, à l'avantage des hommes dans tous les quartiers analysés (écart moyen de 18 961 $) ainsi que la ville-MRC de Rouyn-Noranda (écart de 21 719 $).

Tableau 3-23 : Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population de 25 à 64 ans selon le sexe par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016

		Aucun certificat, diplôme ou grade	Diplôme d'études secondaires ou attestation d'équivalence	Certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers	Certificat ou diplôme d'un collège, d'un cégep ou d'un autre établissement non universitaire	Certificat ou diplôme universitaire inférieur au baccalauréat	Total certificat, diplôme ou grade universitaire au niveau du baccalauréat ou supérieur	Baccalauréat	Certificat ou diplôme universitaire supérieur au baccalauréat	Diplôme en médecine, en médecine dentaire, en médecine vétérinaire ou en optométrie	Maîtrise	Doctorat acquis
Rouyn-Noranda–Périphérie	**TOTAL**	**14,3**	**17,9**	**23,3**	**17,2**	**4,2**	**23,0**	**16,1**	**1,4**	**0,9**	**4,0**	**1,0**
	Homme	17,0	16,0	28,2	15,9	3,4	19,8	13,6	0,9	0,9	3,3	1,5
	Femme	11,2	19,4	18,4	18,6	5,4	26,6	18,7	1,8	0,7	4,7	0,2
Vieux-Noranda	**TOTAL**	**18,6**	**17,3**	**21,7**	**18,3**	**1,9**	**22,3**	**13,3**	**1,5**	**0,9**	**5,9**	**0,9**
	Homme	19,6	16,1	23,8	21,4	1,2	17,9	10,1	1,2	0,0	4,8	1,2
	Femme	17,3	18,6	18,6	15,4	1,9	27,6	16,0	1,9	1,9	7,1	0,0
Noranda-Nord–Lac Dufault	**TOTAL**	**12,7**	**17,9**	**26,5**	**18,3**	**4,6**	**20,1**	**15,3**	**1,8**	**0,4**	**2,8**	**0,0**
	Homme	12,9	17,3	32,5	18,0	2,7	16,5	12,2	1,6	0,0	2,7	0,0
	Femme	12,3	18,1	20,2	18,9	7,0	24,3	18,5	2,1	0,8	2,5	0,8
D'Alembert	**TOTAL**	**18,9**	**11,7**	**28,8**	**20,7**	**1,8**	**17,1**	**11,7**	**3,6**	**1,8**	**1,8**	**0,0**
	Homme	25,4	6,8	30,5	18,6	3,4	15,3	10,2	3,4	0,0	5,1	0,0
	Femme	11,5	17,3	25,0	23,1	3,8	21,2	13,5	3,8	0,0	0,0	0,0
Ensemble des quatre quartiers	**TOTAL**	**14,7**	**17,6**	**23,9**	**17,7**	**3,9**	**22,2**	**15,4**	**1,6**	**0,8**	**3,9**	**0,7**
	Homme	16,9	15,8	28,5	17,1	3,0	18,8	12,8	1,2	0,6	3,4	1,1
	Femme	12,1	19,0	19,0	18,5	5,2	26,1	18,2	1,9	0,8	4,4	0,3
Ville-MRC de Rouyn-Noranda	**TOTAL**	**16,1**	**17,0**	**26,2**	**17,6**	**3,9**	**19,2**	**13,6**	**1,3**	**0,5**	**3,1**	**0,6**
	Homme	18,4	15,6	31,8	16,4	2,8	15,0	10,4	0,8	0,5	2,6	0,8
	Femme	13,6	18,5	20,4	18,9	5,1	23,5	16,9	2,0	0,5	3,7	0,4

Note : En raison des arrondis, le total ne donne pas toujours 100 %.

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensement de la population de 2016, Fichier semi-personnalisé.

Tableau 3-24 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016

	Rouyn-Noranda–Périphérie	Vieux-Noranda	Noranda-Nord–Lac Dufault	D'Alembert	Ensemble des quatre quartiers	Ville-MRC de Rouyn-Noranda
Total – Ménages privés selon la taille du ménage (nombre)	**8 840**	**1 535**	**1 745**	**385**	**12 505**	**18 850**
Revenu total moyen des ménages ($)	69 256	60 767	101 753	93 592	73 498	80 278
Total – Population âgée de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	**14 610**	**2 360**	**3 480**	**775**	**21 225**	**34 150**
Bénéficiaires d'un revenu total âgés de 15 ans et plus (nombre)	14 340	2 335	3 370	745	20 790	33 250
Revenu total moyen ($)	42 725	39 988	52 688	47 876	44 217	45 512
Total – Hommes âgés de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	7 115	1 140	1 795	420	10 470	17 160
Bénéficiaires d'un revenu total âgés de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	6 980	1 135	1 730	415	10 260	16 780
Revenu total moyen ($)	52 499	45 812	65 243	60 744	54 241	56 347
Total – Femmes âgées de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	7 500	1 215	1 680	355	10 750	16 985
Bénéficiaires d'un revenu total âgés de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	7 350	1 195	1 640	335	10 520	16 470
Revenu total moyen ($)	33 449	34 460	39 413	31 896	34 444	34 474
Bénéficiaires d'un revenu d'emploi âgés de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	**10 070**	**1 770**	**2 820**	**575**	**15 235**	**24 975**
Revenu d'emploi moyen ($)	40 743	38 036	48 176	46 375	42 017	43 801
Revenu d'emploi médian ($)	n. d.	29 655	40 199	34 013	n. d.	33 789
Bénéficiaires d'un revenu d'emploi pour les **hommes** âgés de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	5 315	910	1 505	350	8 080	13 435
Revenu d'emploi moyen ($)	49 312	43 852	59 632	56 113	50 914	53 839
Revenu d'emploi médian ($)	n. d.	33 965	54 374	51 726	n. d.	43 643
Bénéficiaires d'un revenu d'emploi pour les **femmes** âgées de 15 ans et plus dans les ménages privés (nombre)	4 755	860	1 315	220	**7 150**	11 545
Revenu d'emploi moyen ($)	31 144	31 905	35 074	30 965	31 953	32 120
Revenu d'emploi médian ($)	n. d.	26 252	27 727	23 350	n. d.	25 327
Total – Situation de faible revenu en 2015 (population dans les ménages privés dont les concepts de faibles revenus sont applicables)	**16 950**	**2 735**	**4 285**	**965**	**24 935**	**41 165**

Tableau 3-24 : Population totale âgée de 15 ans et plus selon la situation d'activité par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016 (suite)

	Rouyn-Noranda–Périphérie	Vieux-Noranda	Noranda-Nord–Lac Dufault	D'Alembert	Ensemble des quatre quartiers	Ville-MRC de Rouyn-Noranda
À faible revenu fondé sur la Mesure de faible revenu après impôt (MFR-ApI) (nombre)	3 090	610	285	90	4 075	5 285
Fréquence du faible revenu fondée sur la Mesure de faible revenu après impôt (MFR-ApI) (%)	18,2	22,5	6,7	9,3	16,3	12,9
0 à 17 ans (%)	14,4	18,5	7	6,8	12,6	9,3
0 à 5 ans (%)	17,1	31,2	9,1	0	15,3	11,3
18 à 64 ans (%)	16,9	19,7	6	4,8	14,8	11,4
65 ans et plus (%)	26,0	40,8	12	34,6	26,1	23,8

N. d. : Données non disponibles.

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensement de la population de 2016, Fichier semi-personnalisé.

3.2.4 LOGEMENT

En 2016, le nombre moyen de personnes dans les ménages dans les quatre quartiers sous analyse était de 2,0 personnes, soit légèrement plus faible que la taille des ménages de l'ensemble de la ville-MRC de Rouyn-Noranda (2,2 personnes) (voir le tableau 3-25).

La proportion des logements occupés par des propriétaires dans ces mêmes quartiers était de 50,2 % contre 63,5 % pour l'ensemble de la ville. On comptait toutefois un nombre plus élevé de locataires dans le quartier du Vieux-Noranda (69,1 %) et de Rouyn-Noranda–Périphérie (54,8 %).

La proportion des ménages locataires qui consacraient 30 % ou plus du revenu du ménage au loyer brut dans les quartiers analysés était de 32,2 % en 2016, une proportion similaire à celle de l'ensemble de la ville (30,5 %).

Tableau 3-25 : Répartition des ménages privés selon la taille, le mode d'occupation et les ménages locataires dans les logements privés par quartier ciblé et à Rouyn-Noranda, 2016

	Rouyn-Noranda–Périphérie	Vieux-Noranda	Noranda-Nord–Lac Dufault	D'Alembert	Ensemble des quatre quartiers	Ville-MRC de Rouyn-Noranda
Total – Ménages privés selon la taille du ménage (nombre)	**8 865**	**1 465**	**1 750**	**375**	**12 455**	**18 850**
Personnes dans les ménages privés (nombre)	17 235	2 615	4 270	985	25 105	41 165
Taille moyenne des ménages privés	1,9	1,8	2,4	2,6	2,0	2,2
Total – Ménages privés selon le mode d'occupation (nombre)	**8 840**	**1 535**	**1 745**	**380**	**12 500**	**18 855**
Propriétaire (nombre)	4 000	480	1 445	355	6 280	11 965
Locataire (nombre)	4 845	1 060	300	30	6 235	6 885
Locataire (%)	54,8	69,1	17,2	7,9	49,8	36,5
Logement dans les réserves autochtones	0	0	0	0	0	0
Total – Ménages locataires dans les logements privés non agricoles, hors réserve	**4 835**	**1 060**	**300**	**30**	**6 225**	**6 880**
Ménages locataires dans un logement subventionné (%)	7,6	5,7	0	0	6,9	7,3
Ménages locataires consacrant 30 % ou plus de leur revenu aux frais de logement (%)	33,6	28,9	25	0	32,2	30,5
Frais de logement mensuels moyens pour les logements occupés par un ménage locataire ($)	666	646	696	0	660	662

Source : Données compilées par l'OAT – Statistique Canada, Recensement de la population de 2016, Fichier semi-personnalisé.

En 2019, le taux d'inoccupation était de 1,0 % et le loyer moyen de 639 $ à Rouyn-Noranda en comparaison à un taux d'inoccupation de 1,8 % dans l'ensemble du Québec et d'un loyer moyen de 800 $ (voir le tableau 3-26).

Tableau 3-26 : Taux d'inoccupation et loyer moyen selon le nombre de chambres à Rouyn-Noranda et au Québec, 2009 et 2019

	Ville-MRC de Rouyn-Noranda					Le Québec				
	Studios	1 chambre	2 chambres	3 chambres et plus	Total	Studios	1 chambre	2 chambres	3 chambres et plus	Total
Octobre 2009										
Taux d'inoccupation (%)	2,2	1,2	0,4	0,3	0,8	3,9	3	2	1,8	2,4
Loyer moyen ($)	346	409	499	574	470	492	573	640	748	623
Octobre 2019										
Taux d'inoccupation (%)	*	1,7	0,4	1,3	1,0	3,5	1,9	1,6	1,2	1,8
Loyer moyen ($)	456	525	681	741	639	626	716	815	982	800
Variation estimative du loyer moyen (%)	31,8	28,4	36,5	29,1	36,0	27,2	25,0	27,3	31,3	28,4

* Donnée non fournie pour des raisons de confidentialité ou de fiabilité statistique.

Note : Les données concernant le taux d'inoccupation et le loyer moyen sont disponibles par centres urbains, et non par régions administratives.

Source : Données compilées par l'OAT – SCHL, Enquête sur les logements locatifs, octobre 2009 et 2019.

3.2.5 SERVICES À LA COMMUNAUTÉ

En 2019, les taux d'occupation des garderies non subventionnées (99 %) et des installations (97 %) à Rouyn-Noranda étaient nettement supérieurs à celui des CPE en milieu familial (86 %) (voir le tableau 3-27).

Tableau 3-27 : Taux d'occupation selon le type de permis à Rouyn-Noranda, 2019

Taux d'occupation selon le type de permis, Rouyn-Noranda (%)	
CPE – Installations	97
Garderie en milieu familial	86
Garderie non subventionnée	99

Source : Données compilées par l'OAT – Ministère de la Famille, Tableau détaillé Québec Tous par région au 2019-12-31.

4 RÉSULTATS DES ENTREVUES

Ce chapitre présente une synthèse des propos tenus par les représentants de 20 organismes du milieu et de 14 entreprises qui ont été consultés dans le cadre de la réalisation de cet état de référence des composantes sociales pour le projet Horne 5. Les entrevues ont été dirigées plus précisément autour des cinq thèmes regroupant les principales préoccupations soulevées par le Comité consultatif, soit la disponibilité de la main-d'œuvre et la formation, l'environnement, le logement, les services à la communauté (CPE, écoles, services de proximité, etc.), et l'intégration des nouveaux arrivants. Pour chacun de ces cinq grands thèmes, les intervenants ont décrit les enjeux actuels auxquels ils sont confrontés, les solutions qu'ils suggèrent ainsi que les actions prises, selon eux, afin d'atténuer ou résoudre ces problématiques. Ils se sont aussi prononcés sur les effets anticipés du projet Horne 5 pour chacun des thèmes et ont suggéré des solutions pour réduire ou éviter ces possibles répercussions sur leur organisme, leur entreprise ou à Rouyn-Noranda. Certains intervenants ont également soulevé d'autres enjeux que ceux liés aux thèmes abordés. Finalement, les effets potentiels du projet sur leur organisme ou entreprise, en lien avec les thèmes ou non, ainsi que leur perception de Falco ont également été des sujets discutés lors des entrevues.

Il est important de rappeler que les résultats présentés ci-après comportent des perceptions, des opinions ou des impressions. La vérification de la véracité des énoncés ou des affirmations n'a pas été faite lors des entrevues ni dans les textes qui suivent. Le but était de rapporter les propos le plus fidèlement possible, tout en les synthétisant et en préservant la confidentialité des intervenants.

4.1 DISPONIBILITÉ DE LA MAIN-D'OEUVRE ET FORMATION

4.1.1 ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME

4.1.1.1 *DESCRIPTIONS DES ENJEUX – MAIN-D'OEUVRE*

Organismes

L'enjeu de la disponibilité de la main-d'œuvre a été largement discuté avec les intervenants rencontrés. Cette problématique est présente au sein de la région depuis sa création, d'où les nombreuses vagues d'immigration afin de répondre à la demande du milieu. L'Abitibi-Témiscamingue est une région en développement, très jeune comparativement à d'autres, avec moins de 100 ans d'existence. Situé à environ 630 km de Montréal, Rouyn-Noranda ne possède pas la puissance d'attraction des grands centres. La ville de Rouyn-Noranda vit des problématiques relatives au recrutement, au maintien et à l'intégration de la main-d'œuvre.

Une pénurie de main-d'œuvre, qu'elle soit qualifiée ou non, est généralisée pour l'ensemble de la région. Elle met en péril la pérennité et le développement des entreprises, car ces dernières ont de la difficulté à trouver les professionnels essentiels à leur fonctionnement optimal. Un intervenant mentionne qu'il y a une inéquation entre les besoins des entreprises et la main-d'œuvre disponible. Plusieurs offres d'emploi ne sont pas comblées. Il n'est pas rare que ces offres soient affichées pendant plusieurs mois ou reviennent fréquemment, surtout pour les postes qui sollicitent des candidats très qualifiés ou dont la profession est très en demande par les employeurs. Il est de plus en plus répandu de voir des retraités revenir sur le marché du travail pour aider le milieu à répondre aux besoins de main-d'œuvre. D'ailleurs, à ce sujet, le vieillissement démographique est aussi en cause dans les problématiques liées à la disponibilité de la main-d'œuvre. Un intervenant mentionne qu'il y a davantage de départs à la retraite que d'entrées sur le marché du travail. Par ailleurs, les jeunes travaillent dès leur troisième année du secondaire, environ 20 heures par semaines, ce qui préoccupe des intervenants.

La relève est bien souvent attirée par l'industrie minière, désertant ainsi les autres secteurs économiques, et ce, même si sa formation générale n'est pas nécessairement liée au domaine minier selon des personnes consultées. Les salaires et les conditions de travail y sont pour beaucoup dans ce choix. En drainant la main-d'œuvre, les minières exercent une pression sur divers services offerts à la communauté, notamment la restauration, l'hébergement et les organismes communautaires. Il est aussi difficile d'avoir accès à des services particuliers ou à des professionnels qualifiés touchant le domaine de la construction (électricité, plomberie, etc.), à la fois pour les secteurs résidentiel, municipal et commercial, ceci en raison de la forte sollicitation du milieu minier. Du même coup, cela freine le développement résidentiel et le développement de nouvelles entreprises à cause de la pénurie de main-d'œuvre et les difficultés d'approvisionnement.

Un organisme travaillant à attirer des professionnels au sein de la région a vu son financement augmenter afin de créer davantage de projets pour motiver l'arrivée de nouveaux travailleurs, mais il indique que le pouvoir d'attraction de l'Abitibi-Témiscamingue est restreint en raison de son éloignement. Des campagnes de recrutement ont lieu à l'échelle provinciale et internationale, mais ces initiatives sont souvent affectées par la capacité d'hébergement limitée de la ville en raison de la pénurie de logements (voir la section 4.3). De plus, en ce qui concerne les efforts de recrutement, il semble d'autant plus compliqué d'attirer de la main-d'œuvre spécialisée si les candidats ont des conjoint(e)s qui sont eux aussi des travailleurs qualifiés, mais dans des domaines moins en demande dans la région.

Une compétition entre Rouyn-Noranda et Val-d'Or pour la main-d'œuvre est présente dans la région. Il s'agit des deux pôles économiques et miniers régionaux. Le manque de travailleurs spécialisés semble être le principal enjeu selon des intervenants, ce qui inclut les métiers relatifs aux domaines de la construction, de l'industrie minière et de la santé.

Il y a une perception négative du *fly-in/fly-out* (FIFO) au sein de la communauté. Il s'agit d'une manière de répondre à la demande de main-d'œuvre des entreprises, mais avec des retombées très limitées pour la ville et ses citoyens. Ce type de solution ne contribue pas au développement de la région, de la ville et de la communauté.

Des organismes communautaires vivent des problématiques relatives à leur financement qui font en sorte qu'il est difficile pour eux d'offrir une rémunération convenable à leurs employés, ce qui complique la rétention de la main-d'œuvre. Pour les organisations qui font de l'intervention auprès de personnes vulnérables en contexte de crise, maintenir une stabilité des effectifs est très important, mais elle est ardue à réaliser en raison des bas salaires offerts. Ce sous-financement crée également des difficultés pour le recrutement étant donné les conditions salariales qui ne sont pas intéressantes surtout pour l'expertise demandée. Les organismes doivent faire preuve de créativité pour essayer de compenser cet état de fait par d'autres avantages, mais ce n'est pas toujours suffisant, surtout vis-à-vis les salaires concurrentiels offerts par le réseau public de la santé et l'industrie minière.

En ce qui a trait au domaine de l'éducation, les organismes œuvrant dans ce secteur sont confrontés à une pénurie de main-d'œuvre qualifiée qui s'est gravement accentuée avec la pandémie de la COVID-19. En ce qui concerne les établissements d'enseignement primaire et secondaire, il y a une pénurie d'enseignants, de suppléants et de techniciens en service de garde. Des professeurs non légalement qualifiés travaillent à temps plein et de nombreux postes ne sont pas pourvus. Du personnel administratif doit assurer des périodes de suppléance pour combler les besoins. L'arrivée des maternelles 4 ans complexifie également la situation en augmentant le nombre de titulaires nécessaires pour remplir ce mandat d'enseignement. Concernant le roulement de la main-d'œuvre, il semblerait que la nouvelle génération d'employés est moins attirée par les fonds de pension et elle a davantage tendance à changer souvent de lieu de travail. Il est plus difficile de les garder longtemps à un même poste que les employés qui ont 20 à 30 ans de service. Ce dernier constat est aussi observé dans le milieu de la formation professionnelle.

Pour ce qui est de l'enseignement au collégial, il y a une pénurie d'enseignants qualifiés au sein de plusieurs disciplines, notamment en informatique et en technologie minérale où des ingénieurs en génie informatique et minier sont formés. Un intervenant énonce que le recrutement est tout autant difficile que pour les entreprises, car les conditions salariales que le milieu collégial peut offrir sont en deçà de ce que l'industrie minière offre. Les candidats qui sont recrutés pour ces postes d'enseignement sont généralement en fin de carrière. Ils ont beaucoup d'expérience et de compétences, ce qui est un atout, mais ils ne demeurent pas longtemps en fonction. Le processus de recrutement est toujours à refaire et il ne se conclut jamais rapidement. Les difficultés vécues à propos du recrutement sont plus présentes depuis les quatre dernières années. Le secteur de la formation professionnelle vit des enjeux semblables en ce qui a trait au recrutement et au manque de main-d'œuvre.

Quant aux CPE, ils œuvrent aussi dans un contexte de pénurie de personnel, surtout pour des postes à temps partiel ou de remplacement lors des congés de maternité et des retraits préventifs. En raison du peu de reconnaissance de la profession et des salaires plutôt bas comparativement à ce que l'on trouve dans le secteur minier, il y a peu de candidats pour la formation en éducation à l'enfance. Il y a peu de personnes qualifiées qui arrivent sur le marché pour répondre aux besoins de main-d'œuvre dans les CPE. Les conséquences de cette pénurie sont multiples, dont des coupures dans les programmes ou activités éducatives et la difficulté à offrir des conditions de travail optimales aux éducateurs, souvent des femmes. De plus, le Centre de services scolaire de Rouyn-Noranda (CSSRN), par ses offres d'emplois qui présentent de meilleures conditions de travail, attire et recrute des éducateurs travaillant au sein de CPE, ce qui accentue les problématiques de main-d'œuvre pour les garderies subventionnées. Dernièrement, la mise en place de la Prestation canadienne d'urgence (PCU) en lien avec la pandémie de la COVID-19 a amplifié la vague de départ chez les éducateurs en CPE. En octobre, le ministre de la Famille a annoncé la création de 168 places en CPE à Rouyn-Noranda. Un intervenant énonce que c'est une bonne nouvelle pour la ville en raison de la pénurie de places en garderie, mais il se dit préoccupé parce que les CPE existants ont déjà de la difficulté à combler leurs besoins en personnel.

L’enjeu de la rétention des talents est abordé par un intervenant. Celui-ci traite principalement du milieu des technologies numériques qui peuvent également s’appliquer au domaine minier. Il indique que peu d’initiatives sont déployées pour garder et conserver les talents qui sortent de l’université dans la région.

Entreprises

Pour les entreprises rencontrées, l’enjeu de la disponibilité de la main-d’œuvre est présent dans l’ensemble de la province et plus particulièrement depuis les trois ou quatre dernières années.

En ce qui concerne les entreprises du secteur de l’hébergement et de la restauration, elles ont de la difficulté à recruter de la main-d’œuvre non spécialisée. Pour les intervenants de ce secteur, les minières drainent une partie des candidats qui pourraient être intéressés à travailler dans leurs établissements. Les corps de métiers qui sont les plus susceptibles d’être attirés par l’industrie minière sont les réceptionnistes, le personnel d’entretien ménager et les cuisiniers. Il semble que plusieurs personnes œuvrant dans ces domaines sont tentées par le FIFO afin de travailler dans les mines situées dans la région administrative du Nord-du-Québec, en raison des salaires plus élevés que ce que peuvent offrir les entreprises de restauration et d’hébergement à Rouyn-Noranda. Toutefois, comme le précise un intervenant, l’industrie minière génère également une clientèle importante pour les hôtels et les restaurants. Les étudiants demeurent un bassin de main-d’œuvre intéressant pour ces entreprises. Les intervenants indiquent que, depuis les dernières années, ils ont l’impression que ces derniers ont revu leurs priorités et que l’argent est moins important pour eux. Ils mettent plutôt l’accent sur leur qualité de vie et leurs relations sociales ce qui rend plus complexe l’embauche d’étudiants et de les maintenir en emploi. Il faut leur offrir une grande flexibilité. D’ailleurs, un des établissements indique n’avoir reçu aucune candidature d’étudiants en 2019 pour les postes offerts à temps partiel, ce qui est plutôt rare.

Le drainage de la main-d’œuvre par l’industrie minière ne semble pas être un effet se limitant aux entreprises œuvrant dans les secteurs de l’hébergement et de la restauration. D’autres compagnies rencontrées qui desservent une clientèle principalement industrielle, dont les minières, vivent un enjeu semblable. Cette situation se produit d’autant plus que le bassin de main-d’œuvre est très réduit. Afin de pallier cet impact, des entreprises ont décidé de miser davantage sur les valeurs et la personnalité des candidats que sur leurs compétences. Ils se chargent par la suite de leur formation. Néanmoins, cette stratégie n’empêche pas les travailleurs de quitter les entreprises qui les ont formés pour aller vers les minières après avoir acquis de nouvelles compétences, car celles-ci offrent de meilleurs salaires et de bonnes conditions (bonis, fonds de pension, horaire, etc.).

Un intervenant énonce que la problématique pour le secteur de la construction est davantage dans la difficulté d’obtenir une pérennité des emplois. Cela affecte autant l’employeur que le travailleur. Il précise que tant et aussi longtemps qu’il y a des projets, la pérennité des emplois est assurée. Toutefois, lorsqu’il y a des périodes creuses, il est difficile de recruter des gens de métiers pour des projets de courtes durées parce qu’ils préfèrent avoir ou garder un emploi plus stable même s’il est moins rémunérateur (ex. : des menuisiers sont actuellement chauffeurs de taxi). Il faut des projets à long terme pour ramener la main-d’œuvre à travailler. Il ajoute que la pérennité d’emploi a déjà été présente au sein de l’industrie minière pour ce qui est du secteur de la construction. Cependant, en ce moment, il n’y a pas d’importants développements en cours. La plupart des projets prennent fin. Des entreprises ont indiqué que l’industrie de la construction dépendait grandement du cycle minier (un projet minier de 12 à 18 mois est généralement suivi par une période d’un an et demi sans projet de ce type). Quand il n’y a pas de projet minier, il est complexe de maintenir la main-d’œuvre. L’instabilité du marché financier affecte également la pérennité des emplois. Un autre intervenant indique que la pression sur la main-d’œuvre ainsi que l’instabilité engendrée par le cycle minier et le marché financier font en sorte qu’il y a un enjeu pour les entreprises de réussir à avoir une croissance pérenne.

Des entreprises craignent le départ à la retraite de leurs travailleurs clés, ce qui reviendrait à perdre une partie de leur expertise. Combiné avec la difficulté de maintenir la main-d’œuvre en raison de l’instabilité provoquée par le cycle minier, ces compagnies peinent à former une relève qui permettrait de préparer une transition lors des départs à la retraite.

4.1.1.2 *DESCRIPTIONS DES ENJEUX – FORMATION*

Organismes

L'Abitibi-Témiscamingue est une région prospère en raison de la présence de l'industrie minière dans la région. Les gens peuvent accéder à de très bons salaires sans nécessairement être très scolarisés. De plus, les minières et des entreprises de la région sont très axées sur la formation de la main-d'œuvre à l'interne. Cette initiative fait partie de leur stratégie de recrutement pour répondre à la pénurie de travailleurs. Toutefois, cela a une répercussion sur la valorisation de l'éducation, qui n'est pas très présente au sein de la communauté, selon des intervenants, ainsi que sur la persévérance scolaire. Les élèves qui vivent des difficultés au secondaire quittent le réseau scolaire sans terminer leurs études et se dirigent directement sur le marché de l'emploi sans acquérir une formation professionnelle. Un intervenant indique que ce n'est pas dans l'intérêt du travailleur en raison de l'instabilité de l'industrie minière. S'il perd son emploi et qu'il a été formé seulement pour une tâche précise sans avoir les compétences d'un métier et la reconnaissance d'une profession, il est fort probable qu'il sera ardu pour ce travailleur de trouver un nouvel emploi.

Comme mentionné précédemment, le milieu de l'éducation et plus précisément, celui de la formation professionnelle ainsi que des programmes d'études techniques au collégial, peinent à recruter des enseignants dans plusieurs domaines en raison de la pénurie de main-d'œuvre qui sévit en Abitibi-Témiscamingue, notamment en électronique industrielle, en informatique, en technologie minérale et en soins infirmiers. Cette situation compromet l'offre pour la création de programmes de formation professionnelle (DEP) et d'études techniques au collégial. D'ailleurs, un intervenant mentionne qu'il serait important de penser à ouvrir un programme de formation en électromécanique de systèmes automatisés avant l'arrivée du projet Horne 5 afin de répondre aux besoins de la minière.

Les étudiants se font de moins en moins présents au collégial et à la formation professionnelle. Au niveau des études collégiales, une baisse de 20 % de la clientèle étudiante sur une période de sept ans a été observée. La formation professionnelle qui regroupait environ 500 élèves pendant des années n'atteignait plus que 250 étudiants en avril 2020. Cette baisse de fréquentation des établissements collégiaux et de formation professionnelle va de pair avec le taux de passage du secondaire à l'enseignement supérieur en Abitibi-Témiscamingue qui est le deuxième plus bas dans la province après la région du Nord-du-Québec. Des intervenants mentionnent qu'il y a deux raisons qui expliquent ce taux bas. Premièrement, le secteur minier et le secteur forestier ont toujours été des moteurs économiques pour la région. En raison de la pénurie de main-d'œuvre, il est mentionné que les jeunes hommes peuvent trouver un emploi rémunérateur sans détenir une trop grande formation. Cette situation déstabilise le parcours académique normal des étudiants en les amenant directement en entreprise au lieu de passer par les établissements scolaires et d'obtenir un diplôme d'études professionnelles. Deuxièmement, l'offre de programmes techniques est faible en Abitibi-Témiscamingue, ce qui amène les jeunes à quitter la région vers les grands centres à plus de 630 km de chez eux. Un intervenant tient à préciser que cette réalité n'est pas celle de tous les étudiants du Québec qui ont, pour la plupart, accès à une plus grande diversité de programmes techniques sans devoir parcourir une si grande distance. Il souligne également que la baisse de fréquentation au Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue est influencée en partie par le vieillissement de la population de la région.

Les CPE militent actuellement auprès du ministère de l'Éducation pour que le programme d'attestation d'études collégiales (AEC) en techniques d'éducation à l'enfance soit donné en présentiel le soir et non en ligne. Un intervenant mentionne que la pénurie d'éducateurs entraîne l'embauche de personnes qui n'ont pas la formation, mais qui ont les compétences. Il est toutefois difficile pour celles-ci d'obtenir l'AEC qui leur donnerait accès à un poste permanent. Il précise que l'enseignement en ligne ne convient pas à tout le monde. Les CPE désirent faciliter l'accès à l'AEC pour permettre la formation d'un plus grand nombre d'éducatrices.

Selon un intervenant, l'offre de formation à Rouyn-Noranda n'est pas suffisante pour les besoins de l'industrie minière. La pénurie de main-d'œuvre qualifiée est un enjeu de longue date lié en partie à l'absence de programmes de formation concernant des domaines qui sont demandés. Le principal enjeu concernant l'offre de formation est le manque d'élèves, et ce, malgré la pénurie de main-d'œuvre selon un intervenant. Avec la COVID-19, une légère hausse des inscriptions a été observée, mais pas suffisante pour répondre à la demande du milieu.

Entreprises

Du côté des entreprises, la formation à l'interne est une stratégie d'embauche et une pratique que plusieurs entrepreneurs mettent en œuvre. Il s'agit d'une manière de créer un attachement durable avec l'employé. D'ailleurs, un entrepreneur mentionne qu'il préfère former ses travailleurs plutôt que d'embaucher des personnes sortant du DEP pour cette raison. Outre la formation à temps plein des nouvelles recrues, un intervenant consulté énonce qu'il offre de la formation à ses employés, et ce, à toutes les semaines afin de la rendre la plus accessible possible. Il indique qu'il est toutefois difficile d'attirer les employés plus âgés aux formations. Ils ne désirent pas y participer.

Certaines formations professionnelles ne sont pas données en Abitibi-Témiscamingue, telles qu'en ferblanterie et en réfrigération. Il est donc difficile pour les entreprises de recruter des travailleurs dans ces domaines. Un entrepreneur indique qu'il favorise la formation à l'interne, lorsque possible, en jumelant un apprenti à un travailleur d'expérience dans le domaine pour qu'il puisse par la suite occuper un poste de ce type au sein de l'atelier de fabrication. Toutefois, si cette initiative aide à pallier la difficulté de recruter cette main-d'œuvre spécialisée très recherchée, il faut également employer des technologues certifiés et d'expérience pour des étapes cruciales liées à la production ou à l'installation.

Le CSSRN s'intéresse un peu plus aux besoins en main-d'œuvre des entreprises, surtout depuis la construction du nouveau centre de formation professionnelle. Un entrepreneur énonce qu'il y avait un décalage entre la formation et les besoins du milieu. Il explique que les jeunes qui détenaient un DEP en menuiserie avaient des connaissances pour bâtir des maisons, mais pas pour exceller dans le secteur industriel. De plus, les opportunités d'emplois au sein de ce secteur n'étaient pas explicitées durant leur formation. Avec la reconstruction du Centre Polymétier et la mise à jour des installations par Falco, la formation en menuiserie est beaucoup plus solide et comprend maintenant des éléments pour former les futures cohortes pour le secteur industriel.

4.1.1.3 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS – DISPONIBILITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE ET FORMATION*

Organismes

La main-d'œuvre autochtone a été abordée à maintes reprises. Celle-ci est présente sur le territoire de l'Abitibi-Témiscamingue. Selon des intervenants, les taux de chômage de ces communautés en Abitibi-Témiscamingue sont très élevés. Il s'agit, selon eux, d'un bassin de main-d'œuvre disponible et très peu sollicité par les entreprises, dont les minières. L'embauche de travailleurs autochtones pourrait être une solution pour pallier la pénurie de main-d'œuvre. Cependant, un intervenant énonce que ces employés auront possiblement besoin davantage d'encadrement pour qu'ils puissent s'intégrer et rester en emploi. Il faudra donc que l'employeur investisse dans le développement des compétences de ces candidats, mais en s'engageant ainsi il règlera des problématiques liées au recrutement et au maintien de la main-d'œuvre. Il ajoute qu'embaucher des travailleurs autochtones atténue également la pression sur le logement et sur les garderies étant donné que c'est une main-d'œuvre qui est déjà présente au sein de la région. Il est à noter qu'il y a des organismes relevant du gouvernement fédéral qui s'occupent de développer l'employabilité des personnes issues des Premières Nations. Selon un intervenant, il y aurait un projet en cours afin de former des autochtones provenant des communautés cries dans des emplois techniques pour Hydro-Québec au Centre Polymétier.

Des intervenants travaillant avec des clientèles stigmatisées (problèmes mentaux ou comportementaux, clientèle judiciarisée, personnes bénéficiant des prestations d'aide sociale, etc.) énoncent que celles-ci pourraient également contribuer à atténuer le manque de main-d'œuvre. Toutefois, un travail de sensibilisation est à mener en amont auprès des entrepreneurs qui ne sont pas nécessairement ouverts à embaucher ces personnes. Par le passé, il y a eu des initiatives pour amener des gens qui dépendaient de l'aide sociale sur le marché du travail. Environ 75 % étaient aptes à l'emploi. Le nombre de personnes recevant cette prestation d'aide sociale en Abitibi-Témiscamingue est passé de 7 000 à 3 500 en cinq ans à la suite de ces efforts.

Pour faire face à la pénurie de main-d'œuvre, des organismes adoptent des stratégies de recrutement adaptées. Ils baissent les critères d'embauche et ils offrent d'excellentes conditions de travail. Ils n'attendent pas la fin des processus d'embauche avant de faire le choix du candidat. Si une personne semble adéquate pour le poste proposé, une offre est faite à même l'entrevue.

Pour ce qui est des établissements scolaires, un regroupement s'est créé afin de trouver des solutions pour recruter de la main-d'œuvre, revaloriser l'éducation et attirer de nouveaux étudiants. Des ententes ont été prises avec l'UQAT pour former des enseignants avec des personnes qui ne sont pas légalement qualifiées. Un intervenant du milieu de l'éducation énonce que son établissement identifie des personnes au sein de leur organisation pour qu'elles deviennent les ambassadrices de celle-ci, afin d'attirer de nouveaux employés. Il indique que jamais auparavant il n'aurait pensé demander de l'aide de ses employés pour recruter de la main-d'œuvre.

Pour leur part, les CPE misent sur le programme d'attestation d'études collégiales (AEC) en techniques d'éducation à l'enfance afin de développer une nouvelle main-d'œuvre. Ce programme permet à des candidats qui ont travaillé avec des enfants, mais qui n'ont pas leur DEC en techniques d'éducation à l'enfance d'obtenir la formation nécessaire pour avoir accès à des emplois permanents au sein des garderies subventionnées. Il semble également que les directions des CPE veulent se mobiliser et supporter le syndicat afin de mettre en place de nouvelles conventions pour que le gouvernement reconnaisse la profession d'éducateur à sa juste valeur. Cette initiative pourrait faire en sorte que la pénurie de main-d'œuvre dans ce secteur s'atténue. De plus, un intervenant ajoute que si les salaires étaient un peu plus élevés, soit un salaire initial de 18-19 $/h), il est probable que cela encouragerait des éducateurs à rester en poste et motiverait des personnes à vouloir travailler dans ce domaine.

Un organisme qui favorise l'attraction, l'intégration et la rétention des jeunes travailleurs qualifiés mentionne qu'il se maille avec des entreprises privées afin de les aider avec l'accompagnement des candidats provenant de l'extérieur. Il contribue au succès des démarches de recrutement des entreprises. L'organisme aborde l'existence d'une nouvelle organisation avec qui il a un partenariat, soit l'Agence d'attractivité de l'Abitibi-Témiscamingue, dont la mission principale est de créer une image de la région et de faire la promotion de cette dernière à l'extérieur. Autrement, l'intervenant ajoute que de nouvelles ressources à temps plein dédiées au recrutement de la main-d'œuvre qualifiée au sein de son organisme pourraient lui permettre d'aider davantage d'entreprises. Pour l'instant, ils sont limités à leurs enveloppes budgétaires.

Une table de concertation dirigée par la ville-MRC sur les enjeux relatifs au recrutement a aussi été établie. Une multitude d'acteurs du milieu y participent. Ceux-ci proviennent de divers secteurs attenants, notamment du développement économique, du domaine communautaire, de l'éducation, du secteur municipal, de la santé et de l'employabilité. Cette table permet aux intervenants de se concerter sur divers sujets concernant le recrutement, notamment à propos des salons d'emploi, afin de décider auxquels collaborer à l'échelle provinciale et nationale ainsi qu'à l'internationale. Un intervenant mentionne que l'ensemble des acteurs contribuant à cette table de concertation a son rôle à jouer à un moment ou l'autre lors du processus d'immigration. Des personnes rencontrées énoncent que le CLD s'occupe de développer les missions de recrutement. L'organisme a même développé un projet de réalité virtuelle pour faire connaître le territoire de la ville-MRC à des gens à l'étranger. Un intervenant ajoute que ce sont des stratégies intéressantes pour attirer la main-d'œuvre. Le Carrefour-Jeunesse a aussi été nommé par des intervenants pour ces diverses stratégies afin d'attirer des candidats en région, dont les stages exploratoires. D'autres organismes, pour leur part, se chargent d'accompagner le nouvel arrivant pour l'aider à s'intégrer dans son emploi et son milieu de vie.

Un organisme qui s'implique auprès des petites entreprises et des organismes sans but lucratif (OSBL) indique qu'il offre à ces entreprises et organisations des formations sur les bonnes pratiques en ressources humaines pour aider le recrutement et le maintien de la main-d'œuvre en incorporant, entre autres, de bonnes pratiques de gouvernance.

En ce qui concerne l'éducation et la formation, les minières devraient jouer un rôle actif dans la formation de leurs futurs employés selon un intervenant. Par exemple, elles devraient offrir des stages en fonction du type de main-d'œuvre dont elles auront besoin dès le début de leur exploitation. D'ailleurs, la planification de la main-d'œuvre et son développement devraient être faits en amont du projet. Les minières pourraient également participer à des programmes de bourses pour encourager la persévérance scolaire, notamment dans le milieu de la formation professionnelle.

Un intervenant indique que les établissements de formation professionnelle ou collégiale devraient rivaliser d'ingéniosité pour offrir des programmes de formation davantage sur mesure, adaptés aux besoins des entreprises présentes dans le milieu. Cela implique qu'un dialogue soit ouvert entre les milieux scolaire et entrepreneurial. Il ajoute que la reconnaissance des acquis devrait être également facilitée. Pour ce qui est du recrutement d'étudiants, des établissements scolaires ont ouvert leurs portes à une clientèle internationale et, du même coup, ils espèrent que celle-ci sera tentée de rester en Abitibi-Témiscamingue.

Entreprises

De leur côté, les entreprises adoptent diverses stratégies de recrutement. Certaines comblent leurs besoins en main-d'œuvre qualifiée en recrutant des effectifs à l'extérieur de la région, que ce soit ailleurs au Québec, au Canada ou à l'international. Qu'il s'agisse de FIFO ou d'immigration, elles travaillent à faciliter l'arrivée de ces immigrants ou nouveaux arrivants sur le territoire de Rouyn-Noranda. De plus, parmi ces organisations, il y a des entreprises qui ont besoin d'une main-d'œuvre non spécialisée. Ces besoins peuvent être comblés notamment par les conjoint(e)s de ces nouveaux travailleurs. Cela contribue à l'intégration des familles.

En ce qui concerne les travailleurs autochtones, un intervenant énonce qu'il a des partenariats dans le nord avec les Cris (Mistassini) et les Inuits. Il ajoute qu'il considère former des autochtones. La formation avait débuté pour deux cohortes, mais à cause de la COVID-19, le projet est à l'arrêt.

Des entreprises ont embauché des spécialistes en ressources humaines pour les aider avec le recrutement. Un entrepreneur souligne qu'il travaille, avec l'aide d'une firme externe, à établir une marque d'entreprise qui pourrait attirer des candidats.

Des entrepreneurs offrent des horaires plus flexibles pour les étudiants afin d'en recruter. Il s'agit d'un bassin de main-d'œuvre intéressant pour les entreprises qui cherchent des travailleurs non spécialisés.

D'autres entreprises misent davantage sur le bien-être de leurs travailleurs (assurances collectives, philosophie d'entreprise, horaires variables, conciliation travail-famille, avantages sociaux, etc.). Un de ces entrepreneurs consultés mentionne qu'il travaille beaucoup sur sa culture d'entreprise pour que les travailleurs se sentent non seulement bien, mais aussi engagés et qu'ils désirent partager cette culture-là à d'autres candidats qui seraient intéressés de travailler pour leur compagnie.

Des entreprises visent des candidats qui sont un peu moins qualifiés que ce qu'ils souhaiteraient. Elles sont axées davantage sur les valeurs de l'individu que sur ses compétences. Ces entreprises mentionnent qu'elles forment leurs employés à l'interne. Cela leur permet d'agrandir leur bassin de main-d'œuvre disponible, en incluant les travailleurs non spécialisés, et de créer un lien fort avec l'employé, améliorant ainsi la rétention de la main-d'œuvre. Des compagnies qui font ce type de formation indiquent qu'elles accompagnent le travailleur afin qu'il acquière les compétences requises. Des entrepreneurs énoncent qu'ils engagent beaucoup de jeunes qui ont des difficultés à l'école.

Un employeur indique qu'il s'attarde particulièrement au profil des candidats afin de recruter des travailleurs qui cherchent à avoir un horaire stable et préfèrent rester à proximité de leur résidence. Ces derniers sont moins tentés par l'industrie minière.

Un entrepreneur indique qu'il a développé une nouvelle activité dans le secteur de l'électricité, soit la location de la main-d'œuvre à l'intérieur de la région et au Nunavut. Ceci permet à l'entreprise de maintenir ses employés en emploi lors des périodes creuses et de les rapatrier pour répondre à la demande de grands projets. Ce même entrepreneur mentionne également qu'il essaie d'aller en sous-traitance ou de créer des partenariats avec des entreprises pour aller chercher certains types de main-d'œuvre spécialisée plutôt que de compétitionner avec d'autres entreprises pour en embaucher ou d'engager à l'extérieur de la région. D'autres entrepreneurs ont aussi énoncé miser sur des partenariats pour s'approvisionner en travailleurs spécialisés.

Embaucher des femmes est aussi une façon d'agrandir le bassin de travailleurs disponibles. Des entreprises indiquent qu'il s'agit d'une main-d'œuvre fiable, minutieuse et respectueuse. Elles les embauchent pour travailler dans les entrepôts ou dans des métiers spécialisés ou non (soudure, camionnage, etc.).

Pour un entrepreneur, la solution pour atteindre une pérennité des emplois est d'avoir davantage de grands projets qui se concrétisent sur le territoire de Rouyn-Noranda. De tels projets ont des retombées dans tous les secteurs, que ce soit la construction, l'hébergement, la restauration, etc. Ils permettent d'amener de nouvelles familles à habiter la région et d'augmenter la population, créant ainsi de la nouvelle main-d'œuvre.

Il est important que les minières planifient leurs projets ou leurs travaux en considérant la disponibilité de la main-d'œuvre afin d'éviter une trop grosse pression sur le milieu et sur l'approvisionnement des matériaux selon un intervenant.

Enfin, un entrepreneur énonce que la CCQ ouvre le bassin aux employeurs lorsqu'il n'y a plus ou peu de candidats (moins de 5 % de la main-d'œuvre disponible), et ce, selon les spécialités, permettant ainsi d'employer des personnes qui n'ont pas nécessairement leurs cartes de compétence. Cela permet à ces travailleurs de commencer leur processus d'apprenti, d'intégrer un milieu de travail et de rendre accessible une nouvelle main-d'œuvre.

4.1.2 EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME

4.1.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS – MAIN-D'ŒUVRE

Organismes

Des intervenants craignent que le projet Horne 5 draine les effectifs des autres minières aux alentours de Rouyn-Noranda, ce qui aurait comme effet de pousser le problème de la disponibilité de la main-d'œuvre dans la cour de ces compagnies sans contribuer à une solution pour faire face à la pénurie de travailleurs. Sur le territoire de Rouyn-Noranda, il y a environ 2 200 emplois dans l'industrie minière, dont 700 à la fonderie Horne. Les 1 500 autres travailleurs travaillent ailleurs en Abitibi-Témiscamingue, dans le nord-est de l'Ontario, dans la région du Nord-du-Québec et au Nunavik. Avec la création de 500 à 600 emplois directs, le projet Horne 5 pourrait avoir un impact sur l'ensemble des secteurs qui ont trait au domaine minier, incluant celui de la construction. D'autres préoccupations sont énoncées au sujet du déplacement de main-d'œuvre. En effet, des intervenants craignent que le projet Horne 5 draine également les petites PME de leurs employés et qu'il exerce une pression au niveau des salaires, ce qui pourrait mettre en péril ces entreprises et réduire la main-d'œuvre indirecte disponible. Les mêmes inquiétudes sont partagées aussi par d'autres milieux, tels que les services de proximité, les restaurants, les hôtels et les établissements scolaires, dont les effectifs seront tentés par les salaires et les conditions de travail de l'industrie minière. Ils auront de la difficulté à recruter du nouveau personnel. Un intervenant mentionne le risque que le milieu de Rouyn-Noranda ainsi que les milieux des municipalités avoisinantes soient déstructurés par les déplacements de main-d'œuvre. Il indique que l'impact du projet Horne 5 sur la disponibilité de main-d'œuvre pourrait s'étendre à l'échelle régionale. Ce même intervenant ajoute que le projet Horne 5 aura l'avantage de créer une effervescence à Rouyn-Noranda. La hausse des salaires stimulera l'économie locale. Des gens seront tentés de créer de nouvelles entreprises de services comme des restaurants, mais la pénurie de travailleurs pourrait freiner cet élan.

Des intervenants énoncent que le projet de Falco aura une incidence sur les mises en chantier d'autres projets, qu'ils soient domiciliaires, commerciaux ou industriels, en créant une pénurie pour les entrepreneurs qui pourrait s'étendre au niveau régional. Les projets de rénovation seront aussi affectés. Il est déjà difficile actuellement d'avoir accès à de la main-d'œuvre liée au domaine de la construction à Rouyn-Noranda. Un intervenant indique que cet effet se fera davantage ressentir lors de la phase de construction du projet.

Le projet pourrait également accentuer les problèmes de recrutement pour les entreprises et les organisations de la ville de Rouyn-Noranda. Les CPE craignent que leurs employés éducateurs souhaitent effectuer un changement de carrière étant donné le peu de reconnaissance de leur profession. Des organismes craignent aussi de perdre leur personnel administratif ou leur main-d'œuvre spécialisée. Quelques organisations mentionnent aussi la possibilité que la relève qu'ils ont formé les quitte. Elles indiquent qu'il est difficile de retenir cette main-d'œuvre clé lorsque l'industrie minière est active dans la région. Cette main-d'œuvre, dite « de relève », est cruciale pour le fonctionnement ou même pour la survie des organismes, surtout face à l'enjeu du vieillissement de la population. D'ailleurs, un intervenant énonce qu'il n'y a pas beaucoup de relève pour ce qui est des métiers spécialisés et qu'il est fort probable que le projet vide les entreprises de cette relève. Les organismes communautaires soulignent qu'ils ne pourront pas compétitionner avec la minière pour le recrutement et qu'ils perdront des effectifs au profit de Falco. De plus, étant donné que le projet Horne 5 sera situé au cœur de la ville, les travailleurs qui n'étaient pas tentés de travailler pour les mines en raison de la distance séparant ces installations de leur résidence pourraient être intéressés d'offrir leur candidature, surtout avec les salaires et les avantages que les minières offrent. Des intervenants du milieu disent être à court de stratégies pour faire face aux effets du projet Horne 5 sur la problématique de la pénurie de la main-d'œuvre.

En ce qui concerne les travailleurs œuvrant déjà dans le secteur minier, des intervenants indiquent que les mineurs seront tentés de joindre le projet Horne 5 afin de pouvoir vivre à proximité de leur famille et de leur milieu de vie. Il semblerait d'ailleurs que des travailleurs attendent l'ouverture de la mine pour soumettre leur candidature. Toutefois, un intervenant énonce qu'il se peut que certains mineurs préfèrent continuer de travailler pour des mines à l'extérieur de Rouyn-Noranda, car ils aiment cette dynamique et les salaires risquent d'être plus considérables que ceux de Falco en raison des primes d'éloignement. Actuellement, il y a d'autres projets miniers en développement. Ceux-ci créeront également de la pression sur la main-d'œuvre.

L'arrivée du projet Horne 5 est aussi perçue positivement. Un intervenant mentionne que ce sera une belle opportunité pour le placement des étudiants qui seront diplômés de l'université, du cégep ou d'un centre de formation professionnelle. Cela permettra de maintenir ce bassin de main-d'œuvre formé à Rouyn-Noranda.

Un autre intervenant précise qu'il a déjà été question par le passé que la fonderie Horne ferme ses portes. Cette situation pourrait entraîner un important impact sur la communauté, car beaucoup de personnes résidant à Rouyn-Noranda y travaillent. Il énonce que le projet Horne 5 pourrait devenir une belle transition si jamais la fonderie venait à fermer.

Entreprises

L'arrivée du projet Horne 5 est vue de manière positive pour les entreprises de Rouyn-Noranda. Toutefois, plusieurs d'entre elles mentionnent qu'il aura comme effet de drainer le bassin de main-d'œuvre disponible à Rouyn-Noranda, ce qui créera des enjeux de recrutement et de déplacement de la main-d'œuvre. Cela aura également un impact sur le secteur minier en général. Des entreprises mentionnent que Falco ne parviendra pas à assurer sa main-d'œuvre seulement avec des travailleurs locaux étant donné que la région entière se partage le même bassin de travailleurs. Une entreprise énonce qu'elle devra délaisser des clients pour répondre aux besoins de la minière si jamais le projet va de l'avant. Elle souligne également que le projet minier encouragera probablement plusieurs projets commerciaux pour répondre aux demandes de Falco.

Selon une entreprise, le projet Horne 5 amènera une pérennité d'emplois pour les compagnies du secteur de la construction œuvrant dans le domaine minier. Il ajoute qu'au départ il risque d'y avoir des problèmes de logements, mais que le développement de cette mine engendrera des investissements qui permettront, entre autres, de financer des projets domiciliaires. De plus, des travailleurs travaillant actuellement dans le Nord décideront de travailler pour la minière afin de se rapprocher de leur famille. Cela occasionnera un déplacement de la main-d'œuvre, mais, comme le souligne une entreprise, ce sera un heureux problème. Un entrepreneur espère que le projet Horne 5 donnera accès à un nouveau bassin de population en motivant de nouveaux travailleurs à s'établir à Rouyn-Noranda.

Un intervenant énonce que la pression sur la main-d'œuvre pourrait amener des entreprises à se disputer des talents entre elles, à moins qu'une décision concertée soit prise et que l'ensemble des compagnies décident de miser plutôt sur l'entraide. Il ajoute que les entreprises n'ont pas les mêmes capacités financières qu'une minière. Il précise aussi que les salaires sont élevés dans le secteur minier, mais que cela vient avec des coûts sur les conditions de vie qui sont difficiles à chiffrer (éloignement, risques, horaires atypiques, etc.). Une autre entreprise mentionne que de travailler dans le milieu minier n'est pas fait pour tous. Une partie de la main-d'œuvre devrait rester disponible, ce qui donnera la chance aux entrepreneurs de recruter.

Pour les entreprises de services comme les restaurants et les établissements hôteliers, la mise en œuvre du projet minier aura pour effet d'amplifier les problématiques liées au recrutement. Selon un intervenant de ce secteur, ces enjeux seront plus présents lors de la phase de construction, car durant la période d'exploitation il sera question de métiers plus spécialisés. La demande pour la main-d'œuvre non spécialisée sera alors moins forte. Cependant, les minières aux alentours risquent d'être affectées davantage durant la phase d'exploitation.

4.1.2.2 *DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS – FORMATION*

Organismes

Des intervenants indiquent que le comité consultatif a abordé l'impact que pourrait avoir le projet Horne 5 sur l'éducation et la formation. Un enjeu potentiel a émergé des discussions, soit celui du niveau de scolarité chez les jeunes. On craint que le projet Horne 5 nuise à la persévérance scolaire, surtout si la minière ne demande pas minimalement un diplôme de 5e secondaire aux travailleurs qu'elle embauchera pour l'exploitation de la mine. Ils ajoutent que cette situation se produit fréquemment en raison de la forte présence de l'industrie minière dans le milieu. Les jeunes quittent le monde scolaire pour travailler dans les mines sans avoir terminé leur niveau secondaire en raison de la hauteur des salaires. Toutefois, quand les mines ferment, les travailleurs qui n'ont pas minimalement de diplôme d'études secondaires ou une attestation de formation professionnelle (AFP) se retrouvent démunis.

Pour un intervenant du milieu de l'éducation, le projet Horne 5 aura comme effet de rendre plus difficile le recrutement d'étudiants québécois parce que plusieurs décideront de rejoindre les rangs de la minière rapidement. Toutefois, il indique que la présence d'un tel projet sera positive pour le placement des étudiants, à la fois pour les stages et à la suite de leur formation. Il mentionne que ce sera aussi bénéfique pour financer des projets ou des programmes de recherche.

Entreprises

Seulement une entreprise a abordé l'effet que le projet Horne 5 pourrait avoir sur la formation. Selon l'entrepreneur rencontré, la concrétisation du projet de la minière à Rouyn-Noranda permettrait de former de la nouvelle main-d'œuvre plus rapidement et efficacement. En effet, il serait possible pour les entreprises de faire davantage de formations condensées. De plus, il indique que Falco a contribué énormément dans leur domaine d'activité en finançant la reconstruction du Centre Polymétier, ce qui a mené à la mise à jour des installations utilisées pour la formation, notamment pour celle en menuiserie.

4.1.2.3 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES FACE AUX EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET – DISPONIBILITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE ET FORMATION*

Organismes

Des intervenants du milieu suggèrent à la minière de s'intéresser à un bassin de main-d'œuvre qui n'est pas souvent sollicité. Celui-ci comprend la clientèle judiciarisée, les personnes handicapées, les personnes avec peu ou pas de formation ou avec peu ou pas d'expérience, ou ayant des problèmes d'attitude. Falco pourrait offrir à ces ressources un accompagnement ainsi qu'une formation. D'ailleurs, des organismes de Rouyn-Noranda qui œuvrent au niveau de l'employabilité pourraient aider la minière dans ces démarches d'insertion socioprofessionnelles. Des programmes gouvernementaux pourraient aussi être mis à contribution.

Falco devrait également considérer les travailleurs autochtones selon des intervenants. Les communautés d'où est issue cette main-d'œuvre vivent une tout autre réalité démographique que les communautés allochtones de la région qui sont aux prises avec des enjeux liés au vieillissement de la population. La minière gagnerait à développer ce bassin de travailleurs. Sinon, un acteur du milieu a mentionné que le recrutement à l'international pouvait aussi être une solution. Pour un autre intervenant, il est hors de question que le FIFO soit une alternative considérée par la minière. Selon ce dernier, ce serait une initiative très mal perçue auprès de la communauté de Rouyn-Noranda.

Il est proposé à la minière de solliciter la table de concertation créée afin de traiter les enjeux de recrutement vécu à Rouyn-Noranda et qui est chapeautée par la ville-MRC. Comme il est mentionné précédemment, ce comité consultatif est composé d'acteurs du milieu qui proviennent de divers secteurs attenants, notamment au développement économique, au domaine communautaire, à l'éducation, au secteur municipal, à la santé et à l'employabilité.

Afin de pallier l'impact que la minière pourrait avoir sur les organismes communautaires, dont les risques que le projet Horne 5 draine une partie de leurs employés, un intervenant propose que Falco offre une aide monétaire pour que ces organisations puissent embaucher et maintenir leur personnel. Toutefois, il indique que cette suggestion est risquée étant donné qu'il s'agirait d'une source de financement qui n'est pas garantie nécessairement à long terme. Baser le salaire d'employés ou créer de nouveaux services et programmes par le biais des contributions de ce type peut créer davantage de problématiques pour les organismes et leurs clientèles. Pour cette raison, l'intervenant mentionne qu'il faut bien réfléchir à une façon de faire fonctionner une telle offre d'aide financière si elle se présente et, si c'est le cas, peut-être la prioriser comme fonds de roulement pour les organismes communautaires qui l'utiliseront pour la réalisation de projet à court terme.

Il est aussi suggéré à Falco de travailler avec les intervenants du milieu, de créer des partenariats avec ses acteurs. Plusieurs organismes ont des programmes qui pourraient aider la minière à s'implanter à Rouyn-Noranda et atténuer les effets qu'elle aura sur les enjeux actuels au sein de la communauté, dont celui de la main-d'œuvre. Ressources Falco est invité par un intervenant à soutenir des initiatives communautaires.

Un intervenant souligne qu'il est important que Falco mentionne le nombre d'emplois par spécialité afin que les établissements de formation puissent évaluer les besoins selon la structure professionnelle et qu'ils puissent programmer la formation en conséquence de celle-ci. Des intervenants souhaitent également que la minière exige minimalement un diplôme d'études professionnelles (DEP) ou d'études secondaires (DES) à l'embauche afin de favoriser la persévérance scolaire chez les jeunes.

L'autonomisation de la mine, une initiative avancée par Falco, serait un engagement intéressant afin de diminuer l'impact du projet minier sur la disponibilité de la main-d'œuvre à Rouyn-Noranda selon un intervenant.

Entreprises

Falco veut être une minière innovatrice en intégrant la technologie dans son processus de production, énonce un intervenant, ce qui pourrait résoudre en partie la problématique de la disponibilité de la main-d'œuvre lors de la phase d'exploitation en raison de l'automatisation des opérations. Cependant, pour ce faire, la minière a besoin d'un type de main-d'œuvre qui est différent de celui qui est disponible. L'entrepreneur croit qu'il est possible de préparer cette main-d'œuvre si Falco travaille de pair avec les entreprises pour la développer ou l'attirer en région. Ces efforts pourraient non seulement faire bénéficier la minière d'un bassin de travailleurs formés, mais également permettre aux PME de développer de nouveaux créneaux ainsi que la possibilité de s'optimiser davantage au sujet de l'automatisation en milieu minier. Il précise l'importance de mettre en place un plan de formation pour se préparer à la venue du projet Horne 5.

La construction du nouveau Centre Polymétier par la minière est, selon des entrepreneurs, déjà une réalisation qui aidera à former de futurs travailleurs de façon innovante avec des technologies plus avancées que celles qui étaient accessibles auparavant. Cette école de métiers pourrait devenir un pôle d'attraction encourageant des gens à se déplacer à Rouyn-Noranda et à s'y installer.

Un entrepreneur a réfléchi à la manière dont le projet Horne 5 pourrait devenir une opportunité pour faire grandir l'ensemble des entreprises en favorisant la symbiose plutôt que la concurrence et le « cannibalisme » de main-d'œuvre. Il mentionne que la minière pourrait créer des défis d'innovation. Les entreprises pourraient y faire participer leurs employés qui travailleront tous ensemble à répondre au défi sur une période de dix jours. À la fin de cette activité, le contenu produit serait diffusé à toutes les entreprises ayant participé ainsi que dans la communauté minière. L'intervenant propose également la possibilité que la minière fasse des appels de candidatures pour former des équipes temporaires se composant de travailleurs provenant de diverses entreprises pour trouver des solutions à des problèmes auxquels elle est confrontée. Il indique que ces initiatives pourraient favoriser un climat d'entraide entre les entreprises de la région et serait souhaitable pour créer un terrain fertile à l'innovation.

Il est aussi suggéré par un entrepreneur de tenter de répartir les projets afin que leur construction ne se chevauche pas, surtout en sachant que les entreprises de la ville ont une capacité de production fixe.

4.2 ENVIRONNEMENT

4.2.1 ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME

4.2.1.1 DESCRIPTIONS DES ENJEUX

Organismes

Selon certains des intervenants, la question environnementale à Rouyn-Noranda n'est pas nouvelle, la ville ayant traversé plusieurs problématiques, notamment celle de la présence du plomb dans les années 1980. Avec ce problème de plombémie, Rouyn-Noranda était, à cette époque, l'une des villes les plus polluées du Québec. Les sols étaient contaminés, notamment dans le quartier Noranda. Bien que les sols aient été creusés pour en retirer le plomb, le dossier demeure ouvert puisque des rejets sont encore présents.

Depuis quelques années, la problématique de l'arsenic a fait l'objet de certaines préoccupations. C'est pourquoi une étude de biosurveillance demandée par la Santé publique a été réalisée. Elle a conclu à l'exposition à l'arsenic chez les enfants, en moyenne quatre fois plus élevée que dans la ville d'Amos utilisée comme ville témoin lors de l'étude.

Ce problème concerne principalement le quartier Notre-Dame (Vieux-Noranda). Cette étude a fait les manchettes et a engendré du stress et de l'anxiété au sein de la population. Des intervenants mentionnent que la fonderie Horne a des normes à respecter pour l'arsenic (3 ng/m^3). La qualité de l'air est un enjeu et une préoccupation grandissante pour les citoyens de Rouyn-Noranda. De nombreux cancers et décès sont associés aux émissions atmosphériques selon des intervenants.

Des intervenants mentionnent que des parents d'autres quartiers de la ville ont tenté de faire tester leurs enfants pour la contamination en arsenic après cette étude, mais certains médecins refuseraient catégoriquement sous prétexte que cela ne ferait qu'engendrer plus d'anxiété dans la population. D'autres auraient mentionné aux parents qu'une comparaison ne pourrait être faite, car elle devrait être réalisée dans la même période pour être considérée comme scientifiquement valable. Plusieurs personnes auraient quitté Rouyn-Noranda en raison de cette problématique liée à l'arsenic selon des intervenants.

La controverse autour de l'arsenic constitue également un enjeu à l'égard du recrutement de nouveaux arrivants. Selon des intervenants, les personnes potentiellement intéressées à venir s'installer à Rouyn-Noranda font préalablement des recherches sur Internet et dans les médias, et les images et sujets de contamination du milieu qu'elles y trouvent, les rebutent à vouloir y emménager. L'enjeu de l'arsenic, lié aux activités industrielles à Rouyn-Noranda, projette une image négative de la ville non seulement au Québec, mais également à l'international selon des intervenants.

La qualité de l'eau des lacs est également préoccupante selon des intervenants. Le lac Osisko, situé en plein cœur de la ville, a été pollué par les minières par le passé. Des projets pour tenter de revitaliser le lac sont en cours. Alors que par le passé, la minière Noranda était peu encline à diminuer le taux de pollution qu'elle engendrait et à collaborer avec les résidents, depuis quelques années, certains intervenants constatent que Glencore, propriétaire de la fonderie Horne, fait des efforts et que ces derniers sont visibles.

Par ailleurs, la nappe phréatique serait actuellement très contaminée, en plus d'être basse, selon des intervenants. Celle-ci serait utilisée par la fonderie Horne pour son traitement, ce qui constitue selon eux un problème environnemental majeur.

Une autre préoccupation liée à l'environnement provient des sites abandonnés autour de la ville et la façon dont ces derniers sont démantelés. Plusieurs s'inquiètent des conséquences que ces derniers pourraient avoir sur la qualité de l'eau et des sols.

La présence de la fonderie et des minières déchire la population de Rouyn-Noranda selon des intervenants. Les gens sont tiraillés entre la pollution engendrée par les minières et la fonderie et le fait que ces dernières sont les pourvoyeuses d'emplois pour de nombreuses familles. Elles sont, en fait, le moteur de l'économie de la région.

En lien avec ces différentes problématiques environnementales, plusieurs groupes se forment et se soulèvent contre des projets à Rouyn-Noranda, notamment contre la fonderie Horne. La formation de ces groupes témoigne de l'inquiétude de la population non seulement à l'égard de l'environnement, mais également de leur santé.

Un intervenant énonce que, dans les années 1980-1990, le Comité permanent sur l'environnement de Rouyn-Noranda (CPERN) revendiquait déjà des changements concernant les émissions fugitives de la fonderie Horne.

Aujourd'hui, le comité Arrêt des rejets et émissions toxiques de Rouyn-Noranda (ARET-RN), qui est composé de citoyens, dont des médecins et des ingénieurs alarmés par les rejets d'arsenic de la fonderie Horne, suit de près le dossier. Il est mentionné que des recherches ont fait ressortir la documentation qui prouve que l'exposition à l'arsenic chez les enfants de la naissance jusqu'à l'âge de 6 ans a des effets sur leur développement cognitif. Le comité demande des corrections et des mesures à l'égard de la fonderie concernant les rejets passés et actuels dans le sol. Il considère que la compagnie dépasse encore les normes à respecter, bien qu'elle tente de s'en approcher.

Les citoyens sont également sensibles à la présence des minières parce qu'ils sont conscients que lorsque l'une d'entre elles s'installe à un endroit, cette dernière entraîne plusieurs retombées positives et investit généralement dans son milieu d'insertion, autant sur les plans humain que financier. Or, ce « dédommagement » ou « achat de la paix sociale » qui consiste à bâtir une nouvelle école, un aréna, un théâtre, à faire des dons à des organismes, et autres, n'est plus suffisant pour pallier les conséquences environnementales des projets miniers selon les intervenants. Les gens s'attendent désormais à ce que les responsabilités face aux réelles problématiques engendrées soient prises. En ce qui concerne la fonderie Horne, un intervenant croit d'ailleurs que Glencore « joue avec les règles environnementales » et qu'elle n'investit pas assez dans sa fonderie qu'il considère comme désuète.

Selon des intervenants, un travail doit se faire de pair entre Falco et les citoyens de la ville. Alors que les entreprises minières ont longtemps partagé très peu d'informations avec les résidents concernant leurs installations il est considéré , qu'elles communiquent désormais davantage les informations sur leurs activités, notamment leur plan d'action environnemental. De nets progrès ont été faits à ce sujet selon un intervenant. Toutefois, malgré la discussion entre les minières et les citoyens, la confiance aux comités de suivi environnementaux n'est pas élevée. Ces derniers sont, aux yeux de certains intervenants, formés par des gens, notamment des spécialistes en communication, qui deviennent en quelque sorte les partenaires de l'entreprise et qui ont parfois des liens commerciaux.

Entreprises

Les entreprises sont également d'avis que l'étude concernant la présence d'arsenic chez les enfants est préoccupante. Même si cette industrie est rentable et essentielle pour la région, cela ne signifie pas que la population gardera les yeux fermés sur les conséquences que de telles activités peuvent engendrer, mentionne un entrepreneur.

Un autre mentionne que bien que la population québécoise considère généralement l'industrie minière comme étant très polluante, les pratiques changent et cette industrie rapporte à l'économie québécoise et canadienne. Elle est très importante pour les entreprises et gens d'affaires de la région, se situant au cœur du développement de Rouyn-Noranda.

L'enjeu le plus important pour parvenir à une saine cohabitation est la communication, selon une entreprise. Autant les gens d'affaires, les environnementalistes que la population doivent pouvoir s'assoir ensemble et discuter afin de se comprendre et de parvenir à développer des projets respectueux de tous.

4.2.1.2 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS*

Organismes

Des actions ont été prises afin d'atténuer les enjeux liés à l'environnement à Rouyn-Noranda. Comme il a été mentionné précédemment, des comités où siègent des citoyens ont été créés pour suivre les activités de certaines entreprises à l'égard de l'environnement (ex. : ARET-RN).

En 2019, à la suite de la prise de connaissance du rapport publié par la Direction de la santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a demandé un nouveau plan d'action à la fonderie Horne. Ce nouveau plan, qui a été bonifié depuis sa première version, comprend notamment des actions supplémentaires à court terme afin de réduire l'exposition à l'arsenic des résidents du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda. Un comité de suivi interministériel a, par ailleurs, été créé afin de procéder à l'analyse de ce plan d'action et de lui formuler des recommandations. Certains intervenants sont toutefois sceptiques à l'égard de l'impact que ce plan aura sur les niveaux d'émissions de l'entreprise, étant convaincu qu'ils ne pourront diminuer pour atteindre ce qui est normalement permis.

Les intervenants du milieu ont aussi suggéré des pistes de solution ayant comme objectif d'atténuer les enjeux actuels relatifs à l'environnement, soit les suivants :

- Promouvoir la démarche environnementale et l'évolution des pratiques des entreprises industrielles (fonderie, minières, etc.) et que celles-ci soient faites par d'autres institutions que les entreprises elles-mêmes qui manquent de crédibilité. Il est proposé que la Ville ait la charge d'une telle promotion.
- Internaliser les coûts de production, c'est-à-dire, prévoir dans le projet les coûts associés aux impacts potentiels sur l'environnement, le logement, la main-d'œuvre, et ce, dès sa conception.
- Entretenir une discussion franche avec la population et partager les faits réels, les bons coups comme les moins bons, afin d'avoir la confiance des résidents. À cet effet, certains intervenants reprochent à Falco de ne pas suffisamment communiquer leurs démarches et de ne pas être assez transparent avec la population.

Entreprises

Du côté des entreprises, il est souligné que des innovations et des systèmes pour améliorer certaines sphères de l'environnement ont été mis en place. L'une de ces entreprises consultées a installé un système de compostage pour ses coffrages (bois de récupération) plutôt que de les envoyer à un site autorisé. Une autre entreprise rencontrée dans le cadre de la présente étude a effectué un changement technologique en hydrologie, permettant une utilisation des pompes de manière plus efficace et réduisant ainsi les émissions de GES. Une autre innovation sur laquelle l'entreprise travaille actuellement consiste à développer une pastille pour éliminer l'azote ammoniacal (rejets des résidus explosifs) dans l'eau. Cette innovation aura un impact sur le traitement des eaux et la qualité de l'eau tout en diminuant l'empreinte environnementale de certaines entreprises et minières.

4.2.2 EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME

4.2.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS

Organismes

Selon les intervenants, le projet Horne 5 est prévu dans un contexte durement touché du point de vue environnemental en raison des impacts découlant notamment d'activités minières anciennes et de la fonderie Horne. Des intervenants mentionnent que les activités industrielles de ce secteur continuent d'avoir de lourdes conséquences environnementales sur la région, notamment en raison de la problématique associée à l'arsenic. Les intervenants envisagent le projet Horne 5 d'un meilleur œil que les activités industrielles actuelles et passées. Il n'en demeure pas moins que Falco s'installe dans un contexte où les inquiétudes et sensibilités sont déjà importantes et bien présentes, notamment en ce qui concerne la pollution atmosphérique.

Un intervenant a d'ailleurs souligné que le projet Horne 5 augmentera probablement les émissions polluantes déjà présentes dans l'air, ce qui inquiète certains résidents.

D'autres craignent aussi la pollution sonore, causée par le trafic des véhicules, le dynamitage, les explosions, etc. Ils mentionnent que la population devra apprendre à composer avec les conséquences sonores d'une exploitation de près de 15 500 tonnes par jour, plus particulièrement celle qui est géographiquement la plus proche des sources de bruits, d'autant plus que le projet Horne 5 est situé en plein cœur de la ville. Selon eux, les gens sont de plus en plus sensibles au bruit. Un intervenant a souligné le grand nombre d'appels de désespoir, que ce soit le jour ou la nuit. Certains se disaient proches du suicide. Ce stress, qui engendre des problèmes de santé, est banalisé par plusieurs minières, et même souvent perçu comme exagéré. Les craintes que la même situation se produise avec le projet Horne 5 sont donc fondées selon lui.

À l'époque de la mine Noranda, un intervenant se souvient des épisodes de dynamitage. Il sentait les secousses et certaines fondations de maison avaient des fissures liées au dynamitage selon lui. Il mentionne que bien que les méthodes aient évolué, la question demeure de savoir si cela se reproduira avec le projet de Falco étant donné qu'il y aura du dynamitage.

Toujours en lien avec la pollution atmosphérique et sonore, on s'inquiète du trafic généré par le projet Horne 5. Selon certains intervenants, on s'attend à une plus grande circulation qu'avant et à plus d'embouteillages en raison des quelque 500 travailleurs qui circuleront dans la ville. La congestion pourrait ainsi se faire sentir près de certaines résidences, selon les quarts de travail, affectant par le fait même la quiétude de ces résidents.

Les intervenants ont également souligné plusieurs préoccupations concernant la contamination de l'eau qui pourrait être liée au parc à résidus miniers du projet Horne 5. Selon eux, les conduites de résidus pourraient éventuellement contaminer la rivière qui se situe à environ 4 km de Rouyn-Noranda si une fuite survenait. Ces intervenants croient que des résidus pourraient, dans le cas du pire scénario, se rendre au lac Dufault qui alimente en eau potable la ville-MRC de Rouyn-Noranda. Cette possibilité n'est pas rassurante pour les intervenants. L'anticipation d'une contamination des cours d'eau et des lacs autour de la ville fait également craindre à un intervenant la distance que devront parcourir les résidents qui voudront se ressourcer aux étendues d'eau non polluées.

La deuxième préoccupation concerne la digue la plus élevée du parc à résidus projeté qui pourrait subir un bris. Cette possibilité de bris de digue est considérée comme un risque environnemental associé au projet qui inquiète des intervenants.

Une autre inquiétude vient de la possibilité que le sol où seront déposés les résidus soit fissuré. Par capillarité, les résidus pourraient ainsi descendre vers l'est, puis atteindre un cours d'eau qui lui se jette dans le lac Dufault qui alimente la ville de Rouyn-Noranda en eau potable. Des analyses auraient déjà démontré que l'eau du cours d'eau en question est contaminée, possiblement par l'actuel parc à résidus.

Enfin, si un intervenant rencontré dit croire que Falco préservera l'environnement et remettra le site à son état initial à la fin de ses activités minières, et peut-être même dans une meilleure condition encore, un autre a des préoccupations en ce qui a trait au démantèlement et à la fermeture de la mine. Quels seront les plans de remise à neuf du site une fois les opérations terminées? Quelles seront les sommes d'argent investies à cet effet? De quelle façon la minière s'assurera-t-elle que les dangers liés au déplacement des matériaux contaminés soient bien encadrés pendant l'opération? Il affirme qu'il est aisé de faire des promesses en début de projet sur quelque chose qui ne surviendra que dans plusieurs années et que les tenir est parfois plus difficile. Ainsi, cet intervenant anticipe des bris de promesse.

Entreprises

Du côté des entreprises, un seul effet anticipé a été soulevé, soit la volonté sincère de remettre en état le site à la fin de son exploitation. Une entreprise craint effectivement que Falco fasse ce que d'autres entreprises ont fait dans les dernières années, soit le minimum requis par la loi pour obtenir de plus grands bénéfices financiers (remettre les sites en très bon état coûte généralement plus cher). Il craint une remise en état déficiente.

4.2.2.2 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES*

Organismes

Les intervenants du milieu ont suggéré plusieurs solutions afin de diminuer les effets probables du projet minier sur l'environnement. Plusieurs sont d'avis que le plus grand défi de Falco réside dans la communication à l'égard de l'environnement. La minière se doit d'être non seulement plus claire et transparente dans ses communications à cet effet, mais doit également s'adresser à l'ensemble de la population, et non qu'à des intervenants du milieu et aux entreprises. Il est proposé de réaliser des rencontres publiques avec les citoyens et de faire le point sur les impacts environnementaux et les mesures qui seront prises de la part de Falco pour diminuer les répercussions sur l'environnement. La population doit, elle aussi, pouvoir s'approprier au fur et à mesure les développements et décisions qui sont prises en ce sens. De telles rencontres démontreraient, par ailleurs, le souci de Falco de préserver l'environnement et la santé des résidents. Ce travail de sensibilisation doit être fait par la minière afin de rassurer non seulement la population de Rouyn-Noranda à propos de la protection de l'environnement, mais aussi les médias. Si ces derniers se voient constamment rejetés, ils ne seront pas tentés de brosser un portrait objectif de l'entreprise au moment venu et de démontrer tous les efforts entrepris par la minière sur le plan environnemental.

En ce qui concerne le déversement des eaux usées, un intervenant croit que des rejets sont prévus dans le lac Osisko et suggère de ne pas concentrer uniquement les rejets dans ce lac puisqu'il est déjà contaminé selon lui. Il propose que Falco fasse des efforts pour réduire ces rejets et que l'entreprise aille même au-delà de ce qui est demandé par la loi. Une telle façon de faire bénéficierait non seulement à l'environnement, mais également à l'image de la minière.

Afin de réduire la congestion routière et le trafic dans la ville, il est suggéré que Falco développe une initiative de covoiturage qui réduira les émissions de gaz à effet de serre. Cette stratégie, qui contribuerait à aider à l'image de Falco, pourrait également favoriser et encourager le transport collectif ainsi que le vélo lors de la saison estivale.

Enfin, les intervenants du milieu ont aussi suggéré :

- d'intégrer les coûts associés à la remise à niveau du site lors de sa fermeture dès la conception du projet;
- de contribuer à la construction de piscines municipales pour pallier la pollution des lacs;
- de faire un arrimage avec le centre de cancérologie en construction en améliorant ce dernier ou en construisant des résidences ou un hôtel pour les patients qui viennent y subir des traitements (on cite en exemple ce qui a été fait à Sudbury).

Entreprises

Les solutions proposées par les entreprises comprennent également une meilleure communication ainsi qu'une transparence dans les actions et activités considérées, de même que sur les répercussions et les mesures envisagées à l'égard de l'environnement.

Outre la communication, le développement technologique est perçu par des entreprises comme une solution importante pour la minière afin de répondre plus adéquatement à la forte demande de la population de développer des projets miniers plus verts et plus respectueux de l'environnement.

4.3 LOGEMENT

4.3.1 ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME

4.3.1.1 DESCRIPTION DES ENJEUX

Organismes

Rouyn-Noranda vit une crise du logement depuis 2005 puisque le taux d'inoccupation des logements est sous le seuil d'équilibre de 3 % d'inoccupation. Cette problématique est connue de l'ensemble des répondants.

La rareté des logements et des maisons a une incidence directe sur les prix des propriétés et des loyers qui sont considérés très élevés. De ce fait, on note une pénurie de logements abordables. Il y a aussi une pénurie de grands logements pour les familles. Une grande partie du marché locatif propose des logements de 3 ½ pièces, ainsi que des studios, ce qui n'est pas favorable à l'établissement de nouvelles familles à Rouyn-Noranda. Cette situation nuit du même coup aux efforts de recrutement mis en place afin de pallier la pénurie de main-d'œuvre.

La région de l'Abitibi-Témiscamingue manque également de logements sociaux. Comme précisé par un intervenant, la région compte proportionnellement la moitié moins de logements sociaux que la moyenne québécoise. Cette rareté fait en sorte qu'il y a une liste d'attente d'environ deux ans avant de pouvoir bénéficier de ce type de logement (HLM). Cette attente est problématique pour la clientèle à faibles revenus qui doit souvent trouver un logement rapidement et concordant avec ses moyens. Pour que la Société d'habitation du Québec (SHQ) finance la construction de logements subventionnés (ex. : financement de 25 unités pour des gens ayant des problèmes de santé mentale), il faut une contribution du milieu équivalant à 10 % de la totalité du montant de la construction. Cette contribution est souvent difficile à obtenir, ce qui ralentit grandement ou empêche le développement de projets de logements subventionnés.

Il y a aussi une pénurie de logements accessibles pour les personnes ayant une mobilité réduite ou en perte d'autonomie. Cependant, ces dernières années, Rouyn-Noranda a vu plusieurs projets de résidences pour aînés se concrétiser, dont un était en cours en 2020.

Cette crise touche plus particulièrement les personnes qui travaillent au salaire minimum ou ayant un faible revenu, soit les femmes, les jeunes, les aînés, les retraités n'ayant pas de fonds de pension, les étudiants, les nouveaux arrivants ainsi que leurs familles et les personnes aux prises avec des problèmes de santé mentale ou physique ou même de problèmes de toxicomanie. Un intervenant précise que le salaire moyen de la ville de Rouyn-Noranda est parmi les plus élevés au Québec en raison de l'industrie minière qui hausse les salaires moyens. La ville est aussi reconnue en tant que centre administratif pour différentes factions de la fonction publique pour la région de l'Abitibi-Témiscamingue, ce qui amène une stabilité économique. Toutefois, il faut prendre en considération les travailleurs au salaire minimum qui travaillent dans des secteurs tels que la restauration, l'hébergement et les commerces. Une crainte énoncée par quelques intervenants est que la population de Rouyn-Noranda se répartisse en deux strates soit l'une se composant des citoyens plus vulnérables, souvent stigmatisés, qui ne pourront s'offrir un logement convenable, et l'autre des travailleurs œuvrant dans des secteurs économiques plus rémunérateurs qui pourront payer un logement de bonne qualité. D'ailleurs, il y aurait de la discrimination de la part des propriétaires de logements à Rouyn-Noranda qui favoriseraient les personnes ayant plus de moyens financiers, accentuant ainsi les difficultés des personnes moins nanties. Cette situation devient encore plus problématique lorsqu'il y a un boum d'emplois. Une des personnes rencontrées partage la même inquiétude et souligne qu'une ville ne peut favoriser uniquement les hauts salariés bénéficiant d'une bonne qualité de vie. La croissance ou le développement doit permettre aussi de bonnes conditions de vie pour les classes à faibles revenus. Ce n'est pas parce que le taux de chômage est faible qu'il n'y a pas de pauvreté.

Pour ce qui est des étudiants, des résidences leur sont dédiées. Cependant, le nombre de places disponibles est insuffisant par rapport à la demande. Il devient alors difficile pour ceux qui n'ont pu obtenir une place en résidences de trouver un logement abordable. Cette problématique du logement rend d'ailleurs extrêmement difficile le recrutement d'étudiants pour les établissements scolaires.

Le parc immobilier de Rouyn-Noranda est par ailleurs vieillissant. Bon nombre de logements et de maisons ont besoin de rénovations. Quand elles sont réalisées, les prix des logements et des maisons augmentent, ce qui contribue à la crise du logement pour les personnes à faibles revenus. En contrepartie, les propriétaires possédants des logements de piètre qualité ne voient pas la nécessité ou l'intérêt de faire des rénovations puisqu'ils ont la certitude qu'ils pourront les louer, peu importe leur état de salubrité.

Le développement minier est cité par un intervenant comme un facteur aggravant la pénurie de logements. Par exemple, le projet minier Malartic a entraîné une pénurie de logements, ce qui a eu pour effet d'augmenter le prix des loyers. L'effet s'est fait ressentir jusqu'à Rouyn-Noranda. Le projet a créé à la fois un effet de rareté de logements, mais aussi d'entrepreneurs en construction.

En ce qui a trait aux ensembles résidentiels, un intervenant mentionne qu'il semble toujours y avoir de la construction résidentielle chaque année, dont de la construction d'édifices multilogements. Néanmoins, le manque de logements semble aussi lié à une problématique de fractionnement des ménages, ce qui fait en sorte qu'il y a toujours une demande pour les multilogements. La population de la ville de Rouyn-Noranda augmente un peu, mais insuffisamment pour justifier autant de demandes de logement. Cependant, lorsque les couples se séparent, ce ne sont pas nécessairement les deux membres qui sont en mesure de se payer une nouvelle maison, ce qui amènera l'un des deux à habiter dans un logement.

De nombreux intervenants ont mentionné des contraintes ou des difficultés faisant obstacle aux ensembles résidentiels à Rouyn-Noranda. Les problématiques énoncées par les acteurs du milieu à ce sujet concernent notamment le manque de terrains compatibles permettant l'expansion de la zone urbaine, la pénurie de promoteurs et d'entrepreneurs disponibles ainsi que le prix des matériaux.

En ce qui a trait à l'expansion de la zone urbaine, il a été mentionné qu'il est important de prendre en considération, dans le développement immobilier, que l'Abitibi-Témiscamingue est une région caractérisée par l'exploitation minière. De ce fait, les aires disponibles pour intégrer de nouveaux ensembles résidentiels desservis par le réseau d'aqueduc et d'égout sont limitées en raison de la présence de concessions minières, de baux miniers et de claims.

Il y a aussi des contraintes d'ordre naturel, comme la présence de sols argileux et de sols rocheux qui complexifient l'établissement de constructions et augmentent par le fait les coûts.

Néanmoins, selon un intervenant, de plus en plus de promoteurs privés développent des projets résidentiels alors qu'il y a quelques années, c'était plutôt la Ville qui était la principale instigatrice de ces projets (ex. : rues résidentielles à Évain et à Rouyn). Pour plusieurs acteurs du milieu consultés, il pourrait y avoir encore plus de développements immobiliers. Ils déplorent la rareté des entrepreneurs et de la main-d'œuvre. D'ailleurs, certains soulignent que ce sera un enjeu important si le projet Horne 5 se concrétise (voir la section 4.1.1.1).

Le coût de construction des résidences et logements est très élevé dans la région comparativement à celui observé au sud du Québec, soit d'environ 30 % plus cher pour la région de l'Abitibi-Témiscamingue selon un intervenant consulté. Ces hauts coûts sont influencés par la nécessité d'effectuer du dynamitage (socle rocheux en surface) et par le prix des matériaux qui est plus élevé en région éloignée. Le prix moyen des maisons neuves peut atteindre de 325 000 $ à 350 000 $. Il est important de mentionner que ce n'est pas seulement le développement résidentiel qui souffre du prix élevé des matériaux, mais également des organismes communautaires et institutionnels qui voient le développement de leurs projets freiné ou ralenti par cet enjeu.

Entreprises

Tout comme les intervenants consultés, certaines des entreprises consultées considèrent qu'il n'y a pas assez de logements à Rouyn-Noranda et que ceux qui sont disponibles ont des prix élevés ou sont peu salubres. Peu de logements à prix abordables sont disponibles. Les entreprises ont de la difficulté à loger leurs employés qui viennent de l'extérieur, incluant leur famille, et à en attirer à Rouyn-Noranda en partie pour ces raisons. Deux entreprises ont mentionné offrir l'hébergement à leurs employés dans des maisons de chambres. Le manque de logements fait craindre aux entreprises le phénomène du FIFO qui n'est pas souhaité.

Les projets de construction de logements sont ralentis puisque les coûts de construction sont trop élevés présentement. Il a été mentionné que la présence des minières jouait un rôle dans ces coûts élevés. Les entrepreneurs qui ont le choix de travailler pour les mines ou dans la construction résidentielle vont souvent favoriser les minières et n'ajusteront pas leurs prix pour les résidences. Les mines créent une inflation locale des prix. De plus, la réglementation et la bureaucratie municipales semblent être des obstacles aux nouvelles constructions, ce qui accentue la crise du logement. Il s'agit d'un problème perçu sur l'ensemble du territoire de Rouyn-Noranda et aussi dans l'ensemble de la région.

4.3.1.2 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS*

Organismes

Des actions ont été prises afin d'atténuer les enjeux liés au logement. En ce qui concerne le logement social, une entente Canada-Québec a été récemment signée. Celle-ci accorde des fonds à la Société d'habitation du Québec et au programme de subventions au logement ce qui contribuera à la création de logements pour la clientèle à faibles revenus. Un projet de 25 logements sociaux en santé mentale est aussi en cours à Rouyn-Noranda. Il est financé par la Ville et la Fondation Martin-Bradley.

Des initiatives ont également été prises afin d'inciter le développement résidentiel. En effet, de 2011 jusqu'en décembre 2015, la Ville a mis en place un bill privé afin d'offrir des incitatifs (un crédit de taxes) pour la construction de logements. Seulement pour l'année 2013, 277 logements ont été construits. Pour 2014 et 2015, ce nombre s'élève respectivement à 70 et 107 logements construits grâce aux incitatifs. Aussi, la ville s'efforce de vendre ses terrains à l'intérieur du périmètre urbain en priorité à des projets de construction de multilogements afin de favoriser le développement de logements de type multifamilial. En somme, près de 700 terrains ont été développés depuis 2009-2010. D'autre part, la Ville a fait l'acquisition de terrains à des fins de réserve foncière afin de pouvoir répondre à la demande si un projet d'envergure se développe.

Les intervenants du milieu ont aussi suggéré des pistes de solution ayant comme objectif d'atténuer les enjeux actuels relatifs au logement :

- Construire plus de logements sociaux, dont une maison dite de deuxième étape pour les femmes qui quittent une maison d'hébergement.
- Créer un programme de subvention pour les personnes à faibles revenus qui doivent payer des logements inabordables quand les HLM n'offrent aucun logement disponible.
- Construire des résidences pour personnes âgées et augmenter le nombre de places en CHSLD.
- Construire des édifices à logements.
- Solliciter la contribution des minières comme partenaires des programmes d'amélioration de la qualité de vie des citoyens, autant des personnes vulnérables que celles qui sont mieux nanties.
- Prévoir, dans le plan de zonage de la ville, des zones résidentielles avec une mixité sociale en regroupant des logements abordables et des maisons privées.
- Établir un plan de développement durable qui comporte des projets accessibles pour l'ensemble de la communauté (projets d'habitation, culturels, etc.).

Entreprises

Du côté des entreprises, afin de pallier les inconvénients liés à la pénurie de logements, des entrepreneurs logent actuellement leurs employés temporairement dans des maisons de chambre ou dans des immeubles d'habitations leur appartenant le temps que ceux-ci trouvent un logement.

Dans cette même optique, la possibilité que des citoyens de Rouyn-Noranda offrent des chambres ou des pensions aux travailleurs de l'extérieur est une suggestion qui a été abordée lors des entrevues. De telles initiatives se sont vues dans d'autres projets miniers près de petites localités.

Les entrepreneurs de Rouyn-Noranda sont ouverts à des partenariats pour la construction de logements qui permettront d'accueillir de nouveaux travailleurs en région. Il est mentionné qu'un projet de 25 M$ avait été présenté par des entreprises locales afin de construire un édifice de dix étages avec 175 unités pour les personnes âgées. Il n'a cependant pas été accepté par la Ville en raison du terrain choisi.

4.3.2 EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME

4.3.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS

Organismes

Plusieurs effets sur le logement sont anticipés par les intervenants du milieu en ce qui concerne le projet Horne 5. La concrétisation d'un tel projet risque d'aggraver la pénurie de logements avec l'arrivée de nouveaux travailleurs et de leur famille à Rouyn-Noranda. De ce fait, les loyers et les prix des maisons augmenteront et cette situation aura un impact sur les personnes à faibles revenus. Une augmentation des demandes pour avoir accès à un logement social est également attendue, ce qui aura comme effet la hausse du temps d'attente pour bénéficier d'un logement de ce type. De plus, une crainte est énoncée pour les personnes ayant des revenus supérieurs au seuil d'admissibilité pour un logement subventionné. Ces derniers vivront une pression financière de plus en plus grande en raison d'un marché locatif plus dispendieux. N'étant pas admissibles pour un logement subventionné, ils devront sacrifier une partie plus importante de leurs revenus faibles ou modestes pour se loger. En définitive, il est mentionné que le projet Horne 5 risque d'accentuer le déséquilibre entre les riches et les pauvres.

Les établissements collégial et universitaire, pour leur part, entrevoient qu'il sera beaucoup plus complexe de recruter des élèves en raison de la difficulté pour ces derniers à trouver un logement avec l'arrivée de nombreux travailleurs pour les phases de construction et d'exploitation du projet minier.

Des intervenants pensent que les propriétaires seront tentés de rénover leurs logements pour les offrir aux travailleurs à des prix plus élevés, ce qui contribuera à la crise du logement. Des propriétaires pourraient être intéressés à louer leurs logements au mois ou à la semaine et même les convertir en bureaux afin d'augmenter leurs profits.

Une grande pression est aussi attendue sur les rives des lacs, car la demande pour les chalets sera forte.

Devant la crise du logement qui perdure et l'arrivée du projet Horne 5, des inquiétudes sont mentionnées quant à la possibilité pour la minière de mettre en place du FIFO. Ce n'est pas une solution à envisager selon des intervenants.

Toutefois, le projet Horne 5 est aussi perçu par un intervenant comme un moteur de développement qui pourrait inciter et accélérer la construction de logements.

Entreprises

Les entreprises sont également d'avis que l'arrivée de nouveaux travailleurs et de leur famille à Rouyn-Noranda entraînera une problématique étant donné le manque de logements disponibles. Le projet Horne 5 engendrera de la pression sur le marché locatif et immobilier. De plus, l'accentuation de la crise du logement pourra avoir comme effet d'augmenter la difficulté des entreprises à recruter de la main-d'œuvre, ce qui est déjà un enjeu très présent pour celles-ci actuellement (voir la section 4.1).

Les entrepreneurs semblent partagés à savoir si les effets du projet sur le logement se feront davantage ressentir lors de la phase de construction ou durant l'exploitation de la mine. L'arrivée d'un grand nombre de travailleurs à Rouyn-Noranda lors de la construction du projet causera effectivement une problématique ponctuelle qui durera le temps des travaux. Lors de la phase d'exploitation, Falco a indiqué qu'elle embauchera principalement des résidents de Rouyn-Noranda. Si pour des entrepreneurs rencontrés cette initiative semble résoudre le problème du logement, d'autres mentionnent qu'au contraire cet engagement ne règle aucunement la problématique. En effet, il poussera d'autres minières, qui verront leurs effectifs quitter pour le projet Horne 5, à embaucher d'autres travailleurs qui décideront de s'établir à Rouyn-Noranda.

Selon un entrepreneur, il y aura des impacts négatifs, car les travailleurs arriveront avant que de nouveaux logements ou de nouvelles maisons soient construits. Il a néanmoins confiance que le tout se rééquilibre par la suite et que, lors de la fermeture, davantage de logements seront disponibles pour la population.

4.3.2.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES FACE AUX EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET

Organismes

Les intervenants du milieu ont suggéré plusieurs solutions afin de diminuer les effets probables du projet sur le logement. Plusieurs sont d'avis que Falco devrait s'engager à financer des projets de logements sociaux, incluant des appartements subventionnés, afin de réduire les impacts sur les personnes vulnérables. Un intervenant souligne que cette initiative pourrait libérer des lieux pour loger les travailleurs, et permettre un accès plus rapide aux logements sociaux pour les personnes qui en ont besoin. La minière pourrait créer un programme d'aide à l'accès à la propriété et mettre en place des incitatifs pour encourager les citoyens à se construire une maison.

Pour une solution temporaire, la possibilité d'utiliser les résidences étudiantes pour loger des travailleurs lors des mois de juin à septembre a été proposée en attendant le déploiement de stratégies à plus long terme de la part de Falco. Toutefois, cette proposition dépend du moment où le projet sera lancé.

La mise en place de campements de travailleurs temporaires ou de quartiers ouvriers pourrait réduire la pression sur le marché immobilier. Si cette option est retenue, il faudra que la ville construise des infrastructures municipales pour desservir ces campements. D'ailleurs, un projet de construction d'un édifice à logements pour les futurs travailleurs de Falco avec la possibilité qu'une aile du bâtiment soit réservée à des fins de résidences étudiantes pour les élèves du centre de formations professionnelles a été une proposition discutée avec Falco. Une telle initiative permettrait de créer un environnement favorable au partage de connaissances ou d'expériences entre les étudiants et les travailleurs.

Afin de mieux encadrer le marché immobilier, il a été suggéré que la Ville empêche les propriétaires de convertir des logements en bureaux par la mise en place de nouvelles règles de zonage. Des mesures devraient également être mises en place pour limiter la hausse des loyers.

En dernier lieu, il a été proposé de mettre à contribution le milieu, en créant des partenariats, pour trouver des solutions qui affecteront le moins possible la communauté. En revanche, pour ce faire, Falco doit communiquer rapidement ses besoins.

Entreprises

Les solutions proposées par les entreprises comprennent également la création d'un campement temporaire pour accueillir les travailleurs. Il est toutefois précisé qu'il faut penser à des installations durables qui pourront facilement devenir ou être converties en des logements locatifs à la suite de leur utilisation par la minière, ceci afin d'accroître le marché immobilier de la ville.

D'ailleurs, en ce qui concerne la Ville de Rouyn-Noranda, il est suggéré que celle-ci contribue aux préparatifs pour accueillir le projet de Horne 5 en augmentant le nombre de terrains disponibles pour la construction et en mettant en place des programmes pour inciter l'édification de multiplex et de condominiums. Des entreprises se disent aussi prêtes à offrir leur support à des projets de développements immobiliers.

Il est également suggéré qu'un partenariat soit créé entre Falco et des promoteurs afin de diminuer les risques (coûts en architecture, plans d'urbanisme, demandes de permis à renouveler annuellement, etc.) que ces derniers prennent. En ayant une assise financière plus solide, il y a moins d'inquiétude si le projet immobilier se réalise une ou deux années plus tard. De tels partenariats pourraient relancer le développement immobilier à Rouyn-Noranda.

Autrement, des entrepreneurs ont aussi mentionné que les hôteliers pourraient être intéressés de recevoir des travailleurs après entente avec Falco.

4.4 SERVICES À LA COMMUNAUTÉ

4.4.1 CENTRES DE LA PETITE ENFANCE

4.4.1.1 *ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME*

4.4.1.1.1 DESCRIPTIONS DES ENJEUX

Organismes

Il y a une pénurie de places dans les CPE de Rouyn-Noranda. De fait, selon un intervenant, elle est l'un des endroits au Québec où cette pénurie de places est la plus importante. Actuellement, à Rouyn-Noranda, on compte cinq CPE, une coopérative et une seule garderie privée. Ces deux derniers établissements ne sont pas subventionnés. Peu d'alternatives sont donc offertes aux parents.

Les CPE consultés se voient dans l'obligation de refuser des enfants. Leur liste d'attente est très longue et la période d'attente pour obtenir une place est d'une durée de deux ans. De plus, ils se disent limités dans les services qu'ils peuvent offrir, car ils dépendent des décisions gouvernementales quant à la quantité de places qui leur est octroyée. De nombreux parents sont démunis face à cette situation, d'autant plus que la plupart des garderies familiales ont fermé leurs portes et que la situation s'est accentuée avec la COVID. En octobre 2020, le gouvernement a annoncé la création de 168 nouvelles places en CPE. Cette annonce n'est toutefois pas accueillie positivement par l'un des CPE rencontrés étant donné le manque de main-d'œuvre criant au sein des services de garde subventionnés existants. Cette pénurie de main-d'œuvre est aussi décriée par d'autres intervenants. Ironiquement, un intervenant de ce milieu a eu trois possibilités de recruter en septembre, mais les candidates avaient elles-mêmes des enfants et il n'y avait aucune place en garderie pour les accueillir. Leur embauche a donc été impossible. Le manque de places en garderie nuit également aux efforts de recrutement des employeurs de la ville en raison de situations semblables. Les familles qui désirent s'installer à Rouyn-Noranda sont confrontées à deux difficultés qui ne sont pas faciles à surmonter, soit la pénurie de logements (voir la section 4.3) et de garderies. Un intervenant mentionne qu'il n'est pas rare que des embauches soient annulées ou que des candidats délaissent des emplois parce qu'il est impossible d'intégrer la famille au milieu. Il est déplorable pour des intervenants consultés que la province ne soit pas en mesure d'offrir un milieu de garde accessible à tous et adéquat sur l'ensemble de son territoire.

En ce qui concerne les garderies familiales, un intervenant mentionne que l'augmentation des responsabilités et de la réglementation, combinée à un salaire peu élevé, font en sorte que ces types de garderies ne restent pas ouvertes très longtemps.

L'enjeu de la disponibilité des places en CPE pénalise bien souvent l'un ou l'autre des conjoints et, plus fréquemment, les femmes. Ceux-ci tardent à retourner sur le marché du travail ou reportent un retour aux études, faute de trouver une place en garderie pour leur(s) enfant(s). Toutefois, les parents qui ont plus d'un enfant et qui ont réussi à placer leur premier né en CPE ont moins de difficultés à trouver une place pour leurs enfants puisque les CPE privilégient la fratrie.

Un intervenant croit que la croissance rapide qu'a connue la ville en raison de l'industrie minière est responsable en partie de la pénurie de places en garderie.

Un intervenant du milieu explique que le calcul du nombre de places en CPE par quartier ne serait pas représentatif de la démographie des populations de la région. Il mentionne que les places seraient réparties également entre les municipalités de l'Abitibi-Témiscamingue. Les villes de Rouyn-Noranda et de Val-d'Or sont ainsi pénalisées étant donné leurs populations plus importantes que les villes de La Sarre ou d'Amos, entre autres.

Entreprises

La pénurie de places en garderie sur l'ensemble du territoire de la MRC est une problématique qui affecte le processus de recrutement des entreprises de Rouyn-Noranda selon des entrepreneurs consultés. D'ailleurs, ces derniers rapportent des situations où des candidats installés à Rouyn-Noranda avec leur famille aient dû repartir faute de garderie pour leurs enfants. Des entreprises mentionnent que c'est un enjeu qui touche l'ensemble de leurs employés. Ils énoncent avoir vécu personnellement cette problématique par le passé. Le manque de places en garderie retarde également le retour d'employées à la suite de leur congé de maternité selon un intervenant.

4.4.1.1.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS

Organismes

En raison de cette pénurie de places en garderie, des intervenants essaient de mettre en place des solutions. Le CSSRN s'est joint à l'UQAT et à un CPE afin de créer un partenariat pour éventuellement créer des places en garderie pouvant en partie bénéficier à ces institutions. Le Cégep détient un CPE à l'intérieur de ses murs. Un certain nombre de places sont priorisées pour les employés de l'institution, ce qui leur permet de répondre un peu mieux à l'enjeu des garderies.

L'annonce de 168 nouvelles places en garderie montre, selon un intervenant, que le gouvernement est proactif et sensible à l'enjeu que vit la Rouyn-Noranda. Toutefois, avec la pénurie de main-d'œuvre en garderie, plusieurs directions de CPE n'oseront pas développer de nouvelles installations.

Des suggestions ont été proposées par les intervenants du milieu pour augmenter le nombre de places disponibles en garderie ou en CPE ainsi que pour améliorer l'accessibilité aux services de garde :

- offrir des places à tarif abordable pour les familles dans le besoin;
- mettre en place des services de garde de dépannage pour aider les parents qui n'ont pas obtenu de place en garderie ainsi que les personnes qui viennent travailler à Rouyn-Noranda à court ou moyen terme et qui ont besoin de ce service;
- demander la contribution financière des minières et de la communauté d'affaires de Rouyn-Noranda pour la construction de CPE;
- prévoir des garderies en milieu de travail.

Entreprises

Des actions sont prises par certains des entrepreneurs consultés afin d'atténuer l'impact de la pénurie de places en CPE. Elles offrent des horaires plus flexibles pour permettre aux employés ayant des difficultés à trouver une garderie d'ajuster leur horaire de travail avec celui de leur conjoint(e). Elles permettent aussi le télétravail lorsque possible.

Un projet de garderie a également été mis en branle par un partenariat entre deux entreprises. Ce dernier est cependant suspendu en raison de problèmes liés à la présence d'arsenic. Le terrain visé se situe près de la fonderie Horne. Ces entreprises sont à la recherche d'autres solutions.

Un représentant d'entreprise suggère que plusieurs entreprises se rassemblent et discutent avec les intervenants du milieu pour trouver des solutions à la pénurie de places en CPE, pour évaluer la viabilité des projets de garderies subventionnées ou privées et voir de quelle façon il serait possible d'encourager des personnes à suivre la formation d'éducateur en services de garde.

Tout comme pour les intervenants ci-dessus, la mise en place de garderie en milieu de travail est suggérée. D'autres intervenants réfléchissent à établir un partenariat entre plusieurs entreprises du milieu pour construire une garderie répondant aux besoins de leurs employés. Cette initiative pourrait impliquer une entente avec un CPE existant.

4.4.1.2 *EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME*

4.4.1.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS

Organismes

Des intervenants croient que le projet Horne 5 de Falco augmentera la pression sur les services offerts à la communauté, dont les CPE, surtout si de nouvelles familles s'établissent à Rouyn-Noranda. Celles-ci ne trouveront pas de places en garderie pour leurs enfants étant donné la pénurie qui sévit dans la ville. Cette situation pourrait créer des problèmes de recrutement pour la minière en plus d'exacerber ceux des entreprises de Rouyn-Noranda et des alentours. Ces intervenants sont convaincus que le projet augmentera les enjeux liés à la pénurie de places en garderie.

Pour l'un des intervenants de CPE consultés, le projet de la minière n'aura pas nécessairement un impact sur les services qu'il offre. Comme il l'indique, il est au maximum de sa capacité, et ce, que le projet de Falco soit réalisé ou non.

En contrepartie, un intervenant croit que le projet Horne 5 pourrait accélérer la construction de garderies.

Entreprises

Pour ce qui est des entreprises, des entrepreneurs sont aussi d'avis que le projet Horne 5 augmentera la pression sur les CPE.

4.4.1.2.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES FACE AUX EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET

Organismes

Quelques solutions ont été suggérées par les intervenants du milieu afin d'atténuer les effets anticipés du projet Horne 5 sur la problématique du manque de places en CPE et garderie :

- créer un partenariat entre un CPE présent dans le milieu et Falco pour la mise en place de nouvelles installations (aide financière, offre de locaux);
- prévoir une garderie en milieu de travail pour les employés de la minière;
- demander à Falco d'attribuer des subventions aux CPE et/ou aux garderies privées pour les aider à développer des places.

Entreprises

Parmi les entreprises, la principale solution avancée est que Falco prévoit une garderie pour les enfants de ses employés dans son projet. Il serait aussi important de créer un partenariat entre les organismes du milieu et Rouyn-Noranda pour assurer la réussite d'un tel projet.

4.4.2 ÉCOLES

4.4.2.1 ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME

4.4.2.1.1 DESCRIPTIONS DES ENJEUX

Organismes

Les intervenants considèrent que les écoles de Rouyn-Noranda vivent des problématiques d'espace. Leur clientèle ne cesse d'augmenter. La plupart des écoles fonctionnent au maximum de leur capacité. Les règles du ministère de l'Éducation sont très strictes en ce qui concerne les demandes d'ajout d'espace. S'il manque de places dans une école située au centre de la ville, la loi oblige, par exemple, le CSSRN à envoyer les élèves dans une école du quartier de D'Alembert qui est moins achalandée. Pour éviter que de telles situations se produisent, le CSSRN tente d'optimiser l'espace au sein de ses installations afin de garder la clientèle scolaire à l'école du quartier. La mise en place des maternelles pour les enfants de 4 ans a accentué les problématiques d'espace.

Entreprises

Une entreprise est aussi d'avis que les écoles sont au maximum de leur capacité.

4.4.2.1.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS

Organismes

Un seul intervenant a mentionné une solution actuellement prise en considération par le ministère de l'Éducation. Dans l'impossibilité d'agrandir leurs installations à la suite du refus des demandes d'ajouts d'espace par le ministère de l'Éducation, le CSSRN a formé un partenariat avec l'UQAT et le CPE Jardin Pierrot. Ce partenariat concerne une école du centre-ville de Rouyn-Noranda qui avait été cédée à l'UQAT. Au moment de cette décision, une crise économique sévissait à Rouyn-Noranda et plusieurs citoyens avaient quitté la ville. L'établissement universitaire désirait convertir les classes de ce bâtiment en bureaux. Toutefois, avec le besoin grandissant de classes dans ce secteur de la ville, il a été proposé au ministère, avec l'aide de partenaires, que l'UQAT redonne l'école au CSSRN, qu'un budget lui soit alloué pour la rénovation du bâtiment, que l'UQAT reçoive du financement pour agrandir ses installations et que des locaux soient réservés à l'intérieur de l'école pour un CPE. Ce projet résoudrait en partie les problématiques liées à l'espace et surtout celles provoquées par l'arrivée des maternelles pour les enfants de 4 ans.

Entreprises

Aucune solution n'a été suggérée et aucune action prise n'a été énoncée lors des entrevues avec les entrepreneurs.

4.4.2.2 *EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME*

4.4.2.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS

Organismes

Selon un intervenant, avec l'arrivée du projet de Falco, de nouveaux secteurs résidentiels risquent de se développer et il n'est pas certain que le CSSRN pourra répondre aux besoins des parents qui ont des enfants. Un intervenant indique que, dans le quartier du projet Horne 5, il y a deux écoles qui ont presque atteint leur capacité maximale. L'école Notre-Dame-de-Protection est à 90 % de sa capacité et l'école Sacré-Cœur à 80 %. La possibilité d'un développement immobilier dans ce quartier, motivé par l'arrivée du projet de la minière, pourrait poser des problèmes. En revanche, la ville a prévu dans son plan d'urbanisme un plan de développement près du chemin Saint-Luc comprenant un CPE et une école. L'intervenant précise que les terrains visés pour ces infrastructures ne sont pas détenus par la ville, mais par un promoteur privé. Il n'est donc pas assuré que le tout se réalise comme prévu.

Dans l'éventualité où la capacité maximale des écoles serait atteinte en raison du projet Horne 5, il est mentionné que le ministère pourrait autoriser l'ajout d'espaces. Toutefois, à partir de l'annonce de l'autorisation, il faut compter environ deux ans et demi pour concrétiser des agrandissements ou la construction de nouvelles bâtisses. Avec la pression que créera le projet de Falco sur l'industrie de la construction en général, on croit que les solutions pour endiguer les problèmes d'espaces dans les écoles prennent du temps à être réalisées.

Entreprises

Pour un entrepreneur, le projet Horne 5 pourrait avoir une incidence sur les écoles, surtout si la ville met l'emphase sur le développement de secteurs résidentiels pour accueillir la main-d'œuvre qu'attirera le projet où la capacité des écoles est déjà atteinte.

4.4.2.2.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES FACE AUX EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET

Aucune solution n'a été suggérée par les intervenants du milieu ni par les entrepreneurs consultés concernant les écoles.

4.4.3 SERVICES DE PROXIMITÉ

4.4.3.1 *ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME*

4.4.3.1.1 DESCRIPTIONS DES ENJEUX

Organismes

Le service de transport en commun qui dessert la ville de Rouyn-Noranda n'est pas très performant selon des intervenants. Les passages des autobus ne sont pas fréquents. Les circuits sont peu nombreux et ils ne sont pas optimisés. La Ville n'a pas les moyens pour mettre en place un système de transport en commun efficace.

Des intervenants mentionnent également que l'offre de services aux citoyens est limitée (ex. : il n'y a pas de centre aquatique).

Par ailleurs, on mentionne que le réseau Internet n'est pas de bonne qualité. Le télétravail n'est pas possible pour de nombreux citoyens pour cette raison. La Ville travaille à améliorer ce service.

Il n'est pas facile d'avoir accès à un médecin de famille selon un intervenant. L'attente est longue avant de se voir attribuer une ressource médicale. L'urgence de l'hôpital est sollicitée pour le simple renouvellement d'ordonnances en raison de cette situation.

L'Abitibi-Témiscamingue ne possède pas de centre de crise[12] comme on en trouve habituellement dans les grands centres. Un intervenant précise que cette situation crée une grande pression sur les ressources d'hébergement pour les femmes subissant de la violence conjugale, car ces services reçoivent des clientèles ayant, par exemple, des problèmes d'itinérance, de toxicomanie ou de santé mentale qui ne sont pas en ligne avec leur mission et pour lesquels ils n'ont pas les ressources adéquates pour répondre aux besoins de ces clientèles. Il ajoute que les hôpitaux ainsi que les policiers réfèrent ces clientèles aux centres d'hébergement, car il n'y a pas de lieu spécifique qui traite ces problématiques. Les centres d'hébergement sont des lieux qui reçoivent des enfants et des femmes subissant de la violence. Ils doivent être sécurisants. Il n'est donc pas évident que l'ensemble de ces clientèles soient réunies dans ces lieux.

Un intervenant indique qu'il est difficile pour les femmes vivant une situation de violence conjugale d'être représentées par un avocat étant donné qu'il y a très peu de professionnels de ce type à Rouyn-Noranda. Elles doivent être représentées par des avocats des grands centres, comme Montréal, et les consulter en visioconférence, ce qui n'est pas évident pour les victimes.

Entreprises

Avant que la pandémie de la COVID-19 vienne perturber les activités économiques d'entreprises de services, il y avait souvent une pénurie de places dans les établissements d'hébergement selon un intervenant. Il était difficile de loger des travailleurs ou des professionnels de passage, faute de chambres disponibles.

Il n'y a pas suffisamment de médecins pour desservir la population de Rouyn-Noranda selon des entrepreneurs. Une clinique privée ayant fermé, la population n'a d'autre choix que de se présenter à l'urgence pour consulter un médecin. En contrepartie, plusieurs intervenants mentionnent que les hôpitaux offrent de bons services de soins de santé.

Un entrepreneur déplore que la ville ait une mauvaise desserte aérienne et que les prix soient exorbitants.

4.4.3.1.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS

Organismes

Un intervenant mentionne que les minières auraient intérêt à investir dans des services qui ont un impact concret sur les citoyens, comme le transport en commun et l'environnement.

Il est aussi proposé qu'un centre de crise soit mis en place pour répondre aux problématiques en lien avec l'itinérance, la toxicomanie et la santé mentale.

Entreprises

En ce qui concerne les soins de santé, l'entrée en fonction d'infirmières praticiennes pourra contribuer, selon un entrepreneur, à atténuer les délais d'attente pour consulter un médecin. De plus, une entreprise souligne que de nouvelles cliniques privées viennent d'ouvrir leurs portes ou sont sur le point de le faire.

4.4.3.2 *EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME*

4.4.3.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS

Organismes

Selon les intervenants, le projet Horne 5 aura comme effet d'engendrer une effervescence au sein du milieu en raison de la création d'emplois très bien rémunérés. Ceci pourra entraîner l'ouverture de commerces et d'entreprises de restauration ou d'hébergement. Toutefois, la pénurie de main-d'œuvre pourrait freiner cet élan.

L'achalandage du réseau de la santé risque cependant d'augmenter selon un intervenant.

[12] Un centre de crise est un organisme communautaire à but non lucratif de première ligne qui offre des services gratuits spécialisés en intervention, et ce, 24 heures par jour, 7 jours sur 7. Ce type de service est disponible pour toute personne adulte de 18 ans et plus ainsi qu'à leurs proches vivant une situation de crise, qu'elle soit situationnelle ou liée à un problème de santé mentale (RESICQ, n. d).

En ce qui concerne les organismes communautaires, ceux-ci s'attendent à voir leur clientèle augmenter. Selon un intervenant, le projet Horne 5 aura pour effet d'accentuer les situations de pauvreté en exerçant une pression sur le prix des loyers et des services. Les organisations communautaires auront de la difficulté à répondre à la demande étant donné qu'elles ont déjà de la difficulté à recruter de la main-d'œuvre et qu'elles ont peu de ressources financières. Des listes d'attente sont déjà en place pour plusieurs de ces services offerts aux citoyens.

Un des intervenants envisage l'augmentation des risques d'accidents sur les routes de la ville avec l'arrivée du projet Horne 5.

Une crainte est perceptible chez des intervenants quant à la pression que le projet exercera sur les services de base, dont les épiceries. Des questions se posent sur la capacité qu'aura ce type de services à recruter la main-d'œuvre nécessaire à leur fonctionnement une fois les installations de Horne 5 en fonction. Des intervenants craignent également que la pénurie de main-d'œuvre que pourrait engendrer le projet limite le développement de nouveaux services dans la communauté.

Entreprises

Les services de soins de santé pourraient subir plus de pression en raison du projet Horne 5 selon des représentants d'entreprises. En revanche, deux de ces entrepreneurs croient que cet impact sera de courte durée étant donné le projet d'agrandissement en cours de l'hôpital, incluant un centre en oncologie. Ce dernier desservira la région.

Les entreprises d'hébergement et de restauration pourraient également ressentir de la pression durant la période de construction selon un entrepreneur. Il mentionne que les services communautaires seront aussi affectés, mais davantage durant la phase d'exploitation.

4.4.3.2.2 SOLUTIONS SUGGÉRÉES FACE AUX EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET

Organismes

Concernant la sécurité routière, un intervenant propose que la minière sensibilise ses employés à respecter les limites de vitesse et à favoriser le transport en commun ainsi que les déplacements à vélo.

Entreprises

Il est important pour l'un des entrepreneurs consultés que Falco communique mieux publiquement au sujet de son projet afin que la communauté puisse se préparer et mettre en place des initiatives afin d'atténuer la pression que pourraient engendrer la construction et l'exploitation de la mine.

4.5 INTÉGRATION DES NOUVEAUX ARRIVANTS

4.5.1 ENJEUX ACTUELS LIÉS AU THÈME

4.5.1.1 DESCRIPTION DES ENJEUX

Organismes

L'intégration des nouveaux arrivants est un enjeu historique pour la Ville de Rouyn-Noranda, car elle a été bâtie en grande partie grâce à des vagues d'immigration liées à l'industrie minière. En 1931, elle a même été nommée la deuxième ville la plus cosmopolite du Québec. Un ratio d'une personne sur quatre provenait de l'extérieur du pays. Les intervenants du milieu ont abordé bon nombre de problématiques auxquelles sont confrontés les nouveaux arrivants. Ces derniers peuvent provenir de l'extérieur de la région ou d'un pays étranger et il s'agit d'une migration composée de personnes généralement aisées.

La barrière de la langue est l'enjeu faisant obstacle à l'intégration des nouveaux arrivants le plus fréquemment nommé par les intervenants rencontrés. Afin de répondre à la clientèle immigrante, des organismes communautaires nécessitent la contribution de traducteurs ou de traductrices, ce qui demande le déploiement de ressources supplémentaires. D'ailleurs, le manque de financement pour les programmes d'aide à l'intégration des nouveaux arrivants est une problématique abordée lors des entrevues, que cela soit pour des séjours exploratoires ou de l'accompagnement à l'intégration qui est une démarche cruciale selon des intervenants. Celle-ci s'étend généralement sur une période d'un an.

Parmi les enjeux rencontrés par les personnes immigrantes, l'équivalence des diplômes est un défi de taille en ce qui a trait à leur intégration. Il arrive souvent que les nouveaux arrivants possèdent une formation qui ne correspond pas au marché du travail de Rouyn-Noranda ou qui n'est pas reconnue au Québec. Cette situation les amène souvent à commencer au bas de l'échelle, même s'ils sont des travailleurs expérimentés, ou à refaire une formation pour que leurs compétences soient reconnues.

Les immigrants qui viennent à Rouyn-Noranda pour faire des études rencontrent des difficultés similaires. Leur formation est moins adaptée à la réalité québécoise. En effet, certains de ces étudiants arrivent avec seulement une connaissance théorique des mines. Davantage d'efforts doivent être déployés pour les mettre au niveau des autres étudiants qui ont fait des études combinées avec des stages. De plus, une fois le diplôme obtenu, cette situation fait en sorte que le marché de l'emploi est totalement ouvert aux finissants québécois, étant donné l'expérience acquise grâce aux opportunités offertes lors de leur formation, mais demeure plus fermé pour les étudiants étrangers qui désirent faire carrière dans la province. Il est plus complexe pour eux de se faire embaucher, et ce malgré la pénurie de main-d'œuvre que connaît la région. Des entrepreneurs sont réticents à embaucher une personne immigrante en raison des nombreux défis que cela représente.

En ce qui a trait à l'intégration en milieu de travail, la qualité de l'employeur est un facteur important dans la réussite du processus d'intégration. Certes, des situations d'abus surviennent, mais il y a aussi de belles relations qui se sont développées entre des entreprises et leurs employés migrants. Il semble toutefois y avoir un problème de rétention de la main-d'œuvre immigrante. Il a été mentionné que la région peine à retenir les talents, dont ceux qui terminent leurs études universitaires.

La transposition de la famille au sein de la communauté d'accueil est une problématique à considérer dans l'intégration des nouveaux arrivants à Rouyn-Noranda, peu importe s'ils proviennent de l'extérieur de la région ou du pays. En effet, les défis sont nombreux pour ces derniers. Avec la carence de grands logements décents ainsi qu'abordables sur le marché locatif et le prix élevé des maisons, il est complexe pour les personnes arrivant de l'extérieur de se trouver un endroit où loger leur famille. Selon un intervenant, les attentes des immigrants en matière de logement ne sont pas souvent atteintes. À leur arrivée, ils vivent généralement une baisse de leur qualité de vie comparativement à leur milieu d'origine et cela se traduit par passablement d'instabilité pour une courte durée. Ils doivent très souvent déménager une deuxième fois. Il est aussi difficile d'intégrer les jeunes enfants dans une garderie étant donné la pénurie de places dans les Centres de la petite enfance desservant la ville. N'étant pas inscrits au guichet unique d'accès aux places de garde au Québec (La Place 0-5), les parents doivent inscrire leurs enfants lors de leur emménagement. Le délai d'attente est alors d'environ trois à quatre ans avant d'obtenir une place. Selon un intervenant, il n'y a pas de garderie en milieu familial ou privée à Rouyn-Noranda, ce qui laisse peu d'alternatives pour ces nouvelles familles. L'école génère aussi des inquiétudes, à savoir si les enfants s'y intègreront facilement. Autrement, il est compliqué pour les conjoints ou conjointes de s'intégrer au nouveau milieu de vie, que cela soit pour trouver un emploi ou se construire une vie sociale.

Pour les immigrants qui sont déjà établis dans les grands centres comme Montréal ou Québec, quitter ces lieux pour s'installer en région éloignée est un changement qui est vécu comme un deuxième déracinement, ceci même si ce changement est souhaité. Ils ont souvent tissé des liens avec une communauté culturelle au sein de leur métropole d'accueil. En Abitibi-Témiscamingue, notamment à Rouyn-Noranda, on note la présence de communautés culturelles sur le territoire. Toutefois, certains groupes sont moins représentés. Les nouveaux arrivants issus de ces groupes ont davantage de difficulté à s'attacher au milieu. Il est important de mentionner que l'isolement social est à la source de la plupart des départs. Il se fait d'autant plus ressentir quand la personne immigre seule. Elle est alors plus vulnérable à cette situation.

L'absence de services alimentaires spécialisés rend également l'intégration difficile pour les immigrants. Ils se rendent compte que la nourriture vendue à l'épicerie leur est étrangère. Ils ne savent pas cuisiner les aliments disponibles et, du même coup, ils ignorent quoi manger.

La mobilité interurbaine est aussi un enjeu de taille auquel les immigrants ne s'attendent pas à faire face. En effet, environ une heure et demie de conduite est nécessaire entre chaque ville en Abitibi-Témiscamingue. Le transport en commun est peu développé et les liaisons par autobus d'une ville à l'autre sont peu fréquentes. Cette situation peut contribuer au sentiment d'isolement vécu par les nouveaux arrivants.

Sinon, il n'est pas facile pour les nouveaux arrivants qui proviennent des autres régions du Québec de s'adapter à ce nouveau milieu de vie qui n'offre pas autant de services et de diversité commerciale que les grands centres et où l'hiver est long.

Un intervenant mentionne une problématique du côté du processus de recrutement afin d'amener des immigrants à travailler et à s'établir sur le territoire de l'Abitibi-Témiscamingue, particulièrement en ce qui a trait à la démarche de marketing. Cette démarche vend la région et ses possibilités. Toutefois, il n'est pas mentionné que la région est jeune, que cela prend quatre heures pour la traverser, qu'il n'y a presque pas de transport en commun, etc. Les personnes ayant vécu une mauvaise expérience d'intégration se sont souvent fait vendre une image qui était loin de la réalité.

Comme énoncé précédemment, la ville de Rouyn-Noranda n'est pas étrangère à l'immigration. Un intervenant du milieu mentionne que la population de la ville a un niveau d'acceptabilité sociale très élevé en ce qui concerne la venue de nouveaux arrivants. La présence de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) contribue à cette acceptabilité en maintenant la diversité culturelle de Rouyn-Noranda grâce aux étudiants étrangers qui la fréquentent. Néanmoins, deux intervenants ont mentionné la présence de racisme à Rouyn-Noranda. Il semblerait qu'il y ait des préjugés envers les immigrants et les communautés autochtones.

Entreprises

En ce qui concerne les enjeux liés à l'intégration des nouveaux arrivants, selon les entreprises rencontrées les entrepreneurs ont mentionné avoir de la difficulté à amener des travailleurs venant de l'extérieur de la région à s'établir à Rouyn-Noranda, même si ces candidats proviennent de Montréal ou de Québec. Il s'agit parfois d'un trop grand sacrifice ou changement pour la famille de s'installer en région. Ils ont tendance à retourner vers les grands centres. D'ailleurs, pour les communautés immigrantes, ce sont à ces endroits que se trouve bien souvent le noyau de leur communauté culturelle.

Comme les intervenants du milieu, les entreprises indiquent qu'il y a beaucoup de défis relatifs à l'intégration des travailleurs immigrants, auxquels ils doivent penser avant de recruter. Ces problématiques touchent notamment l'accès au logement et aux garderies, la barrière de la langue, l'initiation à une nouvelle culture, etc. Les nouveaux arrivants provenant de l'étranger ont besoin de plus d'accompagnement afin de bien intégrer leur milieu de travail.

Il est possible que la communauté d'accueil soit difficile d'approche pour les nouveaux arrivants de l'extérieur de la région ou du pays. Il y aurait une certaine méfiance au départ venant de la population locale. Néanmoins, une fois que le premier contact est établi, cela semble se résoudre.

4.5.1.2 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES ET ACTIONS PRISES LIÉES AUX ENJEUX ACTUELS*

Organismes

Plusieurs initiatives sont mises en place afin d'aider les nouveaux arrivants à intégrer leur nouveau milieu de vie. Des activités sociales sont organisées, notamment des pique-niques et des sorties de plein air. Des organismes font également de l'accompagnement afin de faciliter l'intégration des nouveaux arrivants, soit au sein de leur milieu de travail (introduction à la hiérarchie d'entreprise, introduction aux relations de travail, sensibilisation auprès de la hiérarchie de la réalité de l'immigrant, etc.) ou milieu de vie. Les démarches d'accompagnement permettent de cibler les besoins du nouvel arrivant et de ne pas le laisser à lui-même. Elles aident la recherche d'un logement en facilitant le contact avec les propriétaires et elles permettent la découverte de différents quartiers de la ville où il est parfois plus abordable d'habiter. Un accompagnement à l'épicerie est aussi offert pour introduire le nouvel arrivant à la nourriture d'ici. Autrement, des organisations ont mis en œuvre des systèmes de pairage, c'est-à-dire de jumeler le nouveau candidat ou le nouvel étudiant provenant de l'extérieur avec un collègue pour que ce dernier l'invite à des activités ou lui fasse découvrir la région.

Les organismes communautaires se sont développés afin de pouvoir répondre aux demandes d'une clientèle immigrante qui se fait de plus en plus présente au sein de la communauté (ex. : maison d'hébergement pour les femmes migrantes, accès à des avocats spécialisés en immigration, présence de traducteurs au sein des organismes, accès à des cours de francisation, etc.). Un comité a également été créé par la Ville afin de traiter des problématiques liées à l'intégration des nouveaux arrivants. Comme mentionné par un intervenant, la communauté d'accueil a des responsabilités face à l'intégration des immigrants dans leur nouveau milieu de vie.

L'intégration des immigrants par le biais d'activités physiques est soulignée par un intervenant qui indique que la ville de Rouyn-Noranda compte 24 équipes de soccer et que l'intégration des nouveaux arrivants dans celles-ci est très encouragée.

Des solutions ont été suggérées par les intervenants du milieu afin de faciliter l'intégration des nouveaux arrivants :

- Mettre en place des stratégies afin d'avoir une meilleure rétention des nouveaux arrivants et de favoriser la création d'opportunités pour faire rayonner les talents.
- Créer des opportunités de réseautage.
- Sensibiliser les employeurs afin qu'ils comprennent la portée de leur engagement quand ils embauchent une personne immigrante et qu'ils soient au fait des défis qu'ils rencontreront ainsi que de ceux que vivront les immigrants.
- Créer des partenariats entre les entreprises et les organismes qui offrent des services d'accompagnement pour faciliter l'intégration des nouveaux arrivants.
- Encourager les nouveaux arrivants à faire du bénévolat dans le but de développer un sentiment d'appartenance et de briser l'isolement.
- Accorder davantage de financement aux organismes qui développent et mettent en œuvre des activités ou des services relatifs à l'intégration et à la rétention des nouveaux arrivants.
- Offrir des alternatives de logement temporaires. Il est à noter qu'une commission scolaire a aménagé des appartements pour les personnes nouvellement embauchées à l'intérieur d'un ancien couvent où se trouve aussi leur centre administratif. Les nouveaux arrivants peuvent y vivre durant la première année afin de voir s'ils s'adaptent bien à leur nouveau milieu.

Entreprises

Du côté des entreprises, des actions sont prises en ce qui concerne le logement des nouveaux arrivants. De fait, des entrepreneurs possèdent des appartements ou des maisons de chambres pour accueillir, soit temporairement ou à temps plein, leurs nouveaux travailleurs. D'autres s'engagent à leur trouver un logement lors de leur embauche.

Dans le but de faciliter leur intégration, des entrepreneurs ont énoncé qu'il serait souhaitable d'offrir un meilleur accompagnement aux nouveaux arrivants et que la possibilité de proposer un emploi au conjoint(e) pourrait contribuer à la réussite du processus d'insertion dans la communauté d'accueil en contrant l'isolement social que pourrait vivre le partenaire de vie de la personne embauchée. De plus, une entreprise énonce qu'il serait pertinent de permettre aux immigrants de devenir des ambassadeurs des entreprises pour lesquelles ils travaillent et de les laisser participer de cette manière au recrutement.

En dernier lieu, un des entrepreneurs rencontrés mentionne que, selon lui, il ne s'agit pas d'un enjeu d'intégration, mais d'enracinement. Il explique qu'il faut déployer davantage d'efforts pour que les nouveaux arrivants s'enracinent dans la communauté. Pour ce faire, il indique qu'il est important de les mettre en contact avec des personnes clés, de les intégrer dans des soupers et des soirées de hockey, de les inviter au chalet, d'aller à la pêche, de les amener faire de la motoneige, de les aider à trouver une garderie ou un logement, d'avoir de belles intentions pour eux et de créer de réels liens d'amitié. Il souligne que c'est tout un défi d'immigrer, que le processus est long et qu'il faut que le nouvel arrivant et sa famille, s'il y a lieu, se sentent les bienvenus. Il est primordial que l'employeur s'engage et s'implique auprès d'eux. Les nouveaux arrivants contribuent à la richesse de la communauté et il faut travailler à changer les perceptions que la population et certains employeurs ont face à ceux-ci.

4.5.2 EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET SUR LE THÈME

4.5.2.1 DESCRIPTION DES EFFETS ANTICIPÉS

Organismes

Peu d'intervenants du milieu se sont prononcés sur les effets anticipés du projet Horne 5 à propos de l'intégration des nouveaux arrivants à Rouyn-Noranda. Selon un intervenant, le projet minier de Falco amplifiera les problèmes pour ces derniers en raison du prix des maisons et des loyers qui s'intensifieront et de l'offre de service qui n'est pas la même que celle des grands centres. Cela pourrait avoir une incidence sur la rétention de la main-d'œuvre nouvellement arrivée.

De plus, s'il s'agit de travailleurs qui viennent et qui repartent sans s'établir à Rouyn-Noranda, il ne sera pas question d'intégration. Les commerces et les restaurants bénéficieront de leur venue, mais ceux-ci ne s'impliqueront pas dans la vie communautaire.

Entreprises

Une seule entreprise a abordé les effets anticipés du projet Horne 5 sur l'intégration des nouveaux arrivants. Elle indique que le projet de Falco pourrait encourager l'établissement de nouvelles familles à Rouyn-Noranda, car avec la création de quelque 500 emplois lors de l'exploitation, il ne sera pas possible de combler les besoins de main-d'œuvre seulement à partir de la population locale actuelle. D'ailleurs, elle ajoute que la réouverture de la mine pourrait être attirante pour les immigrants et que l'augmentation du nombre de nouveaux arrivants pourrait faciliter le processus d'intégration en créant davantage de communautés culturelles. Cela pourrait également augmenter la rétention des immigrants, amener une belle diversité à Rouyn-Noranda et revitaliser la région.

4.5.2.2 *SOLUTIONS SUGGÉRÉES FACE AUX EFFETS ANTICIPÉS DU PROJET*

Organismes

Dans le but de faciliter l'intégration des nouveaux arrivants qui arriveront à Rouyn-Noranda en raison du projet Horne 5 de Falco, des solutions ont été suggérées par les intervenants du milieu, notamment :

- La création d'un partenariat entre Falco et un CPE qui pourrait se traduire par une aide financière ou par le partage de locaux à moindres coûts. Selon l'engagement de la minière, un pourcentage de places pourrait lui être accordé et réduirait en partie une problématique vécue par bon nombre d'employés venant de l'extérieur de la région ou de l'extérieur du pays, soit de trouver une garderie.
- La mise en place, lors de la phase d'exploitation, d'un processus d'accompagnement pendant les six premiers mois ou la première année à l'emploi pour les employés qui proviendront de l'extérieur de la région afin d'assurer le succès de l'intégration.

4.6 AUTRES ENJEUX

D'autres enjeux sont ressortis lors des entrevues avec les intervenants du milieu, notamment en lien avec le FIFO, la cohésion sociale, la violence conjugale, la toxicomanie et la phase de fermeture.

FIFO

Pour des intervenants, le FIFO est une très grande préoccupation. Cette pratique, déjà présente sur le territoire de l'Abitibi-Témiscamingue, n'apporte aucune retombée dans le milieu. Elle n'aide pas au développement de la région, ne contribue pas à améliorer le tissu social de la communauté d'accueil et elle est difficile à vivre pour les familles des travailleurs qui transigent par ce type de navettage. Selon un intervenant, le FIFO est la pire pratique qui puisse être choisie pour une région. De plus, l'un d'eux considère qu'il y a des effets psychologiques pour l'employé de faire du navettage et que cela peut amener de nouvelles problématiques au sein de la communauté.

Cohésion sociale

L'impact que pourrait avoir le projet Horne 5 sur la cohésion sociale est aussi abordé. Des intervenants prévoient que la présence d'une mine sur le territoire de la ville pourrait augmenter la pauvreté au sein de la communauté et accentuer l'écart, déjà présent, entre les plus nantis et les personnes à faibles revenus. Cet effet est engendré par les hauts salaires qu'offre l'industrie minière. Un intervenant mentionne qu'il s'agit d'un développement économique qui ne profite pas à tout le monde. Cet écart de richesse se reflète également dans une inégalité entre les hommes et les femmes étant donné qu'il y a plus d'hommes qui œuvrent dans le milieu minier. Les iniquités qui ressortent de cet écart affectent aussi les enfants, indirectement. L'intervenant indique que le revenu moyen est haut à Rouyn-Noranda ainsi que dans la région grâce à l'industrie minière. En raison de cette situation, il semble qu'il y ait moins de services offerts à la population défavorisée ou de financement pour les organismes communautaires en ce qui a trait aux enjeux de pauvreté.

Violence conjugale

Des intervenants ont également fait mention de la violence conjugale qui sévit au sein de plusieurs couples dont au moins un des deux membres, le plus souvent l'homme, travaille dans le secteur minier.

Un intervenant suggère que le FIFO peut notamment engendrer des tensions et de l'instabilité dans les ménages alors que les femmes s'occupent en permanence des enfants et l'homme, une fois de retour à la maison, se considère en vacances. On mentionne également les problèmes liés à la consommation qui peuvent favoriser les climats de tension, qui pourraient être liés aux salaires élevés dans le secteur minier.

Des intervenants considèrent que plusieurs femmes de Rouyn-Noranda et de la région de l'Abitibi-Témiscamingue en général ne travailleraient pas du fait que leurs conjoints gagnent d'excellents salaires dans le secteur minier. Cette situation peut laisser place à une dépendance économique et ultimement à de la violence conjugale puisque les femmes peuvent éprouver de la difficulté à répondre à leurs propres besoins et à ceux de leurs enfants du fait que l'argent est entièrement contrôlé par leur conjoint.

Toxicomanie

Selon un intervenant, l'industrie minière génèrerait des problèmes liés à la consommation de drogue, en partie en raison des salaires élevés. Il ajoute qu'à son avis la ville pourrait voir son taux de criminalité augmenter et les enjeux de toxicomanie pourraient être plus présents.

Phase de fermeture

En réfléchissant aux expériences antérieures vécues dans le cadre d'autres projets miniers, des intervenants ont soulevé les problématiques associées à la future fermeture de la mine.

Plusieurs ont souligné la durée de vie de la mine et les emplois qui seront perdus lorsque l'exploitation sera terminée. À cet effet, un intervenant a suggéré que les employés de la minière Falco aient déjà atteint un certain niveau de scolarité au moment de leur embauche afin d'éviter les problèmes associés à l'analphabétisation au moment de se trouver un nouvel emploi après la fermeture.

Comme précisé à la section 4.2 portant sur l'environnement, des intervenants s'inquiètent de ce qui sera fait sur le plan environnemental concernant les installations après la fin de l'exploitation de la mine Horne 5. Des intervenants soulignent qu'un plan de fermeture doit être pensé dès le début du projet. Ils ont des craintes pour la sécurité des citoyens après l'exploitation.

4.7 EFFETS POTENTIELS DU PROJET SUR LES ORGANISMES ET LES ENTREPRISES RENCONTRÉS

4.7.1 EFFETS POTENTIELS DU PROJET SUR LES ENTREPRISES

L'ensemble des entrepreneurs consultés pensent que le projet Horne 5 aura des effets positifs pour leur entreprise. Certains d'entre eux travaillent déjà avec la minière ou ont établi des contacts avec l'entreprise. Il s'agit d'une opportunité d'affaires pour les entreprises de Rouyn-Noranda selon ces entrepreneurs.

Ces derniers espèrent d'ailleurs que le projet aura comme effet d'amener de nouvelles familles à s'installer sur le territoire de la ville, ce qui aurait un impact positif pour les entreprises. En effet, cela engendrerait un plus grand achalandage pour les établissements d'hébergement et de restauration ainsi que pour les commerces en plus de faire croître la population locale et ainsi élargir le bassin de main-d'œuvre disponible pour les entreprises. Pour les établissements d'hébergement consultés, une partie de leur clientèle provient du secteur minier. Un des intervenants de ce groupe mentionne que les minières contribuent à faire rouler l'économie locale. Elles permettent d'offrir de bonnes conditions et de bons salaires aux travailleurs. Ceux-ci redonnent au milieu en fréquentant les commerces et les entreprises de services. La présence de la minière au sein de la ville garantit qu'il y aura des retombées dans la communauté.

Un intervenant énonce que le projet aura un impact économique plus important lors de la phase de construction. Toutefois, selon lui, la phase d'exploitation entraînera une certaine stabilité économique puisque la minière fera partie de la communauté pendant 15 à 20 ans. De ce fait, le projet permettra la pérennité des emplois et des entreprises selon un intervenant. La présence des activités de la minière à Rouyn-Noranda permettra le maintien en place des entreprises et même à certaines de croître. De plus, elle créera de l'emploi. Le projet contribuera également à favoriser la formation plus rapide et efficace des travailleurs de certaines entreprises. La contribution de Falco dans la reconstruction du Centre Polymétier et les améliorations apportées à ce centre de formation professionnelle ont par ailleurs été soulignées.

Un intervenant croit au fort potentiel d'innovation du projet Horne 5, ce qui permet au secteur minier de se transformer.

Le seul effet négatif abordé par un entrepreneur est l'augmentation de la circulation routière pour les entreprises situées à proximité de la mine que risque d'engendrer le projet. Il mentionne toutefois qu'il y a des solutions, notamment d'offrir le transport par autobus pour les employés de la minière.

4.7.2 EFFETS POTENTIELS DU PROJET SUR LES ORGANISMES

Les intervenants consultés mentionnent que le projet Horne 5 pourrait entraîner des effets positifs pour les organismes de Rouyn-Noranda. En effet, les minières ont souvent soutenu des organisations communautaires et des initiatives au sein de la communauté, notamment en apportant une aide financière. Il faut toutefois que Falco démontre une certaine ouverture par rapport aux organismes et à leurs problématiques, et qu'elle s'implique selon un intervenant.

Des intervenants du milieu de l'éducation voient également le projet minier d'un bon œil. Ce dernier pourra engendrer des retombées importantes. Ils précisent que les minières offrent une aide financière et un soutien à toutes sortes de niveaux aux écoles de la ville. Ils croient que Falco ne fera pas exception et contribuera au milieu scolaire. Selon un intervenant, les organisations du secteur de l'éducation suivent de près les développements du projet Horne 5, surtout en ce qui a trait à la formation des travailleurs. Le projet pourra contribuer de façon majeure au développement de la formation professionnelle spécialisée dans le domaine minier à Rouyn-Noranda. La ville renforcerait ainsi son rôle de plaque tournante dans ce domaine et acquerrait une meilleure visibilité locale, nationale et internationale pour son offre de formation selon certains. D'ailleurs, un intervenant souligne qu'il est important que Falco travaille de concert avec le centre de formation professionnelle, car la formation dans certains métiers qui seront nécessaires au projet n'existe pas actuellement et qu'il faut donc se préparer pour répondre aux besoins en main-d'œuvre. Le centre de formation professionnelle s'est déjà positionné en ce qui concerne le rehaussement des compétences des travailleurs et pour la formation en santé et sécurité. En ce qui a trait à l'enseignement au collégial, le cégep se perçoit aussi comme un agent de formation prêt à soutenir le développement des compétences des travailleurs qui travailleront pour la minière. Un intervenant mentionne que c'est très positif pour cette institution qui pourra également développer son offre de formation et être en mesure de répondre aux besoins d'autres projets miniers, notamment en ce qui a trait à l'automatisation dans le milieu minier. Pour les intervenants du milieu de l'éducation, la présence du projet à Rouyn-Noranda facilitera le recrutement et le placement des étudiants.

Pour ce qui est des CPE, ils voient la possibilité de créer un partenariat avec Falco pour l'établissement de nouvelles installations de garderies. Un tel partenariat pourrait permettre à la minière de profiter de places en garderie assurées pour ses employés selon eux.

L'arrivée du projet Horne 5 présente une opportunité pour les organismes qui œuvrent dans le secteur de l'employabilité. Des intervenants de ce milieu sont prêts à travailler de concert avec la minière afin de développer les conditions gagnantes pour la réussite d'insertions socioprofessionnelles au sein du projet, c'est-à-dire, aider, grâce à de l'accompagnement, l'intégration de travailleurs issus de groupes plus stigmatisés (problèmes mentaux ou comportementaux, clientèle judiciarisée, personnes bénéficiant de programmes d'aide sociale, etc.). Cette démarche évitera que la minière recrute sa main-d'œuvre chez de petits fournisseurs qui ont déjà de la difficulté à la trouver et les processus d'insertion seront davantage pour des postes de manœuvres ou d'entretien selon eux.

Parmi les effets négatifs que pourrait entraîner le projet Horne 5 sur les organismes du milieu, la pénurie de logements qui s'accentuera probablement a été mentionnée. Le projet de Falco pourra créer une surcharge dans les services d'hébergement pour les femmes vivant une situation de violence conjugale en raison de la difficulté pour ces organismes de trouver des appartements pour leurs clientes qui ont besoin de sortir du milieu où elles vivent. La transition entre le centre d'hébergement et un logement risque d'être plus longue et de limiter l'aide que les organisations de ce genre pourraient apporter à d'autres femmes dans le besoin d'un environnement sécuritaire.

Certains intervenants craignent que la fermeture d'entreprises en raison de la pénurie de main-d'œuvre soit aussi un des effets négatifs que pourrait entraîner le projet Horne 5. Avant la pandémie de la COVID-19, cette problématique était déjà présente à Rouyn-Noranda. Des entreprises fonctionnaient à horaire réduit ou fermaient leur porte faute de main-d'œuvre. Le projet augmentera cet enjeu, et ce, même pour les organismes qui ne sont pas dans le secteur minier. Un intervenant ajoute que Falco doit être un bon citoyen corporatif et être sensible à la réalité des petits fournisseurs et des organismes communautaires. Il se doit de trouver des solutions que cela soit par l'embauche de main-d'œuvre autochtone ou de travailleurs issus de clientèles stigmatisées (problèmes mentaux ou comportementaux, clientèle judiciarisée, personnes bénéficiant de programmes d'aide sociale, etc.). Le projet Horne 5 pourrait également accentuer la pression sur des services comme les CPE et les écoles. Les effets négatifs mentionnés comprennent également des préoccupations liées à l'environnement.

4.7.3 SUGGESTIONS POUR LA MAXIMISATION DES EFFETS POSITIFS DU PROJET SUR LES ENTREPRISES ET LES ORGANISMES DE ROUYN-NORANDA

Organismes

Plusieurs suggestions ont été proposées par les intervenants du milieu afin de maximiser les effets positifs sur les organismes de Rouyn-Noranda :

- Soutenir les organismes communautaires, notamment ceux s'occupant de clientèle plus défavorisée ou qui ont besoin de financement pour un projet intéressant. Soutenir également les initiatives de prévention. Ce soutien peut se faire d'autres façons que par du financement.
- Investir dans des infrastructures ou des initiatives pouvant augmenter la qualité de vie des citoyens (ex. : investir dans des salles de théâtre, dans la construction d'une école, d'un centre aquatique, d'une garderie, etc.)
- Continuer à démontrer de l'ouverture, de l'écoute et de l'humilité ainsi que de chercher des solutions avec l'aide de leurs partenaires. Travailler avec la communauté et se donner les moyens d'écouter ce qu'elle a à dire. Le comité consultatif est un bon outil à maintenir.
- Contribuer à augmenter la fierté d'appartenir à une région minière en ayant davantage de transparence et de collaboration avec les communautés. Pour ce faire, l'industrie minière doit rétablir le contrat de confiance avec la communauté, et ce, plus qu'avec ses actionnaires.
- Partager des ressources compétentes avec les établissements de formation. Il s'agit d'un partenariat pour pouvoir pallier la difficulté de ces institutions à recruter du personnel enseignant (ex. : le chef métallurgiste de la fonderie Horne donne une charge de cours au cégep).
- Utiliser les ressources disponibles au sein de la communauté pour les besoins de formation. Falco ne devrait pas s'autosuffire en ce qui a trait à la formation.
- Offrir des stages aux étudiants dans les domaines en lien avec les activités de la minière, notamment en informatique, en technologie minière, en comptabilité de gestion, etc.
- Contribuer aux fondations des établissements d'enseignement, ceci pas seulement par du financement, mais aussi par des actions favorisant le rayonnement de la formation offerte dans ces institutions.
- Créer un fonds pour la création artistique afin d'encourager les talents créatifs.
- Aider à améliorer la desserte aérienne en permettant l'utilisation des vols nolisés de la minière par des citoyens si des places demeurent disponibles.
- Financer la construction de logements subventionnés en contribuant à la contribution du milieu de 10 % demandée par la SHQ.

- Donner des garanties en ce qui concerne l'environnement en exposant les risques environnementaux possibles et les mesures mises ne place pour les réduire. Présenter l'engagement de la minière en ce qui a trait à l'environnement.
- Créer un fonds dédié à la communauté pour la réalisation de projets.
- Créer un fonds dédié à l'environnement.
- Solliciter l'aide du milieu pour les problématiques relatives au recrutement, au logement et à la rétention de la main-d'œuvre.
- Respecter l'écosystème dans sa globalité, ce qui inclut le milieu naturel ainsi que l'environnement social et économique. Pour ce faire, Falco pourrait former un comité qui s'assoit avec les acteurs du milieu afin de se concerter sur des enjeux présents dans la communauté.
- Obliger les partenaires d'affaires à démontrer un engagement social auprès de la communauté.

Entreprises

Du côté des entreprises, des suggestions ont également été proposées afin de maximiser les effets positifs du projet sur les entreprises et les organismes de Rouyn-Noranda :

- Encourager les entreprises locales en priorité. Cette initiative aura pour effet d'améliorer l'expertise de ces compagnies, leur permettre d'être plus innovantes et d'obtenir, pour la minière, de meilleurs services localement.
- Établir une politique d'achat local qui sera bénéfique pour la ville-MRC de Rouyn-Noranda et la région de l'Abitibi-Témiscamingue.
- Faire confiance aux entreprises locales et favoriser l'établissement de partenariats clairs et honnêtes avec celles-ci.
- Créer des partenariats entre la communauté d'affaires et Falco pour des projets tels que la construction de garderies, de logements, etc.
- Consulter les hôteliers et les restaurateurs en ce qui concerne l'implantation d'autres structures d'hébergement ou par rapport à la restauration, pour des services de traiteur par exemple, afin de savoir si ces entreprises peuvent répondre aux besoins de la minière, ceci avant d'utiliser des services hors de la ville.
- S'engager à être une « minière de transition », c'est-à-dire, qui transite vers une économie circulaire, une économie énergétique, une réduction de son empreinte écologique, une intégration des communautés ainsi qu'une équité et une égalité entre les sexes dans une vision de développement durable.
- S'impliquer dans le projet de la Zone d'innovation minière (ZIM).

4.8 PERCEPTION DE L'ENTREPRISE FALCO

4.8.1 PERCEPTIONS ENVERS LE TRAVAIL DE COMMUNICATION DE FALCO

Organismes

Le travail effectué par Falco en ce qui concerne la communication est jugé très positif et sérieux par plusieurs intervenants rencontrés. Ces derniers jugent que les échanges et les informations qu'ils reçoivent, à titre d'organismes, sont tout à fait satisfaisants et ont aimé qu'une attention soit portée aux enjeux que le projet pourrait engendrer et que soient trouvées des solutions pour répondre aux besoins locaux. Deux intervenants ont également spécifié qu'ils avaient apprécié cette concertation avec les partenaires et organismes, et également l'organisation de consultations publiques avec la population.

La diversité des intervenants qui sont consultés, de même que l'ouverture, la collaboration et l'écoute dont a fait preuve Falco ont également été soulignées. L'équipe apparaît solide aux yeux des intervenants.

Par ailleurs, un intervenant a apprécié les explications données sur le site Internet de la minière et l'intérêt qui est démontré à l'égard de l'environnement et des citoyens. Il a néanmoins souligné l'absence d'un énoncé sur les valeurs de l'entreprise et d'un plan de développement durable.

Si la grande majorité des intervenants considèrent qu'à titre de travailleurs au sein d'organismes les communications de Falco ont toujours été très satisfaisantes, plusieurs ont tenu à spécifier que ce n'était pas nécessairement le cas avec la population. Ils soulignent que les résidents doivent être tenus informés de l'évolution du projet et que le contraire pourrait tout simplement nuire à ce dernier. La population devrait notamment être informée des modifications qui ont été apportées au calendrier (ce dernier a évolué depuis 2016-2017) et des étapes franchies dans le processus environnemental. À cet effet, ils affirment que la population est en droit de savoir quand seront tenues les audiences publiques du BAPE afin d'avoir le temps de se préparer et de présenter ses préoccupations.

Selon des intervenants, les informations qui ont été transmises à la communauté provenaient souvent du comité consultatif et non directement de la minière. Selon eux, Falco ne peut pas uniquement compter sur les membres de ce comité pour transmettre les informations. Ils croient que l'entreprise doit avoir ses propres ambassadeurs et rappellent qu'il avait d'ailleurs été fortement suggéré à Falco de développer un plan de communication avant le contexte de la COVID-19.

Certains ajoutent que Falco gagnerait à étendre ses stratégies de communication avec l'ensemble des résidents de la ville et pas uniquement avec les citoyens à proximité du projet ainsi que les intervenants et organismes.

Enfin, au cours de la dernière année, voire des deux dernières, la plupart des intervenants ont perçu une certaine retenue dans les communications de Falco, et ce, avec l'ensemble des parties prenantes. Si certains intervenants ont nuancé leurs propos, considérant que certains facteurs ont peut-être nui à ces communications ces derniers temps (ex. : contexte de la COVID-19), d'autres ont tout simplement eu l'impression (avant la présente étude) que Falco avait abandonné le projet minier. Cette perception de marche arrière, qui aurait également été perçue dans la communauté, a engendré de la déception selon eux. Après ce qu'ils qualifient de « tapage médiatique » pendant plusieurs mois où Falco a démontré ses intentions et exposé son projet, plus rien ne s'est passé soulignent-ils. Cette absence de communication témoigne, selon un intervenant, d'instabilité et d'incertitude à l'égard du projet.

Un intervenant a, pour sa part, souligné l'intérêt qu'aurait Falco d'accentuer ses communications afin de démêler ce qui lui revient et ce qui est attribuable à la fonderie Horne. La population a tendance à confondre les deux entreprises et ne fait pas toujours les bonnes associations en ce qui concerne les nuisances engendrées selon lui. Pour son propre bénéfice, Falco aurait tout avantage, selon des intervenants, à communiquer adéquatement ses activités à venir et les impacts anticipés afin de se dissocier de la fonderie. Un intervenant a toutefois précisé que la population est au fait que Falco doit s'entendre avec la fonderie, et mentionné que ceci les inquièterait. Les gens souhaitent être mieux informés des ententes qui auront lieu entre les deux entreprises.

Bien que cela puisse être dû au contexte de la COVID-19, les intervenants jugent qu'un investissement dans les communications doit être fait de la part de la minière (ex. : création de comités, réalisation d'activités d'information, etc.). Ces communications devront notamment présenter une mise à jour des développements du projet. Autrement, l'absence d'informations continuera de laisser de la place aux rumeurs.

Selon un intervenant, la population a bénéficié d'une première séance d'information ainsi que d'une activité sous forme de kiosques. Il aurait été demandé à Falco de communiquer les questions et réponses de ces événements à toute la population. L'intervenant n'a pas spécifié si cela avait été fait par Falco.

Entreprises

Tout comme les intervenants, les entreprises ont également souligné qu'elles avaient moins entendu parler des développements du projet Horne 5 depuis un certain temps. Cela ne les a toutefois pas empêchées de spécifier que lorsque des annonces sont faites, elles reçoivent l'information rapidement et convenablement.

En effet, les entreprises sont très satisfaites du travail de communication qui a été fait jusqu'à présent par Falco. Les développements, les objectifs, les activités à venir sont des informations accessibles. La communication a toujours été, selon eux, réalisée de manière transparente, fluide et dans le respect mutuel. Les entreprises se sentent parties prenantes du projet par leur implication dans de nombreuses discussions avec la minière. Un intervenant a d'ailleurs souligné que les entrevues réalisées dans le cadre de la présente étude témoignent des efforts qui sont déployés au niveau de la communication et de la concertation avec le milieu.

Cette concertation ne peut, selon les entrepreneurs, être que bénéfique, à la fois pour le projet Horne 5 et la communauté.

4.8.2 PERCEPTIONS ENVERS L'ENGAGEMENT COMMUNAUTAIRE DE RESSOURCES FALCO

Organismes

En ce qui concerne l'engagement communautaire, un intervenant a souligné que Falco avait, jusqu'à présent, offert un bon soutien aux organismes. Par l'entremise d'un programme de commandites, la minière aurait soutenu diverses initiatives culturelles et sociales.

Si des intervenants ont spécifié que la ville avait déjà bénéficié d'une nouvelle école (puisque celle qui était présente sur le futur site minier devait être déplacée), soit le Centre Polymétier, et d'un terrain de soccer synthétique, ils sont d'avis que la population s'attend à d'autres investissements communautaires et retombées économiques pour compenser les impacts appréhendés.

Deux intervenants n'avaient aucun avis au sujet de l'engagement communautaire de Falco. Ces derniers n'avaient pas entendu parler d'engagement communautaire de la part de la minière de quelconque manière.

Entreprises

Du côté des entreprises rencontrées, l'engagement communautaire a été largement souligné. Un intervenant a d'ailleurs mentionné que bien que la construction d'une nouvelle école (complexe La Source-Polymétier) fût liée au fait que l'ancienne se trouvait sur un lieu où Falco voulait étendre ses activités, l'entreprise aurait pu attendre plus longtemps avant de procéder à la construction de l'établissement scolaire afin d'être bien certaine de voir son projet minier se concrétiser. En ce sens, il considère cette nouvelle construction comme un engagement. La qualité ainsi que le temps de construction de la nouvelle école et du terrain de soccer ont aussi été spécifiés.

Les entreprises rencontrées perçoivent Falco comme une équipe dynamique, qui travaille en partenariat avec la communauté et qui a à cœur le développement du milieu. Un rapprochement avec ce qui s'est fait à Malartic (à titre d'exemple comparable) a d'ailleurs été soulevé par plusieurs d'entre eux.

Enfin, tout comme les intervenants, les entreprises s'attendent à ce que Falco poursuive dans cette voie et que d'autres développements voient le jour à Rouyn-Noranda.

4.8.3 PERCEPTIONS ENVERS LE COMITÉ CONSULTATIF

Peu d'intervenants rencontrés ont parlé du comité consultatif dans le cadre des entrevues. Ce dernier ne faisait d'ailleurs pas partie des sujets de discussion dans les grilles d'entrevue, mais certains commentaires ont été considérés dans le présent rapport. Les représentants d'entreprises n'ont pas fait allusion à ce comité. Seuls les intervenants en ont discuté.

Comme il a été mentionné à la section 4.8.1, Falco ne peut, selon des intervenants, uniquement se fier aux membres du comité consultatif pour transmettre des informations à la communauté à propos du projet Horne 5. La minière devrait avoir ses propres spécialistes en communication qui détiendront les arguments pour diffuser les informations sur les développements du projet et les décisions qui sont prises concernant ce dernier, et veiller à transmettre les explications appropriées. Un autre intervenant a d'ailleurs souligné le fait que le comité ne s'était pas réuni depuis un certain temps[13].

Un intervenant a questionné la portée du mandat du comité consultatif. Bien qu'il reconnaisse que le comité ait notamment été créé pour aider Falco dans sa démarche d'acceptabilité sociale, il se demande si ce comité appuie un projet, et une entreprise, qui pourrait davantage nuire que profiter à la population et à la ville de Rouyn-Noranda. Il croit que le projet entraînera des conséquences sur l'environnement et des effets sur les changements climatiques, de même qu'une décroissance démographique et économique au moment de la fermeture, notamment.

[13] Au moment des entrevues réalisées par WSP (septembre et octobre 2020), la dernière rencontre du comité avait eu lieu en mai 2020.

5 RÉSULTATS DU SONDAGE AUPRÈS DE LA POPULATION

Ce chapitre présente les résultats du sondage réalisé du 2 au 21 décembre 2020 auprès d'un échantillon des résidents des quartiers situés les plus près du projet, soit D'Alembert, Vieux-Noranda, Rouyn-Noranda–Périphérie et Noranda-Nord–Lac Dufault. Comme il a été précisé à la section 2.3 qui traite de la méthodologie liée au sondage, ce dernier a été réalisé à l'aide d'un questionnaire divisé en cinq sections, soit la qualité de vie, la qualité de l'environnement physique, la perception des citoyens face au projet Horne 5, l'état de santé physique et l'état d'esprit en général de la population ciblée ainsi qu'une section portant sur le profil socio-économique des répondants.

Tout comme pour les entrevues, il est important de préciser que les résultats présentés dans ce chapitre comportent des perceptions, des opinions ou des impressions. Le but de ce chapitre est de les rapporter le plus fidèlement possible tout en les résumant.

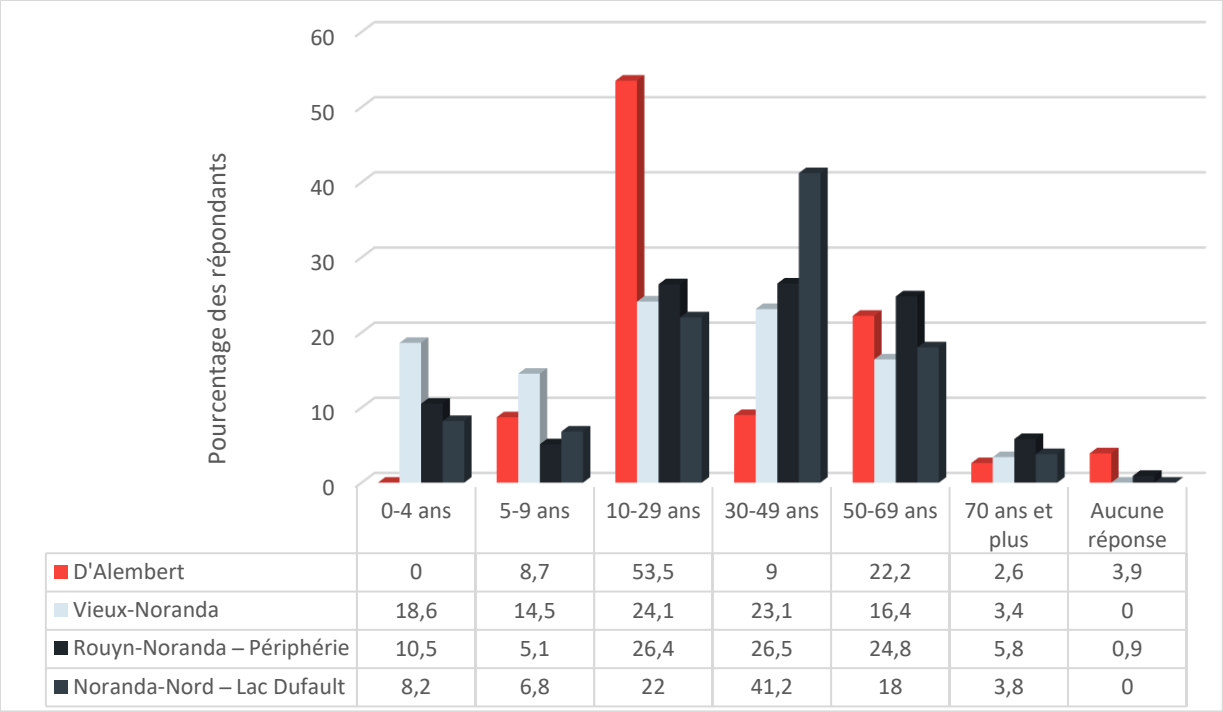
Il est à noter que pour des fins de logique de présentation, le profil socio-économique des répondants de même que les réponses sur leur état de santé physique et leur état d'esprit en général sont d'abord présentés. Suivent les sections sur leur perception sur la qualité de vie, la qualité de l'environnement physique et leur perception sur le projet Horne 5.

Il convient de préciser que, lors de la réalisation du sondage, le niveau d'alerte de la région de l'Abitibi-Témiscamingue en ce qui concerne les mesures sanitaires liées à la pandémie de la Covid-19 est passé du palier préalerte (zone jaune) à un palier d'alerte (zone orange). Ce changement a eu lieu vers la fin de la période accordée pour répondre au questionnaire, soit le 17 décembre 2020 et devait se maintenir jusqu'au 11 janvier 2021 pour couvrir le temps des Fêtes. Les consignes sanitaires en place et la pandémie de la Covid-19 en cours ont pu avoir un certain impact sur des réponses des répondants, surtout en ce qui a trait aux sections portant sur le profil socio-économique ainsi que sur l'état de santé physique et l'état d'esprit en général de la population sondée.

5.1 PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE DES RÉPONDANTS

Parmi les 661 répondants au sondage[14], un grand nombre réside à Rouyn-Noranda depuis plusieurs décennies (voir la figure 5-1). En effet, 27,9 % des répondants habitent la ville depuis 30 à 49 ans, alors que 22,8 % y vivent depuis 50 à 69 ans. Seulement 17 % vivent à Rouyn-Noranda depuis moins de 10 ans.

[14] Une seule personne par ménage était tenue de répondre au sondage.



Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Figure 5-1 : Nombre d'années vécues par les répondants dans les quartiers de Rouyn-Noranda

Si le quartier de D'Alembert se distingue par une part importante de résidents de moins de 30 ans d'ancienneté de résidence dans la ville, le quartier de Rouyn-Noranda–Périphérie, quant à lui, possède 30,6 % de résidents habitant la ville depuis plus de 50 ans.

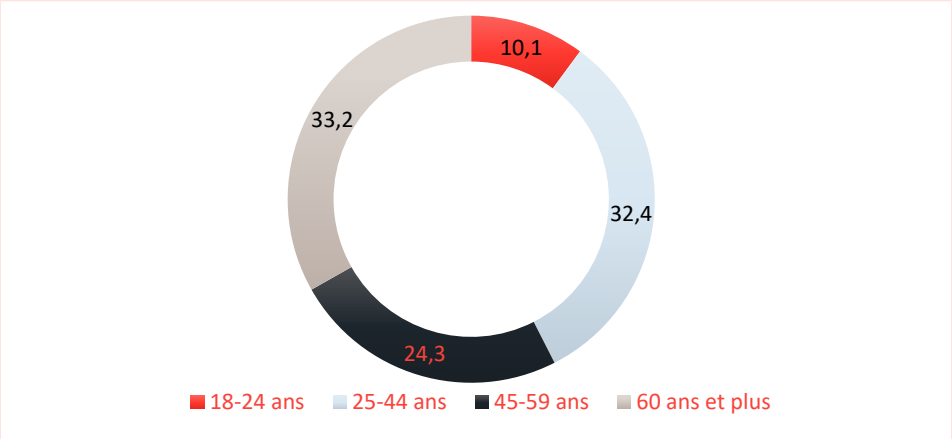
Parmi les 661 répondants au sondage, 50,6 % sont des hommes et 49,4 % sont des femmes (voir le tableau 5-1). L'écart le plus important se trouve parmi les répondants du quartier Vieux-Noranda où 69,0 % des répondants sont de sexe féminin. Ces proportions sont représentatives de la situation observée à l'échelle de la ville selon les données officielles présentées à la section 3.1.1.

Tableau 5-1 : Sexe des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Homme	%	50,6	55,9	31,0	51,4	58,5
Femme		49,4	44,1	69,0	48,6	41,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

La plus grande proportion des répondants au sondage ont 60 ans et plus (33,2 %), suivie par les 25-44 ans (32,4 %) (voir la figure 5-2). La catégorie la moins représentée parmi les répondants est celle des 18-24 ans (10,1 %).



Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Figure 5-2 : Catégories d'âge des répondants

Plus spécifiquement au niveau des quartiers, la plus importante proportion des répondants âgés de 18 à 24 ans se trouvent dans celui de Rouyn-Noranda–Périphérie (13,6 %) (voir le tableau 5-2). En contrepartie, celle des 25 à 44 ans est moins importante dans ce quartier (27,1 %) comparativement aux autres (53,4 % dans D'Alembert, 46,0 % dans le Vieux-Noranda et 42,3 % dans le quartier de Noranda-Nord–Lac Dufault).

Tableau 5-2 : Âge des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
18-24 ans	*%*	10,1	-	5,6	13,6	-
25-44 ans		32,4	53,4	46,0	27,1	42,3
45-59 ans		24,3	18,0	24,6	23,6	28,5
60 ans et plus		33,2	28,6	23,9	35,8	29,2
Moyenne		*49,0*	*47,8*	*46,5*	*49,3*	*49,8*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Plus de 60 % des répondants au sondage détiennent minimalement un diplôme d'études collégiales, et 35,1 % ont un diplôme universitaire (voir le tableau 5-3), une proportion plus élevée que celle observée dans l'ensemble de la ville-MRC de Rouyn-Noranda en 2016 où 23,1 % de la population détenait un diplôme universitaire, comme présenté à la section 3.1.3.

Tableau 5-3 : Niveau de scolarité des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Aucune scolarité	*%*	0,1	-	-	0,2	-
Primaire		1,1	-	2,2	0,6	2,5
Secondaire non complété		5,6	-	6,3	5,5	7,1
Secondaire complété		14,6	7,6	13,4	15,9	11,2
Secondaire complété, AEP, DEP		17,8	30,6	13,2	17,5	19,2
Collégial complété		25,5	29,0	24,9	23,9	31,8
Universitaire		35,1	32,8	40,0	36,1	28,2
Aucune réponse		0,2	-	-	0,3	-
Moyenne		*14,4*	*14,5*	*14,6*	*14,4*	*13,9*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Près de la moitié des répondants travaillent à temps plein (47,7 %), alors que le tiers sont à la retraite (30,6 %) (voir le tableau 5-4). Un nombre important de travailleurs autonomes et/ou d'entrepreneurs ont répondu au sondage dans le quartier de Vieux-Noranda (12,6 %) ainsi que dans celui de D'Alembert (10,1 %). Très peu de répondants étaient en congé de maternité (0,8 %), sur l'assurance-emploi/PCRE/recherche d'emploi (0,5 %) ou bénéficiaient d'aide sociale (0,3 %).

Tableau 5-4 : Principale occupation des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Travail temps plein	*%*	47,7	51,7	43,6	45,3	59,4
Travail temps partiel		3,2	5,0	4,6	3,0	2,7
Travailleur autonome-entrepreneur		7,0	10,1	12,6	6,1	6,7
Travailleur saisonnier		1,4	-	3,9	1,5	-
Assurance-emploi, PCRE, recherche emploi		0,5	-	-	0,5	1,0
Aide sociale		0,3	-	1,4	0,2	-
Maison à temps plein		1,7	6,1	3,5	1,6	-
Retraite		30,6	27,1	21,6	32,4	29,5
Étudiant		5,6	-	7,3	6,8	0,8
CNESST, maladie		1,2	-	1,4	1,5	-
Maternité		0,8	-	-	1,1	-

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Une très grande majorité des répondants n'ont aucun enfant au sein de leur ménage (69,3 %) (voir le tableau 5-5). Néanmoins, un certain nombre de ménages répondants ont au moins trois enfants vivant toujours sous leur toit. C'est le cas notamment de 11,1 % des ménages ayant répondu au sondage dans le quartier de Noranda-Nord–Lac Dufault et de 10,1 % de ceux de D'Alembert.

Tableau 5-5 : Nombre d'enfants faisant partie des ménages des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Aucun enfant	*%*	69,3	54,9	70,9	72,8	56,6
1 enfant		10,6	8,7	8,6	9,4	17,9
2 enfants		12,8	26,2	15,6	11,5	13,6
3 enfants		6,1	4,0	4,9	5,5	9,9
4 enfants		0,4	6,1	-	-	1,2
Aucune réponse		0,7	-	-	0,8	0,8
Moyenne		*0,6*	*1,0*	*0,5*	*0,5*	*0,8*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Les ménages composés de deux adultes représentent 61,5 % des ménages ayant répondu au sondage, alors que 27,3 % ne sont constitués que d'une seule personne adulte (voir le tableau 5-6). Cette catégorie est plus importante pour les répondants des quartiers de Vieux-Noranda (33,4 %) et de Rouyn-Noranda–Périphérie (30,4 %).

Tableau 5-6 : Nombre d'adultes faisant partie des ménages des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
1 adulte	*%*	27,3	5,0	33,4	30,4	15,6
2 adultes		61,5	85,8	57,4	58,6	70,8
3 adultes		7,4	6,6	4,3	7,5	8,6
4 adultes et plus		2,6	-	3,7	2,2	4,2
Aucune réponse		1,2	2,6	1,1	1,2	0,8
Moyenne		*1,9*	*2,0*	*1,8*	*1,8*	*2,0*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Bien qu'un certain nombre de répondants n'ont pas voulu se prononcer sur le revenu total avant impôt de leur ménage, on constate que 35,6 % des ménages sondés ont un revenu annuel de 100 000 $ et plus (voir le tableau 5-7). La proportion des ménages dans cette catégorie de revenu est moins importante dans le quartier de Rouyn-Noranda–Périphérie (31,9 %) comparativement aux autres quartiers à l'étude.

Le revenu moyen à Rouyn-Noranda en 2015 était de 43 801 $ (voir la section 3.1.4).

Tableau 5-7 : Revenu total avant impôt du ménage des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Moins de 20 000 $	%	4,1	-	7,3	4,6	0,8
20 000-39 000 $		12,2	-	9,8	14,1	8,4
40 000-79 000 $		25,8	16,6	26,0	25,7	28,0
80 000-99 000 $		12,0	-	12,7	12,7	11,0
100 000 $ +		35,6	72,9	37,0	31,9	42,3
Je préfère ne pas répondre		10,3	10,4	7,2	11,0	9,5
Moyenne		*85 700*	*117 000*	*85 300*	*82 300*	*93 200*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.2 ÉTAT DE SANTÉ PHYSIQUE ET ÉTAT D'ESPRIT EN GÉNÉRAL DES RÉPONDANTS

La grande majorité des répondants au sondage ont une perception positive relative à leur état de santé. En effet, 20 % d'entre eux le considère comme excellent et 72,9 % comme très bon ou bon (voir le tableau 5-8) – des taux largement supérieurs à ce qui est observé dans l'ensemble de la ville de Rouyn-Noranda (53,7 %) tel que présenté dans les données du profil socio-économique régional (voir la section 3.1.6). Les résidents du quartier du Vieux-Noranda sont plus nombreux à avoir une image plus négative de leur état santé comparativement aux résidents des autres quartiers à l'étude.

Les répondants jugent que leur état de santé est, pour la forte majorité, demeuré semblable à ce qu'ils observaient l'année précédente (74,1 %). Cependant, près d'un quart (23,9 %) des personnes ayant participé au sondage dans le quartier du Vieux-Noranda considèrent que leur état s'est plutôt aggravé.

Une proportion de 86,8 % des répondants éprouve une satisfaction à l'égard de leur vie en général. Les femmes sont légèrement plus nombreuses à estimer être peu satisfaites (12,7 %) en comparaison aux hommes (8,1 %).

Tableau 5-8 : Perception de l'état de santé des répondants par quartier

			Total	Quartier			
				D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :		*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :			661	20	69	463	109
Perception de son état de santé compte tenu de leur âge	Excellent	%	20,0	4,0	20,9	20,9	19,6
	Très bon		40,6	43,8	34,9	41,7	38,6
	Bon		32,3	48,3	30,0	30,6	37,5
	Passable		5,3	3,9	12,0	4,7	4,2
	Mauvais		0,8	-	1,1	1,0	-
	Préfère ne pas répondre		0,8	-	1,2	0,9	-
	Aucune réponse		0,2	-	-	0,2	-
	Moyenne		*68,6*	*62,0*	*65,8*	*69,4*	*68,4*
Évaluation de son étant de santé par rapport à l'an dernier	Bien meilleur maintenant		3,9	10,2	10,0	2,6	4,7
	Un peu meilleur maintenant		7,3	-	9,0	7,9	5,7
	Semblable à l'an dernier		74,1	77,2	54,9	76,8	73,4
	Un peu moins bon maintenant		11,5	12,7	22,8	9,2	13,9
	Bien moins bon maintenant		1,1	-	1,1	1,3	0,8
	Préfère ne pas répondre		1,5	-	1,2	1,8	0,8
	Aucune réponse		0,6	-	1,1	0,5	0,8
	Moyenne		*50,4*	*51,9*	*51,0*	*50,3*	*49,9*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Tout comme pour leur état de santé, les résidents ont une perception positive de leur santé mentale, et ce, peu importe le quartier de résidence (voir le tableau 5-9). Les principaux facteurs influençant positivement cette dernière qui ont été mentionnés par les répondants sont la famille, les activités sociales et culturelles, les loisirs et sports pratiqués, une bonne santé physique et une qualité de vie, le bon voisinage et les amis. Ces facteurs proviennent directement des répondants et non de choix de réponse proposés.

À l'inverse, le travail (emploi), le stress ainsi que la COVID-19, son confinement, de même que l'incertitude associée à ce contexte particulier, sont les principaux facteurs mentionnés comme ayant des répercussions négatives sur la santé mentale des répondants.

Notons, par ailleurs, que si la famille, les finances et l'environnement sont considérés par certains comme ayant des impacts positifs sur leur état d'être, ces facteurs sont nuisibles à d'autres.

Même si la plupart des personnes estimant avoir une moins bonne santé mentale considèrent leur vie comme étant stressante et disent avoir des problèmes d'insomnie fréquents, une proportion importante de celles jugeant leur état d'être comme excellent ou bon a également souligné avoir des vies stressantes et des problèmes de sommeil.

Tableau 5-9 : Perception de l'état de santé mentale des répondants par quartier

		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Excellent	*%*	26,1	12,8	17,0	26,5	33,0
Très bon		38,7	61,5	50,4	37,1	32,9
Bon		29,2	25,8	28,3	29,3	30,4
Passable		3,8	-	3,2	4,7	1,2
Mauvais		0,5	-	-	0,3	1,7
Préfère ne pas répondre		1,3	-	1,2	1,7	-
Aucune réponse		0,4	-	-	0,5	0,8
Moyenne		*71,9*	*71,7*	*70,5*	*71,7*	*73,8*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

À cet égard, le sondage permet de révéler que 46 % des répondants ne souffrent jamais ou très rarement de problèmes de sommeil, alors que 42,1 % en ont à l'occasion (voir le tableau 5-10). Seulement 10,5 % des résidents semblent voir leur sommeil perturbé de façon régulière. Parmi ceux-ci, les femmes sont proportionnellement plus nombreuses (14,4 %) comparativement à la gent masculine (6,8 %).

Tableau 5-10 : Problèmes de sommeil des répondants selon le sexe

		Total	Sexe	
			Homme	Femme
Pondération :	*n*	661	335	326
Échantillon :		661	358	303
Jamais	*%*	10,4	17,2	3,3
Rarement		35,6	38,4	32,7
Parfois		42,1	36,6	47,7
La plupart du temps		8,5	5,7	11,4
Tout le temps		2,0	1,1	3,0
Préfère ne pas répondre		0,8	0,6	1,0
Aucune réponse		0,7	0,5	0,9
Moyenne		*61,1*	*66,4*	*55,6*

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Enfin, en ce qui concerne le stress vécu dans la vie de tous les jours et lors de journées de travail, la majorité des répondants ont des journées pas tellement ou peu stressantes (voir le tableau 5-11). Le sondage permet de constater que les femmes considèrent leurs journées plus stressantes que les hommes, et ce, autant dans la vie de tous les jours (18,4 % pour les femmes contre 12,6 % pour les hommes) que lors de journée au travail (23,5 % pour les femmes contre 16,9 % pour les hommes).

De plus, les résidents sondés âgés de 59 ans et moins semblent vivre davantage de stress que leurs compères plus âgés, tant lors de journées de travail que dans la vie de tous les jours. Les répondants de 60 ans et plus sont moins nombreux sur le marché du travail et n'ont pas d'enfants à la maison.

Outre les sources de stress liées au travail (ex. : surcharge de travail, changement organisationnel, etc.), le principal facteur influençant, au moment du sondage, le niveau de stress de l'ensemble des répondants s'avérait être la présence de la COVID-19 et le confinement imposé à la population, ainsi que l'incertitude engendrée par cette situation particulière.

Tableau 5-11 : Niveau de stress dans la vie courante et au travail des répondants selon le sexe, l'âge et l'occupation

			Total	Sexe		Âge			Occupation		
				Homme	Femme	44 ans et moins	45 à 59 ans	60 ans et plus	Travailleur	Retraité	Autres
Pondération :		*n*	661	335	326	281	160	220	392	202	67
Échantillon :			661	358	303	154	173	334	327	296	38
Niveau de stress dans la vie courante (la plupart des journées sont…)	Pas du tout stressantes	%	13,2	13,2	6,3	5,9	4,7	18,4	3,4	20,0	16,0
	Pas tellement stressantes		43,0	43,0	36,4	33,4	31,7	53,8	29,7	57,3	45,4
	Un peu stressantes		29,2	29,2	35,6	35,7	41,2	21,6	40,6	17,8	28,2
	Assez stressantes		12,1	12,1	17,8	22,9	18,8	1,9	23,1	0,5	10,4
	Extrêmement stressantes		0,5	0,5	0,6	0,7	1,3	-	1,0	-	-
	Préfère ne pas répondre		1,9	1,2	2,7	1,3	1,1	3,3	1,7	3,1	-
	Aucune réponse		0,7	0,7	0,6	-	1,2	1,1	0,5	1,2	-
Niveau de stress lors des journées de travail au cours des 12 derniers mois[a]	Pas du tout stressantes		10,3	15,3	5,1	8,4	7,0	15,2	4,3	16,2	27,5
	Pas tellement stressantes		24,3	30,6	17,9	26,0	19,6	25,7	25,1	24,9	18,1
	Un peu stressantes		28,2	24,4	32,0	33,8	39,6	12,6	38,1	8,7	29,2
	Assez stressantes		17,4	15,0	19,8	23,8	24,0	4,3	25,7	2,8	12,8
	Extrêmement stressantes		2,8	1,9	3,7	3,6	4,1	0,7	4,1	1,2	-
	Préfère ne pas répondre		9,8	7,4	12,2	3,4	4,1	22,1	2,5	24,8	7,0
	Aucune réponse		7,3	5,4	9,3	1,0	1,7	19,4	0,3	21,5	5,5

a Il est possible que la question concernant le niveau de stress ressenti lors des journées de travail au cours des 12 derniers mois n'ait pas été bien comprise par les personnes retraitées qui ont répondu au sondage ou que ces personnes aient eu des occupations liées à des emplois au cours de ces 12 derniers mois.

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.3 QUALITÉ DE VIE

5.3.1 CARACTÉRISATION DE ROUYN-NORANDA ET DES QUARTIERS CONCERNÉS

Les résultats du sondage réalisé auprès des résidents de Rouyn-Noranda montrent que les répondants perçoivent leur ville comme un milieu idéal pour élever une famille (95,5 %), près de la nature (92 %) et détenant un bon dynamisme entrepreneurial (83,9 %) (voir le tableau 5-12).

Tableau 5-12 : Perception des répondants à l'égard du milieu de vie de Rouyn-Noranda

		Perception de Rouyn-Noranda		
		Un milieu idéal pour élever une famille	Une ville près de la nature	Une ville avec un bon dynamisme entrepreneurial
Pondération :	*n*	661	661	661
Échantillon :		661	661	661
Tout à fait d'accord	%	50,7	59,8	39,2
Plutôt d'accord		44,8	32,2	44,7
Plutôt en désaccord		3,0	5,9	9,1
Tout à fait en désaccord		0,3	1,5	1,3
Ne sait pas		0,9	0,4	4,9
Aucune réponse		0,2	0,2	0,7

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Plus spécifiquement, les résultats obtenus pour les quartiers de la ville concernés par le projet minier montrent que les répondants du Vieux-Noranda sont majoritairement d'avis que leur quartier ne constitue pas un milieu idéal pour fonder et élever une famille (46,5 %). Cette proportion est largement plus élevée que dans les autres quartiers (17,7 % pour le quartier de D'Alembert, 15,3 % pour Rouyn-Noranda–Périphérie et 6,5 % pour Noranda-Nord–Lac Dufault) (voir le tableau 5-13).

En ce qui a trait à la proximité avec la nature, la grande majorité des répondants de trois quartiers estiment qu'ils vivent près de celle-ci, soit ceux de D'Alembert (100 %), de Noranda-Nord–Lac Dufault (92,1 %) et Rouyn-Noranda–Périphérie (73,8 %) (voir la carte 2-1). Les répondants résidant dans le Vieux-Noranda se considèrent, quant à eux, un peu moins près de la nature en comparaison aux autres quartiers (46,2 %).

Tableau 5-13 : Perception des répondants à l'égard du milieu de vie de leur quartier

		Perception du quartier									
		Un milieu idéal pour élever une famille					Un quartier près de la nature				
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109	661	20	69	463	109
Tout à fait d'accord	%	50,1	42,9	16,1	51,6	66,2	41,8	82,3	16,5	37,7	65,9
Plutôt d'accord		31,6	39,4	35,1	31,8	26,8	33,2	17,7	29,7	36,1	26,2

Tableau 5-13 : Perception des répondants à l'égard du milieu de vie de leur quartier (suite)

		Perception du quartier									
		Un milieu idéal pour élever une famille					Un quartier près de la nature				
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Plutôt en désaccord	%	11,7	17,7	22,5	11,4	4,8	16,8	-	32,9	18,2	4,8
Tout à fait en désaccord		5,4	-	24,0	3,9	1,7	5,9	-	19,1	5,3	2,0
Ne sait pas		0,6	-	2,3	0,6	-	1,7	-	1,8	2,1	0,5
Aucune réponse		0,5	-	-	0,6	0,5	0,5	-	-	0,7	0,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Les répondants sont majoritairement satisfaits de l'état des infrastructures, des équipements ainsi que des bâtiments municipaux de Rouyn-Noranda (voir le tableau 5-14). En effet, plus de 70 % des répondants se disent satisfaits ou très satisfaits de l'état des installations de la ville. Les résidents du Vieux-Noranda sont légèrement plus nombreux à être mécontents à ce sujet (13,1 %) en comparaison aux autres quartiers concernés par le sondage.

Tableau 5-14 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de l'état des infrastructures, équipements et bâtiments municipaux de Rouyn-Noranda selon les quartiers

Niveau de satisfaction		Total	Quartier			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Très satisfait	%	15,1	8,7	17,2	13,7	21,2
Satisfait		55,7	46,7	57,9	57,8	47,2
Ni satisfait, ni insatisfait		13,6	33,3	9,4	12,6	16,1
Insatisfait		10,4	11,3	13,1	10,9	6,4
Très insatisfait		1,1	-	-	0,8	3,2
Ne sait pas		3,4	-	2,3	3,3	5,4
Aucune réponse		0,8	-	-	1,1	0,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Si la circulation routière s'avère satisfaisante, voire très satisfaisante, pour plus de la moitié des répondants (57,4 %), certaines conditions liées à l'habitation offertes par la ville et dans les quartiers étudiés de Rouyn-Noranda ne sont, quant à elles, pas à la hauteur des attentes des citoyens.

C'est notamment le cas du prix des loyers (51,3 %), du prix des maisons (48,8 %), de la disponibilité des logements (43,3 %) ainsi que de l'état des logements ou des propriétés (30,1 %) (voir le tableau 5-15).

Alors que les répondants du quartier de Noranda-Nord–Lac Dufault se distinguent des répondants des autres quartiers en ce qui concerne le prix des maisons et des loyers, ayant soulevé leur insatisfaction dans respectivement 56,7 % et 45,4 % des cas, ceux du quartier Vieux-Noranda ont souligné leur insatisfaction quant à la disponibilité des logements (37,9 %) et l'état de ces derniers (38,4 %). La disponibilité des logements est également problématique pour 34,4 % des répondants de Rouyn-Noranda–Périphérie.

Quant aux possibilités qu'offre la ville dans le domaine de l'emploi, les répondants en sont clairement satisfaits (49,2 % satisfaits et 29,4 % très satisfaits), et ce, tous quartiers confondus.

Tableau 5-15 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard des conditions liées à l'habitation offertes à Rouyn-Noranda et dans les quartiers concernés par le projet

Niveau de satisfaction		Conditions liées à l'habitation																			
		Disponibilité des logements					État des logements ou des propriétés					Prix des loyers					Prix des maisons				
			Quartier					Quartier					Quartiers					Quartiers			
		Rouyn-Noranda	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Rouyn-Noranda	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Rouyn-Noranda	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Rouyn-Noranda	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108
Échantillon :	*n*	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109
Très satisfait	%	4,1	-	1,9	3,9	2,0	4,2	6,1	1,9	6,5	5,1	3,2	-	9,2	3,8	2,4	4,0	-	4,4	4,3	4,5
Satisfait	%	16,8	10,2	17,0	15,2	14,4	26,1	16,5	18,2	30,4	30,3	14,1	6,1	18,9	18,0	11,5	22,3	38,5	22,1	27,3	20,8
Ni satisfait, ni insatisfait	%	21,6	50,5	21,9	24,5	21,9	24,2	50,4	23,6	24,0	22,0	17,0	38,8	12,6	16,4	18,2	16,3	12,9	10,6	17,3	10,4
Insatisfait	%	27,7	11,5	30,6	23,0	22,2	22,1	12,7	24,1	16,2	14,2	29,0	30,8	23,8	27,6	33,2	27,6	38,2	33,4	26,4	38,2
Très insatisfait	%	15,6	-	7,3	11,4	7,3	8,0	-	14,3	7,7	3,4	22,3	-	11,3	15,0	12,2	21,2	-	11,9	13,1	18,5
Ne sait pas	%	13,3	21,8	21,4	20,6	31,1	14,5	10,4	17,9	14,3	24,5	14,0	17,8	24,2	18,6	22,0	7,8	-	16,8	10,4	7,0
Aucune réponse	%	1,0	6,1	-	1,4	1,3	1,0	3,9	-	0,9	0,5	0,3	6,5	-	0,6	0,5	0,9	10,4	0,7	1,1	0,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.3.2 SATISFACTION À L'ÉGARD DES SERVICES OFFERTS DANS LA VILLE-MRC

La plupart des participants au sondage sont d'avis que l'offre de services de loisirs et d'animation pour les jeunes est suffisante (69,3 % pour Rouyn-Noranda et 56,8 % pour les quartiers concernés). Toutefois, lorsque l'on considère la présence ou non d'enfants dans le ménage, on constate que les principaux intéressés, soit les répondants ayant au moins un enfant, sont plus nombreux à considérer les services comme étant inadéquats ou insuffisants, tant dans la ville-MRC de Rouyn-Noranda en entier que dans chacun des quartiers concernés par le projet (voir le tableau 5-16).

Tableau 5-16 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de l'offre de services de loisirs et d'animation pour les jeunes à Rouyn-Noranda et dans les quartiers concernés

Niveau de satisfaction		Offre suffisante de services de loisirs et d'animation pour les jeunes					
		Dans la ville-MRC de Rouyn-Noranda			Dans votre quartier		
		Total	Répondants sans enfant	Répondants avec au moins un enfant	Total	Répondants sans enfant	Répondants avec au moins un enfant
Pondération :	*n*	661	458	198	661	458	198
Échantillon :		661	509	147	661	509	147
Tout à fait d'accord	*%*	24,7	26,5	20,4	18,4	18,5	18,0
Plutôt d'accord		44,6	44,3	45,4	38,4	39,5	36,2
Plutôt en désaccord		19,8	17,8	24,1	25,2	23,6	29,2
Tout à fait en désaccord		5,3	3,5	9,7	9,8	7,9	14,2
Ne sait pas		4,6	6,7	-	7,9	10,3	2,4
Aucune réponse		1,0	1,2	0,4	0,2	0,4	-

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Les répondants au sondage se disent majoritairement satisfaits à propos de nombreux services offerts dans la ville-MRC de Rouyn-Noranda qu'il s'agisse des services municipaux (90,7 %), des loisirs et activités culturelles (83,2 %), des espaces verts et récréatifs (82,7 %), de l'accessibilité et de la qualité des soins de santé (74,7 %) et des moyens de communication (69,9 %) (voir le tableau 5-17). La diversité des services offerts est également soulignée par 69,1 % des répondants qui la jugent adéquate.

Si les espaces verts et récréatifs (74,2 %), la diversité des services offerts (60,5 %) et l'aménagement du territoire (58,5 %) (ex. : configuration des rues, présence de trottoirs, places publiques, etc.) au niveau des secteurs ou quartiers sont convenables aux yeux des répondants, il n'en demeure pas moins que les résidents du quartier du Noranda-Nord–Lac Dufault et du Vieux-Noranda sont nombreux (respectivement 31,7 % et 29,1 %) à ne pas être satisfaits de l'aménagement qui est fait dans leur quartier (voir le tableau 5-18). De plus, 29 % des répondants du Vieux-Noranda se disent mécontents des espaces verts et récréatifs et 27,8 % de la diversité des services offerts dans leur quartier. Cette insatisfaction en ce qui a trait aux services est également observée chez les résidents du quartier de D'Alembert (29,2 %).

En ce qui a trait à l'accessibilité aux services de garde, aux activités scolaires et éducatives ainsi qu'aux établissements scolaires qui concernent principalement les ménages avec des enfants en bas âge, les taux élevés de « ne sait pas » ainsi que de « aucune réponse » ont eu une incidence sur les taux enregistrés pour les autres catégories, et ce, tant pour la ville que les quartiers.

Tableau 5-17 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard des services offerts à Rouyn-Noranda

Niveau de satisfaction		Services offerts à Rouyn-Noranda et leurs caractéristiques							
		Accessibilité et qualité des soins de santé	Espaces verts et récréatifs	Loisirs et activités culturelles	Services municipaux	Diversité des services offerts	Accessibilité aux services de garderie	Activités scolaires et éducatives	Moyens de communication
Pondération :	*n*	661	661	661	661	661	661	661	661
Échantillon :		661	661	661	661	661	661	661	661
Très satisfait	%	20,4	29,1	33,2	38,3	16,4	7,2	14,5	21,6
Satisfait		54,3	53,6	50,0	52,4	52,7	16,9	35,3	48,3
Ni satisfait, ni insatisfait		10,0	8,2	8,0	4,6	17,6	17,1	15,6	17,7
Insatisfait		12,6	7,8	5,2	4,2	9,5	16,8	6,4	7,3
Très insatisfait		1,1	0,6	0,8	0,1	-	10,0	1,4	0,8
Ne sait pas		1,3	0,6	0,4	-	2,6	31,1	24,7	3,7
Aucune réponse		0,3	0,2	2,4	0,3	1,2	0,8	2,0	0,6

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Tableau 5-18 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard des services offerts dans quartiers concernés par le projet

Niveau de satisfaction		Services offerts dans les quartiers concernés et leurs caractéristiques																								
		Espaces verts et récréatifs					Diversité des services offerts					Accessibilité aux services de garderie					Établissements scolaires					Aménagement				
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108
Échantillon :	*n*	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109
Très satisfait	%	27,2	31,1	15,4	26,9	34,8	16,3	12,3	13,9	16,5	18,0	6,1	-	6,7	6,6	5,0	21,5	21,4	23,5	22,2	17,0	14,2	14,9	10,0	13,7	18,6
Satisfait	%	47,0	26,9	44,0	49,9	40,7	44,2	20,4	34,9	48,9	35,2	15,3	3,9	11,3	17,3	11,9	38,4	40,2	36,0	40,0	32,8	44,3	15,3	42,0	47,9	36,8
Ni satisfait, ni insatisfait	%	10,2	17,7	8,6	9,8	10,8	21,0	38,1	19,8	18,7	27,7	21,0	30,0	16,4	22,6	14,9	14,0	12,7	16,8	12,6	18,3	14,0	45,5	17,1	12,7	10,7
Insatisfait	%	9,8	24,2	22,3	6,9	11,3	10,4	20,5	21,1	7,8	12,7	10,9	15,1	11,5	9,0	17,8	3,9	4,0	2,9	3,7	5,1	19,1	14,1	17,3	18,1	25,3
Très insatisfait	%	3,1	-	6,7	3,1	1,9	3,5	8,7	6,7	3,1	1,9	10,1	20,1	13,7	9,0	10,1	2,0	-	-	2,3	2,2	7,2	10,2	11,8	6,6	6,4
Ne sait pas	%	2,2	-	2,9	2,7	-	3,4	-	3,7	3,6	3,0	35,9	30,8	40,4	34,5	39,9	19,4	21,8	20,1	18,0	24,1	0,7	-	-	0,6	1,7
Aucune réponse	%	0,5	-	-	0,6	0,5	1,3	-	-	1,5	1,5	0,7	-	-	0,9	0,5	1,0	-	0,7	1,2	0,5	0,6	-	1,9	0,4	0,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.3.3 CONFIANCE ENVERS LES INSTITUTIONS, RÈGLES, NORMES SOCIALES, CONCITOYENS

Les résultats du sondage réalisé démontrent que les répondants ont une grande confiance envers leur voisinage (68,1 %), alors que les deux paliers de gouvernement font moins bonne figure sachant que respectivement 26,1 % et 22 % des personnes sondées n'ont pas ou très peu confiance envers le gouvernement fédéral et le gouvernement provincial (voir le tableau 5-19).

Une proportion notable de répondants (29,2 %) n'a pas su quoi répondre en ce qui concerne le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE).

Tableau 5-19 : Niveau de confiance des répondants à l'égard de divers groupes et institutions

		Niveau de confiance				
		Voisinage	Conseil municipal	BAPE	Gouvernement provincial	Gouvernement fédéral
Pondération :	*n*	661	661	661	661	661
Échantillon :		661	661	661	661	661
1-Pas confiance	*%*	6,4	4,4	4,7	6,8	8,6
2		6,6	13,5	13,0	15,2	17,5
3		15,2	24,6	22,3	28,4	34,3
4		26,8	27,9	21,0	30,0	22,8
5-Confiance		41,3	11,8	9,4	12,8	8,8
Ne sait pas		3,2	17,0	29,2	6,2	6,5
Aucune réponse		0,4	0,8	0,5	0,5	0,5

Note : Le niveau de confiance est basé sur une échelle de 1 à 5, où 1 correspond à « je ne peux pas faire confiance du tout » et 5 à « je peux beaucoup faire confiance ».

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.3.4 SATISFACTION ENVERS SA QUALITÉ DE VIE

La très grande majorité des résidents ayant répondu au sondage se disent satisfaits de la qualité de vie à Rouyn-Noranda (93,8 %) (voir le tableau 5-20). Les répondants du Vieux-Noranda sont légèrement plus nombreux à se considérer ni satisfaits, ni insatisfaits (6,9 %), de même qu'insatisfaits (3,7 %).

Tableau 5-20 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de la qualité de vie à Rouyn-Noranda

		Niveau de satisfaction à l'égard de la qualité de vie				
			Quartier			
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Très satisfait	*%*	40,5	43,7	38,8	40,2	42,3
Satisfait		53,3	56,3	50,6	53,2	54,4
Ni satisfait, ni insatisfait		3,0	-	6,9	2,8	1,9
Insatisfait		2,0	-	3,7	2,4	-
Très insatisfait		0,7	-	-	1,0	-
Aucune réponse		0,5	-	-	0,5	1,3

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

En comparaison à la qualité de vie des résidents d'autres municipalités de la région, 32,1 % des répondants croient que leur qualité de vie à Rouyn-Noranda est supérieure et 9,0 % jugent qu'elle est moins bonne que celle des autres municipalités de la région. Les principaux facteurs cités par les répondants qui ont indiqué des raisons pour justifier cette perception négative sont la qualité de l'air et la pollution, ainsi que la présence de la fonderie Horne. Ces raisons proviennent directement des répondants et non de choix de réponses proposés.

5.3.5 SATISFACTION ENVERS SA VIE SOCIALE

La plupart des résidents ayant répondu au sondage se disent satisfaits de leurs relations dans divers domaines, les plus satisfaisantes étant celles avec les amis (92,6 %) et la famille (92,2 %) (voir le tableau 5-21).

Tableau 5-21 : Niveau de satisfaction des répondants à l'égard de leurs relations dans divers domaines

Niveau de satisfaction		Types de relation				
		Relations de travail	Relations familiales	Relations avec les amis	Relations avec le voisinage	Relation avec les citoyens de Rouyn-Noranda
Pondération :	*n*	661	661	661	661	661
Échantillon :		661	661	661	661	661
Très satisfait	*%*	35,3	59,9	57,6	36,0	27,6
Plutôt satisfait		39,5	32,3	35,0	41,6	46,8
Ni satisfait, ni insatisfait		17,5	4,5	4,7	18,5	22,8
Insatisfait		2,0	1,3	1,0	1,6	1,0
Très insatisfait		1,2	1,2	0,9	1,8	1,2
Aucune réponse		4,4	0,8	0,9	0,5	0,7

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.3.6 ATTITUDE ENVERS LA DIVERSITÉ DES VALEURS ET DES CULTURES

Sur le plan de la diversité des valeurs et des cultures, 95,2 % des répondants considèrent que la ville-MRC de Rouyn-Noranda est ouverte sur le monde et la diversité culturelle et 92,9 % une ville-MRC accueillante et inclusive. Seulement 3,8 % des résidents ayant répondu au sondage ne sont pas d'accord avec la première affirmation et 5,3 % avec la deuxième.

La majorité des répondants considèrent aussi leurs quartiers comme accueillants et inclusifs. Cependant, 27,9 % des résidents du quartier Vieux-Noranda et 14 % de ceux de D'Alembert croient, au contraire, qu'il n'est peut-être pas fait assez dans leurs quartiers sur ce plan (voir le tableau 5-22).

Tableau 5-22 : Évaluation de l'accueil et de l'inclusion des quartiers concernés par le projet selon les répondants

		Total	Quartier accueillant et inclusif			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Tout à fait d'accord	%	42,1	22,8	25,1	43,6	50,7
Plutôt d'accord		42,1	54,5	43,9	41,9	38,8
Plutôt en désaccord		8,1	14,0	19,5	6,1	8,0
Tout à fait en désaccord		2,6	-	8,4	2,3	1,2
Ne sait pas		4,2	8,7	1,9	5,3	-
Aucune réponse		0,9	-	1,1	0,8	1,3

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.3.7 SENTIMENT DE SÉCURITÉ

Si la majorité des répondants considèrent Rouyn-Noranda comme une ville sécuritaire, la situation n'est pas nécessairement la même pour les quatre quartiers sondés, notamment celui de Vieux-Noranda, pour lequel 37,4 % des répondants ne s'y considèrent pas en sécurité (voir le tableau 5-23).

Les répondants âgés de 44 ans et moins sont plus nombreux (10,4 %) que les 45 à 59 ans (4,2 %) et les 60 ans et plus (0,9 %) à ne pas considérer Rouyn-Noranda comme étant sécuritaire. Une situation analogue est observée au sujet de l'aspect sécuritaire des quartiers (12,6 % des 44 ans et moins ne considèrent pas leur quartier comme sécuritaire, en comparaison à 8,8 % des 45 à 59 ans et à 3,7 % des 60 ans et plus).

Tableau 5-23 : Sentiment de sécurité des répondants à l'égard de Rouyn-Noranda et de leur quartier de résidence

		Sentiment de sécurité							
		En général à Rouyn-Noranda				Dans votre quartier			
		D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	25	66	462	108	25	66	462	108
Échantillon :		20	69	463	109	20	69	463	109
Tout à fait d'accord	%	57,8	45,3	54,3	56,5	67,7	20,6	54,2	61,5
Plutôt d'accord		42,2	47,2	38,4	42,3	32,3	42,2	38,3	33,8
Plutôt en désaccord		-	7,4	6,8	1,3	-	18,7	3,5	3,0
Tout à fait en désaccord		-	-	0,2	-	-	18,4	2,8	0,5
Ne sait pas		-	-	0,2	-	-	-	0,9	0,8
Aucune réponse		-	-	0,1	-	-	-	0,2	0,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Les réponses face au sentiment de sécurité sont cohérentes avec celles par rapport au niveau de criminalité perçu par les résidents. En effet, alors que 73,1 % des répondants jugent que le niveau de criminalité dans la ville est acceptable, 13 % des répondants du quartier du Vieux-Noranda ne sont pas d'accord et le considèrent trop élevé. Par ailleurs, 26 % des résidents de ce même quartier ne sont pas satisfaits du niveau de criminalité observé dans celui-ci – la plus haute proportion d'insatisfaction parmi l'ensemble des quartiers concernés par le projet.

Tous quartiers confondus, les 44 ans et moins s'avèrent les plus critiques à l'égard du niveau de criminalité dans leurs quartiers (11,2 %) en comparaison aux 45 à 59 ans (6 %) et aux 60 ans et plus (3,7 %). Les femmes sont également plus nombreuses à avoir souligné leur insatisfaction (10,7 %) comparativement aux hommes (4,4 %).

5.3.8 ATTACHEMENT AU MILIEU

En ce qui concerne l'attachement au milieu, bien que plus de la moitié des répondants (53,2 %) affirment avoir un sentiment d'attachement fort ou très fort envers leur communauté locale (Rouyn-Noranda), 34,5 % considèrent que leur attachement est plutôt neutre (ni fort ni faible), et 10,3 % faible ou très faible (voir le tableau 5-24).

Si le fort attachement est similaire entre tous les groupes d'âge, les résidents âgés de 44 ans et moins sont les plus nombreux à affirmer n'avoir que peu d'attachement (18,1 % chez cette catégorie d'âge en comparaison à 6,2 % chez les 45 à 59 ans et 3,2 % chez les 60 ans et plus).

Les résultats du sondage soulignent également que les résidents du quartier de D'Alembert sont moins attachés à leur communauté (30,4 %) comparativement aux autres quartiers à l'étude où les résidents sont plus fortement neutres à l'égard de ce sentiment.

Tableau 5-24 : Sentiment d'appartenance des répondants à l'égard de leur communauté locale

			Sentiment d'appartenance à la communauté locale selon le quartier			
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Très fort	*%*	16,0	5,2	18,4	16,3	15,9
Plutôt fort		37,2	49,0	26,8	36,8	42,4
Ni fort ni faible, neutre		34,5	15,4	41,2	34,0	36,8
Plutôt faible		6,1	12,7	3,6	7,3	1,0
Très faible		4,2	17,7	6,5	3,7	1,7
Préfère ne pas répondre		1,4	-	2,3	1,2	2,3
Aucune réponse		0,6	-	1,1	0,6	-

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Le sentiment d'être consulté et de faire partie des décisions municipales peut, chez certains résidents, être intrinsèquement lié au sentiment d'attachement qui est développé à l'égard du milieu. À cet effet, 78,3 % des répondants jugent que Rouyn-Noranda constitue une ville où la concertation et la mobilisation citoyenne sont fortes. Les résidents de 60 ans et plus sont plus nombreux à penser ainsi (84,5 % comparativement à 73,6 % des répondants âgés de 44 ans et moins).

La concertation et la mobilisation semblent moins importantes selon les quartiers sondés alors que 61,7 % des répondants considèrent qu'elles sont fortes, témoignant d'un écart de 16,6 % avec ce qui est observé pour la ville-MRC de Rouyn-Noranda (voir le tableau 5-25). Les résidents du quartier de D'Alembert se distinguent alors que 41,5 % d'entre eux considèrent que la concertation et la mobilisation sont défaillantes dans leur quartier, suivis par 39,9 % des résidents du Vieux-Noranda.

Tableau 5-25 : Perception des répondants à l'égard de la concertation et de la mobilisation citoyennes dans les quartiers

		Total	Concertation et mobilisation citoyennes			
			D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108
Échantillon :		661	20	69	463	109
Tout à fait d'accord	*%*	19,3	16,3	21,9	18,2	23,4
Plutôt d'accord		42,4	39,6	34,1	44,6	38,8
Plutôt en désaccord		20,0	41,5	27,8	18,2	17,7
Tout à fait en désaccord		3,5	-	12,1	2,9	1,7
Ne sait pas		14,2	2,6	4,1	15,5	17,4
Aucune réponse		0,6	-	-	0,6	1,0

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.4 QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

5.4.1 PERCEPTION DE LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

En ce qui concerne la qualité de l'environnement physique à Rouyn-Noranda, entre 60,1 et 74,2 % des répondants au sondage considèrent que leur eau de consommation, l'environnement sonore, la faune et la flore sont de bonne ou très bonne qualité (voir le tableau 5-26).

Tableau 5-26 : Qualité de l'environnement physique à Rouyn-Noranda selon les répondants

		Qualité de l'environnement physique						
		Eau de consommation	Eau des plans d'eau et des rivières (loisirs)	Air	Environnement sonore	Sol	Faune	Flore
Pondération :	*n*	661	661	661	661	661	661	661
Échantillon :		661	661	661	661	661	661	661
Très bonne	*%*	29,0	8,3	3,5	10,9	7,0	14,5	15,1
Bonne		45,2	37,7	30,3	49,2	35,3	57,7	55,9
Ni bonne, ni mauvaise		14,8	26,0	24,5	25,4	30,3	22,2	21,9
Mauvais		7,9	21,8	32,3	12,5	22,0	4,1	5,1
Très mauvais		2,8	4,8	8,6	1,2	4,8	0,9	1,3
Aucune réponse		0,3	1,3	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

En contrepartie, les répondants sont nettement moins positifs à l'égard de la qualité de l'air, de l'eau des plans d'eau et des rivières pour la pratique des loisirs, de même que des sols. Plus spécifiquement, la qualité de l'air est jugée mauvaise par près du tiers des répondants (32,3 %). Cette perception, autant partagée par les hommes que par les femmes, caractérise toutefois davantage les moins de 40 ans (14,8 %, en comparaison à 3,9 % pour les 45 à 59 ans, et 4,1 % pour les 60 ans et plus).

Les raisons données par les répondants pour justifier cette perception négative qu'ils ont de l'environnement physique sont multiples : 39,3 % des répondants croient que la pollution actuelle de l'air serait notamment attribuable à la fonderie Horne (présence de fortes odeurs, dont celle de l'arsenic selon certains); 27,8 % ont mentionné la présence de la fonderie en plein cœur de la ville; 22,9 % ont souligné l'existence de plans d'eau inutilisables (sales et pollués selon eux); 17,6 % sont d'avis que la qualité de l'eau potable est mauvaise (goût désagréable, trop de chlore ou de soufre); 13,9 % ont souligné la contamination des sols, notamment par la présence d'arsenic, et 11,0 % la contamination par les métaux. Enfin, 8,9 % des répondants perçoivent les bruits engendrés par la circulation comme un facteur négatif affectant l'environnement physique.

Une proportion de 78,2 % des répondants croient, par ailleurs, que leur milieu de vie et leur santé sont menacés par des risques environnementaux, contre 21,8 % qui n'en envisagent pas. Les résidents plus jeunes craignent davantage ces risques alors que 86,7 % des 44 ans et moins sont de cet avis comparativement à 75,5 % des 45 à 59 ans, et à 69,3 % des 60 ans et plus.

Les risques environnementaux les plus craints sont la détérioration de la qualité de l'air (pollution) (44,6 %), la contamination de l'eau (lacs et cours d'eau) (33,2 %), les risques de déversement ou des bris dans les parcs miniers (13,5 %), la contamination des sols (10,4 %) et une contamination en métaux (7,7 %).

5.4.2 PERCEPTION DES RISQUES LIÉS À LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC DUFAULT

La plupart des personnes ayant répondu au sondage considèrent l'eau du lac Dufault comme étant bonne (42,9 %) ou très bonne pour la consommation[15] (19,0 %) (voir le tableau 5-27). Une situation analogue est observée en ce qui concerne sa qualité pour la pratique de loisirs : 50,4 % de la population la considère comme bonne, alors que 18,2 % la jugent très bonne.

Tableau 5-27 : Qualité de l'eau du lac Dufault selon les répondants par quartier

		Qualité de l'eau du lac Dufault									
			Pour la consommation					Pour les loisirs			
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108	661	25	66	462	108
Échantillon :	*n*	661	20	69	463	109	661	20	69	463	109
Très bonne	%	19,0	21,0	17,5	17,2	27,5	18,2	18,9	14,8	14,7	34,9
Bonne	%	42,9	30,6	41,4	41,7	52,1	50,4	49,0	44,6	51,9	47,6
Ni bonne, ni mauvaise	%	26,6	40,8	29,3	28,4	14,1	23,2	25,6	29,7	24,0	14,8
Mauvais	%	7,5	5,0	5,7	8,4	5,3	3,6	3,9	8,4	3,5	1,0
Très mauvais	%	1,4	-	4,4	1,4	-	0,9	-	-	1,1	1,0
Aucune réponse	%	2,6	2,6	1,8	3,0	1,0	3,8	2,6	2,5	4,7	0,8

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

La qualité de l'eau pour la consommation est jugée mauvaise par un plus grand nombre de répondants résidant dans le quartier Rouyn-Noranda–Périphérie. Ces derniers se questionnent sur la qualité de l'eau – à savoir à quel point celle-ci est potable (20 %), et mentionnent notamment la présence d'embarcations (9,6 %), son mauvais goût (trop de chlore) (8,0 %), la présence de polluants (6,7 %), la proximité d'anciennes mines et de la fonderie Horne (6,2 %), et enfin la présence de dépôts au fond de l'eau qui remontent à la surface (3,3 %).

[15] Une prise d'eau potable est située au lac Dufault. Elle alimente le réseau d'aqueduc municipal desservant le secteur urbanisé de la ville après traitement à l'usine d'eau potable.

En ce qui a trait à la qualité de l'eau du lac pour la pratique de loisirs, les résidents du quartier du Vieux-Noranda sont plus nombreux à la juger mauvaise. Ces derniers mentionnent que l'eau du lac est de mauvais goût (25,8 %), qu'elle est polluée (15,1 %), que le lac est peu accessible au public (9,4 %) ou qu'il est utilisé par trop d'embarcations (9,1 %).

Enfin, si 31 % des répondants ne croient pas que le projet minier Horne 5 modifiera la qualité de l'eau du lac Dufault, 24 % sont quant à eux d'avis qu'il aura des impacts sur le lac et 44,8 % n'ont pas d'opinion sur le sujet.

Les habitants du quartier Noranda-Nord–Lac Dufault sont proportionnellement les plus nombreux à craindre un changement dans la qualité de l'eau du lac (28,9 % comparativement à 23,8 % pour le quartier de D'Alembert, 23,5 % pour Rouyn-Noranda–Périphérie, et 19,1 % pour le Vieux-Noranda).

Parmi les répondants, 40,2 % des hommes contre 21,5 % des femmes ne croient pas que le projet aura des conséquences sur le lac. Il importe également de mentionner que les femmes sont plus nombreuses à ne pas avoir d'idée ou d'opinion à ce sujet au moment du sondage.

Parmi ceux disant craindre des répercussions, les principaux motifs mentionnés sont : la possibilité de polluer l'eau (23,8 %), notamment par les résidus miniers (13,9 %) et la proximité de la minière (13,4 %). Les résidents mentionnent également craindre, les déversements et les bris d'équipement (12,6 %) de même que le non-respect des normes environnementales (12,5 %).

5.5 PERCEPTION DU PROJET HORNE 5 ET DE FALCO

5.5.1 SATISFACTION ENVERS LES ACTIVITÉS ET OUTILS D'INFORMATION ET DE CONSULTATION DE FALCO

Selon les résultats du sondage, 66 % des répondants avaient pris connaissance, avaient entendu parler ou avaient cherché des informations concernant le projet au moment d'y répondre. Les hommes ont davantage cherché à s'informer sur le sujet que les femmes (77,7 % contre 54 %).

Les répondants ont principalement eu des informations à propos du projet par l'entremise d'articles parus dans les journaux régionaux (66,3 %), par les médias sociaux (59,8 %), par le bouche-à-oreille (55,8 %) et au moyen de la télévision ou de la radio communautaire (48,2 %) (voir le tableau 5-28).

Le site Internet ainsi que les activités organisées par Falco ont, quant à eux, été respectivement utilisés comme source d'information par 38,5 % et 13,7 % des répondants.

Parmi les autres moyens, on note notamment la transmission d'informations dans le cadre d'un emploi, par la fonderie Horne, la Chambre de commerce et d'industrie de Rouyn-Noranda, l'achat d'actions, etc.

Tableau 5-28 : Moyens par lesquels les répondants ont pris connaissance, entendu parler ou recherché des informations à propos du projet Horne 5

Pondération :	*n*	436
Échantillon :		444
Site Internet de Falco	*%*	38,5
Via un employé de Falco		8,9
Médias sociaux		59,8
Articles dans les journaux régionaux		66,3
Bouche-à-oreille		55,8
Télévision ou radio communautaire		48,2
Représentants élus de la communauté ou d'un organisme local		4,2
Lors d'activités d'information réalisées par Falco		13,7
Autres		8,0
Note : Dans la catégorie « autres », les répondants ont notamment mentionné : recherche et démarche personnelle, fonderie Horne, en achetant des actions, lors d'une conférence, etc.		

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Plus spécifiquement, parmi l'ensemble des moyens mis à la disposition de la population par Falco, les communications sur le projet dans les journaux, à la radio ou à la télévision ont été les plus utilisés (64,7 %) suivis par, les médias sociaux (55,2 %), les communications et les activités médiatiques entourant la construction de l'agrandissement du complexe La Source-Polymétier (51,3 %), les communiqués de presse (38,6 %), les communications et activités médiatiques entourant la construction des terrains multisports au parc Saint-Luc (34,3 %) et le site Internet de Falco (32,8 %) (voir le tableau 5-29).

Si les communications sur le projet ont été le moyen le plus utilisé par les répondants âgés de 60 ans et plus (73,2 %), les plus jeunes (soit les 44 ans et moins) ont principalement eu recours aux médias sociaux (66,9 %) pour s'informer.

Tableau 5-29 : Moyens par lesquels les répondants ont pris connaissance, entendu parler ou recherché des informations à propos du projet Horne 5 selon l'âge

		Total	Âge		
			44 ans et moins	45 à 59 ans	60 ans et plus
Pondération :	*n*	436	184	113	139
Échantillon :	*n*	444	101	124	219
Bureau de quartier	%	6,0	6,7	8,4	3,0
Portes ouvertes 2017 et/ou 2018	%	5,1	6,5	5,5	3,1
Rencontres de quartiers	%	3,5	2,7	5,6	2,9
Communication ciblée par un employé de Falco	%	4,4	3,6	5,5	4,5
Communiqués de presse	%	38,6	31,9	45,6	41,8
Registre gouvernemental *(ex. : étude d'impact sur l'environnement)*	%	7,4	11,5	4,2	4,8
Communications sur le projet dans les journaux, à la radio ou à la télévision	%	64,7	57,4	66,2	73,2
Communications et activités médiatiques entourant la construction de l'agrandissement du Complexe La Source-Polymétier	%	51,3	46,5	52,9	56,4
Communications et activités médiatiques entourant la construction des terrains multisports au parc Saint-Luc	%	34,3	35,2	33,5	33,9
Médias sociaux	%	55,2	66,9	55,6	39,4
Site Internet de Falco	%	32,8	43,3	33,4	18,5

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Les rencontres de quartiers (3,5 %), les communications ciblées par un employé de Falco (4,4 %) ainsi que les portes ouvertes de 2017 et 2018 (5,1 %) n'ont pas été les moyens les plus populaires auprès des répondants.

De manière générale, 50,1 % des répondants sont d'avis que les activités et les outils d'information et de consultation mis en place par Falco ainsi que les informations reçues sur le projet Horne 5 jusqu'à maintenant sont suffisants, alors que 19,5 % sont d'avis contraire et 30,4 % n'ont pas d'opinion.

Parmi les répondants qui trouvent le tout insuffisant, 38,1 % mentionnent un manque d'information en général de la part de Falco, alors que 22,3 % ont spécifié que le manque d'information concernait le développement du projet, 8,8 % que l'information n'était pas suffisamment partagée par les médias et les réseaux sociaux, et 7,3 % que l'information au sujet des impacts environnementaux n'était pas amplement distribuée.

5.5.2 ATTITUDE ENVERS LE PROJET HORNE 5

Le sondage a permis de révéler que la population concernée par le projet minier y est majoritairement favorable (voir le tableau 5-30). En effet, 21,7 % des répondants se disent entièrement favorables au projet et 53,1 % y sont favorables, tout en ayant une certaine sensibilité en ce qui concerne les impacts. Les hommes sont plus nombreux dans ces deux catégories que les femmes qui sont, quant à elles, légèrement plus réticentes. Les principaux facteurs mentionnés pour justifier cette attitude positive sont les retombées économiques et sociales que le projet pourrait engendrer pour la région ainsi que la création d'emploi.

En contrepartie, 7,5 % des répondants ne sont pas favorables au projet, mais l'acceptent tout de même, et 3,5 % y sont complètement opposés. Une proportion de 11,5 % des femmes figure dans ces catégories, comparativement à 4,3 % des hommes. On constate également que les répondants de 40 ans et moins sont plus nombreux à avoir des réticences à l'égard du projet. Les principales inquiétudes mentionnées pour expliquer cette vision plus négative du projet minier concernent essentiellement les impacts environnementaux, notamment la pollution (air, sol, eau et sonore), que pourrait engendrer la minière et, indirectement, l'importance qu'elle accordera au respect des normes environnementales. Ces inquiétudes proviennent directement des répondants et non de choix de réponse proposés.

Tableau 5-30 : Attitude des répondants à l'égard du projet Horne 5 selon le quartier, le sexe et l'âge

			Quartier				Sexe		Âge		
		Total	D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Homme	Femme	44 ans et moins	45-59 ans	60 ans et plus
Pondération :	*n*	661	25	66	462	108	335	326	281	160	220
Échantillon :		661	20	69	463	109	358	303	154	173	334
Entièrement favorable	%	21,7	12,3	19,4	22,3	22,7	29,8	13,4	17,1	27,3	23,6
Favorable, mais sensible à ses impacts		53,1	72,5	54,6	49,9	61,5	56,3	49,8	50,4	55,1	55,1
Pas favorable, mais l'accepte tout de même		7,5	8,7	4,0	9,0	2,7	5,7	9,2	13,3	4,3	2,3
Complètement opposé		3,5	-	7,2	3,7	1,2	1,4	5,7	4,3	4,3	1,9
Indifférent		4,3	-	4,7	4,7	3,1	2,9	5,8	7,0	1,7	2,7
Je ne sais pas		9,1	6,5	9,0	9,5	8,3	3,2	15,3	7,2	6,8	13,4
Aucune réponse		0,8	-	1,1	0,8	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	1,0

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.5.3 ANTICIPATION DES IMPACTS DU PROJET HORNE 5 SUR LES RÉPONDANTS ET LEUR VILLE

5.5.3.1 IMPACTS POSITIFS

Les répondants sont nombreux à anticiper des impacts positifs du projet Horne 5 sur leur ménage et/ou leur ville (voir le tableau 5-31). Près de 40 % des personnes ayant répondu au sondage sont d'avis que le projet minier aura des répercussions positives sur eux et leur ménage, alors que plus de 78 % anticipent des retombées positives sur la ville.

Tableau 5-31 : Impacts positifs du projet Horne 5 anticipés par les répondants sur leur ménage et leur milieu selon le quartier et le sexe

			Total	Quartiers				Sexe	
				D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Homme	Femme
Pondération :		*n*	661	25	66	462	108	335	326
Échantillon :			661	20	69	463	109	358	303
Impacts positifs anticipés sur le répondant et son ménage	Oui	%	39,5	50,4	40,5	37,1	46,8	49,6	29,1
	Non		33,4	34,4	44,2	32,6	30,1	27,5	39,5
	Ne sait pas		26,1	12,7	14,2	29,2	23,1	21,8	30,5
	Aucune réponse		1,0	2,6	1,1	1,2	-	1,2	0,9
Impacts positifs anticipés sur la ville	Oui		78,2	75,9	76,9	78,8	77,1	86,5	69,7
	Non		4,9	17,6	7,2	3,9	4,4	4,7	5,0
	Ne sait pas		16,5	3,9	15,9	16,8	18,4	8,1	25,1
	Aucune réponse		0,4	2,6	-	0,5	-	0,6	0,3

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

On constate que la population du Vieux-Noranda entrevoit moins d'impacts positifs que les populations des autres quartiers concernés alors que les répondants n'anticipant pas d'impacts positifs pour eux-mêmes ou leur ménage (44,2 %) sont plus nombreux que ceux qui en prévoient (40,5 %). Cependant, la situation est tout autre en ce qui concerne les impacts envisagés sur la ville.

Les femmes sont, elles aussi, moins portées que les hommes à entrevoir des impacts positifs pour elle-même ou leur famille.

Les impacts positifs anticipés sur le plan personnel et familial sont considérés sensiblement les mêmes que ceux anticipés sur le plan municipal et communautaire (voir le tableau 5-32). Les plus importants proportionnellement sont notamment la création d'emplois, la vitalité économique, la valeur des propriétés immobilières, les taxes foncières, l'évitement de l'exode des nouveaux arrivants, l'achat local et de meilleurs services à la population et aux entreprises.

Tableau 5-32 : Impacts positifs du projet Horne 5 anticipés par les répondants selon l'intensité

Impacts positifs[a]		Total	Sur le répondant et son ménage				Total	Sur la ville			
			Intensité					Intensité			
			Faible	Moyenne	Forte	Pas de réponse		Faible	Moyenne	Forte	Pas de réponse
Création d'emplois	%	50,1	14,3	32,1	53,6	-	43,5	1,4	24,4	72,3	-
Aménagement d'équipements récréatifs et sportifs		4,5	-	38,5	61,5	-	3,1	-	22,6	77,4	-
Augmentation du niveau de vie		3,4	-	19,8	71,1	9,1	3,6	2,6	47,1	50,3	-
Vitalité de l'économie		27,9	8,3	41,2	48,5	2,0	30,3	-	31,6	68,4	-
Valeur des propriétés et logements augmentée		18,4	2,6	46,2	51,3	-	1,5	-	20,9	79,1	-
Impacts socioculturel et communautaire		3,9	14,9	51,8	33,3	-	3,4	-	45,6	54,4	-
Rétention des jeunes pour la relève		3,5	-	43,2	56,8	-	0,5	-	48,3	51,7	-
Achat local		2,7	7,8	-	92,2	-	7,2	-	21,2	77,3	-
Taxes foncières		1,0	33,3	33,3	33,3	-	13,3	2,5	30,1	61,7	4,6

Tableau 5-32 : Impacts positifs du projet Horne 5 anticipés par les répondants selon l'intensité (suite)

Impacts positifs[a]		Total	Sur le répondant et son ménage				Total	Sur la ville			
			Intensité					Intensité			
			Faible	Moyenne	Forte	Pas de réponse		Faible	Moyenne	Forte	Pas de réponse
Retombées liées à la construction	%	4,6	6,7	17,1	76,1	-	0,4	-	56,2	43,8	-
Éviter l'exode des nouveaux arrivants		4,2	14,4	15,1	70,5	-	7,4	7,3	34,9	55,1	2,6
Meilleurs services à la population et aux entreprises		2,2	-	29,7	70,3	-	5,1	-	24,9	75,1	-
Meilleurs salaires et revenus		3,0	-	48,4	51,6	-	4,0	11,4	36,6	52,0	-
Autres		20,2	-	-	-	-	31,3	-	-	-	-
Ne sait pas		1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Note : Parmi la catégorie « autres », les répondants indiquent notamment le développement de projets à Rouyn-Noranda, le financement de services publics, l'amélioration et la restauration de bâtiments municipaux, le développement urbain et rural, l'amélioration de la qualité de vie, la présence de nouveaux commanditaires et la création de nouveaux logements, résidences et entreprises.

a : Les impacts positifs recueillis proviennent d'une question ouverte. Aucun choix de réponses n'a été offert aux répondants.

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.5.3.2 *IMPACTS NÉGATIFS*

Si la population sondée anticipe majoritairement des impacts positifs sur elle-même, ses ménages ou la ville, un certain nombre envisage également des impacts négatifs en lien avec le projet minier (voir le tableau 5-33). En effet, 21,8 % des répondants croient que des répercussions négatives se feront sentir sur leur ménage et 33,9 % sur Rouyn-Noranda. Il est également à souligner que près d'un tiers de la population ne sait pas si des impacts négatifs pourront avoir lieu sur elle, ses ménages ou la ville. Bien qu'observée chez les deux sexes, cette situation est majoritairement celle des femmes.

Les populations des quartiers de D'Alembert et du Vieux-Noranda entrevoient davantage de retombées négatives en comparaison aux autres quartiers à l'étude, non seulement pour eux et leurs familles, mais également pour Rouyn-Noranda.

Les impacts négatifs anticipés, tant sur le plan personnel et familial que sur le plan municipal et communautaire, sont, une fois de plus, considérés sensiblement les mêmes pour les ménages que pour la ville (voir le tableau 5-34). Les plus importants proportionnellement sont notamment les impacts sur l'environnement, la pollution en général et plus spécifiquement sur l'air, l'eau et les sols, l'augmentation du prix de location des logements et d'achat des maisons, le bruit (principalement engendré par le dynamitage et les véhicules lourds), la circulation et le trafic, et enfin le manque de logement.

Tableau 5-33 : Impacts négatifs anticipés par les répondants du projet Horne 5 selon le quartier et le sexe

			Total	Quartier				Sexe	
				D'Alembert	Vieux-Noranda	Rouyn-Noranda–Périphérie	Noranda-Nord–Lac Dufault	Homme	Femme
Pondération :		*n*	661	25	66	462	108	335	326
Échantillon :			661	20	69	463	109	358	303
Impacts négatifs anticipés sur le répondant et son ménage	Oui	%	21,8	42,3	41,5	17,0	25,7	20,4	23,3
	Non		45,7	34,5	35,0	47,7	46,2	54,7	36,5
	Ne sait pas		31,1	20,6	22,4	33,7	27,4	23,2	39,1
	Aucune réponse		1,4	2,6	1,1	1,6	0,8	1,7	1,1
Impacts négatifs anticipés sur la ville	Oui		33,9	45,2	37,3	34,1	28,2	33,6	34,1
	Non		35,8	22,6	36,3	35,2	40,8	45,1	26,2
	Ne sait pas		29,3	29,6	26,4	29,8	29,0	20,3	38,7
	Aucune réponse		1,0	2,6	-	0,8	2,0	1,0	1,0

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

Tableau 5-34 : Impacts négatifs anticipés par les répondants du projet Horne 5 selon l'intensité

Impacts négatifs[a]		Total	Sur le répondant et son ménage				Sur la ville				
			Intensité					Intensité			
			Faible	Moyenne	Forte	Aucune réponse	Total	Faible	Moyenne	Forte	Aucune réponse
Pollution	%	22,4	9,4	27,7	62,9	-	27,2	1,5	38,9	58,2	1,4
Pollution de l'air		16,4	7,5	27,1	65,4	-	8,8	24,9	34,3	34,3	6,5
Pollution de l'eau		7,9	13,0	9,7	77,3	-	2,4	-	58,3	23,3	18,3
Pollution du sol		2,4	-	-	100	-	3,9	-	-	6,5	-
Impacts sur l'environnement		35,8	12,7	41,4	44,9	1,0	34,0	3,6	41,9	53,8	0,7
Augmentation du prix des Logements et des maisons		15,6	4,0	29,2	66,8	-	18,1	4,6	21,8	70,6	-
Risques sur la santé		2,7	-	46,5	53,5	-	0,8	-	-	100	-
Circulation et trafic		13,8	15,0	40,0	44,9	-	10,8	16,5	33,3	47,9	2,3
Bruit (notamment lié au dynamitage et aux véhicules lourds)		17,4	34,2	26,2	39,6	-	8,7	12,5	57,6	27,4	2,5
Perte ou manque de travail autre qu'à la mine		3,1	-	41,3	58,7	-	7,0	-	74,6	25,4	-
Augmentation de la population		3,1	-	100	-	-	1,4	12,7	-	-	-
Augmentation du coût de la vie		3,4	-	22,1	77,9	-	3,9	-	53,7	46,3	-
Manque de logements		1,7	53,4	-	46,6	-	13,3	17,1	29,2	53,7	-
Diminution de la qualité de vie		2,8	-	54,1	45,9	-	0,6	-	-	100	-
Dégradation du tissu urbain		-	-	-	-	-	2,2	74,0	-	26,0	-
Autres		14,5	-	-	-	-	11,9	-	-	-	-

Note : Parmi la catégorie « autres », on considère notamment la dégradation des routes, les inégalités sociales et les écarts économiques entre les ménages, la dévaluation ou les autres dommages engendrés aux propriétés, la contamination chimique, la criminalité, l'augmentation des taxes, l'obligation de déménager ailleurs, la pression sur les autres emplois (augmentation salariale afin de rivaliser avec la minière) et la mono-industrie.

a : Les impacts négatifs recueillis proviennent d'une question ouverte. Aucun choix de réponses n'a été offert aux répondants.

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

5.5.4 PERCEPTION DU RÔLE ET DE LA RESPONSABILITÉ SOCIALE DE FALCO

La grande majorité des répondants au sondage est d'avis que Falco a de grandes responsabilités en ce qui concerne la promotion de l'emploi et des entreprises locales, le développement des infrastructures et activités municipales et communautaires, la formation professionnelle dans le secteur minier et l'investissement dans les organismes locaux et des projets environnementaux (voir le tableau 5-35).

Cette perception des responsabilités imparties à Falco est partagée par l'ensemble des répondants. Ainsi, aucune distinction n'est observée entre les hommes et les femmes, les catégories d'âge ou le niveau de scolarité.

Tableau 5-35 : Avis des répondants sur les responsabilités et les initiatives de Falco dans le cadre du projet Horne 5

		Responsabilités/initiatives de Falco						
		Favoriser l'embauche locale de travailleurs	Favoriser les entrepreneurs et les commerces locaux pour l'achat de biens/services	Contribuer au maintien et/ou au développement des infrastructures municipales et communautaires	Commanditer des activités culturelles et sportives dans la ville	Établir un partenariat avec des institutions scolaires locales pour la formation professionnelle de futurs travailleurs dans le secteur minier	Donner des contributions à des organismes locaux	Investir, initier ou participer à des projets environnementaux
Pondération :	*n*	661	661	661	661	661	661	661
Échantillon :		661	661	661	661	661	661	661
Tout à fait d'accord	%	84,0	85,0	70,9	69,7	74,1	70,1	79,2
Plutôt d'accord		13,4	11,4	20,2	22,6	18,9	23,0	17,3
Plutôt en désaccord		0,5	0,2	3,6	2,8	2,1	3,1	0,4
Tout à fait en désaccord		0,3	0,7	1,0	0,8	1,0	0,8	0,6
Ne sait pas		1,4	2,0	3,8	3,5	3,0	2,4	1,6
Aucune réponse		0,4	0,7	0,6	0,7	0,9	0,7	0,9

Source : Sondage réalisé par WSP, 2020.

6 CONSTATS GÉNÉRAUX SUR L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES COMPOSANTES SOCIALES

L'objectif principal de ce rapport était de documenter l'état de référence des composantes sociales du projet Horne 5 selon les cinq grands thèmes suivants : (1) la disponibilité de la main-d'œuvre et la formation; (2) la protection de la source d'eau potable[16]; (3) le logement; (4) les services à la communauté (centres de la petite enfance [CPE], écoles, services de proximité, etc.); et (5) l'intégration des nouveaux arrivants.

Pour ce faire, des activités de consultation et de collectes d'information, avec chacune des objectifs spécifiques, ont été tenues. Les résultats de ce rapport serviront ultimement à établir les indicateurs sociaux qui seront présentés dans le protocole de suivi des incidences sociales du projet Horne 5, tel qu'il a été exigé par le MELCC.

Les activités de collecte d'informations (entrevues et sondage) réalisées dans le cadre du présent état de référence des composantes sociales ont permis de confirmer ou de mieux comprendre certains des enjeux et préoccupations documentés dans le cadre de l'ÉIE (voir le tableau 6-1) de même que certains des impacts appréhendés. Elles ont en effet permis de confirmer certains des enjeux afférents à la main-d'œuvre et à la formation, à l'environnement, au logement, et aux services à la communauté et à l'intégration des nouveaux arrivants. Également, les entrevues effectuées auprès d'intervenants du milieu et d'entreprises ont permis de faire ressortir d'autres enjeux, notamment en lien avec le FIFO, la cohésion sociale, la violence conjugale, et la toxicomanie.

Quelques préoccupations relatives à la phase de fermeture sont aussi ressorties alors que les entrevues et le sondage ne traitaient pas de cet aspect. Notons à ce sujet que Falco a amorcé ses réflexions, dès le début du projet, sur un plan de transition social avec le Comité consultatif pour mieux prévenir et minimiser les effets liés à la fin des opérations (voir le tableau 6-1).

D'autres actions, mesures ou engagements pris par Falco dans l'ÉIE, répondent en partie aux suggestions des divers intervenants.

Par exemple, concernant l'enjeu de la main-d'œuvre et de la formation, mentionnons la mise en place par Falco d'une politique d'embauche permettant d'identifier rapidement les besoins de main-d'œuvre afin de permettre aux entités assurant les formations de se préparer et aux personnes désirant suivre ces formations, de s'y inscrire et d'élaborer les critères d'embauche de façon à encourager la persévérance scolaire (diplomation obligatoire, âge minimum requis, etc.). Également, un programme d'embauche favorisant l'accès des femmes aux emplois dans le secteur minier et pour favoriser la parité hommes-femmes, pour les personnes à mobilité réduite et pour favoriser la diversité et l'inclusion est prévu.

Également, il est prévu par Falco de tenir des consultations et des présentations techniques auprès de la ville de Rouyn-Noranda, des autorités et des résidents des quartiers avoisinant le futur Complexe minier Horne 5 (CMH5) et les installations de gestion des résidus miniers (IGRM), ceci, afin d'échanger et de répondre aux préoccupations des parties prenantes, de favoriser le covoiturage et les modes de transport alternatifs et de créer des opportunités, et enfin appuyer des initiatives qui correspondent aux besoins et aux priorités de la communauté d'accueil. Il est important de préciser que d'autres mesures répondent directement aux préoccupations des parties prenantes consultées en ce qui concerne la qualité de l'air, la pollution sonore, la sismicité et les vibrations de même que la protection de l'eau potable, et de l'eau de surface et souterraine (voir le tableau 6-1). D'ailleurs, il est à noter, concernant la protection de l'eau, qu'aucun rejet n'est prévu dans le lac Osisko dans le cadre du projet bien que ce soit la perception de certains intervenants rencontrés. Ceci montre que des informations à ce sujet, entre autres, doivent être diffusées dans le milieu.

[16] La portée de ce thème est par la suite devenue plus large, soit la protection de l'environnement.

L'enjeu du logement a aussi été considéré par Falco qui a prévu des mesures à cet effet. Par exemple, Falco prévoit, en plus de privilégier l'embauche locale pour minimiser l'impact du projet sur le logement et de sensibiliser les entrepreneurs et les fournisseurs à la situation du logement avant l'octroi de contrats, d'initier des synergies en participant activement à des rencontres sur le sujet du logement, en appuyant des initiatives du milieu et en regroupant, au besoin, les intervenants du milieu qui veulent améliorer la situation du logement dans la région. Il est aussi prévu de collaborer avec les organismes régionaux pour faire connaître les besoins d'hébergement à l'avance, en fonction de l'évolution du projet. Des mesures proposées par les intervenants rencontrés pourraient être regardées par Falco, bien que toutes ne soient pas de son ressort.

En ce qui a trait aux services à la communauté, des mesures sont proposées par Falco au sujet de la pression sur les services à la population : adopter des pratiques d'approvisionnement responsable pour les biens et services nécessaires aux opérations, afin de contribuer au dynamisme de l'économie locale et régionale; favoriser l'embauche et l'approvisionnement local; chercher à créer des opportunités et à appuyer des initiatives qui correspondent aux besoins et aux priorités de la communauté d'accueil. Cette dernière mesure a été énoncée par des intervenants rencontrés.

L'enjeu de l'intégration des nouveaux arrivants a été traité sous le thème de la cohésion sociale dans l'ÉIE si l'on se réfère au tableau 6-1. Une mesure y a été proposée, soit de tenir une rencontre avec un représentant de l'organisme la Mosaïque qui offre un service d'aide aux nouveaux arrivants (accueil et intégration) avec le Comité consultatif afin de mieux comprendre les enjeux. Cette mesure serait un premier pas franchi vers la suggestion d'intervenants d'implanter des mesures concrètes pour atténuer les effets anticipés du projet sur l'intégration des nouveaux arrivants.

Le sondage a permis de recueillir des informations auprès des résidents des quartiers de Rouyn-Noranda les plus près du projet Horne 5 concernant des sujets pour lesquels aucune donnée publique n'est disponible. Ces informations concernent la perception qu'ils ont de leur qualité de vie, de leur environnement physique, du projet et de Falco, ainsi que la perception de leur état de santé général.

Bien que la très forte majorité des répondants (93,8 %) au sondage soient satisfaits de leur qualité de vie à Rouyn-Noranda, ceux du quartier du Vieux-Noranda, le plus près du projet, sont légèrement plus nombreux à se considérer ni satisfaits, ni insatisfaits ou insatisfaits de leur qualité de vie. De plus, ils sont majoritairement d'avis que leur quartier n'est pas un milieu idéal pour fonder et élever une famille. Il semble que la présence adjacente d'une zone industrielle incluant la fonderie Horne pourrait être en cause dans cette perception. Par ailleurs, une proportion importante de répondants de ce même quartier ne se sentent pas en sécurité dans leur quartier. Également, les répondants de ce quartier, ainsi que ceux de D'Alembert, croient que leur quartier n'est pas assez accueillant ou inclusif quant à l'intégration des nouveaux arrivants.

Concernant la qualité de l'environnement physique, on constate qu'environ le tiers des répondants jugent la qualité de l'air à Rouyn-Noranda comme étant mauvaise. Les principales explications données par les répondants pour expliquer cette perception visent la fonderie Horne et la problématique de l'arsenic. Une majorité de répondants, soit 78,2 %, croient que leur milieu de vie et leur santé sont menacés par des risques environnementaux, notamment la détérioration de la qualité de l'air, la contamination de l'eau, les risques de déversement ou des bris dans les parcs à résidus miniers et la contamination des sols. Le sondage montre également que le quart des répondants croient que le projet Horne 5 aura un impact sur le lac Dufault.

On constate que les craintes et les perceptions partagées par les participants au sondage reflètent les préoccupations des intervenants rencontrés dans le cadre des entrevues, que cela soit à propos de la problématique de l'arsenic, de la contamination des cours d'eau, des lacs, de la nappe phréatique et des sols ou des risques environnementaux, tels que les déversements et le bris de digues.

Quant à la perception des répondants au sujet du projet Horne 5, le sondage a permis de révéler que la population ciblée par ce sondage y est majoritairement favorable, tout en ayant une certaine sensibilité en ce qui concerne les impacts. Néanmoins, tel qu'il a été mentionné précédemment, les populations des quartiers de D'Alembert et du Vieux-Noranda entrevoient davantage de retombées négatives, non seulement pour eux et leurs familles, mais également pour Rouyn-Noranda. Ce constat est sans doute lié au fait que les résidents du quartier de D'Alembert sont les plus proches du parc à résidus miniers projeté et que celles du quartier du Vieux-Noranda seront relativement près de la mine projetée.

Les profils socio-économiques présentés, les informations recueillies par le biais du sondage sur les plus proches voisins du projet Horne 5 de même que celles découlant des entrevues tracent un portrait des composantes sociales suffisamment détaillé pour permettre à Falco de mieux connaître le milieu social dans lequel s'insère son projet. Cet état de référence permettra éventuellement à l'entreprise de valider ou d'identifier des mesures adaptées à l'échelle du projet ou à l'échelle de la communauté en synergies avec les intervenants du milieu. Elles permettront aussi de mieux cibler les publics et les activités d'information et de consultation à venir et les indicateurs de suivi des composantes sociales en se concentrant sur les sujets qui préoccupent plus particulièrement cette population.

Tableau 6-1 : Enjeux et préoccupations ressorties au cours des activités d'information et de consultation de Falco de 2017 à 2020 et actions, mesures ou engagements pris par Falco pour répondre aux préoccupations

Enjeux et préoccupations	Actions, mesures ou engagements pris par Falco
Logement : *Pression du projet Horne 5 sur la disponibilité des logements abordables et effet de levier sur le prix des logements*	- Privilégier l'embauche locale pour minimiser l'impact du projet sur le logement (pas d'arrivée massive d'employés et de nouvelles familles provenant de l'extérieur de la région, pas de fly-in, fly-out). - Sensibiliser les entrepreneurs et les fournisseurs à la situation du logement avant l'octroi de contrats. Exemple : S'engager à ne pas transformer de logements abordables en studios de luxe pour les travailleurs, pour éviter la mise à la rue de familles à revenu modeste et amplifier la rareté des logements abordables. - Initier des synergies en participant activement à des rencontres sur le sujet du logement, en appuyant des initiatives du milieu et en regroupant au besoin, les intervenants du milieu qui veulent améliorer la situation du logement dans la région. - Mise sur pied, en juillet 2019, d'un Comité logement qui a permis la compilation de statistiques et de documents (revue littéraire sur la question du logement et solutions répertoriées) et d'échanger avec les organismes concernés. - Collaborer avec les organismes régionaux (CLD, chambres de commerce, etc.) pour faire connaître les besoins d'hébergement à l'avance, en fonction de l'évolution du projet (phases de construction et d'exploitation) afin d'optimiser les services existants (inventaire des chambres disponibles et possibilités d'hébergement commercial) et en créer de nouveaux, au besoin.
Protection de l'eau potable : *Lac Dufault et ses affluents, source d'eau potable de la ville de Rouyn-Noranda;* *Puits d'eau potable à proximité des IGRM*	- Les études de bris de digues et de conduites ont permis d'évaluer les conséquences potentielles et de planifier les mesures d'urgence à mettre en place en cas de bris. - La conception des infrastructures intègre des mesures offrant une sécurité accrue notamment pour éviter les déversements en cas de bris. Exemple : Conduites doubles et instrumentation pour éviter l'erreur humaine. - Limiter le prélèvement d'eau fraîche et maximiser la recirculation de l'eau. - Tenue de consultations et de présentations techniques auprès de la ville, des autorités et des résidents des quartiers avoisinant le Complexe minier Horne 5 (CMH5) et les installations de gestion des résidus miniers (IGRM). Opportunités d'échanger et de répondre aux préoccupations des parties prenantes. - Des analyses d'eau de puits du voisinage à proximité des IGRM ont été effectuées à titre de référence avant-projet, et afin d'informer les citoyens de la qualité de l'eau dans leur puits. Des analyses d'eau sur ces mêmes puits seront effectuées de façon récurrente durant toute la durée de vie du projet pour s'assurer que la qualité de l'eau demeure la même.
Protection de l'eau de surface et souterraine	- Adhérer au Code international de gestion du cyanure. - Les études de bris de digues et de conduites ont permis d'évaluer les conséquences potentielles et de planifier les mesures d'urgence à mettre en place en cas de bris. - Tenue de consultations et de présentations techniques auprès d'organismes ayant des préoccupations quant à la protection des eaux et notamment aux IGRM. Les rencontres se sont échelonnées sur 3 jours en juin 2020. Présentation en toute transparence. Opportunité d'échanger avec les experts pour valider et discuter des mesures mises en place.
Bruit : *Les préoccupations liées au bruit provenaient surtout de résidents du rang Jason et des quartiers Notre-Dame et Lac Dufault*	- Respecter les normes relatives au bruit prescrites dans la *Note d'instructions 98-01 sur le bruit* du MELCC. Prendre les mesures nécessaires pour limiter le bruit à la source. - Les ventilateurs principaux de la mine seront installés sous terre pour minimiser le bruit. - L'utilisation d'une route alternative via le chemin des Mines a été proposée pour le transport des stériles entre le CMH5 et les IGRM afin de minimiser le bruit et la poussière pour les résidents du rang Jason et à proximité de la route 101. - La modélisation du bruit a démontré que le projet Horne 5 n'aura pas d'impact sur l'ambiance sonore lors de ses activités d'exploitation pour les résidents du quartier Notre-Dame. - D'autres mesures concernant le bruit ambiant, sont énumérées dans l'ÉIE, dont : Un réseau de suivi des émissions sonores en exploitation aux récepteurs sensibles sera instauré. Durant la phase de construction, la vitesse sur le chantier sera limitée pour minimiser le bruit. Les travaux de construction s'exécuteront principalement de 6 h à 19 h du lundi au vendredi, la majorité du temps. Lorsque possible, des équipements qui minimisent les émissions sonores et favorisent le respect de la réglementation seront utilisés. Aménager les infrastructures atténuant à la source les émissions sonores et utiliser des silencieux lorsque possible.
Poussière *Les préoccupations liées à la poussière relevaient davantage de la circulation des camions*	- L'utilisation d'une route alternative via le chemin des Mines a été proposée pour le transport des stériles entre le CMH5 et les IGRM afin de minimiser le bruit et la poussière pour les résidents du rang Jason et à proximité de la route 101. - D'autres mesures concernant la poussière sont énumérées dans l'ÉIE, dont : Utiliser de l'eau ou des abat-poussières autorisés par le MELCC afin de limiter la dispersion de poussières sur les chemins. Durant les travaux de décapage ou de nivellement, arroser les sols asséchés afin de maintenir la surface humide et de réduire le soulèvement de poussières. Lors des opérations de concassage et de tamisage des matériaux granulaires, utiliser de l'eau comme abat-poussières, s'il y a lieu, afin de limiter l'émission de poussières dans l'air ambiant. Équiper les foreuses d'un système conçu pour atténuer les poussières fugitives (système à l'eau auquel on ajoute du glycol en période de gel).
Sismicité et vibrations	- Tenue de présentations techniques sur la sismicité et les vibrations auprès des parties prenantes. - Pour répondre aux inquiétudes des résidents du quartier Notre-Dame, une évaluation supplémentaire du climat vibratoire a été réalisée par l'installation de sismographes durant une année complète chez certains résidents du quartier Notre-Dame. - La conception des sautages prévoit une vitesse maximale de 5 mm/s, alors que la norme est de 12,7 mm/s, pour minimiser l'impact ressenti par la population. - L'horaire des sautages sera adapté pour avoir lieu à heure de grands déplacements. - Une investigation sur la stabilité des sols est en cours. - Une inspection des bâtiments des installations industrielles à proximité est prévue, ainsi que la mise en place d'instruments de mesure et d'un programme de suivi. - D'autres mesures concernant la sismicité et les vibrations sont énumérées dans l'ÉIE.
Circulation	- Adapter l'horaire des quarts de travail pour tenir compte des pointes de circulation quotidiennes. - Favoriser le covoiturage et les modes de transport alternatifs, exemple : le vélo. - Des études de circulation et de sécurité ont été faites. - L'utilisation d'une route alternative via le chemin des Mines a été proposée.
Air : *Ajout de contaminants (arsenic [As], baryum [Ba], béryllium [Be], cadmium [Cd], cuivre [Cu], nickel [Ni], plomb [Pb], silice, etc.)*	- Installer un système de filtration d'air et d'abat des poussières certifié. - Installer un réseau de suivi des émissions atmosphériques en continu. - Maintenir les sols humides, arroser les surfaces. - Choisir les camions selon la nouvelle génération de moteur Tier IV. - Une étude toxicologique a été complétée pour évaluer le risque du projet sur la santé de la population.

Tableau 6-1 : Enjeux et préoccupations ressorties au cours des activités d'information et de consultation de Falco de 2017 à 2020 et actions, mesures ou engagements pris par Falco pour répondre aux préoccupations (suite)

Enjeux et préoccupations	Actions, mesures ou engagements pris par Falco
GES	- Installer des bornes de recharge pour favoriser l'utilisation de véhicules électriques par les employés. - Développer un plan de réduction des GES. - Remplacer des énergies fossiles par des énergies propres pour le chauffage. - Prioriser l'électrification des équipements. - S'approvisionner localement en biens et services. - Favoriser la livraison locale des concentrés. - Privilégier le transport ferroviaire au camionnage.
Main-d'œuvre	- Mettre en place une politique d'embauche permettant d'identifier rapidement les besoins de main-d'œuvre afin de permettre aux entités assurant les formations de se préparer et aux personnes désirant suivre ces formations de s'y inscrire. - Favoriser l'embauche locale. - Établir un programme d'embauche favorisant l'accès des femmes aux emplois dans le secteur minier et favoriser la parité hommes-femmes. - Établir un programme d'embauche pour les personnes à mobilité réduite. - Mettre en place des mécanismes d'intégration des travailleurs favorisant la diversité et l'inclusion. - Élaborer les critères d'embauche de sorte à encourager la persévérance scolaire (diplomation obligatoire, âge minimum requis, etc.)
Formation	- Mettre en place une politique d'embauche permettant d'identifier rapidement les besoins de main-d'œuvre afin de permettre aux entités assurant les formations de se préparer et aux personnes désirant suivre ces formations de s'y inscrire. - Promouvoir un plan de formation de la main-d'œuvre pour l'exploitation en partenariat avec Emploi Québec, le CSSRN et son service aux entreprises et/ou la Corporation de la formation professionnelle et de l'enseignement supérieur à Rouyn-Noranda pour des formations adaptées à l'industrie minière. - Appui au projet de la Zone d'innovations minières (ZIM). - Appui au développement des programmes d'enseignements dans les nouvelles technologies. - Appui aux développements des compétences de la main-d'œuvre. - Locaux réservés pour la formation dans le nouveau complexe La Source-Polymétier.
Pression sur les services offerts à la population	- Adopter des pratiques d'approvisionnement responsable pour les biens et services nécessaires aux opérations, afin de contribuer au dynamisme de l'économie locale et régionale. - Favoriser l'embauche et l'approvisionnement local. - Chercher à créer des opportunités et à appuyer des initiatives qui correspondent aux besoins et aux priorités de la communauté d'accueil.
Enjeux de bon voisinage	- Maintenir un bureau de liaison à Rouyn-Noranda (inauguré en 2016) pour informer la population sur le projet, recevoir ses préoccupations et recueillir les commentaires et les suggestions des citoyens et procéder aux ajustements nécessaires. - Poursuivre les rencontres avec les utilisateurs du territoire qui sont touchés par le projet en raison de leur proximité et négocier au besoin des ententes avec eux. - Négocier des ententes avec les propriétaires touchés par les tracés des conduites (servitudes). - Négocier des ententes et des synergies avec les organismes responsables des infrastructures récréotouristiques touchées par le projet. - Contribuer activement à la vie communautaire et au développement régional, notamment par le biais de dons et commandites. - En succession au Comité consultatif actuellement en place, mettre sur pied une vigilance participative sur les impacts et les inconvénients du projet par le biais d'un comité de suivi citoyen, d'un service interne de relations communautaires et d'un programme de communication en continu pour informer sur les opérations de la mine et autres activités et entretenir un dialogue positif et constructif avec les parties prenantes dans toutes les phases de développement du projet.
Transition (après-projet)	- Prévoir dès le début du projet, un plan de transition social avec le Comité consultatif pour mieux prévenir et minimiser les effets liés à la fin des opérations.
Cohésion sociale	- Favoriser la cohésion sociale par l'implication communautaire, le leadership, la transparence et le dialogue, la consultation, l'investissement local et l'élaboration d'un plan de développement en concertation avec le milieu. - Initier des synergies avec le milieu culturel et artistique pour laisser un lègue positif à la communauté. - Impliquer la population dans le mode de gestion du projet. - Tenue d'une rencontre avec un représentant de l'organisme la Mosaïque qui offre un service d'aide aux nouveaux arrivants (accueil et intégration) avec le Comité consultatif afin de mieux comprendre les enjeux. - Une revue littéraire sur la cohésion sociale a été complétée et partagée avec le Comité consultatif. - Solliciter l'engagement des parties prenantes tout au long du cycle de vie du projet afin de favoriser leur participation dans toute activité qui présente un intérêt pour eux.
Engagement/implication envers les communautés autochtones	- Poursuivre la consultation et les rencontres avec les différentes communautés autochtones. - Engager à recouvrir les conduites pour ne pas nuire à la circulation de la petite faune. - Favoriser l'embauche de services offerts par les communautés autochtones (ex. : coupe de bois, forage [exploration], construction, etc.).
Faune et espèces à statut particulier	- Prendre les mesures nécessaires pour ne pas nuire à la faune. - Restreindre certaines activités à certains secteurs et certaines périodes. - Éviter la circulation à la brunante sur le chemin Millenback. - Recouvrir les conduites pour ne pas nuire à la circulation de la petite faune. - Mettre en place un programme de surveillance environnementale des travaux sur les sites miniers (CMH5, IGRM et conduites).
Flore : *Espèce à statut particulier*	- Inventaire réalisé dans le cadre de l'ÉIE. - Vérifier la présence de corallorhize avant d'effectuer tout travail aux endroits propices.
Retombées économiques	- Adopter des pratiques d'approvisionnement responsable pour les biens et services nécessaires aux opérations, afin de contribuer au dynamisme de l'économie locale et régionale. - Prioriser l'embauche locale et offrir des conditions d'emploi avantageuses aux employés afin de leur donner, ainsi qu'à leur famille, de meilleures perspectives d'avenir. - Contribuer activement à la vie communautaire et au développement régional, notamment par le biais de dons et commandites. - Créer des opportunités et appuyer des initiatives qui correspondent aux besoins et aux priorités de la communauté d'accueil. - Reconnaître et respecter les intérêts sociaux, économiques, environnementaux et culturels des parties prenantes. - Gérer efficacement toute situation urgente.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (ISQ). 2020a. *Population projetée des MRC du Québec, scénario Référence (A), 2016-2041*. En ligne : https://statistique.quebec.ca/fr/produit/tableau/population-projetee-des-mrc-du-quebec-scenario-reference-a Consulté le 2 février 2021.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (ISQ). 2020b. Panorama des régions du Québec. En ligne : https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/panorama-des-regions-du-quebec-edition-2020.pdf. Consulté le 19 octobre 2021.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (ISQ) et MINISTÈRE DE L'EMPLOI ET DE LA SOLIDARITÉ SOCIALE (MESS). 2005. *Inventaire des indicateurs de pauvreté et d'exclusion sociale*. 94 p.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (MSSS). 2021. Réseaux territoriaux et locaux de services. En ligne : https://www.msss.gouv.qc.ca/reseau/systeme-de-sante-et-de-services-sociaux-en-bref/reseaux-territoriaux-et-locaux-de-services/. Consulté le 19 octobre 2021.

REGROUPEMENT DES SERVICES D'INTERVENTION DE CRISE DU QUÉBEC (RESICQ). Non daté. Centres de crise. En ligne : https://www.centredecrise.ca/lescentres Consulté le 7 mai 2021.

RESSOURCES FALCO LTÉE ET WSP CANADA INC. 2017. *Étude d'impact sur l'environnement. Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec*. Pagination par chapitre et annexes.

STATISTIQUE CANADA. 2019. *Profil du recensement, Recensement de 2016*. En ligne : https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F, consulté le 2 février 2021.

ANNEXE

A GRILLES D'ENTREVUES

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - à faire un état de référence des indicateurs sociaux de la population de Rouyn-Noranda dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5;
  - à documenter les effets anticipés du projet sur la population de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Organisme : _____

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur : _____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. Connaissance du projet Horne 5

a) Êtes-vous au courant du projet Horne 5?

b) Comment avez-vous été informé du projet?

c) Que savez-vous à propos de celui-ci? (*compléter en donnant des informations de base si nécessaire*)

2. Profil de l'organisme et de la clientèle

a) Pouvez-vous présenter brièvement l'organisme que vous représentez? (*demander des précisions sur la structure, le nombre d'employés et/ou de bénévoles, la clientèle, le type d'activités offertes, depuis combien d'années l'organisme existe*)

b) Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou des problématiques particuliers actuellement? Si oui, lesquels? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé, chercher à clarifier l'enjeu en discutant (la question doit être adaptée à chaque enjeu):* **Quand** *cela a commencé, cela se produit-il?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)?* **Où** *cela se manifeste-t-il (quartier)? Des* **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément* :

i. Quelle est la situation selon Mosaique des enjeux ou problématiques relatifs à l'intégration de nouveaux arrivants (à RN)? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

ii. Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs au recrutement et au maintien du personnel et de sa formation? (demander la situation relative aux bénévoles si pertinent) Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

iii. Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs au logement via les difficultés rencontrées par vos employés ou votre clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées ? Des actions prises ? Si oui, avec quels succès? ? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

iv. Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs à la disponibilité des services à la communauté via les difficultés rencontrées par vos employés et votre clientèle? (CPE, écoles, services de proximité) Si oui lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu*

ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).

v. *(Si pertinent) Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.) via les employés et la clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

3. Effets du projet sur la population de Rouyn-Noranda

a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.b et c)? Si oui, lesquels? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il* (quartier)*?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs sur votre organisme autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)?* **Où** *cela se manifesterait-il (quartier)? Des* **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut-elle maximiser les effets positifs sur les organismes de Rouyn-Noranda ? *chercher à clarifier :* Si oui, **quels effets positifs** *seraient à viser particulièrement?* **Comment**? ***Quels*** *organismes seraient à viser particulièrement?*

4. Perception de Ressources Falco

a) Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco jusqu'à maintenant?

5. Autres préoccupations, attentes ou questions concernant le projet Horne 5

6. Autres études ou compléments d'information pertinents

7. Autres organismes/entreprises à rencontrer dans le contexte de notre étude

Merci de votre collaboration!

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - à faire un état de référence des indicateurs sociaux de la population de Rouyn-Noranda dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5;
  - à documenter les effets anticipés du projet sur les diverses composantes du milieu socioéconomique de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Organisme : _____

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur : _____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. **Connaissance du projet Horne 5**
   a) Êtes-vous au courant du projet Horne 5?
   b) Comment avez-vous été informé du projet?
   c) Que savez-vous à propos de celui-ci? (*compléter en donnant des informations de base si nécessaire*)

2. **Portrait des entreprises à Rouyn-Noranda**

   a) Pouvez-vous brosser le portrait des entreprises à Rouyn-Noranda? (*demander des précisions sur le nombre d'entreprises, le type de services ou de produits offerts, le mode d'opération à l'année ou de façon saisonnière*)

   b) Est-ce que les entreprises de Rouyn-Noranda vivent des enjeux ou des problématiques particulières actuellement? Si oui, lesquels? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé chercher à clarifier l'enjeu en discutant -la question doit être adaptée à chaque enjeu- **Quand** -cela a commencé, cela se produit-il? **Quelles** entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il -quartier*? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

   c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :*

      i. *Est-ce que les entreprises de Rouyn-Noranda vivent des enjeux ou problématiques relatifs au recrutement et au maintien du personnel et de sa formation? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** cela a commencé, cela se produit? **Quelles** entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

      ii. *Est-ce que les entreprises de Rouyn-Noranda vivent des enjeux ou problématiques relatifs à l'intégration de nouveaux arrivants? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** cela a commencé, cela se produit? **Quelles** entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

      iii. *Est-ce que les entreprises de Rouyn-Noranda vivent des enjeux ou problématiques relatifs au logement via les difficultés rencontrées par leurs employés? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** cela a commencé, cela se produit? **Quelles** entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées ? Des actions prises ? Si oui avec quels succès? ? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

      iv. *Est-ce que les entreprises de Rouyn-Noranda vivent des enjeux ou problématiques relatives à la disponibilité des services à la communauté (CPE, écoles, services de proximité) via les difficultés rencontrées par leurs employés? Si oui, lesquels? chercher à*

clarifier l'enjeu en discutant : ***Quand*** *cela a commencé, cela se produit?* ***Quelles*** *entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

v. *Est-ce que les entreprises de Rouyn-Noranda vivent des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.) via les employés et la clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* ***Quand*** *cela a commencé, cela se produit?* ***Quelles*** *entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

d) Êtes-vous au courant de projets de développement majeurs dans les entreprises à court terme (ex. agrandissement ou amélioration)?

3. Effets du projet sur les entreprises de Rouyn-Noranda :

a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.b et c)? Si oui, lesquels? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* ***Quand*** *cela pourrait-il se manifester?* ***Quelles*** *entreprises seraient touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il -quartier?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui, lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs sur les entreprises de Rouyn-Noranda autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* ***Quand*** *cela pourrait-il se manifester?* ***Quelles*** *entreprises seraient touchées particulièrement?* ***Comment*** *cela se manifesterait-il (impacts)?* ***Où*** *cela se manifesterait-il -quartier? Des* ***solutions*** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut-elle maximiser les effets positifs sur les entreprises de Rouyn-Noranda? *chercher à clarifier :* Si oui, ***quels effets positifs*** *seraient à viser particulièrement?* ***Comment****?* ***Quelles*** *entreprises seraient à viser particulièrement?*

4. Perception de Ressources Falco:

a) Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco jusqu'à maintenant?

5. Autres préoccupations, attentes ou questions concernant le projet Horne 5

6. Autres études ou compléments d'information pertinents?

Merci de votre collaboration!

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - à faire un état de référence des indicateurs sociaux de la population de Rouyn-Noranda dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5;
  - à documenter les effets anticipés du projet sur la population de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Nom de l'organisme : _____

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur : _____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. **Connaissance du projet Horne 5**
   a) Êtes-vous au courant du projet Horne 5?
   b) Comment avez-vous été informé du projet?
   c) Que savez-vous à propos de celui-ci? (*compléter en donnant des informations de base si nécessaire*)

2. **Profil de l'organisme et de la clientèle**
   a) Pouvez-vous présenter brièvement l'organisme que vous représentez? (*demander des précisions sur la structure, le nombre d'employés et/ou de bénévoles, la clientèle, le type d'activités/services offerts, depuis combien d'années l'organisme existe*)
   b) Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou des problématiques particulières actuellement? Si oui, lesquels? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé, chercher à clarifier l'enjeu en discutant (la question doit être adaptée à chaque enjeu):* **Quand** *cela a commencé, cela se produit-il?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)?* **Où** *cela se manifeste-t-il (quartier)? Des* **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*
   c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément* :
      i. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs au recrutement et au maintien du personnel et de sa formation? (demander la situation relative aux bénévoles si pertinent) Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

      ii. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs à l'intégration de nouveaux arrivants (via les employés et la clientèle)? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

      iii. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs au logement via les difficultés rencontrées par vos employés ou votre clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées ? Des actions prises ? Si oui, avec quels succès? ? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

      iv. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs à la disponibilité des services à la communauté via les difficultés rencontrées par vos employés et votre clientèle? (CPE, écoles, services de proximité) Si oui lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu*

ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).

(Si pertinent)

v. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.) via les employés et la clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

3. Effets du projet sur la population de Rouyn-Noranda

a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.bet c)? Si oui, lesquels? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il* (quartier)*?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs sur votre organisme autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)?* **Où** *cela se manifesterait-il (quartier)? Des* **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut-elle maximiser les effets positifs sur les organismes de Rouyn-Noranda ? *chercher à clarifier :* Si oui, **quels effets positifs** *seraient à viser particulièrement?* **Comment**? ***Quels*** *organismes seraient à viser particulièrement?*

4. Perception de Ressources Falco

a) Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco jusqu'à maintenant?

5. Autres préoccupations, attentes ou questions concernant le projet Horne 5

6. Autres études ou compléments d'information pertinents

7. Autres organismes/entreprises à rencontrer dans le contexte de notre étude

Merci de votre collaboration!

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - connaître les problématiques vécues par le milieu dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5
  - à documenter les effets anticipés du projet sur les diverses composantes du milieu socioéconomique de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Entreprise : _____

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur :
_____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. **Connaissance du projet et perception de Ressources Falco**
   a) Êtes-vous au courant du projet Horne 5?
   b) Comment avez-vous été informé du projet?
   c) Que savez-vous à propos de celui-ci? (*compléter en donnant des informations de base si nécessaire*)
2. **Profil de l'entreprise et de la clientèle**
   a) Pouvez-vous présenter brièvement l'entreprise que vous représentez? (*demander des précisions sur le nombre d'employés, la clientèle, le type de services ou de produits offerts, si l'entreprise est opérationnelle à l'année ou de façon saisonnière, depuis combien d'années l'entreprise existe, une évaluation qualitative du chiffre d'affaires en 2020 par rapport aux années passées*)
   b) Est-ce que votre entreprise vit des enjeux ou des problématiques particuliers actuellement? Si oui, lesquels? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé, chercher à clarifier l'enjeu en discutant (la question doit être adaptée à chaque enjeu) :* ***Quand*** *cela a commencé, cela se produit-il?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-il -quartier*? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*
   c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :*
      i. *Est-ce que votre entreprise vit des enjeux ou problématiques relatifs au recrutement et au maintien du personnel et de sa formation? Si oui lesquels ? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* ***Quand*** *-cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*
      ii. *Est-ce que votre entreprise vit des enjeux ou problématiques relatifs à l'intégration de nouveaux arrivants? Si oui lesquels ? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* ***Quand*** *-cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*
      iii. *Est-ce que votre entreprise vit des enjeux ou problématiques relatifs au logement via les difficultés rencontrées par leurs employés? Si oui lesquelles? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* ***Quand*** *-cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)* ? **Où** *cela se manifeste-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*
      iv. *Est-ce que votre entreprise vit des enjeux ou problématiques relatifs à la disponibilité des services à la communauté (CPE, écoles, services de proximité) via les difficultés rencontrées par leurs employés? Si oui lesquelles? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* ***Quand*** *-cela a commencé, cela se produit?* ***Quelles*** *entreprises sont touchées* particulièrement? **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-il* -quartier? Des **solutions**

ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.

v. *Est-ce que votre entreprise vit des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.) via les employés et la clientèle? Si oui lesquels ? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* ***Quand*** *-cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-il* -quartier? Des **solutions** *ont-elles été envisagées ? Des actions prises ? Si oui avec quels succès? Si non dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

d) Est-ce que votre entreprise a des projets de développement majeurs à court terme (ex. agrandissement ou amélioration)?

3. Effets du projet sur les entreprises de Rouyn-Noranda

a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.b et c)? Si oui, lesquels ? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* ***Quand*** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il -quartier?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles ? Comment devraient-elles être implantées ?*

b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs sur votre entreprise autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* ***Quand*** *cela pourrait-il se manifester?* ***Comment*** *cela se manifesterait-il (impacts)?* ***Où*** *cela se manifesterait-il -quartier? Des* ***solutions*** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut maximiser les effets positifs sur une entreprise comme la vôtre*? Chercher à clarifier :* Si oui, ***quels effets positifs*** *seraient à viser particulièrement?* ***Comment****?*

4. Perception de Ressources Falco

Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco à venir jusqu'à maintenant?

5. Autres préoccupations, suggestions, attentes ou questions concernant le projet Horne 5

Merci de votre collaboration!

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - à faire un état de référence des indicateurs sociaux de la population de Rouyn-Noranda dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5;
  - à documenter les effets anticipés du projet sur la population de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Nom de l'organisme : _____

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur :
_____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. **Connaissance du projet Horne 5 et perception de Ressources Falco**
   a) Êtes-vous au courant du projet Horne 5?
   b) Comment avez-vous été informé du projet?
   c) Que savez-vous à propos de celui-ci? (*compléter en donnant des informations de base si nécessaire*)

2. **Profil de l'organisme et de la clientèle**
   a) Pouvez-vous présenter brièvement l'organisme que vous représentez? (*demander des précisions sur la structure, le nombre d'employés et/ou de bénévoles, la clientèle, le type d'activités offertes, depuis combien d'années l'organisme existe*)
   b) Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou des problématiques particulières actuellement? Si oui, lesquels? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé, chercher à clarifier l'enjeu en discutant (la question doit être adaptée à chaque enjeu):* **Quand** *cela a commencé, cela se produit-il?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)?* **Où** *cela se manifeste-t-il (quartier)? Des* **solutions** *ont été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*
   c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :*
      i. Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.) via les employés et la clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant : **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

3. **Effets du projet à Rouyn-Noranda**
   a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.b et c)? Si oui, lesquels? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il* (quartier)*?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*
   b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs sur votre organisme autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)?* **Où** *cela se manifesterait-il (quartier)? Des* **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui, lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*
   c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut-elle maximiser les effets positifs du projet ? *chercher à clarifier :* Si oui, ***quels effets positifs*** *seraient à viser particulièrement?* **Comment***? **Est-ce que des** organismes seraient à viser particulièrement?*

4. **Perception de Ressources Falco**
   a) Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco jusqu'à maintenant?

5. **Autres préoccupations, attentes ou questions concernant le projet Horne 5**
6. **Autres études ou compléments d'information pertinents**
7. **Autres organismes/entreprises à rencontrer dans le contexte de notre étude**

Merci de votre collaboration!

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - à faire un état de référence des indicateurs sociaux de la population de Rouyn-Noranda dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5;
  - à documenter les effets anticipés du projet sur la population de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Organisme : _____

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur : _____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. Connaissance du projet Horne 5 et perception de Ressources Falco:

a) Êtes-vous au courant du projet Horne 5?

b) Comment avez-vous été informé du projet?

c) Que savez-vous à propos de celui-ci? (*compléter en donnant des informations de base si nécessaire*)

2. Profil de l'organisme et de la clientèle

a) Pouvez-vous présenter brièvement l'organisme que vous représentez? (*demander des précisions sur le coût et le nombre de loyers de l'OMH, le taux d'inoccupation, le profil de la clientèle, l'état de la demande*)

b) Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou des problématiques particuliers actuellement? Si oui, lesquels? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé, chercher à clarifier l'enjeu en discutant (la question doit être adaptée à chaque enjeu):* **Quand** *cela a commencé, cela se produit-il?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)?* **Où** *cela se manifeste-t-il (quartier)? Des* **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :*

i. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs au recrutement et au maintien du personnel et de sa formation? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

ii. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs à l'intégration de nouveaux arrivants (via les employés et la clientèle)? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

iii. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs au logement via les difficultés rencontrées par vos employés ou votre clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées ? Des actions prises ? Si oui, avec quels succès? ? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

iv. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques relatifs à la disponibilité des services à la communauté via les difficultés rencontrées par vos employés et votre clientèle? (CPE, écoles, services de proximité) Si oui lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu*

ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).

(Si pertinent)

v. *Est-ce que votre organisme vit des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.) via les employés et la clientèle? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

3. Effets du projet à Rouyn-Noranda

a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.b et c)? Si oui, lesquels? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il* (quartier)*?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs sur votre organisme autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)?* **Où** *cela se manifesterait-il (quartier)? Des* **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut-elle maximiser les effets positifs sur les organismes de Rouyn-Noranda ? *chercher à clarifier :* Si oui, **quels effets positifs** *seraient à viser particulièrement?* **Comment**? ***Quels*** *organismes seraient à viser particulièrement?*

4. Perception de Ressources Falco

a) Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco jusqu'à maintenant?

5. Autres préoccupations, attentes ou questions concernant le projet Horne 5

Merci de votre collaboration!

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

INTRODUCTION

- Rencontre d'échanges visant :
  - à faire un état de référence des indicateurs sociaux de la population de Rouyn-Noranda dans le but d'en faire le suivi durant les périodes de construction, d'exploitation et de fermeture du projet Horne 5;
  - à documenter les effets anticipés du projet sur la population de Rouyn-Noranda;
  - à prendre en compte les préoccupations, attentes et questions des intervenants locaux face au projet Horne 5.
- Dans le cadre d'une enquête auprès de plusieurs intervenants du domaine municipal, de la santé et des services sociaux, de l'éducation et de la formation, du logement, des services de garde, du commerce et de l'industrie, des services à la communauté, du travail auprès des jeunes, des aînés, des femmes et de l'environnement.
- Procédure de confidentialité : seulement la liste des organismes/entreprises sera mentionnée. Les noms des personnes rencontrées ne seront pas divulgués. Les réponses seront rassemblées et présentées sous forme générale afin de préserver l'anonymat. S'il y a des questions auxquelles vous ne voulez pas répondre, vous êtes libre de refuser. De plus, si des éléments sont à ne pas mettre dans la transcription, vous pouvez le préciser.

Organisme : Ville de Rouyn-Noranda

Nom et fonction du(des) répondant(s) : _____

Intervieweur : _____

Date : _____

Projet Horne 5

État de référence des indicateurs sociaux

1. Profil de l'organisme et de la clientèle

a) Pouvez-vous présenter brièvement le service que vous représentez? (*demander des précisions sur la structure, le nombre d'employés, le type de services offerts*)

b) Quels sont les enjeux ou problématiques particuliers vécus par la Ville de Rouyn-Noranda actuellement? *Pour chaque enjeu ou problématique soulevé, chercher à clarifier l'enjeu en discutant (la question doit être adaptée à chaque enjeu):* **Quand** *cela a commencé, cela se produit-il?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)?* **Où** *cela se manifeste-t-il -quartier? Des* **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.).*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément* :

i. *Est-ce que la Ville de Rouyn-Noranda vit des enjeux ou problématiques relatifs au recrutement et au maintien du personnel et de sa formation? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

ii. *Est-ce que la Ville de Rouyn-Noranda vit des enjeux ou problématiques relatifs à l'intégration de nouveaux arrivants? Si oui lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

iii. *Est-ce que la Ville de Rouyn-Noranda vit des enjeux ou problématiques relatifs au logement? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées ? Des actions prises ? Si oui, avec quels succès? ? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

iv. *Est-ce que la Ville de Rouyn-Noranda vit des enjeux ou problématiques relatifs à la disponibilité des services à la communauté? (CPE, écoles, services de proximité) Si oui lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui, cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.*

v. *Est-ce que la Ville de Rouyn-Noranda vit des enjeux ou problématiques liés aux perceptions et attentes de la population quant à la qualité de leur environnement (ex. conservation de l'eau, qualité de l'air, climat sonore, circulation, etc.)? Si oui, lesquels? chercher à clarifier l'enjeu en discutant :* **Quand** *cela a commencé, cela se produit?* **Comment** *cela se manifeste-t-il (impacts)*? **Où** *cela se manifeste-t-il* (quartier)? Des **solutions** *ont-elles été envisagées? Des actions prises? Si oui, avec quels succès? Si non, dans le passé est-ce*

que cet enjeu ou problématique a déjà été présent? Si oui cherchez à éclaircir en posant les questions ci-dessus - Quand, Qui, etc.

2. Effets du projet sur la population de Rouyn-Noranda :

a) Est-ce que le projet pourrait modifier (augmenter ou diminuer) les enjeux ou problématiques énoncés précédemment (Q.2.b et c)? Si oui, lesquels? Comment? *chercher à clarifier la modification anticipée en discutant.* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)*? **Où** *cela se manifesterait-il* (quartier)*?* Des **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

b) Est-ce que le projet peut avoir des effets positifs ou négatifs autres que ceux déjà discutés? *chercher à clarifier chacun des effets soulevés en discutant :* **Quand** *cela pourrait-il se manifester?* **Comment** *cela se manifesterait-il (impacts)?* **Où** *cela se manifesterait-il (quartier)? Des* **solutions** *peuvent-elles être envisagées? Si oui lesquelles? Comment devraient-elles être implantées?*

c) *En complément si le sujet n'a pas été abordé spontanément :* Comment Falco peut-elle maximiser les effets positifs sur la population de Rouyn-Noranda ? *Chercher à clarifier :* si oui, **quels effets positifs** *seraient à viser particulièrement?* **Comment**? ***Y a-t-il des*** *organismes qui seraient à viser particulièrement?*

3. Perception de Ressources Falco:

a) Comment évaluez-vous le travail de communication et d'engagement communautaire de Ressources Falco jusqu'à maintenant?

4. Autres préoccupations, attentes ou questions concernant le projet Horne 5 ?

Merci de votre collaboration!

ANNEXE

B SONDAGE

ANNEXE

B-1 *QUESTIONNAIRE*

Nº de questionnaire : _____

PROJET MINIER HORNE 5 DE RESSOURCES FALCO LTÉE

SONDAGE AUPRÈS DES RÉSIDENTS DE ROUYN-NORANDA

Vous pouvez remplir ce sondage papier ou en ligne à l'adresse suivante :

https://wh1.snapsurveys.com/s.asp?k=160512910649

À noter :

- Les informations que vous consignerez dans ce questionnaire papier ou en ligne demeureront confidentielles. Elles seront éventuellement compilées et résumées dans un rapport qui sera préparé par WSP et remis à Ressource Falco Ltée. Tous les résultats seront présentés globalement afin d'assurer l'anonymat. Les réponses que vous donnerez dans ce questionnaire demeureront donc confidentielles.
- Le numéro dans le coin supérieur droit ne sert qu'à des fins de compilation et ne peut en aucun cas être associé à un répondant en particulier.
- Nous vous suggérons de lire au complet une question et les réponses suggérées avant de faire votre choix de réponse.
- À la plupart des questions, il faut cocher la case appropriée à votre choix de réponse ☑.
- La forme masculine utilisée dans le questionnaire désigne aussi bien les femmes que les hommes. Elle n'est utilisée qu'à la seule fin d'alléger le questionnaire et d'en faciliter la compréhension.

Section 1 : Qualité de vie

1. Diriez-vous que Rouyn-Noranda est :

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt en désaccord	Tout à fait en désaccord	Je ne sais pas
a. Un milieu idéal pour élever une famille	☐	☐	☐	☐	☐
b. Une ville ouverte sur le monde et la diversité culturelle	☐	☐	☐	☐	☐
c. Une ville accueillante et inclusive	☐	☐	☐	☐	☐
d. Une ville où la concertation et la mobilisation sont fortes	☐	☐	☐	☐	☐
e. Une ville près de la nature	☐	☐	☐	☐	☐
f. Une ville possédant un bon dynamisme entrepreneurial	☐	☐	☐	☐	☐
g. Une ville offrant suffisamment de services de loisirs et d'animation pour les jeunes	☐	☐	☐	☐	☐
h. Une ville où l'on se sent en sécurité	☐	☐	☐	☐	☐

2. Diriez-vous que **votre quartier** est :

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt en désaccord	Tout à fait en désaccord	Je ne sais pas
a. Un quartier idéal pour élever une famille	☐	☐	☐	☐	☐
b. Un quartier accueillant et inclusif	☐	☐	☐	☐	☐
c. Un quartier où la concertation et la mobilisation citoyennes sont fortes	☐	☐	☐	☐	☐
d. Un quartier près de la nature	☐	☐	☐	☐	☐
e. Un quartier possédant un bon dynamisme entrepreneurial	☐	☐	☐	☐	☐
f. Un quartier offrant suffisamment de services de loisirs et d'animation pour les jeunes	☐	☐	☐	☐	☐
g. Un quartier où l'on se sent en sécurité	☐	☐	☐	☐	☐

3. En tant que résident de Rouyn-Noranda, quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux éléments suivants :

	Très satisfait	Plutôt satisfait	Ni satisfait, ni insatisfait (indifférent)	Insatisfait	Très insatisfait	Je ne sais pas
a. Accessibilité et qualité des soins de santé	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b. Espaces verts et récréatifs	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c. Loisirs et activités culturelles	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d. Services municipaux (ex. : services d'urgence et de police, services d'incendie, collecte des déchets, bibliothèques, loisirs, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e. État des infrastructures, des équipements et des bâtiments municipaux	☐	☐	☐	☐	☐	☐
f. Diversité des services offerts	☐	☐	☐	☐	☐	☐
g. Accessibilité aux services de garderie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
h. Activités scolaires et éducatives	☐	☐	☐	☐	☐	☐
i. Moyens de communication (ex. : site Internet, page Facebook, affichage, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
j. Disponibilité des logements	☐	☐	☐	☐	☐	☐
k. État des logements ou des propriétés	☐	☐	☐	☐	☐	☐
l. Prix des loyers	☐	☐	☐	☐	☐	☐
m. Prix des maisons	☐	☐	☐	☐	☐	☐
n. Circulation routière	☐	☐	☐	☐	☐	☐
o. Niveau de criminalité	☐	☐	☐	☐	☐	☐
p. Possibilités d'emploi	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Concernant plus spécifiquement le **secteur** ou le **quartier** où vous vivez, êtes-vous satisfait :

	Très satisfait	Plutôt satisfait	Ni satisfait, ni insatisfait (indifférent)	Insatisfait	Très insatisfait	Je ne sais pas
a. Des espaces verts et récréatifs	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b. De la diversité des services offerts	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c. De l'accessibilité aux services de garderie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d. Des établissements scolaires	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e. De l'aménagement (ex. : configuration des rues, présence de trottoirs, aménagement des parcs, places publiques, artères commerciales, secteurs résidentiels, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
f. De la disponibilité des logements	☐	☐	☐	☐	☐	☐
g. De l'état des logements ou des propriétés	☐	☐	☐	☐	☐	☐
h. Du prix des loyers	☐	☐	☐	☐	☐	☐
i. Du prix des maisons	☐	☐	☐	☐	☐	☐
j. De la circulation routière	☐	☐	☐	☐	☐	☐
k. Du niveau de criminalité	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. Quel est votre niveau de confiance en chacun des groupes ou institutions suivants selon une échelle de 1 à 5? (1 = je ne peux pas faire confiance du tout et 5 = je peux beaucoup faire confiance)

	1	2	3	4	5	Je ne le sais pas
a. Votre voisinage	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b. Votre conseil municipal	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c. Le BAPE (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement)[1]	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d. Le gouvernement provincial	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e. Le gouvernement fédéral	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. Concernant vos relations sociales, dans quelle mesure êtes-vous satisfait(e) de vos :

	Très satisfait	Plutôt satisfait	Ni satisfait, ni insatisfait (indifférent)	Insatisfait	Très insatisfait
a. Relations de travail	☐	☐	☐	☐	☐
b. Relations familiales	☐	☐	☐	☐	☐
c. Relations avec vos amis	☐	☐	☐	☐	☐
d. Relations avec votre voisinage	☐	☐	☐	☐	☐
e. Relations avec les citoyens de Rouyn-Noranda	☐	☐	☐	☐	☐

7. De manière générale, êtes-vous satisfait de votre qualité de vie?

☐ Très satisfait ☐ Satisfait ☐ Insatisfait ☐ Très insatisfait ☐ Ni satisfait, ni insatisfait

[1] Le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) a pour mission d'informer et de consulter la population, d'enquêter et d'aviser le ministre responsable de l'Environnement sur des questions relatives à la qualité de l'environnement dans le but d'éclairer la prise de décision gouvernementale. Pour davantage d'information : https://www.bape.gouv.qc.ca/fr/

8. Selon vous, la qualité de vie dans la municipalité de Rouyn-Noranda est :

- Supérieure à celle des autres municipalités de la région
- Comparable à celle des autres municipalités de la région
- Moins bonne que celle des autres municipalités de la région
  Pourquoi : _____
- Je ne sais pas

Section 2 : Qualité de l'environnement physique

9. A. Actuellement, comment considérez-vous la qualité de votre environnement physique (air, eau, sol, faune, flore et environnement sonore)? Pour chacun des éléments énumérés ci-dessous, indiquez le degré de qualité selon votre perception :

	Très bonne	Bonne	Ni bonne, ni mauvaise	Mauvaise	Très mauvaise
a. l'eau de consommation	☐	☐	☐	☐	☐
b. l'eau des plans d'eau et des rivières (loisirs)	☐	☐	☐	☐	☐
c. l'air	☐	☐	☐	☐	☐
d. l'environnement sonore	☐	☐	☐	☐	☐
e. le sol	☐	☐	☐	☐	☐
f. la faune	☐	☐	☐	☐	☐
g. la flore	☐	☐	☐	☐	☐

B. Si vous avez répondu « Mauvaise » ou « Très mauvaise » à l'un ou à plusieurs des éléments de la question 9.A, pouvez-vous en expliquer la ou les raison(s) :

_____

_____

10. A. Concernant la qualité de l'eau du lac Dufault, considérez-vous qu'elle est bonne pour…

	Très bonne	Bonne	Ni bonne, ni mauvaise	Mauvaise	Très mauvaise
a. la consommation[2]	☐	☐	☐	☐	☐
b. les loisirs (baignade, canot, pêche, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐

B. Si vous avez répondu « Mauvaise » ou « Très mauvaise », pouvez-vous en expliquer la ou les raison(s) :

_____

_____

C. Craignez-vous que le projet Horne 5 modifie la qualité de l'eau du lac Dufault?

☐ Oui *Pourquoi* : _____
☐ Non
☐ Je ne sais pas

[2] Une prise d'eau potable est située au lac Dufault. Elle alimente le réseau d'aqueduc municipal, desservant le secteur urbanisé de la ville après avoir été traitée à l'usine d'eau potable de la municipalité.

11. A. Croyez-vous que votre milieu de vie et votre santé sont menacés par des risques environnementaux? (ex. : déversements d'hydrocarbures, parc à résidus miniers, contamination de cours d'eau, détérioration de la qualité de l'air, etc.)

☐ Énormément
☐ Moyennement
☐ Un peu
☐ Non **(passez à la question 12)**
☐ Je ne sais pas **(passez à la question 12)**

B. Pouvez-vous indiquer parmi les risques environnementaux que vous considérez celui qui vous semble le plus important?

_____

12. A. Pratiquez-vous les activités suivantes à **l'intérieur du territoire de la municipalité de Rouyn-Noranda** ? Si oui, pouvez-vous nous indiquer les espèces prélevées ainsi que les lieux de prélèvement ?

	Oui	Non	Si oui : Principales espèces chassées ou prélevées selon l'activité ou type de cueillette	Si oui : Principaux lieux de chasse, de pêche ou de cueillette
a. La chasse au gros gibier	☐	☐	1. 2. 3.	1. 2. 3.
b. La chasse au petit gibier	☐	☐	1. 2. 3.	1. 2. 3.
c. La chasse à la sauvagine	☐	☐	1. 2. 3.	1. 2. 3.
d. La pêche sportive	☐	☐	1. 2. 3.	1. 2. 3.
e. La cueillette de petits fruits, de champignons, d'écorce de bouleau, etc.	☐	☐	1. 2. 3.	1. 2. 3.
f. Le jardinage	☐	☐		☐ Jardin privé ☐ Jardin communautaire

B. Pour quelle(s) raison(s) pratiquez-vous ces activités ? (possibilité de choix multiples)

☐ Pour le plaisir (activité récréative)
☐ Pour des raisons économiques
☐ Pour la santé
☐ Autre : _____
☐ Je ne pratique aucune de ces activités

C. Si vous avez répondu « oui » à l'une ou à plusieurs catégories du tableau ci-dessus (12.A), pouvez-vous nous indiquer à quelle fréquence vous consommez des produits issus de ces activités que vous pratiquez sur le **territoire de la municipalité de Rouyn-Noranda** et le pourcentage approximatif que cela représente dans votre alimentation annuellement ?

Si vous ne pratiquez aucune des activités mentionnées au tableau 12.A, passez à la question 13.

	Fréquence de consommation	Pourcentage annuel approximatif de votre consommation de produits locaux
a. Consommation de gros gibier issue de la chasse	☐ Tous les jours ☐ Toutes les semaines ☐ Tous les mois ☐ Occasionnellement ☐ Saisonnière ☐ Non applicable	Pourcentage :
b. Consommation de petit gibier issue de la chasse	☐ Tous les jours ☐ Toutes les semaines ☐ Tous les mois ☐ Occasionnellement ☐ Saisonnière ☐ Non applicable	Pourcentage :
c. Consommation de sauvagine issue de la chasse	☐ Tous les jours ☐ Toutes les semaines ☐ Tous les mois ☐ Occasionnellement ☐ Saisonnière ☐ Non applicable	Pourcentage :
d. Consommation de poissons issus de la pêche sportive	☐ Tous les jours ☐ Toutes les semaines ☐ Tous les mois ☐ Occasionnellement ☐ Saisonnière ☐ Non applicable	Pourcentage :
e. Consommation de produits issus de la cueillette de petits fruits, de champignons, d'écorce de bouleau, etc.	☐ Tous les jours ☐ Toutes les semaines ☐ Tous les mois ☐ Occasionnellement ☐ Saisonnière ☐ Non applicable	Pourcentage :
f. Consommation issue des activités de jardinage	☐ Tous les jours ☐ Toutes les semaines ☐ Tous les mois ☐ Occasionnellement ☐ Saisonnière ☐ Non applicable	Pourcentage :

13. A. Craignez-vous que la consommation de produits locaux affecte votre santé ? (ex. : produits issus de la chasse, de la pêche, de la cueillette, du jardinage, etc.)

☐ Oui
☐ Non
☐ Je ne sais pas

B. Si oui, pourquoi : _____

Section 3 : Projet Horne 5 de Ressources Falco Ltée

Les questions suivantes visent à mieux connaître vos attentes et vos préoccupations à propos du projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée à Rouyn-Noranda ainsi que votre perception sur les potentiels impacts qu'il pourrait engendrer.

14. Depuis l'annonce du projet en 2016, avez-vous pris connaissance, entendu parler ou recherché des informations concernant le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée? **(cochez une seule réponse)**

- ☐ Oui
- ☐ Non **(passez à la question 18)**
- ☐ Je ne sais pas **(passez à la question 18)**

15. Par quels moyens avez-vous pris connaissance, entendu parler ou recherché des informations à propos du projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée à Rouyn-Noranda? **(vous pouvez cocher plus d'une réponse)**

- ☐ Site Internet de Ressources Falco Ltée
- ☐ Via un employé de Falco
- ☐ Médias sociaux
- ☐ Articles dans les journaux régionaux
- ☐ Bouche-à-oreille
- ☐ Télévision ou radio communautaire
- ☐ Représentants élus de la communauté ou d'un organisme local
- ☐ Lors d'activités d'information réalisées par Ressources Falco Ltée
- ☐ Autres, précisez : _____

16. Parmi les outils et activités de communication suivants mis en place par Ressources Falco Ltée, quels sont ceux que vous avez vus ou dont vous avez pris connaissance? (vous pouvez cocher plus d'une réponse)

- ☐ Bureau de quartier
- ☐ Portes ouvertes 2017 et/ou 2018
- ☐ Rencontres de quartiers
- ☐ Communication ciblée par un employé de Falco
- ☐ Communiqués de presse
- ☐ Registre gouvernemental (ex. : étude d'impact sur l'environnement)
- ☐ Communications sur le projet (capsules vidéo, articles, etc.) dans les journaux, à la radio ou à la télévision
- ☐ Communications et activités médiatiques entourant la construction de l'agrandissement du Complexe La Source-Polymétier
- ☐ Communications et activités médiatiques entourant la construction des terrains multisports au parc Saint-Luc
- ☐ Médias sociaux
- ☐ Site web

17. A. De manière générale, est-ce que vous croyez que les activités et les outils d'information et de consultation mis en place par Ressources Falco Ltée ainsi que les informations reçues sur le projet Horne 5 jusqu'à maintenant sont suffisants?

- ☐ Oui **(passez à la question 18)**
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas **(passez à la question 18)**

B. Pour quelle(s) raison(s)?

_____

_____

18. A. Parmi les énoncés suivants, lequel décrit le mieux votre attitude à l'égard du projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée? **(cochez une seule réponse)**

☐ Je suis entièrement favorable au projet minier Horne 5
☐ Je suis favorable au projet minier Horne 5, mais je suis sensible à ses impacts
☐ Je ne suis pas favorable au projet minier Horne 5, mais je l'accepte tout de même
☐ Je suis complètement opposé au projet minier Horne 5
☐ Je suis indifférent au projet minier Horne 5
☐ Je ne sais pas **(passez à la question19)**

B. Pouvez-vous expliquer votre choix? **(sinon, passez à la question 19)**

_____

_____

19. Anticipez-vous que le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée aura des **impacts positifs** pour vous ou votre ménage (ensemble de personnes vivant dans votre logement, qu'elles soient apparentées ou non)? **(cochez une seule réponse)**

☐ Oui
☐ Non **(passez à la question 21)**
☐ Je ne sais pas **(passez à la question 21)**

20. Indiquez les impacts **positifs** les plus importants pour vous et les membres de votre ménage et évaluez chacun de ces impacts en cochant une des cases suivantes : faible, moyenne ou forte.

Inscrire les impacts positifs pour vous et les membres de votre ménage	Quelle est l'importance de ces effets sur vous ou votre ménage?		
	Faible	**Moyenne**	**Forte**
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐

21. Anticipez-vous que le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée aura des **impacts négatifs** pour vous ou votre ménage (ensemble de personnes vivant dans votre logement, qu'elles soient apparentées ou non)? **(cochez une seule réponse)**

☐ Oui
☐ Non **(passez à la question 23)**
☐ Je ne sais pas **(passez à la question 23)**

22. Indiquez les impacts négatifs les plus importants pour vous et les membres de votre ménage et évaluez chacun de ces impacts en cochant une des cases suivantes : faible, moyenne ou forte.

Inscrire les impacts négatifs pour vous et les membres de votre ménage	Quelle est l'importance de ces effets sur vous ou votre ménage?		
	Faible	**Moyenne**	**Forte**
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐

23. Anticipez-vous que le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée aura des **impacts positifs** pour votre municipalité? **(cochez une seule réponse)**

☐ Oui
☐ Non **(passez à la question 25)**
☐ Je ne sais pas **(passez à la question 25)**

24. Indiquez les impacts positifs les plus importants pour votre municipalité et évaluez chacun de ces impacts en cochant une des cases suivantes : faible, moyenne ou forte.

Inscrire les impacts positifs pour votre municipalité	Quelle est l'importance de ces effets sur votre municipalité?		
	Faible	**Moyenne**	**Forte**
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐

25. Anticipez-vous que le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée aura des **impacts négatifs** sur votre municipalité? **(cochez une seule réponse)**

☐ Oui
☐ Non **(passez à la question 27)**
☐ Je ne sais pas **(passez à la question 27)**

26. Indiquez les impacts négatifs les plus importants pour votre municipalité et évaluez chacun de ces impacts en cochant une des cases suivantes : faible, moyenne ou forte.

Inscrire les impacts négatifs pour votre municipalité	Quelle est l'importance de ces effets sur votre municipalité?		
	Faible	**Moyenne**	**Forte**
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐
	☐	☐	☐

27. Est-ce que vous croyez qu'il est de la responsabilité (ou de l'initiative) de Ressources Falco Ltée de :

		Tout à fait en accord	Plutôt en accord	Plutôt en désaccord	Tout à fait en désaccord	Je ne sais pas
a.	Favoriser l'embauche locale de travailleurs	☐	☐	☐	☐	☐
b.	Favoriser les entrepreneurs et les commerces locaux pour l'achat de biens et de services	☐	☐	☐	☐	☐
c.	Contribuer au maintien et/ou au développement des infrastructures municipales et communautaires (ex. : CPE, logements sociaux, terrains de sports, etc.)	☐	☐	☐	☐	☐
d.	Commanditer des activités culturelles et sportives dans la municipalité	☐	☐	☐	☐	☐
e.	Établir un partenariat avec des institutions scolaires locales pour la formation professionnelle de futurs travailleurs dans le secteur minier	☐	☐	☐	☐	☐
f.	Donner des contributions à des organismes locaux	☐	☐	☐	☐	☐
g.	Investir, initier ou participer à des projets environnementaux	☐	☐	☐	☐	☐

Section 4 : État de santé physique et état d'esprit en général

Cette section vise à connaître l'état de santé physique et l'état d'esprit général de la population des quartiers visés par ce sondage afin d'en dresser un portrait sommaire. Cela permettra, lors des suivis qu'effectuera Ressources Falco Ltée en cours d'exploitation, de vérifier si ces aspects ont changé et si ces changements sont liés ou non au projet minier Horne 5.

28. En général, compte tenu de votre âge, diriez-vous que votre santé est…?

☐ Excellente ☐ Bonne ☐ Mauvaise
☐ Très bonne ☐ Passable ☐ Je préfère ne pas répondre

29. Comparativement à l'an dernier, comment évaluez-vous actuellement votre santé?

☐ Bien meilleure maintenant ☐ Semblable à l'an dernier ☐ Bien moins bonne maintenant
☐ Un peu meilleure maintenant ☐ Un peu moins bonne maintenant ☐ Je préfère ne pas répondre

30. À l'aide d'une échelle de 0 à 10, où 0 signifie « Très insatisfait » et 10 signifie « Très satisfait », quel sentiment éprouvez-vous, en général, à l'égard de votre vie? (encerclez votre réponse)

Très insatisfait 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Très satisfait

31. A. En général, vous diriez que votre santé mentale est…?

☐ Excellente ☐ Bonne ☐ Mauvaise
☐ Très bonne ☐ Passable ☐ Je préfère ne pas répondre

B. Quels sont les facteurs qui influencent selon vous votre santé mentale?

_____

_____

32. Avez-vous des problèmes de sommeil?

☐ Jamais ☐ Parfois ☐ Tout le temps
☐ Rarement ☐ La plupart du temps ☐ Je préfère ne pas répondre

33. En pensant à votre niveau de stress dans votre vie courante, diriez-vous que la plupart de vos journées sont…?

☐ Pas du tout stressantes ☐ Un peu stressantes ☐ Extrêmement stressantes
☐ Pas tellement stressantes ☐ Assez stressantes ☐ Je préfère ne pas répondre

34. A. Au cours des 12 derniers mois, diriez-vous que la plupart de vos journées au travail étaient…?

☐ Pas du tout stressantes ☐ Un peu stressantes ☐ Extrêmement stressantes
☐ Pas tellement stressantes ☐ Assez stressantes ☐ Je préfère ne pas répondre

B. Quels sont les facteurs qui influencent selon vous votre niveau de stress depuis les 12 derniers mois?

_____

_____

35. Concernant votre sentiment d'appartenance à votre communauté locale, diriez-vous qu'il est…?

☐ Très fort ☐ Ni fort, ni faible (neutre) ☐ Très faible
☐ Plutôt fort ☐ Plutôt faible ☐ Je préfère ne pas répondre

Section 5 : Profil socioéconomique des répondants

Les questions suivantes nous serviront à analyser les résultats du sondage.

36. Depuis combien d'années habitez-vous dans la municipalité de Rouyn-Noranda?

Nombre d'années : _____

37. Êtes-vous un homme ou une femme? **(cochez une seule réponse)**

☐ Homme ☐ Femme ☐ Je m'identifie comme : _____

38. À quel groupe d'âge appartenez-vous? **(cochez une seule réponse)**

☐ 18-24 ans ☐ 25-44 ans ☐ 45-59 ans ☐ 60 ans et plus

39. Quel est votre niveau de scolarité? **(cochez une seule réponse)**

☐ Aucune scolarité
☐ Primaire
☐ Secondaire non complété
☐ Secondaire complété (Diplôme d'études secondaires)
☐ Secondaire complété de formation professionnelle : attestation d'études professionnelles (AEP), attestation de spécialisation professionnelle (ASP), diplôme d'études professionnelles (DEP)
☐ Collégial complété (CÉGEP) : diplôme d'études collégiales (DEC) ou attestation d'études collégiales (AEC)
☐ Universitaire

40. Quelle est votre principale occupation actuellement? **(cochez une seule réponse)**

☐ Travailleur à temps plein (30 heures et plus par semaine)
☐ Travailleur à temps partiel (moins de 30 heures par semaine)
☐ Travailleur autonome
☐ Travailleur saisonnier
☐ Bénéficiaire de l'assurance-emploi, la Prestation canadienne de relance économique, à la recherche d'un emploi
☐ Prestataire de l'aide sociale
☐ À la maison à temps plein
☐ Retraité
☐ Étudiant
☐ Autre, précisez : _____

41. **En vous incluant**, combien de personnes font partie de votre ménage (ensemble des personnes vivant dans votre maison ou logement, qu'elles soient apparentées ou non)?

A. Nombre d'enfants de moins de 18 ans : _____

B. Nombre d'adultes : _____

42. Parmi les catégories suivantes, laquelle reflète le mieux le revenu total avant impôt de votre ménage (ensemble des personnes vivant dans votre logement, qu'elles soient apparentées ou non) pour l'année 2019? **(cochez une seule réponse)**

☐ Moins de 20 000 $ ☐ 40 000 $ à 59 999 $ ☐ 80 000 $ à 99 999 $
☐ 20 000 $ à 39 999 $ ☐ 60 000 $ à 79 999 $ ☐ 100 000 $ et plus
☐ Je préfère ne pas répondre

Section 6 : Commentaires, attentes, suggestions ou questions

Si vous avez des commentaires, des attentes, des suggestions ou des questions concernant le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée ou au sujet de ce sondage, nous vous invitons à nous en faire part dans ces lignes.

Nous vous remercions de votre collaboration!

ANNEXE

B-2 *LETTRES AUX RÉSIDENTS*

Rouyn-Noranda, le 2 décembre 2020

Objet : **Ressources Falco Ltée**
Projet minier Horne 5
Sondage auprès de résidents de Rouyn-Noranda

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du projet minier Horne 5, Ressources Falco Ltée s'est engagée auprès du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MELCC) à réaliser un suivi des composantes sociales du projet afin de s'assurer de la meilleure intégration possible du projet dans son environnement.

La firme de consultants WSP a été mandatée par Ressources Falco Ltée pour réaliser un sondage auprès de la population de Rouyn-Noranda, plus précisément celle des quartiers les plus près du projet minier Horne 5, soit Vieux-Noranda, Noranda-Nord/Lac-Dufault, Rouyn-Noranda et sa périphérie et d'Alembert. Le sondage a pour objectif de brosser un portrait socio-économique de la population et de ces quartiers, d'identifier les indicateurs sociaux qui permettront de suivre les impacts du projet Horne 5 tout au long de sa vie ainsi que de connaître les préoccupations des ménages liées au projet. Le questionnaire de ce sondage est joint à la présente lettre.

Votre ménage fait partie des 2 600 ménages sélectionnés de façon aléatoire dans les quartiers ciblés de Rouyn-Noranda pour recevoir cette invitation à répondre au sondage. Votre participation est très importante, car votre avis constitue une information essentielle afin d'assurer une intégration harmonieuse du projet minier Horne 5 dans la ville de Rouyn-Noranda.

Nous vous invitons donc à remplir le questionnaire le plus rapidement possible ou, au plus tard, d'ici le 21 décembre prochain. Notez que deux choix s'offrent à vous :

- Compléter le sondage en ligne, à l'adresse suivante : **https://wh1.snapsurveys.com/s.asp?k=160512910649**
- Répondre au sondage en complétant la version papier et en la postant dans l'enveloppe-réponse jointe, déjà adressée et affranchie.

Un seul choix doit être fait, soit en ligne ou sur papier, afin qu'un seul questionnaire par ménage soit rempli. Pour toute information ou question sur le sondage, vous pouvez signaler le 1-877-966-2175.

Veuillez noter que les informations que vous consignerez dans ce questionnaire demeureront **confidentielles**. Elles seront éventuellement résumées dans un rapport qui sera préparé par WSP et remis à Ressources Falco Ltée.

Pour obtenir de l'information sur le projet minier Horne 5, vous pouvez consulter la page Internet dédiée au projet à l'adresse suivante : **https://www.falcores.com/fr/projet-horne-5/apercu-du-projet/**

Nous vous remercions de votre précieuse collaboration et vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.



Hélène Cartier
Vice-présidente, environnement et développement durable
Ressources Falco Ltée

ANNEXE

B-3 *AVIS PUBLIC*

RESSOURCES FALCO

INVITATION

SONDAGE AUPRÈS DES RÉSIDENTS DES QUARTIERS VIEUX-NORANDA, NORANDA-NORD/LAC DUFAULT, ROUYN-NORANDA ET PÉRIPHÉRIE, ET D'ALEMBERT



Dans le cadre du projet minier Horne 5, **Ressources Falco Ltée** procédera sous peu à l'envoi d'un sondage destiné aux résidents des quartiers de Rouyn-Noranda situés les plus près du projet Horne 5. Ce sondage, une initiative de **Ressources Falco Ltée**, a été préparé par une firme d'experts-conseils (WSP) dans le but de dresser un portrait de la communauté de Rouyn-Noranda et d'identifier les indicateurs sociaux qui permettront de suivre les impacts du **projet Horne 5** tout au long de sa vie et de s'assurer de sa **bonne intégration dans le milieu**.

Pour obtenir un échantillon représentatif, 2 600 ménages de ces quartiers ciblés de Rouyn-Noranda, sélectionnés de façon aléatoire, recevront par la poste une invitation à répondre au sondage (sur papier ou en ligne, un répondant par ménage). Les réponses à ce sondage demeureront confidentielles. Elles seront résumées dans un rapport qui sera remis à Ressources Falco Ltée.

Ressources Falco Ltée vous remercie de votre participation!
Ensemble, nous poursuivrons l'aventure... **bâtir une mine intégrée dans son environnement et sa communauté.**

>1125740

RAPPEL

SONDAGE AUPRÈS DES RÉSIDENTS DES QUARTIERS VIEUX-NORANDA, NORANDA-NORD/LAC DUFAULT, ROUYN-NORANDA ET PÉRIPHÉRIE, ET D'ALEMBERT

Dans le cadre du projet minier Horne 5, Ressources Falco Ltée a procédé à l'envoi d'un sondage destiné aux résidents des quartiers de Rouyn-Noranda situés les plus près du projet Horne 5. Ce sondage, une initiative de Ressources Falco Ltée, a été préparé par une firme d'experts-conseils (WSP) dans le but de dresser un portrait de la communauté de Rouyn-Noranda et d'identifier les indicateurs sociaux qui permettront de suivre les impacts du projet Horne 5 tout au long de sa vie et de s'assurer de sa bonne intégration dans le milieu.



Pour obtenir un échantillon représentatif, 2 600 ménages de ces quartiers ciblés de Rouyn-Noranda, sélectionnés de façon aléatoire, ont reçu par la poste une invitation à répondre au sondage (*sur papier* ou *en ligne*, *un répondant par ménage*).

Si vous avez reçu ce sondage à votre domicile, nous vous rappelons que vous avez jusqu'au 21 décembre 2020 pour poster le questionnaire complété ou pour y répondre en ligne à l'aide de l'hyperlien inscrit sur votre lettre d'invitation.

Les réponses à ce sondage demeureront confidentielles. Elles seront résumées dans un rapport qui sera remis à Ressources Falco Ltée.

Ressources Falco Ltée vous remercie de votre participation!

Ensemble, nous poursuivrons l'aventure… bâtir une mine intégrée dans son environnement et sa communauté.

ANNEXE

ANNEXE 4

BILAN STRATÉGIQUE SUR LES ENJEUX SOCIAUX

Bilan stratégique

Démarche d'approfondissement auprès du milieu des enjeux et des défis d'intégration du projet Horne 5

Ressources Falco Ltée

Ref. : 686449_L01
Le 15 décembre 2021

Préparé par :

Jean-François Aubin, M.A. *ENV-SP*
Directeur de projet
SNC-Lavalin

Liste des modifications

No de révision	Préparé par	Date	Sections révisées	Remarque
00	Jean-François Aubin	2021-11-03	Émission initiale	
01	Jean-François Aubin	2021-12-15	Document complet	Commentaires de Falco

Table des matières

1 Introduction 1
2 Sommaire 2
2.1 Démarche 2
2.2 Principaux résultats 3
3 Opinion sur Falco et le projet Horne 5 4
3.1 Opinion générale chez les répondants au sondage 4
3.2 Considérations particulières 4
3.3 Opinion générale envers le projet chez les participants aux entrevues 4
4 Enjeux présents dans le milieu et défis d'intégration documentés par la démarche 5
4.1 Main-d'œuvre et emplois 5
4.2 Formation 7
4.3 Logement 9
4.4 Services de proximité, milieu de vie et cohésion sociale 11
4.5 Préoccupations environnementales citoyennes 13
5 Bilan des enjeux et des préoccupations associées au projet Horne 5 16
6 Commentaires particuliers sur des enjeux non approfondis dans la démarche 18
6.1 Les retombées socioéconomiques en exploitation (contribution du projet) 18
6.2 Les communications sur le projet et l'interaction avec le milieu 18
6.3 Les impacts cumulatifs 19
7 Conclusion 20

Liste des annexes

Annexe 1 : Délimitation des quartiers pour le sondage
Annexe 2 : Liste des rencontres de consultation effectuées par Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020
Annexe 3 : Rapport détaillé : État de référence des composantes sociales – WSP, décembre 2021

1 Introduction

Le présent rapport constitue le *bilan stratégique* de la démarche réalisée par Ressources Falco Ltée (ci-après Falco) auprès de la communauté de Rouyn-Noranda dans le but d'approfondir l'état de connaissance des enjeux présents dans la communauté et qui constitueront des défis d'intégration pour le projet Horne 5 sur le territoire de la ville de Rouyn-Noranda.

Cet exercice avait aussi comme but de révéler les efforts et les structures déjà en place dans la collectivité pour répondre à ces enjeux, en plus de dégager les principales actions possibles pour Falco à l'intérieur de son projet Horne 5 et de valider celles déjà prévues à l'étude d'impact environnementale du projet. De manière plus globale, la démarche visait finalement à révéler les opinions sur des pistes d'interventions interpellant l'ensemble de la communauté et pour lesquelles Falco pourrait participer comme d'autres entreprises présentent localement.

L'exercice réalisé s'inscrit dans le cadre de la procédure d'évaluation environnementale du projet Horne 5 auprès du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), ainsi que de la Politique de responsabilité sociale de Falco dans laquelle l'entreprise vise à équilibrer la prospérité économique avec la préservation de l'environnement et le respect des communautés et ce, en maintenant un dialogue constant avec la communauté et ses parties prenantes.



Il a été réalisé par les consultants mandatés par Falco pour la production de l'étude d'impact sur l'environnement du projet Horne 5 (WSP) et planifié de concert avec le comité consultatif du projet qui a été mis sur pied par Falco en 2019. Le comité consultatif rassemble des intervenants de la communauté provenant de différents horizons : municipal (Rouyn-Noranda), environnemental et scientifique, sociocommunautaire, socio-économique, éducation et recherche, tout comme des instances gouvernementales.

Le bilan stratégique a été produit par un réviseur externe (SNC-Lavalin) sur la base de l'ensemble des données transmises qui ont été cumulées et rassemblées par la démarche. L'utilisation d'un réviseur externe assure un détachement vis-à-vis le projet Horne 5 et de l'historique des approches faites auprès du milieu, ce qui est favorable pour aider à poser un regard nouveau et requestionner au besoin les mesures prévues à l'étude d'impact du projet, ainsi que les engagements de Falco.

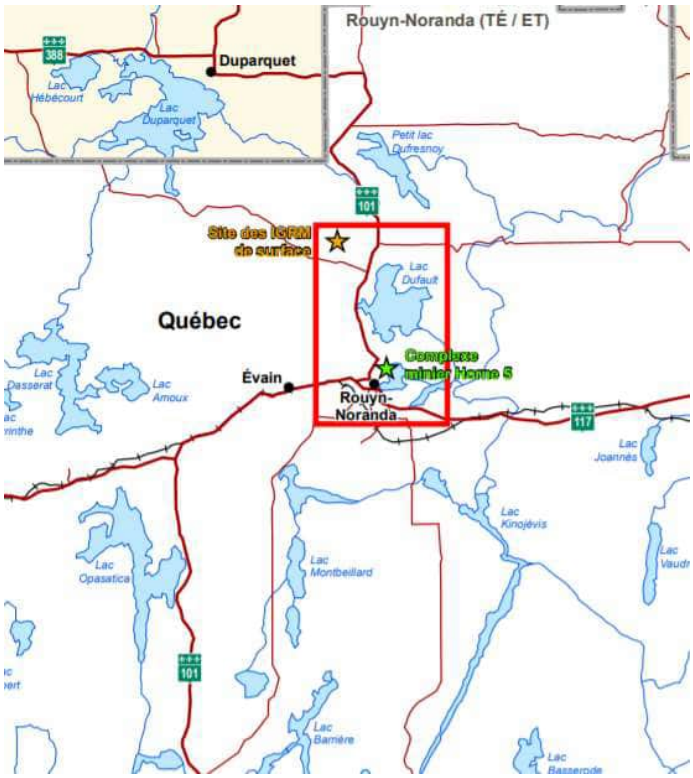
Le bilan vise à mettre en interrelation des données de la communauté, des contenus d'entrevue et des résultats du sondage dans un cadre logique, synthétique et stratégique pour guider Falco. Son contenu présente les éléments les plus représentatifs rassemblés lors de la démarche. Puisqu'il repose sur une gamme impressionnante d'informations cumulées grâce à la participation du milieu, il est possible au besoin de reconsulter les bases de données ayant servi à sa production pour approfondir certains volets ou répondre à des questions additionnelles que pourrait susciter la lecture du bilan.

2 Sommaire

2.1 Démarche

La démarche auprès de la communauté a compris la diffusion d'un sondage (questionnaire anonyme) auprès de la population résidant dans les quatre quartiers de Rouyn-Noranda situés les plus près du projet Horne 5, soit le site d'extraction minier et le site de gestion des résidus miniers (IGRM) (1. Vieux-Noranda; 2. Noranda-Nord–Lac Dufault; 3. Rouyn-Noranda-Périphérie[1] et 4. D'Alembert). Un total de 2 602 ménages ont été sélectionnés de manière aléatoire pour y répondre en tenant compte de la représentativité des quartiers. Le sondage a été publié en ligne et envoyé par la poste le 1er décembre 2020. Les réponses ont été acceptées jusqu'au 27 janvier 2021. Un total de 659 sondages complétés a été reçu pour un taux de participation global de 26,3%.

En plus du sondage, un total de 20 organismes et de 14 entreprises locales ont participé à des entrevues semi-dirigées. Les organismes proviennent de secteurs variés (municipal, éducation, formation et employabilité, logement, communautaire, immigration, culture, enfance, femmes, jeunes et aînés, commerce et industrie, environnement). Les entreprises étaient actives dans le secteur industriel, commercial, de la construction, de l'hébergement et de la restauration. Les entrevues ont été réalisées en assurant la confidentialité des résultats aux participants; c'est-à-dire que toutes les réponses seraient rassemblées et présentées à Falco sous forme synthétique, sans nommer d'individus ou d'organismes ou d'entreprises et sans accès aux sondages complétés ou transcription des entrevues afin de préserver l'anonymat.



Pour étayer ou valider certains des résultats cumulés lors de la démarche, différentes données sur le profil socioéconomique fournies par l'Observatoire de l'Abitibi-Témiscamingue ou encore provenant d'autres sources comme Statistique Canada ont été consultées.

Les enjeux présents et ciblés pour approfondissement dans le cadre de la démarche ont été dégagés de l'étude d'impact sur l'environnement du projet Horne 5 et de son analyse de recevabilité par le MELCC, avec également la contribution du comité consultatif du projet. Ils sont détaillés à la section 4 du bilan.

D'autres enjeux non approfondis lors de la démarche demeurent par ailleurs à considérer pour le projet. Une mise à jour de ces enjeux mentionnés dans l'étude d'impact sur l'environnement du projet Horne 5 est donc faite à la section 6 à partir de l'évolution du projet et des connaissances acquises.

[1] Ce quartier regroupe le centre-ville de Rouyn-Noranda et cinq autres quartiers urbains, soit Noranda-Ouest, Dallaire, Rouyn-Sud, De-l'Université et Marie-Victorin/Du-Sourire

2.2 Principaux résultats

Les résultats révèlent qu'à ce jour, une part significative des participants à la démarche ont une opinion favorable de Falco et de son projet Horne 5. L'implication de Falco dans la communauté jusqu'à maintenant est soulignée, tout comme ses efforts pour proposer un projet qui maximisera les retombées locales et régionales et qui tient compte des enjeux sociaux et environnementaux présents dans la communauté.

Si les résultats de la démarche laissent transparaître l'intérêt du milieu et les effets positifs attendus du projet, il n'en demeure pas moins que la réalisation du projet Horne 5 fera face à des défis d'intégration environnemental ou social spécifiques. Les défis et enjeux sociaux concernent des impacts liés :

- **À la pénurie de main-d'œuvre et aux emplois;**
- **À la formation et la valorisation de celle-ci;**
- **Aux logements (disponibilité, coûts, types et impacts sur les individus à plus faible revenu ou situation plus précaire);**
- **Aux services de proximité à la communauté (niveau de services, problème d'accès, etc.).**

On comprend des résultats que ces enjeux sont déjà bien présents dans la communauté de Rouyn-Noranda, et ce depuis plusieurs années. Plusieurs acteurs sont dès maintenant mobilisés et travaillent en concertation pour élaborer et appliquer des solutions[2]. Ces enjeux demeureront présents dans la communauté indépendamment de la réalisation ou non du projet Horne 5 lorsque l'on tient compte de la présence des entreprises actuelles et d'autres projets à venir. Il est cependant craint que la réalisation du projet ajoute des pressions sur ces derniers, d'où l'importance de les considérer.

Falco n'étant pas l'instigateur de ces enjeux dans la communauté, il n'est pas demandé à l'entreprise de résoudre l'enjeu déjà présent, mais plutôt de prévoir des mesures et des initiatives pour réduire la contribution possible du projet sur ces derniers. En ce sens, ces enjeux sociaux peuvent être considérés comme des défis d'intégration du projet. Les mesures devant être priorisées par Falco dans son projet Horne 5 doivent être des interventions rattachées à son projet et sur lesquelles elle peut exercer un contrôle direct, en assumer une responsabilité et suivre ses résultats. D'autres initiatives, en synergie et collaboration avec les intervenants locaux et les entreprises peuvent aussi être réfléchis, mais celles-ci excèdent le projet Horne 5 à proprement dit.

Les défis et enjeux qui préoccupent particulièrement la communauté en regard de l'environnement se rattachent quant à eux aux composantes ci-dessous :

- **La qualité de l'air (particulièrement l'arsenic et les contributeurs industriels actuels) et ses répercussions sur la santé physique ou psychosociale des individus;**
- **La qualité de l'eau des lacs, des rivières des nappes phréatiques et des sols, notamment pour leur valorisation à des fins de loisir;**
- **L'éloignement du parc à résidus du site d'extraction minier et les risques associés à ce parc;**
- **Les nuisances de proximité liées aux activités (bruits, vibration, transport, etc.);**
- **La remise en état des sites après sa fermeture.**

Tout comme pour les questions sociales, ces enjeux environnementaux sont identifiés comme étant déjà présents dans la communauté, et ce depuis plusieurs années. Plusieurs acteurs sont donc soucieux de la contribution de nouveaux projets sur ces derniers. La contribution du projet Horne 5 est donc questionnée d'où l'importance de les considérer. Dans le cadre de cette démarche, l'objectif d'échanger sur ces enjeux environnementaux ne visait pas à identifier des solutions détaillées en matière de technologie ou autres pour le projet Horne 5, mais plutôt d'aider à comprendre où devaient être placés les priorités pour Falco, de même que les grandes approches de gestion responsable souhaitées par la collectivité.

[2] Exemple : https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1835074/marche-travail-employes-manque-personnel

3 Opinion sur Falco et le projet Horne 5

3.1 Opinion générale chez les répondants au sondage

Les résultats du sondage montrent qu'en ce moment :

- **75 % des répondants** ont une opinion très favorable ou favorable envers le projet, tout en demeurant sensible à ses impacts potentiels;
- **78 % des répondants** croient que le projet aura des retombées positives pour la Ville de Rouyn-Noranda, et 40% directement sur leur ménage;
- **85 % des répondants** sont satisfaits des efforts de Falco pour prioriser l'embauche locale (travailleurs et entrepreneurs);
- **Plus de 70 % des répondants** sont satisfaits des efforts de Falco en matière de responsabilité sociale dans le milieu (contribuer à l'amélioration des infrastructures locales, des activités sportives et culturelles, scolaire, communautaire, le soutien à des projets environnementaux).

Parmi les réalisations les plus notables qui ont été soulignées lors des entretiens avec les intervenants et les industries, il y a l'agrandissement du complexe La Source-Polymétier et ses retombées positives pour la formation et l'économie dans la région, de même que la construction des terrains multisports au parc Saint-Luc pour la jeunesse et l'activité sportive.

3.2 Considérations particulières

Comme pour tout projet de nature industriel de cette ampleur, le facteur de proximité des individus au projet peut influencer sa perception puisque les résidents les plus proches sont ceux susceptibles d'être le plus exposés aux inconvénients. C'est ainsi que le taux le plus élevé de répondants qui se disent complètement opposés au projet est dans le quartier du Vieux-Noranda (7,2% des répondants) situés à proximité du futur site d'extraction minier, tandis qu'il atteinte tout au plus 3,5% dans les autres quartiers sondés. Les répondants des quartiers de D'Alembert (les plus près du parc à résidus miniers) et du Vieux-Noranda sont aussi ceux qui manifestent le plus de préoccupations environnementales face au projet : 42,3% des répondants de D'Alembert et 41,5% des répondants du Vieux-Noranda disent anticiper des effets négatifs du projet sur leur ménage.

On observe finalement que les femmes sont moins favorables au projet que les hommes puisque 5,7% des répondantes se disent complètement opposées, par rapport à 1,4% pour les hommes. Les individus de 44 ans et moins sont également moins ouverts que les autres tranches de la population sondée (13,3% des 44 ans et moins se disent pas favorables, mais l'accepte tout de même et 4,3% complètement opposés).

3.3 Opinion générale envers le projet chez les participants aux entrevues

Les entreprises consultées pensent que le projet Horne 5 aura des effets positifs soit parce qu'il constitue une opportunité d'affaires pour les entreprises, parce qu'il s'agira d'emplois bien rémunérés ou encore parce qu'il contribuera à amener de nouvelles familles à s'installer sur le territoire de la ville, ce qui aurait un impact positif pour les entreprises, les commerces et le développement de services à la population.

Les intervenants consultés sont également d'avis que le projet Horne 5 pourrait entraîner des effets positifs pour les organismes de Rouyn-Noranda. En effet, les minières ont souvent soutenu des organisations communautaires et des initiatives au sein de la communauté. Il faut toutefois que Falco maintienne une ouverture par rapport aux problématiques présentes dans la communauté et qu'elle s'y implique. Des intervenants du domaine de l'éducation et des familles y voient des retombées positives possibles pour leurs préoccupations. D'autres intervenants œuvrant dans le secteur de l'employabilité sont aussi prêts à travailler avec la minière afin de développer des conditions gagnantes pour l'intégration des travailleurs de différents horizons.

Les entreprises et intervenants soulèvent tout de même que des défis d'intégration doivent être considérés.

4 Enjeux présents dans le milieu et défis d'intégration documentés par la démarche

À l'égard des enjeux présents dans la communauté et qui représentent des défis pour l'insertion la plus harmonieuse possible du projet Horne 5, rappelons que les objectifs spécifiques consistaient à :

- **Mieux comprendre et qualifier la dynamique** spécifique à ces enjeux et l'industrie minière dans la région, puis d'anticiper de quelle manière plus particulière le projet Horne 5 entrera en interaction avec ceux-ci;
- **Clarifier les efforts et les mécanismes mis en place** par les différents acteurs de la communauté pour répondre aux enjeux déjà présents, indépendamment de la réalisation ou non du projet Horne 5;
- **Préciser des mesures d'atténuation au projet Horne 5** pour prévenir et atténuer ses impacts sur les enjeux déjà présents, ou encore proposer des mesures de bonification pour en accroître les retombées sur ces dernières;
- **Identifier des opportunités** de partenariat pour Falco comme entreprise impliquée dans le milieu, en synergie avec les acteurs du territoire ou encore avec d'autres entreprises de la communauté (secteur miner ou non) qui vont au-delà de mesures propres au projet Horne 5.

Les sections qui suivent présentent les résultats obtenus pour ces différents objectifs spécifiques.

4.1 Main-d'œuvre et emplois

Faits saillants de la situation

La Ville de Rouyn-Noranda et la région de l'Abitibi-Témiscamingue n'échappent pas à l'enjeu de pénurie de main-d'œuvre qualifiée et non-qualifiée, aux difficultés de recrutement, de remplacement et d'intégration de la main-d'œuvre qui est également présent dans de nombreuses régions du Québec. Bien que dans les faits, une légère croissance de la population est observé et devrait se poursuivre selon les tendances locales, les projections de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) anticipent **une stagnation de la population de la Ville de Rouyn-Noranda autour de 43 500 individus jusqu'en 2041.** La population de la ville en 2021 est de 43 182 personnes. À l'échelle de l'Abitibi-Témiscamingue, l'ISQ prévoit par ailleurs une légère baisse de -1,3% de la population de la région entre 2020 et 2041.

Les principales causes qui réduisent l'apport en main-d'œuvre sont le vieillissement de la population, mais également la tendance à une solde migratoire négatif. Par exemple, en 2018-2019, **le solde migratoire (entrée et sortie) était de -94 personnes pour Rouyn-Noranda et de -518 pour l'Abitibi-Témiscamingue**.

Les intervenants rencontrés soulignent que l'Abitibi-Témiscamingue est une région prospère notamment en raison de la présence de l'industrie minière et de ses retombées directes et indirectes. Selon les données de l'OAT (Observatoire de l'Abitibi-Témiscamingue) pour l'année 2016, la **Ville de Rouyn-Noranda abrite plus de 2 400 travailleurs du secteur de l'extraction minière, d'énergie et des carrières.** Ce nombre est à la hausse sur le territoire (1715 en 2006 et 2420 en 2016). **Ainsi, plus de 10% de la population active de la Ville âgée de 15 ans et plus travaillent dans ce secteur.** En 2020, le nombre d'établissements correspondant au secteur *mines et première transformation des métaux* était de 28 à Rouyn-Noranda et de 69 à l'échelle de l'Abitibi-Témiscamingue. L'industrie minière, ses travailleurs et leurs familles sont alors une très bonne clientèle pour la vitalité des commerces et entreprises de la région. De manière plus générale, 85% des répondants au sondage sont aussi d'avis qu'il existe un bon dynamisme entrepreneurial dans la ville de Rouyn-Noranda.

Pour plusieurs, le pouvoir attractif de l'Abitibi-Témiscamingue pour attirer de nouveaux travailleurs demeure malgré tout réduit par rapport à d'autres régions du Québec en raison du facteur d'éloignement et parce que la capacité d'accueil (disponibilité de logements) demeure critique. Sur le plan de la diversité des valeurs et des cultures, **95,2 % des répondants au sondage considèrent que la ville de Rouyn-Noranda est ouverte sur le monde et la diversité culturelle et 92,9 % considère la ville accueillante et inclusive.**

Préoccupations spécifiques à l'égard du secteur minier en Abitibi-Témiscamingue
Les intervenants et entreprises rencontrés soulignent qu'à l'égard de la main-d'œuvre, le secteur minier est avantagé par rapport à d'autres, par exemple les commerces de services, les services communautaires et certaines industries en raison des salaires versés et des conditions générales offertes. Un phénomène de **drainage de la main-d'œuvre existante et active** vers les emplois miniers disponibles est alors possible.

On met aussi de l'avant que la pénurie de travailleurs dans l'ensemble de la communauté s'accompagne d'un **enjeu pour l'accès à certains autres services pour les citoyens (p.ex. domaine de la construction résidentielle) au moment où ces types d'entreprises sont mobilisées lors des phases d'investissement minier** (les entreprises et fournisseurs étant monopolisés pour desservir les minières).

Malgré qu'il s'agisse d'une solution appliquée par certaines entreprises minières afin de combler le manque de main-d'œuvre locale et régionale, le ***Fly-in/Fly-out* possède une perception négative sur le territoire**.I est plutôt souhaité que le secteur minier mise sur les travailleurs et les entreprises de la région, même si cela peut accentuer les pressions sur la main-d'œuvre d'ensemble de la communauté.

Préoccupations particulières en lien avec le projet Horne 5
L'engagement de Falco de ne pas miser sur le Fly-in/Fly-out pour répondre à ses besoins de main-d'œuvre est reçu positivement par la collectivité.

Deux grandes préoccupations demeurent cependant envers l'impact du projet Horne 5 sur la main-d'œuvre :

- Il est craint que le projet accentue les pressions sur la main-d'œuvre active ou disponible en attirant celle-ci (notamment les personnes qui font du Fly-in/Fly-out ou d'autres minières plus éloignées ou encore d'employeurs industriels ou de la construction) au détriment des emplois présentement occupés sur le territoire.
- Lors de la période de construction et d'aménagement du projet, un retard sur la mise en chantier d'autres projets résidentiels, publics, commerciaux, industriels, etc. qui sont attendus par des individus et des acteurs de la collectivité.

Solutions mises de l'avant à l'échelle de la communauté
Puisque l'enjeu de la main-d'œuvre est une préoccupation partagée depuis quelques années, plusieurs intervenants de la collectivité sont déjà mobilisés dans la recherche et l'application de solutions.

Lors des entrevues, **différentes initiatives en place ont été mentionnées** : L'Agence d'attractivité de l'Abitibi-Témiscamingue; la table de concertation dirigée par la Ville de Rouyn-Noranda à laquelle participe plusieurs acteurs du territoire; le Centre local de développement (CLD) qui organise des missions de recrutement, le Carrefour Jeunesse-Emploi (CJE) qui aménage des stages exploratoires pour attirer des candidats en région; ou encore d'autres organismes qui voient à faciliter l'intégration des nouveaux arrivants dans la région et au sein de leur employeur.

Il est souligné que certaines pistes de solution comme la **rémunération, les conditions de travail, la valorisation des emplois et la rétention des employés** interpellent à la fois l'engagement des entreprises et des intervenants locaux. Pour ceux-ci, des solutions durables ne pourront émerger qu'en misant sur la contribution et la synergie de tous.

Certains intervenants mettent de l'avant **l'immigration**, mais ils soulèvent plusieurs contraintes d'accueil sur le territoire qui freinent l'intérêt de cette main-d'œuvre pour le territoire. D'autres croient à l'embauche de **main-d'œuvre autochtone** ou encore des **clientèles dites stigmatisées** (population inactive en âge de travailler ou population moins attractive pour les employeurs en raison de leur statut personnel ou social) comme bassin potentiel de main-d'œuvre pour la collectivité.

Les employeurs locaux privilégient par ailleurs de plus en plus les programmes de formation offerts au sein des entreprises pour combler leur besoin de main-d'œuvre. On souhaite aussi **mieux miser sur les conjoints(es) des nouveaux**

arrivants et leur famille (dont les étudiants secondaires, cégep et université) pour assurer un meilleur maillage entre la disponibilité de personnes aptes à travailler et les emplois à combler. Les intervenants et les entreprises s'accordent aussi pour dire qu'une meilleure adéquation entre l'offre de formation et les besoins de la région est requise.

Solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5

Les solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5 sont des interventions sur lesquelles Falco exerce un contrôle direct pour leur mise en place, peut en assumer une responsabilité et suivre ses résultats. Elles ne visent donc pas à résoudre l'enjeu déjà présent dans la communauté, mais plutôt à réduire la pression possible du projet sur ce dernier. À partir du bilan de l'enquête, les avenues suivantes inspirées des entrevues et des résultats sont identifiées à même le projet Horne 5 :

1. Préparer et divulguer le plus rapidement possible un plan détaillé d'employabilité du projet précisant le nombre d'emplois par spécialité et les formations recherchées afin **d'initier aussitôt que possible une stratégie complète d'intéressement et de formation adaptée** : p.ex. permettre aux entités assurant la formation de se préparer et aux personnes désirant suivre les formations de s'y inscrire, moyens pour favoriser l'accès des femmes aux emplois, embauche de travailleurs de communautés autochtones, personnes à mobilité réduite, stigmatisées, reconnaître au moment de l'embauche la persévérance scolaire (diplomation obligatoire, âge minimum requis, etc.).

2. Miser autant que possible sur le développement de nouvelles technologies et l'autonomisation des opérations minières avec des partenaires de la région pour atténuer les pressions sur la main-d'œuvre locale.

Autres pistes à explorer pour le milieu en lien avec le projet Horne 5

Pour plusieurs, l'insertion du projet Horne 5 dans le contexte actuel de pénurie de main-d'œuvre devrait inciter les intervenants et les entreprises à **renforcer leur travail de collaboration et de synergie** déjà entamé pour trouver des solutions durables à ce défi qui affecte les entreprises actuelles et qui fragilise les projets futurs. Des regroupements d'entreprises pourraient collaborer afin de mettre en place des partenariats ou des projets-pilotes avec des organismes communautaires en mesure de soutenir l'intégration à l'emploi de certaines clientèles. À défaut d'être en mesure d'intégrer ces clientèles au sein de leurs entreprises lorsque les emplois demandent davantage de qualifications, leur participation ou aide monétaire pourrait aider à mobiliser des travailleurs potentiels au sein d'emplois moins spécialisés dans une optique de combler tout phénomène de drainage de la main-d'œuvre actuelle vers d'autres emplois à combler.

Si Falco peut être une entreprise qui s'engage dans un tel effort collectif et planifié à l'échelle régionale, les intervenants et les entreprises croient que des regroupements comme la **Chambre de commerce et la table de concertation** dirigée par la Ville sont des acteurs clés de succès d'une telle approche en interpellant l'ensemble des entreprises et des organismes sur le territoire.

4.2 Formation

Faits saillants de la situation

Selon les données rendues disponibles par l'OAT, **la population de Rouyn-Noranda âgée de 25 ans à 64 ans n'ayant pas de diplôme d'études secondaires est de 16,1%, ce qui est légèrement inférieur à la moyenne québécoise qui est de 13,2%.** À l'échelle de Rouyn-Noranda, les femmes sont plus nombreuses que les hommes à obtenir des diplômes universitaires, et ce, pour toutes les catégories de grades et niveaux à l'exception du doctorat. Les hommes sont, quant à eux, plus nombreux que les femmes à n'avoir aucun certificat, diplôme ou grade ou à détenir un certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers. **L'enjeu de formation n'affecte pas uniquement la population, mais également le manque de disponibilité d'enseignements spécialisés pour certains secteurs importants ou en émergence dans la région**. Selon des intervenants du secteur de l'éducation, deux phénomènes sont particulièrement marqués sur le

territoire : un nombre plus élevé d'élèves ne terminant pas leurs études secondaires et une baisse marquée dans la clientèle étudiante au niveau collégial, ainsi qu'en formation professionnelle.

Préoccupations spécifiques à l'égard du secteur minier en Abitibi-Témiscamingue

Les préoccupations dirigées envers le secteur minier de la région en ce qui concerne la formation sont qu'il **soit possible d'y trouver un emploi et de gagner un salaire intéressant avec un niveau de formation relativement peu élevé**. Cette situation favoriserait le départ des étudiants en situation académique précaire vers les emplois offerts et disponibles dans le secteur minier (dévalorisation de la formation). Pour certains, il est craint que le fait d'obtenir de bons revenus avec un niveau de formation plus faible pourrait engendrer des situations de précarité sociale (absence d'épargne, dépendances, etc.).

Préoccupations particulières en lien avec le projet Horne 5

Deux préoccupations spécifiques envers l'impact du projet Horne 5 sur la formation reviennent fréquemment dans les discussions :

- Une pression momentanée additionnelle sur les instances académiques et professionnelles en mesure de former les futurs travailleurs;
- La contribution momentanée du projet au phénomène de « dévalorisation de la formation » par l'attractivité des emplois offerts et leur proximité avec le lieu de résidence (comparativement à d'autres mines plus éloignées sur le territoire).

Solutions mises de l'avant à l'échelle de la communauté

Tout comme pour celui de la main-d'œuvre, la formation est une préoccupation partagée depuis quelques années sur le territoire. Plusieurs intervenants sont donc déjà mobilisés dans la recherche et l'application de solutions.

Pour ce qui est des établissements scolaires, **un regroupement s'est créé afin de trouver des solutions pour recruter de la main-d'œuvre, revaloriser l'éducation et attirer de nouveaux étudiants**. Des initiatives auraient été prises auprès de l'UQAT pour former des enseignants avec des personnes qui ne sont pas légalement qualifiées. Les établissements de formation professionnelle ou collégiale devraient aussi rivaliser d'ingéniosité pour offrir des programmes de formation davantage sur mesure, adaptés aux besoins des entreprises présentes localement. Cela implique qu'un **dialogue soit ouvert entre les domaines scolaire et entrepreneurial**. La reconnaissance des acquis devrait finalement être facilitée ou encore des formations concentrées en entreprise.

Solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5

Les solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5 sont des interventions sur lesquelles Falco exerce un contrôle direct pour leur mise en place, peut en assumer une responsabilité et suivre ses résultats. Elles ne visent donc pas à résoudre l'enjeu déjà présent dans le milieu, mais plutôt à réduire la pression possible du projet sur ce dernier. À partir du bilan de l'enquête, les avenues suivantes inspirées des entrevues et des résultats sont identifiées à même le projet Horne 5 :

1. Préparer et divulguer le plus rapidement possible un plan détaillé d'employabilité du projet précisant le nombre d'emplois par spécialité et les formations recherchées afin d'initier aussitôt que possible une stratégie complète d'intéressement et de formation adaptée (mesure déjà mentionnée pour l'enjeu de la main-d'œuvre et de l'emploi**). Au niveau de la formation, il peut impliquer Emploi Québec, le Centre de services scolaire de Rouyn-Noranda, la Corporation de la formation professionnelle et de l'enseignement supérieur à Rouyn-Noranda, les Premières Nations, les personnes immigrantes, etc**.;

2. Valoriser la reconnaissance de la persévérance scolaire : en se dotant de critères à l'embauche (p.ex. âge minimum, niveau de formation), en offrant des programmes de stage ou en organisant des formations spécialisées, en offrant une ou des bourses;

3. Combler des compétences professionnelles ou personnelles chez les travailleurs de Falco par deux types de programmes : 1. Programme préparatoire à l'emploi (formation professionnelle), 2. Programme d'accompagnement des employés (formation personnelle et sociale, p.ex. gestion de budget, épargne, conditions sociales). **De tels programmes pourraient être offerts en partenariat avec des acteurs ou organismes spécialisés du territoire.**

4. Assujettir les travailleurs de Falco à une politique de ressource humaine anti-discrimination, racisme ou intimidation et de bon comportement dans la communauté. Tout employé en défaut pourra faire preuve de sanction allant jusqu'à la perte d'emploi. **Offrir avec des partenaires du milieu du soutien aux travailleurs qui nécessitent un accompagnement.**

Autres pistes à explorer par le milieu en lien avec le projet Horne 5

L'enjeu de la formation dans la communauté doit être abordé dans une optique d'ensemble et non seulement à l'intérieur du projet Horne 5. Des mesures pressenties par Falco pour son projet Horne 5 demeureront d'impact limité sur la collectivité s'il s'agit du seul employeur s'engageant dans une telle voie. **Il est notamment souhaité une coordination avec d'autres minières ainsi que certains grands employeurs sur le territoire concernant une approche partagée.**

Il est aussi souhaité que Falco poursuive son appui ferme à la demande de création d'une zone d'innovation minière (ZIM) déposé au gouvernement du Québec, car le projet Horne 5 représente une belle occasion de bien positionner l'importance d'une ZIM. Éventuellement, il est convoité que Falco s'y engage et puisse y jouer un rôle de leader parmi l'ensemble des partenaires éventuels de la ZIM.

4.3 Logement

Faits saillants de la situation

Une crise du logement est présente à Rouyn-Noranda depuis 2005, alors que le **taux d'inoccupation est sous le seuil critique de 3%**.

Cette rareté a une incidence à la hausse sur le prix des propriétés et des loyers. L'augmentation des coûts **affecte de manière encore plus significative les individus à faibles revenus, à mobilité réduite et en perte d'autonomie d'autant plus qu'il y a pénurie de logements sociaux et de logements abordables sur le territoire**. Cette clientèle se trouve aussi souvent plus vulnérable du point de vue matériel et social. Cependant, la collectivité ne contrôle pas tout face à cet enjeu. Par exemple, la construction de logements sociaux subventionnés découle de places et de subventions autorisées par le Gouvernement du Québec. En ce qui concerne la disponibilité de logement abordable, l'évolution de l'offre et de la demande locale influence beaucoup la disponibilité de ces derniers. Pour d'autres aspects comme les résidences de personnes âgées, davantage d'initiatives locales peuvent être prises. On note d'ailleurs la construction de certaines au cours des dernières années sur le territoire.

Les données de l'OAT (2016) démontrent tout de même que **le pourcentage des ménages qui consacre plus de 30% de leur revenu pour se loger est de 30,6% à Rouyn-Noranda, alors qu'il est de la 33,7% au Québec. Ce pourcentage est aussi en recul de 3% par rapport à 2006.**

Plusieurs loyers locatifs sont des 3 et demi, studios et petits appartements qui ne conviennent pas pour loger de plus grandes familles. **Le vieillissement du parc immobilier encourage sa rénovation qui a pour conséquence de générer**

des augmentations de coût. Les **coûts de construction dans la région seraient aussi plus élevés en moyenne** que ceux observés dans d'autres régions du Québec.

Ce manque de logements est signalé comme un frein à l'attractivité et l'intégration de nouveaux travailleurs dans la région, surtout ceux avec des familles.

Préoccupations spécifiques à l'égard du secteur minier en Abitibi-Témiscamingue

Le secteur minier est pointé comme un facteur aggravant la pénurie de logements sur le territoire en **ajoutant des pressions sur le marché locatif et immobilier**. L'exemple de Malartic est mentionné comme ayant généré une rareté de logements disponibles pour la population locale et une augmentation des coûts.

Préoccupations particulières en lien avec le projet Horne 5

Trois préoccupations plus particulières envers l'impact du projet Horne 5 sur la formation sont fréquemment soulignées :

- Pression sur la disponibilité des logements pour la population locale, augmentation des coûts de logement pouvant affecter les personnes à plus faible revenu;
- Pénurie de logements pouvant décourager l'arrivée d'étudiants;
- La crainte d'un recours au Fly-in/Fly-out de travailleurs en raison de l'impossibilité de les loger de manière permanente.

Solutions mises de l'avant à l'échelle de la communauté

Les intervenants ont mentionné que **différentes actions sont en cours ou ont été réalisées en réponse à l'enjeu du logement** : de nouveaux fonds octroyés par les gouvernements à la Société d'habitation du Québec pour la création de logements pour la clientèle à faible revenu; un projet de 25 logements sociaux en santé mentale en cours à Rouyn-Noranda; incitatif (crédit de taxes) par la Ville entre 2011 et 2015 pour la construction de logement; vente de terrains de propriété de la Ville à des promoteurs immobiliers pour la construction de multilogements et multifamiliales.

Les entreprises préconisent souvent, quant à elles, des approches **d'offrir du logement temporaire à des employés** (maison de chambre, immeuble d'habitation appartement). De plus en plus d'entre elles sont ouvertes à envisager des **projets de partenariat pour la construction de logements** pour leurs nouveaux travailleurs.

Solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5

Les solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5 sont des interventions sur lesquelles Falco exerce un contrôle direct pour leur mise en place, peut en assumer une responsabilité et suivre ses résultats. Elles ne visent donc pas à résoudre l'enjeu déjà présent dans le milieu, mais plutôt à réduire la pression possible du projet sur ce dernier. À partir du bilan de l'enquête, les avenues suivantes inspirées des entrevues et des résultats sont identifiées à même le projet Horne 5 :

1. Envisager la mise en place de campements temporaires pour les travailleurs en période de construction qui pourraient ensuite être cédés à des promoteurs et transformés en logements permanents offerts à la population ou aux travailleurs de Falco;

2. Pour les travailleurs de Falco qui proviennent de l'extérieur de la région (pas de logement), regrouper la demande en logement afin de solliciter des promoteurs immobiliers qui pourraient prendre à charge des logements avec location hybride (partie pour des travailleurs de Falco et partie pour la population).

Autres pistes à explorer en lien avec le projet Horne 5

L'enjeu du logement étant déjà présent et puisqu'il affecte un large éventail de la population, de travailleurs ou d'entreprises, les idées suivantes ont été mises de l'avant lors des entretiens, bien qu'elles excèdent le cadre propre au projet Horne 5 : **1. Que la Ville exige le maintien d'un % de logements abordables dans tout projet de transformation de bureaux en logement ou encore de transformation de logements abordables en logement luxueux. 2. Explorer avec d'autres entreprises minières ou grands employeurs de la région la mise sur pied d'une Fondation pour contribuer au développement du logement social ou abordable sur le territoire avec d'autres partenaires.**

4.4 Services de proximité, milieu de vie et cohésion sociale

Faits saillants de la situation

Les intervenants ont mentionné que **différents volets des services à la communauté sont également sous pression dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue, dont à Rouyn-Noranda**. Les éléments les plus souvent soulignés sont le manque de places en CPE, le manque d'espaces de classes dans les écoles, de même que des services et d'activités manquants ou non optimaux (transport en commun déficient, pas de centre aquatique, réseau internet de mauvaise qualité, difficulté d'accès à un médecin de famille, absence d'un centre de prise en charge d'individus en situation de crise).

Tout de même, près de 70% des répondants au sondage indiquent être tout à fait ou plutôt satisfait des services offerts dans la ville de Rouyn-Noranda. L'offre de services de loisirs et d'animation pour les jeunes est jugée **satisfaisante à 69%, les soins de santé à 74%, les espaces verts à 83% et les services municipaux à 90%.**

Les résultats du sondage illustrent par ailleurs les difficultés en regard des services de garde et du domaine éducatif et scolaire alors qu'uniquement 24% des répondants s'estiment satisfait de l'accessibilité au service de garde et 50% des répondants au secteur scolaire et éducatif. Il faut cependant reconnaître que **certains aspects comme les places en CPE ou encore les écoles sont directement sous la responsabilité du gouvernement du Québec**.

Les intervenants et les entreprises sont d'avis que ces difficultés nuisent à l'attractivité pour la main-d'œuvre et leur famille. Pour la population présente sur le territoire, le territoire offre tout de même des opportunités d'épanouissement intéressantes alors que 92,6% des répondants sont satisfaits de leur vie sociale avec les amis et la famille. L'attachement à la communauté est souligné par 53,2% des répondants affirment avoir un sentiment d'attachement fort ou très fort envers la communauté locale. C'est à l'échelle du quartier Vieux-Noranda que l'on retrouve le pourcentage de sentiment d'attachement **le plus élevé** (très fort à 18,4%).

Si la majorité des répondants considèrent **Rouyn-Noranda comme une ville sécuritaire**, la situation n'est pas nécessairement la même pour les quartiers sondés, alors que dans **Vieux-Noranda, 37,4 % des répondants ne s'y considèrent pas en sécurité**. Les répondants âgés de 44 ans et moins sont plus nombreux (10,4 %) que les 45 à 59 ans (4,2 %) et les 60 ans et plus (0,9 %) à ne pas considérer Rouyn-Noranda comme étant sécuritaire.

Préoccupations spécifiques à l'égard du secteur minier en Abitibi-Témiscamingue

Deux visions sont mentionnées à l'égard du secteur minier. D'un côté, on voit dans le développement de ce secteur l'ajout d'une effervescence et d'une clientèle favorable ou maintien et à l'ajout de services à la population. De l'autre, ce secteur contribue aussi à leur précarité actuelle en raison de la demande qu'il génère. D'autres préoccupations sont associées à certains impacts des projets miniers sur la cohésion sociale, notamment en accentuant l'écart possible entre les personnes à faibles revenus et les autres individus ou encore des problèmes sociaux qui peuvent être vécus par des individus (violence, toxicomanie, etc.). Certaines de ces préoccupations sont plus souvent évoquées dans le contexte du *Fly-in / Fly out*.

Préoccupations particulières en lien avec le projet Horne 5

Les préoccupations particulières envers le projet Horne 5 sont de même nature que celles pour le secteur minier en Abitibi-Témiscamingue. Des craintes plus spécifiques sont énoncées envers l'augmentation de l'achalandage des services de santé en raison du projet et l'impact sur les services de base (ex. épiceries).

Solutions mises de l'avant à l'échelle de la communauté

Différentes initiatives sont prises sur le territoire pour améliorer la situation des services de proximité. Pour les places en garderie pour les enfants, de plus en plus d'initiatives sont faites pour prévoir des places en milieu de travail (entreprises privées ou institutions). On peut assister à des regroupements d'entreprises, le Cégep accueille un CPE à l'intérieur de ses murs et il existe aussi un partenariat entre un CPE, la commission scolaire et l'UQAT pour créer des places pour ces institutions. **Des démarches et pressions sont aussi faites concernant les services de santé et les écoles.**

Solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5

Les solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5 sont des interventions sur lesquelles Falco exerce un contrôle direct pour leur mise en place, peut en assumer une responsabilité et suivre ses résultats. Elles ne visent donc pas à résoudre l'enjeu déjà présent dans le milieu, mais plutôt à réduire la pression possible du projet sur ce dernier. À partir du bilan de l'enquête, les avenues suivantes sont identifiées à l'intérieur du projet Horne 5 :

1. **Santé :**
   - Instaurer pour leurs travailleurs des services en télémédecine ou participer à des programmes d'assurance collective en ce sens.
2. **Transport et circulation:**
   - Discuter avec le gestionnaire du transport en commun régional pour faire connaître les besoins potentiels des employés de Falco afin de créer des parcours adaptés dans l'objectif de favoriser les déplacements par transport collectif.
   - Favoriser une meilleure connexion du site minier avec le réseau de transport actif présent dans le milieu pour favoriser le transport actif (vélos, vélos électriques, marche, course à pied, etc.) et prévoir des installations sur le site pour desservir ces individus (douches, stationnement sécuritaire, etc.) ;
   - Organiser des circuits de covoiturage (ou minibus).
3. **Cohésion sociale :**
   - Combler des compétences professionnelles ou personnelles chez les travailleurs de Falco par deux types de programmes : 1. Programme préparatoire à l'emploi (formation professionnelle), 2. Programme d'accompagnement des employés (formation personnelle et sociale, p.ex. gestion de budget, épargne, conditions sociales). De tels programmes pourraient être offerts en partenariat avec des acteurs ou organismes spécialisés du territoire.
   - Assujettir les travailleurs de Falco à une politique de ressource humaine anti-discrimination, racisme ou intimidation et de bon comportement dans la communauté. Tout employé en défaut pourra faire preuve de sanction allant jusqu'à la perte d'emploi. Offrir avec des partenaires du milieu du soutien aux travailleurs qui nécessitent un accompagnement.

Autres pistes à explorer en lien avec le projet Horne 5

De manière plus globale, plusieurs sont d'avis **qu'un investissement regroupé des minières pourrait apporter des bénéfices plus importants que l'approche actuelle individuelle (par entreprise)**. La mise sur pied d'un **centre de crise sur l'itinérance, la toxicomanie et la santé mentale** est mis de l'avant dans les mesures priorisées.

4.5 Préoccupations environnementales citoyennes

Faits saillants de la situation

Les entrevues réalisées auprès des intervenants et des industries, de même que le sondage à la population ont été l'occasion de préciser les principales préoccupations environnementales citoyennes envers le milieu de vie, puis celles plus spécifiques envers le projet Horne 5.

Spontanément lors des entretiens, **deux principales préoccupations environnementales dans la communauté** ont été mises de l'avant : la situation de l'arsenic et la qualité de l'air en lien avec leurs impacts possibles sur la santé de la population, de même que la qualité de l'eau des lacs, des nappes phréatiques et des sols. La situation de l'arsenic est aussi associée à des réactions **d'anxiété chez des individus**.

Le sondage à la population arrive à des résultats de même nature : la qualité de l'air (jugée à plus de 40% comme mauvaise ou très mauvaise), la qualité des sols (jugée à plus de 25% comme mauvaise ou très mauvaise) et la qualité de l'eau des plans d'eau (jugée à plus de 25% comme étant mauvaise ou très mauvaise principalement pour la pratique des loisirs) sont les trois composantes les plus détériorées de l'environnement mises de l'avant. Dans une moindre mesure, 13% des répondants jugent l'environnement sonore comme étant mauvais ou très mauvais. Les résidents plus jeunes craignent davantage les impacts à la santé découlant de ces situations (86,7 % des 44 ans et moins, comparativement à 75,5 % des 45 à 59 ans et à 69,3 % des 60 ans et plus).

Malgré ces préoccupations très spécifiques sur certaines composantes environnementales propres au territoire, il n'en demeure pas moins que de façon générale plus de 90% des répondants au sondage affirment que la Ville de Rouyn-Noranda est une ville près de la nature et 94% affirment être satisfait ou très satisfait de leur qualité de vie.

Également en regard de la santé physique et mentale de la population, 92% des répondants du sondage affirment avoir une perception positive de leur état de santé physique (bon, très bon excellent) et ce pourcentage passe à 95% pour une perception positive de leur état de santé mentale. Malgré l'actualité des derniers mois à l'égard de l'arsenic et des préoccupations particulières d'individus, **plus de 80% des répondants mentionnent que leur état de santé global est au moins semblable à celui des dernières années**. 12% des répondants indiquent subir un niveau de stress personnel et quotidien « assez stressant ou extrêmement stressant ».

Préoccupations spécifiques à l'égard du secteur minier en Abitibi-Témiscamingue

Les préoccupations environnementales citoyennes à l'égard du secteur minier en Abitibi-Témiscamingue concernent principalement les **sites abandonnés,** la **responsabilité sociale et environnementale des entreprises** pour prendre les actions requises à l'amélioration de l'environnement et de leurs propres pratiques, l'instauration et l'entretien de **communications transparentes avec le milieu**, de même qu'un **faible niveau de confiance envers les suivis environnementaux** réalisés par les autorités gouvernementales ou municipales pour assurer la protection de l'environnement et de la population. Les préoccupations de nature environnementale qui influencent la qualité de l'environnement et qui peuvent avoir des répercussions sur les individus seraient également un facteur qui nuit à l'attractivité du territoire pour des personnes de l'extérieur de la région.

Préoccupations particulières en lien avec le projet Horne 5

Les résultats du sondage permettent de mesurer les principales préoccupations environnementales envers le projet Horne d'un point de vue citoyen :

- Effet négatif du projet sur la qualité de l'air (47% des répondants);
- Effet négatif du projet sur la qualité de l'eau (33% des répondants);
- Les risques de déversement ou de bris au parc à résidu minier (14% des répondants);
- Effet négatif du projet sur la contamination des sols (10% des répondants);
- Effet négatif du projet sur la contamination en métaux, peu importe la composante environnementale (eau, air, sol) (8% des répondants).

En regard des impacts potentiels du projet sur la qualité de l'eau du lac Dufault qui est utilisé comme source d'alimentation en eau potable par la Ville de Rouyn-Noranda, une part similaire de répondants sont d'avis que le projet modifiera ou ne modifiera pas la qualité de l'eau. Il est important de souligner que 45% des répondants affirment ne pas avoir d'opinion à ce sujet pour le moment, ce qui en fait un enjeu environnemental en suspens dans la communauté.

Environ le tiers des répondants affirment par ailleurs avoir peu ou pas confiance aux autorités gouvernementales ou municipales chargées de l'encadrement réglementaire du secteur pour en prévenir les conséquences sur l'environnement. Les entretiens auprès des intervenants et des entreprises précisent ou ajoutent quelques préoccupations environnementales envers le projet :

- L'augmentation du **trafic routier** avec les quelque 500 employés;
- L'**environnement sonore et les vibrations** notamment dues au dynamitage;
- La **contamination de l'eau par infiltration dans le sol ou bris de digue au lieu de gestion des résidus** miniers;
- La **remise en état des lieux à la fermeture de la mine** (il ne faut pas faire que le minimum). Il devra également y avoir un plan de fait pour le placement des employés qui verront leur emploi se terminer.

Solutions mises de l'avant à l'échelle de la communauté

La démarche de documentation auprès de la population, des intervenants et des industries ne visait pas à approfondir des solutions précises et détaillées face aux préoccupations environnementales citoyennes soulevées, mais plutôt à évaluer de quelles manières durables celles-ci devraient être adressées.

À l'échelle de la communauté, trois principes sont mis de l'avant :

- Miser sur **l'innovation technologique** et le **partage des connaissances** et des expertises pour le développement de meilleures solutions ou façon de faire environnementales;
- Faire davantage la **promotion des bonnes démarches et pratiques** environnementales;
- Encourager l'application du **principe de responsabilité sociale et environnementale** au sein des entreprises.

Solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5

Les principales préoccupations environnementales mises de l'avant sont associées à la situation actuelle vécue. Le projet Horne 5 n'initie donc pas ces préoccupations dans la collectivité, mais il pourra en accentuer les pressions au moment de sa mise en opération. Les solutions proposées à l'échelle du projet Horne 5 sont des interventions sur lesquelles Falco exerce un contrôle direct pour leur mise en place, peut en assumer une responsabilité et suivre ses résultats. Elles ne visent donc pas à résoudre l'enjeu déjà présent, mais plutôt à réduire la pression possible du projet sur ce dernier.

Encore une fois, à ce stade, la volonté n'était pas de revenir sur l'ensemble des engagements et des procédés prévus à l'étude d'impact du projet pour minimiser les impacts négatifs du projet sur l'environnement, mais plutôt de définir les principes clés à respecter d'une approche générale d'intervention pour Falco. À partir du bilan de l'enquête, les avenues suivantes sont identifiées à l'intérieur du projet Horne 5 :

1. **Communication :**
   - S'assurer de demeurer transparent et honnête envers les impacts du projet et rejoindre l'ensemble de la population, et non pas uniquement des parties prenantes ciblées (un programme continu et connu doit être mis en place);
   - Mieux illustrer quels sont les bénéfices environnementaux du projet, ainsi que les efforts placés pour éviter ou limiter les impacts dans les choix de conception et d'opération du projet.
2. **Accorder une importance aux enjeux environnementaux plus globaux** comme les GES afin de limiter la contribution de Falco à ces derniers.

3. Mettre à jour un tableau-résumé des principaux enjeux de réalisation du projet, l'ensemble des mesures d'atténuation ou de bonification, les choix de conception, les engagements additionnels en matière d'intervention d'urgence, de surveillance et de suivi environnemental qui ont été pris par Falco pour y répondre.

Autres pistes à explorer en lien avec le projet Horne 5

De manière plus globale, des idées sont mises de l'avant envers la **réalisation d'activités compensatoires planifiées régionalement par l'ensemble de la communauté pour pallier des effets néfastes sur la collectivité, au lieu d'y aller uniquement d'une approche « par projet individuel ou par entreprise ».**

5 Bilan des enjeux et des préoccupations associées au projet Horne 5

En plus des enjeux approfondis dans le cadre de la démarche de documentation auprès de la communauté, d'autres enjeux de réalisation du projet Horne 5 identifiés au moment de la préparation de l'étude d'impact sur l'environnement demeurent. À partir de la liste établie au moment de la production de l'étude d'impact sur l'environnement du projet et pour tenir compte de l'ensemble des connaissances acquises ou ayant évolué depuis son dépôt au MELCC, le tableau ci-dessous en effectue le bilan.

Tableau 1 : Bilan des enjeux et des préoccupations du projet Horne 5

Type	Enjeux	Préoccupations particulières	Principales composantes du projet
Technique	Gestion des résidus	• Contrôle des risques et suivis	• IGRM • Conduites
	Fermeture	• Qualité des mesures prévues	• Complexe minier • IGRM
	Planification d'urgence	• Identification des conséquences et mesures prévues	• Complexe minier • IGRM et conduites
Milieu physique	Qualité de l'air	• Arsenic • Émissions atmosphériques • GES et changements climatiques	• Complexe minier
	Qualité de l'eau et des sols	• Métaux • Infiltration de contaminants • Dépôt de poussières présentes dans l'air	• Complexe minier • IGRM et conduites
Milieu biologique	Biodiversité et espèces à statut	• Circulation de la faune • Perte d'habitat	• IGRM • Conduites
	Habitats terrestres	• Milieux humides • Milieux forestiers	• IGRM et conduites
	Habitat du poisson	• Qualité des habitats ou pertes	• IGRM • Conduites
Milieu humain	Intégration à la dynamique socioéconomique du milieu	• Pénurie de main-d'œuvre • Formation • Pressions sur le logement, les infrastructures et les services à la population	• Ensemble du projet
	Retombées socioéconomiques	• Approvisionnement local et régional • Attraction de la main-d'œuvre • Retombées ou implication financière en exploitation	• Ensemble du projet

Type	Enjeux	Préoccupations particulières	Principales composantes du projet
	Cohabitation	• Vibrations et sismicité (Complexe minier) • Bruit • Circulation • Formes d'utilisation actuelle du territoire (p.ex., sentiers quad et motoneiges, etc.)	Ensemble du projet
	Santé physique, psychologique, qualité de vie et cohésion sociale	• Impacts sur la santé selon les impacts appréhendés • Modification à la qualité de vie selon les impacts appréhendés • Relations avec le public, les parties prenantes et les premières nations	• Ensemble du projet

6 Commentaires particuliers sur des enjeux non approfondis dans la démarche

La démarche de documentation des enjeux faite par Falco s'est concentrée autour des principales préoccupations mises de l'avant et identifiées par les acteurs et la population en regard de l'insertion du projet Horne 5 dans la dynamique actuelle présente dans la communauté. Pour les autres enjeux qui demeurent présents, mais qui n'ont pas été approfondis spécifiquement dans le cadre de la démarche, certaines observations doivent être faites pour des aspects qui semblent particulièrement importants en regard de l'acceptabilité sociale du projet.

6.1 Les retombées socioéconomiques en exploitation (contribution du projet)

Lors des entretiens auprès des intervenants, plusieurs attentes, idées ou espoirs ont été formulés envers la **participation financière directe** de Falco à différents projets ou organismes du territoire afin d'appuyer ces derniers qui s'impliquent dans la résolution des enjeux présents dans la communauté puisque le projet Horne 5 pourrait ajouter des pressions sur ces derniers. Jusqu'à maintenant, les engagements de Falco sont demeurés peu détaillés quant à la vision et à la nature de son implication lors de l'exploitation minière. De plus en plus d'attentes sont formulées envers une formule quelconque de partage de bénéfice à l'échelle municipal (voir BAPE projet minier Matawinie). Tout même, jusqu'à maintenant, on peut noter que ce sont plus de 25 millions$ qui ont été investis par Falco dans la communauté sans même avoir de projet autorisé et en exploitation.

Ce volet doit être précisé puisqu'il fera certainement l'objet de discussions ou de questionnements particuliers des intervenants et de la population d'ici l'autorisation du projet et qu'il est envisageable que les demandes envers Falco soient significatives et variées et devenir des sources potentielles de friction.

Trois pistes sont identifiées pour Falco et son projet Horne 5 :

- Établir le plus rapidement possible une politique de gestion des dons, de participation financière et de commandites qui précise les façons de faire qui seront mises en place pour traiter équitablement les demandes et qui préciseront des critères favorisés par Falco dans sa prise de décision (p.ex. objectifs, valeurs, calcul de valeur, etc.);
- Clarifier ses engagements financiers lors de l'exploitation du projet : évaluation d'un montant, mise en disponibilité des montants (versement financier ou par projet), etc.;

  Finaliser une politique d'approvisionnement : pour son projet Horne 5, Falco priorise les achats auprès de fournisseurs de l'Abitibi-Témiscamingue (distributeurs, manufacturiers ou entreprises de services). À prix concurrentiels, l'achat local est donc privilégié. Les fournisseurs locaux en mesure de fournir les biens ou les services dont Falco a besoin pour son projet sont sollicités et sélectionnés selon des critères précis. Parmi ceux-ci, les manières dont le fournisseur contribue positivement à la collectivité ou encore dont il souscrit aux enjeux présents peuvent faire partie de critères distinctifs.

6.2 Les communications sur le projet et l'interaction avec le milieu

Globalement, le **travail effectué par Falco en ce qui concerne la communication et la consultation locale est jugé positif et sérieux**[3]. La nature des échanges et des informations sont satisfaisants, la perception est que Falco traite avec rigueur les enjeux et les questions posées de manière à répondre aux enjeux locaux. La **diversité des intervenants qui sont consultés, de même que l'ouverture, la collaboration et l'écoute dont a fait preuve Falco jusqu'à maintenant ont également été soulignées**.

[3] Voir l'annexe 2 pour une synthèse des principales rencontres de consultation effectuées par Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020

Le sondage a permis de préciser les principaux moyens de communication utilisés par les citoyens pour s'informer sur Falco ou le projet Horne 5. Parmi l'ensemble des moyens mis à la disposition de la population par Falco, les communications sur le projet dans les journaux, à la radio ou à la télévision ont été les plus utilisés (64,7 %) suivis par, les médias sociaux (55,2 %), les communications et les activités médiatiques entourant la construction de l'agrandissement du complexe La Source-Polymétier (51,3 %), les communiqués de presse (38,6 %), les communications et activités médiatiques entourant la construction des terrains multisports au parc Saint-Luc (34,3 %) et le site Internet de Falco (32,8 %). Si les communications sur le projet, journaux, radio ou télévision, ont été le moyen le plus utilisé par les répondants âgés de 60 ans et plus (73,2 %), les plus jeunes (soit les 44 ans et moins) ont principalement eu recours aux médias sociaux (66,9 %) pour s'informer.

Dans le cadre des entretiens auprès des intervenants, plusieurs ont **cependant mentionné sentir un ralentissement dans les communications et dans les interactions de Falco avec la communauté** à compter de 2019 jusqu'à maintenant. Ce ralentissement est perçu globalement de manière négative et ces derniers souhaitent une accélération des communications et des interactions avec Falco avant les prochaines étapes d'autorisation environnementale. L'opinion générale est que l'enjeu d'une saine cohabitation passe également par la communication, l'interaction, le partage de connaissance et la compréhension. Autant les gens d'affaires, les groupes de la communauté et la population doivent pouvoir s'asseoir ensemble et discuter afin de se comprendre et de parvenir à développer des projets respectueux de tous.

Trois pistes sont identifiées pour Falco et son projet Horne 5 :

- Préparer et appliquer pour 2022 un plan de communication pour le projet Horne 5 afin d'améliorer l'information disponible sur le projet dans la collectivité et qui permet de rejoindre l'ensemble de la population (l'impression étant que Falco est plutôt concentré sur ses grandes parties prenantes);
- Mettre à jour son plan d'engagement et d'interaction avec le milieu pour 2022 adapté aux prochaines étapes du projet et en s'assurant de donner suite aux enjeux d'intégration du projet dans la communauté. Le plan doit aussi assurer une relance des démarches auprès des peuples autochtones en lien avec le projet;
- Envisager des ajustements à la composition du comité consultatif (mieux rejoindre le citoyen) et à la communication des travaux qui y sont faits.

6.3 Les impacts cumulatifs et leur suivi

Les impacts cumulatifs sont ceux qui peuvent s'additionner au projet Falco dans la communauté. En regard des projets miniers dans le secteur de Rouyn-Noranda, certains individus ont identifié le projet minier Wasamac situé à 15 km à l'ouest de Rouyn-Noranda entre les quartiers Évain et Arntfield qui est présentement à l'étape de la préparation de son évaluation environnementale. Il devient de plus en plus difficile pour le milieu de gérer les projets et les grands employeurs au cas par cas et leurs répercussions sur le milieu. Une vision et un partenariat d'ensemble procureraient des avenues de solution additionnelles.

Deux pistes sont identifiées pour Falco et son projet Horne 5 :

- Solliciter de grands promoteurs ou employeurs pour envisager un plan de travail commun sur la prévention et la gestion des impacts combinés des grands projets et, si possible, **en misant également sur la participation d'autres minières, grands employeurs privés de la communauté et de parties prenantes de la collectivité.**
- **Suite à l'implication de grands promoteurs ou employeurs, de la Ville de Rouyn-Noranda et d'autres partenaires,** Falco pourra initier avec la participation de tous un programme de suivi social couvrant des aspects qui excèdent uniquement le projet Horne 5 et basé sur les grands enjeux du milieu. Ce suivi spécifique pourrait, par exemple, prendre la forme d'une enquête élargie aux 3 ans via le comité de suivi de la mine qui sera mis en place (et qui rassemblera des acteurs du milieu). Cela sera possible si la concertation et la mobilisation des participants fonctionnent bien. Les enjeux couverts devront être définis avec les participants, mais il pourrait s'agir, par exemple, de : situation du logement, disponibilité et roulement de la main-d'œuvre non spécialisée chez les employeurs locaux, formation et décrochage scolaire, place dans les écoles et garderie, circulation, etc.

7 Conclusion

Les résultats de la démarche indiquent jusqu'à maintenant une opinion générale relativement positive du projet Horne 5 et des efforts de Falco afin d'en favoriser l'intégration au territoire. L'entreprise étant présente et investie localement et dans la région depuis quelques années déjà, les résultats obtenus sont une indication du niveau de satisfaction et de confiance envers cette dernière et son projet, du respect accordé à la communauté dans le développement du projet et de sa volonté et de son ouverture pour proposer un projet soucieux du contexte environnemental et social dans lequel il s'insère.

Il n'en demeure pas moins des enjeux présents dans la communauté et qui constituent des défis particuliers d'intégration du projet Horne 5 à la collectivité : main-d'œuvre et emplois, formation, logements, services de proximité, milieu de vie et cohésion sociale, en plus de préoccupations environnementales citoyennes plus marquées (air, eau, sol, certaines nuisances et risques environnementaux).

Les attentes soulignées dans le cadre de la démarche d'approfondissement auprès des intervenants du territoire et de la population sont d'abord à l'effet que Falco puisse ajuster les mesures prévues à son projet Horne 5 pour réduire autant que possible les pressions additionnelles découlant de son projet sur ces enjeux. Ensuite, il est souhaité que Falco participe aux synergies présentement en place dans la communauté pour la mise en place de solutions d'ensemble travaillées par la communauté. Le cas échéant, Falco pourrait initier de telles synergies avec ses partenaires. La progression du projet Horne 5 pourrait aussi s'avérer un moment privilégié pour rassembler d'autres entreprises du secteur minier ou d'autres entreprises locales dans la recherche de partenariat et de solutions globales, plutôt qu'une simple approche de projet par projet.

Le tableau 2 ci-après conclut le Bilan stratégique en regroupant les principales avenues ou pistes touchant directement le projet Horne 5 à partir de l'ensemble des consultations réalisées.

En final, il faut retenir de ce bilan stratégique que Falco devrait se doter de quelques outils hautement structurants en réponse aux enjeux présents dans la communauté et qui constituent des défis d'intégration pour le projet Horne 5 :

- Plan engagement et d'interaction avec le milieu pour 2022
- Plan de communication visant à accentuer la visibilité et les informations sur le projet pour 2022
- Principales composantes d'un programme de suivi social proposé pour le projet en fonction des enjeux et des préoccupations de la collectivité
- Plan détaillé d'employabilité afin de faire connaître les intentions et objectifs de Falco et un meilleur arrimage avec les particularités du territoire
- Politique d'approvisionnement local et responsable pour influencer le choix des fournisseurs

Il s'agit ainsi des bases d'intervention durables à la progression de l'analyse environnementale du projet auprès du MELCC et de la communauté.

Tableau 2 : Synthèse des avenues touchant directement le projet Horne 5 en réponse aux constats du Bilan stratégique

Enjeux présents dans la communauté	Avenue ou pistes en lien direct avec le projet Horne 5
1. Main-d'œuvre et emplois	› Préparer et divulguer le plus rapidement possible un plan détaillé d'employabilité du projet (volet 1) précisant le nombre d'emplois par spécialité et les formations recherchées afin **d'initier aussitôt que possible une stratégie complète d'intéressement et de formation adaptée** : p.ex. permettre aux entités assurant la formation de se préparer et aux personnes désirant suivre les formations de s'y inscrire, moyens pour favoriser l'accès des femmes aux emplois, embauche de travailleurs de communautés autochtones, personnes à mobilité réduite, stigmatisées, reconnaître au moment de l'embauche la persévérance scolaire (diplomation obligatoire, âge minimum requis, etc.). › Miser autant que possible sur le développement de nouvelles technologies et l'autonomisation des opérations minières avec des partenaires de la région pour atténuer les pressions sur la main-d'œuvre locale.
2. Formation	› Préparer et divulguer le plus rapidement possible un plan détaillé d'employabilité du projet (volet 2) : précisant qui en plus du volet 1 mentionné comme mesure pour l'enjeu de la main-d'œuvre et de l'emploi, comprendra un volet formation. **Au niveau de la formation, il peut impliquer Emploi Québec, le Centre de services scolaire de Rouyn-Noranda, la Corporation de la formation professionnelle et de l'enseignement supérieur à Rouyn-Noranda, les Premières Nations, les personnes immigrantes, etc.** › Valoriser la reconnaissance de la persévérance scolaire : en se dotant de critères à l'embauche (p.ex. âge minimum, niveau de formation), en offrant des programmes de stage ou en organisant des formations spécialisées, en offrant une ou des bourses. › Combler des compétences professionnelles ou personnelles chez les travailleurs de Falco par deux types de programmes : 1. Programme préparatoire à l'emploi (formation professionnelle), 2. Programme d'accompagnement des employés (formation personnelle et sociale, p.ex. gestion de budget, épargne, conditions sociales). **De tels programmes pourraient être offerts en partenariat avec des acteurs ou organismes spécialisés du territoire.** › Assujettir les travailleurs de Falco à une politique de ressource humaine anti-discrimination, racisme ou intimidation et de bon comportement dans la communauté. Tout employé en défaut pourra faire preuve de sanction allant jusqu'à la perte d'emploi. **Offrir avec des partenaires du milieu du soutien aux travailleurs qui nécessitent un accompagnement.**
3. Logement	› Envisager la mise en place de campements temporaires pour les travailleurs en période de construction qui pourraient ensuite être cédés à des promoteurs et transformés en logements permanents offerts à la population ou aux travailleurs de Falco. › Pour les travailleurs de Falco qui proviennent de l'extérieur de la région (pas de logement), regrouper la demande en logement afin de solliciter des promoteurs immobiliers qui pourraient prendre à charge des logements avec location hybride (partie pour des travailleurs de Falco et partie pour la population).

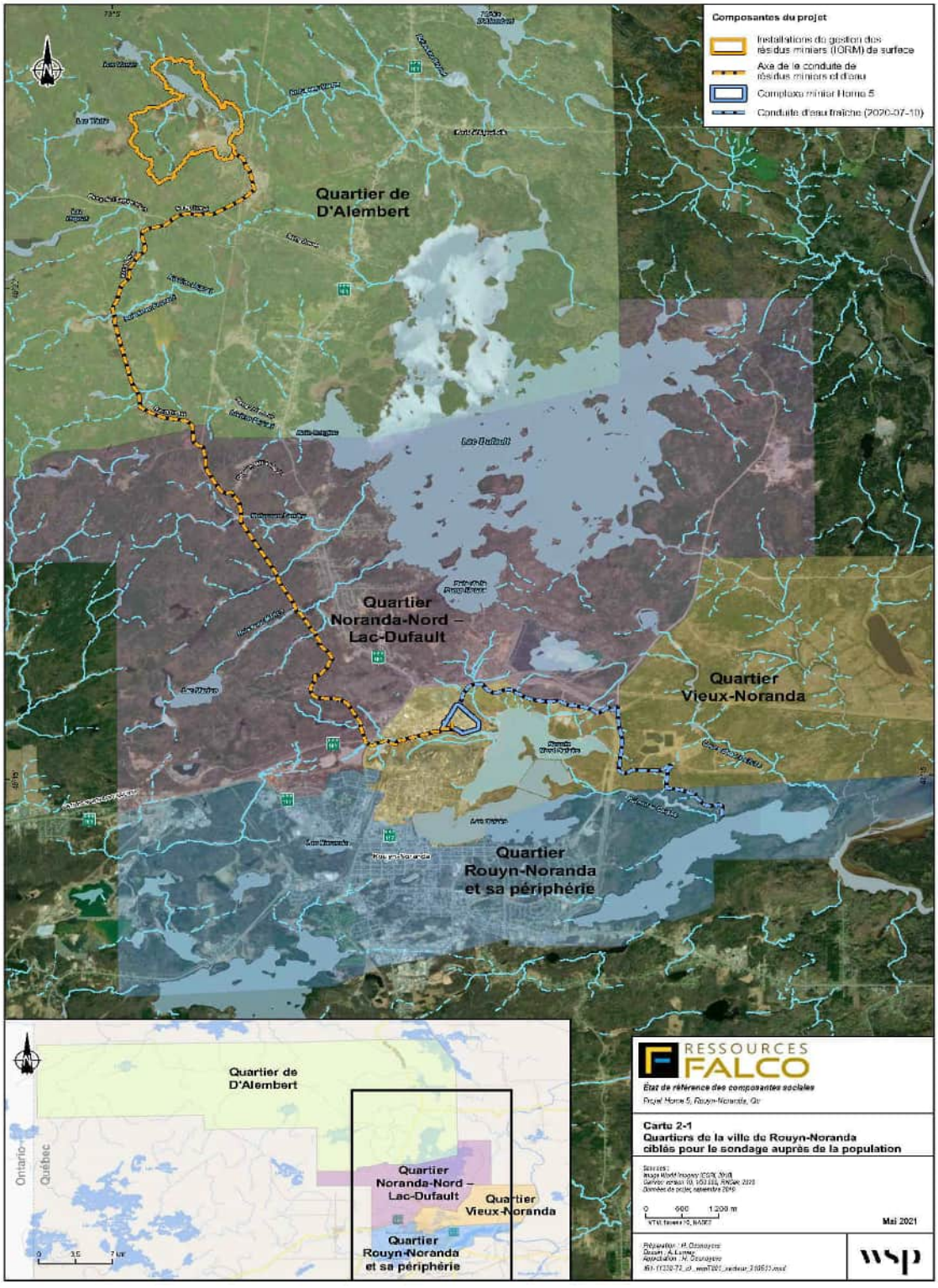
Enjeux présents dans la communauté	Avenue ou pistes en lien direct avec le projet Horne 5
4. Services de proximité, milieu de vie et cohésion sociale	› **Santé :** o Instaurer pour leurs travailleurs des services en télémédecine ou participer à des programmes d'assurance collective en ce sens. › **Transport et circulation:** o Discuter avec le gestionnaire du transport en commun régional pour faire connaître les besoins potentiels des employés de Falco afin de créer des parcours adaptés dans l'objectif de favoriser les déplacements par transport collectif. o Favoriser une meilleure connexion du site minier avec le réseau de transport actif présent dans le milieu pour favoriser le transport actif (vélos, vélos électriques, marche, course à pied, etc.) et prévoir des installations sur le site pour desservir ces individus (douches, stationnement sécuritaire, etc.) ; o Organiser des circuits de covoiturage (ou minibus). › **Cohésion sociale :** o Combler des compétences professionnelles ou personnelles chez les travailleurs de Falco par deux types de programmes : 1. Programme préparatoire à l'emploi (formation professionnelle), 2. Programme d'accompagnement des employés (formation personnelle et sociale, p.ex. gestion de budget, épargne, conditions sociales). De tels programmes pourraient être offerts en partenariat avec des acteurs ou organismes spécialisés du territoire. o Assujettir les travailleurs de Falco à une politique de ressource humaine anti-discrimination, racisme ou intimidation et de bon comportement dans la communauté. Tout employé en défaut pourra faire preuve de sanction allant jusqu'à la perte d'emploi. Offrir avec des partenaires du milieu du soutien aux travailleurs qui nécessitent un accompagnement.
5.Préoccupations environnementales citoyennes	› **Communication :** o S'assurer de demeurer transparent et honnête envers les impacts du projet et rejoindre l'ensemble de la population, et non pas uniquement des parties prenantes ciblées (un programme continu et connu doit être mis en place); o Mieux illustrer quels sont les bénéfices environnementaux du projet, ainsi que les efforts placés pour éviter ou limiter les impacts dans les choix de conception et d'opération du projet. › **Accorder une importance aux enjeux environnementaux plus globaux** comme les GES afin de limiter la contribution de Falco à ces derniers. › Mettre à jour un tableau-résumé des principaux enjeux de réalisation du projet, l'ensemble des mesures d'atténuation ou de bonification, les choix de conception, les engagements additionnels en matière d'intervention d'urgence, de surveillance et de suivi environnemental qui ont été pris par Falco pour y répondre.
6. Autres enjeux	› **Retombées socioéconomiques en exploitation (contribution du projet) :** o Établir le plus rapidement possible une politique de gestion des dons, de participation financière et de commandites qui précise les façons de faire qui seront mises en place pour traiter équitablement les demandes et qui préciseront des critères favorisés par Falco dans sa prise de décision (p.ex. objectifs, valeurs, calcul de valeur, etc.);

Enjeux présents dans la communauté	Avenue ou pistes en lien direct avec le projet Horne 5
	○ Clarifier ses engagements financiers lors de l'exploitation du projet : évaluation d'un montant, mise en disponibilité des montants (versement financier ou par projet), etc.; ○ Finaliser une politique d'approvisionnement : pour son projet Horne 5, Falco priorise les achats auprès de fournisseurs de l'Abitibi-Témiscamingue (distributeurs, manufacturiers ou entreprises de services). À prix concurrentiels, l'achat local est donc privilégié. Les fournisseurs locaux en mesure de fournir les biens ou les services dont Falco a besoin pour son projet sont sollicités et sélectionnés selon des critères précis. Parmi ceux-ci, les manières dont le fournisseur contribue positivement à la collectivité ou encore dont il souscrit aux enjeux présents peuvent faire partie de critères distinctifs. › **Les communications sur le projet et l'interaction avec le milieu :** ○ Préparer et appliquer pour 2022 un plan de communication pour le projet Horne 5 afin d'améliorer l'information disponible sur le projet dans la collectivité et qui permet de rejoindre l'ensemble de la population (l'impression étant que Falco est plutôt concentré sur ses grandes parties prenantes); ○ Mettre à jour son plan d'engagement et d'interaction avec le milieu pour 2022 adapté aux prochaines étapes du projet et en s'assurant de donner suite aux enjeux d'intégration du projet dans la communauté. Le plan doit aussi assurer une relance des démarches auprès des peuples autochtones en lien avec le projet; ○ Envisager des ajustements à la composition du comité consultatif (mieux rejoindre le citoyen) et à la communication des travaux qui y sont faits. › **Les impacts cumulatifs :** ○ Solliciter de grands promoteurs ou employeurs pour envisager un plan de travail commun sur la prévention et la gestion des impacts combinés des grands projets et, si possible **en misant également sur la participation d'autres minières, grands employeurs privés de la communauté et de parties prenantes de la collectivité.** ○ **Suite à l'implication de grands promoteurs ou employeurs, de la Ville de Rouyn-Noranda et d'autres partenaires,** Falco pourra initier avec la participation de tous un programme de suivi social couvrant des aspects qui excèdent uniquement le projet Horne 5 et basé sur les grands enjeux du milieu. Ce suivi spécifique pourrait, par exemple, prendre la forme d'une enquête élargie aux 3 ans via le comité de suivi de la mine qui sera mis en place (et qui rassemblera des acteurs du milieu). Cela sera possible si la concertation et la mobilisation des participants fonctionnent bien. Les enjeux couverts devront être définis avec les participants, mais il pourrait s'agir, par exemple, de : situation du logement, disponibilité et roulement de la main-d'œuvre non spécialisée chez les employeurs locaux, formation et décrochage scolaire, place dans les écoles et garderie, circulation, etc.

Annexe 1

Délimitation des quartiers pour le sondage




Composantes du projet
Installations de gestion des résidus miniers (IGRM) de surface
Axe de la conduite de résidus miniers et d'eau
Complexe minier Horne 5
Conduite d'eau fraîche (2020-07-10)
Quartier de D'Alembert
Lac Dufault
Quartier Noranda-Nord – Lac-Dufault
Quartier Vieux-Noranda
Quartier Rouyn-Noranda et sa périphérie
Ontario
Québec
0 3,5 7 km
RESSOURCES FALCO
État de référence des composantes sociales
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Carte 2-1
Quartiers de la ville de Rouyn-Noranda ciblés pour le sondage auprès de la population
0 600 1 200 m
Mai 2021
wsp

Annexe 2

Liste des rencontres de consultation effectuées par Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020



Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2021

2021	Thèmes abordés
Séances virtuelles d'information (2)	
6 mai 2021 – AGA de la CCIRN	- Présentation lors de l'AGA de la CCIRN sous le thème : Ressources Falco : Perspectives et avancées du projet Horne 5
13 janvier 2021 – ICM – Section Val-d'Or	- Présentation du projet Horne 5
Rencontres du Comité consultatif (2)	
2 décembre 2021 *(17 participants)*	- Mise à jour sur le projet Horne 5 - Mise à jour du Plan d'engagement et d'interactions des parties prenantes - Interactions avec les Premières Nations - Élaboration de la stratégie ESG
15 avril 2021 *(18 participants)*	- Mise à jour sur le projet Horne 5 - État de référence des indicateurs sociaux du projet Horne 5 – Protocole de suivi des composantes sociales - Présentation sur le dénoyage
Rencontres privées avec diverses organisations (3)	
15 décembre 2021 – Atelier ESG *(16 participants)*	- Atelier en vue de l'élaboration de la stratégie ESG de Falco. Consultation des parties prenantes.
9 juin 2021 – Rencontre technique (virtuelle) sur la mise en valeur du gisement Horne 5 *(21 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 - Dénoyage – Mise en valeur (construction, plan de dénoyage) - Synergies potentielles - Période de questions
25 janvier 2021 – Rencontre avec l'UQAT *(8 participants)*	- Proposition de collaboration entre l'UQAT et Ressources Falco Ltée (recherche et développement)
Rencontres privées avec des citoyens (4)	
26 novembre 2021 – Rencontre avec un nouveau membre du Comité consultatif	- Présentation du projet Horne 5 et des activités du Comité consultatif
24 novembre 2021 – Rencontre avec un nouveau membre du Comité consultatif	
21 octobre 2021 – Rencontre avec un candidat à la mairie de R-N à sa demande	- Présentation du projet Horne 5
4 octobre 2021 – Rencontre avec un candidat à la mairie de R-N à sa demande	- Présentation du projet Horne 5
Rencontres citoyennes (1)	
1er décembre 2021 – Rencontres avec les résidents des quartiers D'Alembert et lac Duprat (2 séances en raison de la limitation des participants due aux mesures sanitaires Covid-19) *(23 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 (localisation, composantes, gisement, etc.) - Travaux de mise en valeur - Gestion des résidus miniers - Relations avec la communauté - Modélisation de la dispersion atmosphérique - Ambiance sonore - Simulation des bris de digues et de conduites - Simulation visuelle

Rencontre virtuelle avec la DSP (1)	
7 octobre 2021 – Rencontre avec la Direction de la Santé Publique *(7 participants)*	- Présentation des grandes lignes du projet Horne 5 - Présentation des résultats de la modélisation et des études complétées concernant les émissions atmosphériques, l'impact du projet sur la santé humaine et la question des vibrations qui pourraient être générées par le projet Horne 5 - Échanges sur les préoccupations de la DSP et réponses aux questions
Rencontre avec le Comité ARET-RN (1)	
5 octobre 2021 – Rencontre avec le Comité Arrêt des Rejets et Émissions Toxiques de Rouyn-Noranda *(6 participants)*	- Présentation des grandes lignes du projet Horne 5 - Présentation des saillants de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE), y compris la question des émissions atmosphériques - Échanges sur les préoccupations des membres du comité ARET et réponses aux questions
Rencontre initiée par le Comité du Vieux Noranda (1)	
10 mars 2021 – Rencontre de consultation dans le cadre du Plan de développement du Vieux Noranda *(6 participants)*	- Échanges sur les différents aspects du quartier - Positionnement de Falco par rapport à l'avenir
Rencontre avec les Premières Nations (1)	
7 juin 2021 – Rencontre avec Timiskaming First Nation *(10 participants)*	- Présentation du projet Horne 5
Rencontre avec le secteur récréotouristique (1)	
16-06-2021 – Appel avec le Club Quad *(2 participants)*	- Mise à jour du projet Horne 5

Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2021

2020	Thèmes abordés
Rencontres virtuelles avec les médias (2)	
10 novembre 2020	- Falco procède au lancement de sa vidéo corporative La vidéo présente le projet Horne 5, situé au cœur de la ville de Rouyn-Noranda. L'équipe de Ressources Falco avec son approche innovante, son écoute attentive et ayant à cœur de minimiser les impacts environnementaux et sociaux dans une perspective de développement durable, propose de développer un projet d'envergure et qui sera la fierté des citoyens de la région de l'Abitibi-Témiscamingue.
27 octobre 2020	- Falco conclut des ententes avec Glencore Financement de 10 M$ par voie de débenture convertible et ententes d'écoulement qui, selon les termes, fera en sorte que Glencore achètera de Falco les concentrés de cuivre et de zinc produits durant la durée de vie de la mine Horne 5. Mise à jour du projet Horne 5 : Plan de travail avec Glencore, mise à jour des paramètres financiers du projet, de l'analyse économique et de l'échéancier du projet Horne 5. Poursuite des efforts afin de compléter le travail nécessaire pour répondre aux requêtes du gouvernement en lien avec le dépôt initial de l'étude d'impact sur l'environnement et d'amorcer le processus d'audiences publiques du BAPE à la moitié ou vers la fin de 2021.5 La Société travaillera de concert avec ses conseillers financiers afin d'obtenir le financement nécessaire au développement du projet Horne 5.
Séances virtuelles d'information (3)	
9 décembre 2020 – ICM – Section Rouyn-Noranda	- Présentation du projet Horne 5
9 novembre 2020 – Conseil de ville de Rouyn-Noranda	- Présentation de la vidéo corporative et mise à jour du projet Horne 5
27 octobre 2020 – CCIRN *(~36 participants)*	- Mise à jour du projet Horne 5
Rencontres du Comité consultatif (3)	
2 novembre 2020 *(13 participants)*	- Retour sur l'entente de prêt et les ententes d'écoulement conclues avec Glencore - Retour sur le lancement de la vidéo corporative du projet Horne 5 - Sondage à la population
26 mai 2020 *(16 participants)*	- État de référence des indicateurs sociaux du projet Horne 5 – Protocole de suivi des composantes sociales - En préparation pour le BAPE (études en cours, etc.)
4 février 2020 *(17 participants)*	- Plan de fermeture du parc à résidus (sujet technique) - Impacts du projet Horne 5 sur l'utilisation du territoire (motoneigistes, quads, tracé des conduites, piste cyclable, parc à résidus, chasseurs, trappeurs, érablières, transport du stérile, lacs Dufault et Duprat) - Réflexion sur la cohésion sociale

Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020 (suite)

2020	Thèmes abordés
Rencontres privées avec des citoyens (7)	
26 novembre 2020 – Rencontre avec un chasseur à proximité des IGRM	- Présentation du projet Horne 5, discussion sur les activités à venir, l'utilisation du territoire et le tracé des conduites de résidus
26 novembre 2020 – Rencontre avec des propriétaires d'une érablière à proximité des IGRM	
12 novembre 2020 – Rencontre avec des représentants du Regroupement des Locataires des Terres publiques du Québec	
29 septembre 2020 – Rencontre avec un chasseur à proximité des IGRM	
10 mars 2020 – Rencontre avec des propriétaires d'une érablière à proximité des IGRM	
6 février 2020 – Rencontre avec des chasseurs à proximité des IGRM	
5 février 2020 – Rencontre avec un trappeur à proximité des IGRM	
Rencontre Table interministérielle (1)	
13 juillet 2020 – Représentants du MERN, MELCC, MTQ, MFFP *(21 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 : Exploitation minière; traitement du minerai; infrastructures; gestion des résidus; processus d'autorisation; enjeux de mise en valeur; enjeux de recevabilité; autres enjeux miniers; IGRM; relations avec la communauté; retombées économiques; prochaines étapes
Rencontres avec les ONG (Golder, OBVT, OBVAJ, SESAT, CREAT, VRN) **(3)**	
16 juin 2020 *(15 participants*)	- Présentation et discussion des impacts du projet Horne 5 sur l'eau (eaux de surface et souterraines), études de bris de digues et de conduites, etc.
9 juin 2020 *(15 participants)*	
2 juin 2020 *(15 participants)*	
Rencontre avec Ville et villages en santé Rouyn-Noranda (VVS R-N) (1)	
13 mars 2020 *(3 participants)*	- Discussion sur la façon dont Falco et son Comité logement pourraient s'intégrer et collaborer aux activités sur le logement (concertation logement et habitation Rouyn-Noranda, forum logement)
Plusieurs autres rencontres avec la Ville de Rouyn-Noranda (VRN) et autres parties prenantes (ex. : instances gouvernementales, organismes environnementaux et récréotouristiques)	- Écocentre, Centre de tri, passage des conduites de dénoyage, droits de passage, terrains de soccer, etc.

Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020 (suite)

2019	THÈMES ABORDÉS
Rencontres citoyennes (2)	
2 décembre 2019 – Rencontre avec les résidents des quartiers Noranda-Nord–Lac Dufault *(~50 participants)*	- En tant que proches voisins des installations du projet Horne 5 (Complexe minier Horne 5 [CMH5] ou installations de gestion des résidus miniers [IGRM]), séance d'information sur le projet et ses composantes afin de favoriser le dialogue et répondre aux questions et préoccupations des citoyens
29 octobre 2019 – Rencontre avec les résidents des quartiers D'Alembert et lac Duprat *(~26 participants)*	
Rencontres du Comité consultatif (3)	
10 septembre 2019 *(18 participants)*	- Protection de la source d'eau potable (sujet technique) - Portrait général sur la prévision de la main-d'œuvre et politique d'embauche - Présentation par la Mosaïque – portrait des nouveaux arrivants et services offerts - Retour sur la situation du logement - Programme de suivi des impacts sociaux – indicateurs psychosociaux
4 juin 2019 *(16 participants)*	- Présentation du plan de consultation et d'interaction avec le milieu pour 2019 - Sismicité et vibration - Préoccupations sociales traitées dans l'ÉIE et mesures d'atténuation ou engagements prévus - Sélection des problématiques sociales prioritaires - Programme de suivi des impacts sociaux et méthodes d'enquête
5 février 2019 *(13 participants)*	- Présentation des participants (tour de table) - Mandat, objectif et mode de fonctionnement du Comité consultatif - Présentation du code de déontologie et confidentialité – discussion et approbation - Introduction (sommaire du projet Horne 5 et mise à jour du processus de consultation) - Thèmes des rencontres – tour de table pour s'enquérir des préoccupations et des sujets prioritaires à aborder lors des rencontres subséquentes - Calendrier des rencontres
Rencontres privées avec des citoyens (2)	
29 octobre 2019 – Rencontre avec un citoyen touché ou à proximité du tracé des conduites	- Tracé des conduites de résidus sur ou à proximité de terrains privés
28 octobre 2019 – Rencontre avec des citoyens touchés ou à proximité du tracé des conduites	- Tracé des conduites de résidus sur ou à proximité de terrains privés

Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020 (suite)

2019	Thèmes abordés
Rencontres avec le secteur récréotouristique (4)	
13 décembre 2019 – Rencontre de coordination avec le Club Motoneigiste, le Club Quad, le Club de golf Noranda, le MTQ et la VRN *(14 participants)*	- Tracés des conduites, droits de passage et travaux de caractérisation des sols
11 décembre 2019 – Rencontre avec le Club de golf Noranda	
4 octobre 2019 – Rencontre avec le Club de golf Noranda *(3 participants)*	
27 septembre 2019 – Rencontre avec le Club Motoneigistes et le Club Quad *(5 participants)*	
Rencontres avec la VRN (3)	
28 octobre 2019 *(8 participants)*	- Tracé des conduites - Centre de tri - Travaux de caractérisation des sols sur les lots de la ville - Travaux géotechniques débutant le 28 octobre - Suivi du bail, etc.
18 juillet 2019 *(~11 participants)*	- Protection de l'eau potable
3 juin 2019 *(7 participants)*	- Mise à jour du projet Horne 5; mise à jour du tracé des conduites de résidus vers le site Norbec, de certains travaux et de l'emplacement d'infrastructures; tracé des conduites d'eau fraîche vers le lac Rouyn, enlignements généraux notamment pour les tuyaux le long de la piste cyclable; centre de tri; travaux de caractérisation des sols sur les lots de la VRN; travaux géotechniques pour piliers de couronne au site Quémont; TIAM - Mise à jour du projet, échéancier et activités de consultation - Permis de dénoyage et processus d'ÉIE - Consultation des parties prenantes - Protection de la source d'eau potable – lac Dufault - Terrains de soccer
Rencontre avec la SESAT (1)	
17 janvier 2019 *(6 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 - Processus d'évaluation environnementale - Développement du parc à résidus - Qualité des eaux souterraines - Eaux de surface et sédiments - Hydrogéologie - Points de vue et paysage - Prochaines étapes
Rencontres avec des instances gouvernementales	- Présentation du projet Horne 5, de l'ÉIE, des enjeux et préoccupations, du projet de compensation pour la perte d'habitat du poisson, de l'utilisation du territoire, etc.

Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020 (suite)

2018	Thèmes abordés
Rencontres avec REVIMAT (2)	
7 novembre 2018 *(6 participants)*	- Rencontre technique sur le fonctionnement du parc à résidus Norbec et ses impacts
13 juillet 2018 *(7 participants)*	- Mise à jour du projet Horne 5 et présentation de l'ÉIE
Rencontre avec le ROC-RN (1)	
10 octobre 2018 *(6 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 et discussion sur les opportunités de collaboration
Rencontre avec l'OBVT (1)	
23 août 2018 *(7 participants)*	- Présentation de l'ÉIE
Rencontre avec VVS R-N (1)	
22 août 2018 *(6 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 et ses enjeux sociaux
Rencontre avec le CREAT (1)	
28 juin 2018 *(6 participants)*	- Mise à jour du projet Horne 5 et présentation de l'ÉIE
Rencontres avec les communautés autochtones (2)	
30 mai 2018 – Rencontre avec Pikogan *(6 participants)*	- Mise à jour du projet Horne 5 et visite des sites
28 mai 2018 – Rencontre avec Timiskaming First Nation	- Présentation du projet Horne 5 et discussion sur les opportunités de collaboration
Rencontres avec les établissements d'enseignement supérieur (4)	
25 avril 2018 – Rencontre avec le Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue *(4 participants)*	- Présentation de l'approche innovation du projet Horne 5
19 avril 2018 – Rencontre avec l'UQAT, département d'ingénierie *(4 participants)*	- Échanges sur ce que le département d'ingénierie de l'UQAT fait et discussion sur les besoins futurs de main-d'œuvre pour le projet Horne 5
10 avril 2018 – Rencontre avec la CSRN *(4 participants)*	- Discussion à propos d'un éventuel protocole d'entente pour la formation
29 mars 2018 – Rencontre avec le Cégep de Thetford Mines	- Échange potentiel de services
Rencontres publiques ou ciblées (3)	
8 novembre 2018 – Rencontre avec l'Association des riverains du lac Duprat *(~14 participants)*	- Présentation du projet et des mesures de mitigation
21 juin 2018 – Soirée portes ouvertes *(~157 participants)*	- Événement public portant sur l'ÉIE (composantes du projet, etc.) – Pour présenter les impacts et répondre aux questions des citoyens
6 juin 2018 – Rencontre avec le Conseil de quartier D'Alembert *(11 participants)*	- Présentation du projet Horne 5 et son ÉIE

Rencontres de consultation effectuées par Ressources Falco dans le cadre du projet Horne 5, 2018-2020 (suite)

2018	Thèmes abordés
Nombreuses autres rencontres avec des instances municipales, gouvernementales, récréotouristiques, etc.	- Présentation du projet Horne 5 et de ses impacts, utilisation du territoire, etc.

Annexe 3

Rapport détaillé : État de référence des composantes sociales – WSP, décembre 2021



Cette annexe du rapport de SNC Lavalin (2021) a été retirée puisque son contenu est présenté de façon intégrale à l'annexe 3 des Informations et études de support



SNC·LAVALIN

5500, boul. des Galeries
Québec (Québec) Canada G2K 2E2
418 621 9700
www.snclavalin.com

ANNEXE

ANNEXE 5

MODÉLISATION DU POTENTIEL SISMIQUE DU PROJET HORNE 5

Ressources Falco Ltée
230, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 7C1
Tél. : 819 917 3875
www.falcores.com

PAR COURRIEL

Rouyn-Noranda, le 5 août 2024

Monsieur Eric Chaize
Médecin conseil Santé et Environnement
Direction de santé publique
Centre Intégré de Santé et Services Sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue (CISSSAT)
1, 9e Rue
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 2A9

Objet : Modélisation du potentiel sismique du projet Horne 5
Ressources Falco Ltée

Monsieur Chaize,

À la suite de votre discussion avec Madame Hélène Cartier et Monsieur Martin Duclos, vous avez exprimé un intérêt pour les résultats de la modélisation numérique concernant le potentiel sismique du projet Horne 5. Vous trouverez ci-joints les documents suivants :

1. **Numerical Modelling and Risk Analysis** (2021_2158-HOR-002_RiskAnalysis_FINAL CORRECTED.pdf)

2. **Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration From Surface Mine Blasting** (RI-8507-Blasting-Vibration-1989-Org-Scanned-Doc.pdf)

Dans le document « Numerical Modelling and Risk Analysis », il est indiqué que l'événement sismique le plus significatif modélisé pourrait survenir en fin de production, soit environ 13 ans et 10 mois après l'excavation du premier chantier, et pourrait atteindre une magnitude de 3,5 sur l'échelle moment-magnitude (Mw 3,5). Cette échelle, préférée à l'échelle Richter pour quantifier la magnitude des séismes, se base sur le moment sismique, lié à l'aire de rupture et au déplacement causé par l'événement. L'échelle moment-magnitude est comparable à l'échelle Richter pour des magnitudes allant jusqu'à 7 à 8.

…2

L'échelle de Richter étant logarithmique, chaque point supplémentaire correspond à une multiplication par dix de l'amplitude des ondes sismiques. Par conséquent, un événement de Mr 3,5 serait huit fois moins puissant que l'événement de Mr 4,1 survenu au complexe Laronde le 24 juin 2024.

La modélisation indique également que cet événement de Mr 3,5 pourrait générer des amplitudes vibratoires maximales de 70 mm/s. Bien que les séismes naturels produisent généralement des événements de longue durée et de basse fréquence, les événements sismiques induits par l'exploitation minière ont, par contre, une durée beaucoup plus courte, soit dans l'ordre de 2 à 3 secondes.

Pour une meilleure compréhension des impacts potentiels sur les structures, nous vous recommandons de consulter le document de la *United States Bureau of Mines* (USBM - *Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration From Surface Mine Blasting*), notamment les pages 6 à 8. Par exemple, dans une étude, Richter indique que des dommages peuvent survenir à partir de vibrations de 156 mm/s à 1 Hz, ce qui serait bien au-delà des amplitudes anticipées pour un événement de Mr 3,5. Le potentiel de dommage dépend aussi de la durée des vibrations : des amplitudes de 156 mm/s à 1 Hz, telles qu'indiquées par Richter, pourraient ne pas causer de dommages si elles ne durent que quelques secondes, mais pourraient en provoquer si elles durent 25 à 30 secondes. En conséquence, un événement de Mr 3,5 (tel que modélisé pour le projet Falco Horne 5) générerait la moitié moins des amplitudes vibratoires considérées comme dommageables à une fréquence de 1 Hz, tout en étant d'une durée très courte ce qui limite d'autant plus le risque de bris.

Nous comprenons toutefois que le risque zéro n'existe pas et c'est pour cette raison qu'un programme d'inspection et d'intégrité des résidences et des infrastructures, associé à un programme de communication communautaire seraient mis en place avant le début des opérations.

Sachant que le potentiel d'événement plus significatif pourrait survenir environ 13 ans et 10 mois après l'excavation du premier chantier, nous nous sommes engagés à développer un programme d'instrumentation, de surveillance et de suivi de la sismicité qui permettrait de collecter de l'information sismique dès le début des opérations, ce qui permettrait de mieux comprendre la nature de la sismicité induite par le projet et mieux anticiper dans le temps le plus gros événement plausible en fonction des événements déjà enregistrés.

Bien entendu, si un tel événement survenait, un plan des mesures d'urgence préalablement défini avec les acteurs du milieu serait immédiatement déployé tant pour nos employé.es, le voisinage que pour la population rouynorandienne.

…3

Nous demeurons à votre disposition pour toute question supplémentaire.

Veuillez agréer, Monsieur Chaize, nos plus cordiales salutations.

Julie Brassard, ing.
Directrice, services techniques

Ressources Falco Ltée
230, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda (QC) J9X 7C1
Tél. : 819 917-3875 poste 226
Cell. : 819 763-9400
Courriel : jbrassard@falcores.com

p. j. - Numerical Modelling and Risk Analysis
- Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration From Surface Mine Blasting

c. c. Madame Hélène Cartier, vice-présidente, environnement, développement durable et relations avec les communautés – Ressources Falco Ltée

Monsieur Martin Duclos, directeur, environnement et relations avec les communautés – Ressources Falco Ltée

ANDRIEUX & ASSOCIATES
GEOMECHANICS CONSULTING, L.P.

A²GC

Technical Report

(REVISED FINAL VERSION)

Horne 5 Project
Numerical Modelling and Risk Analysis

Friday 19 March 2021
A2GC Ref.: 2158-HOR-002-20210319-FR

Prepared For:

Osisko Gold Royalties, Ltd. – Falco Resources, Ltd.
Horne 5 Project

Prepared By:

Amélie Ouellet, Eng.
Thierry Lavoie, Eng.
Nicolas St-Onge, Eng.
André-Michel Maheux, Eng.
Patrick Andrieux, Eng.

81 De Brésoles Street, Suite 309 / Montreal / Quebec / H2Y 0A1 / Canada.
Tel.: (int.) +1-514-379-1789 / info@a2gc.ca / www.a2gc.ca

Page left blank intentionally.

TABLE OF CONTENTS

Page

Executive Summary viii
Summaire exécutif xiv
1. Introduction and Background 1
2. Available Data 2
3. *FLAC3D* Model Construction 4
3.1 Choice of Numerical Modelling Code – *FLAC3D* 4
3.2 Model Geometry 5
3.3 Mechanical Properties 8
3.3.1 Trilinear Strength Envelope 8
3.3.2 Rock Mass Scale Strength 9
3.3.3 Mechanical Properties of the Major Faults 13
3.3.4 Paste Mechanical Properties 13
3.4 Stress Conditions 14
3.5 Mining Sequence 16
4. Seismic Potency Analysis 19
4.1 Methodology 19
4.2 Results and Comments 20
5. Geomechanical Risk Assessment 24
5.1 Mining Conditions Assessment 24
5.1.1 Risk of Mining Under High Stress Conditions 24
5.1.2 Risk of Mining Under Residual Conditions 31
5.1.3 Global Assessment 35
5.2 Dilution Risk 39
5.2.1 Methodology 39
5.2.2 Results and Observations 40
6. Evaluation of Major Infrastructure Location 43
6.1 Crushers 43
6.2 Garage 44
6.3 Shaft 45
6.4 Ore Passes 46

6.5 Ventilation Raises 48
6.6 Haulage Drifts Within the Ore Body 52
6.7 Note on the Smelter 53
6.8 Summary of Conclusions 54
7. Barrier Pillar 56
7.1 Barrier Pillar Stability 56
7.2 Large Seismic Events 58
8. Behaviour of the Major Faults 63
8.1 Plastic State 63
8.2 Stress Drop Analysis 64
8.2.1 Introduction to the Stress Drop Approach 64
8.2.2 Methodology 66
8.2.3 Results and Observations 67
8.2.4 Mitigation 72
9. Limitations 74
10. Recommendations 75
11. References 78

LIST OF FIGURES

Page

Figure 1. Views of the external *FLAC3D* model extent. 5
Figure 2. Views of the inside *FLAC3D* geometry. 6
Figure 3. Major faults included in the *FLAC3D* model. 7
Figure 4. Representation of the MS and SMS groups in the *FLAC3D* model. 8
Figure 5. Trilinear strength envelope (after Bewick *et al.*, 2017) 9
Figure 6. Methodology followed by Golder during the FS to derive the rock mass scale strength envelopes implemented in the *FLAC3D* model (example of the MS unit). 10
Figure 7. Intact rock Hoek-Brown curves for the six geology groups 11
Figure 8. Principal in situ stress gradients implemented in the *FLAC3D* model 15

Figure 9. Plan view showing the orientation of σ_1 relative to the Horne 5 ore body (after Golder, 2017a). 15

Figure 10. Elevation view looking north showing one mining step (stopes in red) within the global mining sequence. 16

Figure 11. Elevation view looking approximately north showing the two mining phases and the various pyramids planned at Horne 5 (after NI 43-101 [Falco Resources, Ltd., 2017]). 17

Figure 12. Seismic potency-based risk profile. 20

Figure 13. Plan views showing an example of stopes extracted at a sill pillar level that are generating a high seismic potency (L1490 at steps 136 and 137). 21

Figure 14. Plan views showing the example of a stope extracted in a converging mining front that is generating a high seismic potency (L1110 at steps 81 and 82). 22

Figure 15. Methodology implemented to assign a high stress risk rating to each stope from the normalized deviatoric stress in each of its numerical zones. 25

Figure 16. Decision tree to establish the global high stress risk rating categories. 26

Figure 17. Dataset (individual stopes) superimposed on the stope high stress risk rating criterion. 27

Figure 18. Risk profile for high stress mining conditions. 27

Figure 19. Example of stopes extracted under high stress conditions during the merging of the Phase 1 pyramids. 29

Figure 20. Comparison of the stress criterion based on the deviatoric stress and the alternative approach based on the proximity to peak. 31

Figure 21. Representation of the normalized plastic shear strain and damage limits. 32

Figure 22. Risk profile for mining under residual conditions. 33

Figure 23. Example of a stope extracted under residual conditions. 34

Figure 24. Decision tree to establish the *Combined* global risk rating category. 36

Figure 25. Global risk profile. 37

Figure 26. Annotated global risk profile. 38

Figure 27. Example of a stope with a *combined* risk (Stope 1790-0724-1). 38

Figure 28. Plan view showing examples of the “possible dilution” group definition. 40

Figure 29. Dilution risk profile. 41

Figure 30. Plan views showing examples of stopes rated with a *High* and *Low* dilution risk..... 42

Figure 31. Deviatoric stress and stress path at Phase 1 West and Phase 2 crusher location..... 44

Figure 32. Deviatoric stress and stress path at the garage location. 45

Figure 33. Deviatoric stress and stress path at the shaft location (on Level 1270)..... 45

Figure 34. View looking approximately south-west showing the ore pass groups. 46

Figure 35. Deviatoric stress and stress path at the Phase 1 West ore passes location (on levels 1270 and 950). 47

Figure 36. Deviatoric stress and stress path at Phase 2 West ore passes location (on L1520). 48

Figure 37. Deviatoric stress and stress path at Phase 2 East ore passes location (on L1370). 48

Figure 38. View looking approximately west showing the three ventilation raise groups. 49

Figure 39. Deviatoric stress and stress path at the location of ventilation raises above Phase 1 (on L0322). 50

Figure 40. Deviatoric stress and stress path at Phase 1 ventilation raises location (on L1310). ... 50

Figure 41. Deviatoric stress and stress path at Phase 1 ventilation raises location (on L1150). ... 51

Figure 42. Deviatoric stress and stress path at Phase 2 ventilation raises location (on L1880 and L1610). 51

Figure 43. Deviatoric stress and stress path at the location of the haulage drift on L1110 (driven in the ore body)..... 52

Figure 44. Deviatoric stress and stress path at the location of haulage drifts on L1070 and L1230 (driven in the ore body). 53

Figure 45. Views looking south showing total displacement at the end of Horne 5 mining. 54

Figure 46. Elevation views looking approximately south, showing the normalised plastic shear strain values in the barrier pillar for mining steps 49, 50, 62 and 99. 57

Figure 47. Plastic shear strain, and σ_1 and σ_3 magnitudes after Step 62 on Level 0870. 58

Figure 48. Generalised stress path plot showing the approximate correlation between stress path and failure violence, based on 80 stope case histories at Kidd Mine (from Board *et al.*, 2001)..... 59

Figure 49. Isometric view looking approximately south-west and plan view (at elevation 3,460 m) showing the location of the control points. 59

Figure 50. Isometric view looking south-west and plan view (cut at elevation 3,460) showing control points, > 0.5 and > 0.7 isocontours of the ($[\sigma_1 - \sigma_3] / UCS$) ratio at Step 99, as well as the stress path at two selected control points. 60

Figure 51. Isometric view looking approximately south showing the excavated stopes at Step 81. 61

Figure 52. Plastic state plots at the location of the major faults. 63

Figure 53. Conceptual (not to scale) Mohr-Coulomb failure envelopes and peak stress drops ($\Delta\tau$) for various types of failure. 65

Figure 54. Elevation views looking approximately south, showing mobilised sectors along the Andesite fault, colour-coded by the moment magnitude M_W of the maximum seismic event they can generate, for various $\Delta\tau$ threshold values. 68

Figure 55 Elevation view looking approximately south showing contours of calculated moment magnitudes M_W from each mobilised sector at Step 209. Stopes are shown in light red in front of the Andesite fault. 69

Figure 56. Graph showing the maximum calculated moment magnitude M_W along the Andesite Fault over the life of mine. The size of the circles reflects the magnitude of the events. 70

Figure 57. Graph showing the depth of the mobilised sectors (locations where seismic events are expected to occur) along the Andesite Fault over the life of mine. The size of the circles reflects the magnitude of the events. 70

Figure 58. Elevation view looking approximately south showing contours of calculated *PPV* values (in mm/s) expected on the ground surface from each mobilised sector at Step 209. Stopes are shown in light red in front of the Andesite fault. 72

Figure 59. Graph showing the maximum calculated *PPV* values (in mm/s) expected on surface over the life of mine. 73

LIST OF TABLES

Page

Table 1. CAD input data files used in the project. 2
Table 2. Intact rock mechanical properties. 11
Table 3. Field (rock mass scale) Hoek-Brown properties 12
Table 4. Bilinear Mohr-Coulomb envelopes implemented in the *FLAC3D* model. 12
Table 5. Orientation of major faults (after Golder, 2017c). 13
Table 6. Paste mechanical properties implemented in the *FLAC3D* model. 13
Table 7. In situ stress regime implemented in the *FLAC3D* model (after Golder, 2017a). 14
Table 8. Definition of the risk categories associated with the seismic potency analysis. 19
Table 9. Number of mining steps per seismic potency risk category. 20
Table 10. Definition of the risk categories for high stress conditions (after Cotesta *et al.*, 2014). 25
Table 11. Number of stopes per high stress risk category. 28
Table 12. Definition of the risk categories for residual conditions. 33
Table 13. Number of stopes per residual conditions risk category. 33
Table 14. Number of stopes per global mining risk category. 37
Table 15. Definition of the risk categories for dilution. 40
Table 16. Number of stopes per dilution risk category. 41

DISTRIBUTION LIST

(Names in alphabetical order)

Osisko Gold Royalties – Falco Resources

Mrs. Julie Brassard
Mr. François Girard
Mr. Patrick Frenette
Mr. François Vézina
Mr. Victor Gauthier

A2GC

Files.

Release Notes

A draft version of this report (A2GC ref. 2158-HOR-002-20201130-01) was released on 30 November 2020 for review and comments by Osisko Gold Royalties / Falco Resources engineering personnel.

A final version (A2GC ref. 2158-HOR-002-20210125-F) was released on 25 January 2021, which was found on 15 March 2021 to contain an error in Section 8.2.3 in the estimation of the vibration amplitudes from potential seismic events along the Andesite fault.

This revised final version supersedes both documents.

Twelve (12) interim presentations were delivered to Osisko Gold Royalties / Falco Resources following the progress meetings of 12 May, 26 May, 02 June, 16 June, 23 June, 30 June, 15 July, 11 August, 18 August, 28 August, 10 September and 25 September 2020. Results presented in this report supersede results presented in those progress meetings.

Disclaimer of Liability

This document was prepared by Andrieux and Associates Geomechanics Consulting, L.P. (A2GC) for the sole use of the persons listed in the distribution list and the firms they represent. The material presented in this report is the result of the utmost care by, and reflects the best judgement of, A2GC and its associates in light of the available information that had been provided to A2GC and its associates at the time it was prepared, and/or the data collected and/or derived by A2GC and its associates over the course of the project. A2GC accepts no responsibility for any errors and/or omissions in the information it has been provided with by the Client and/or other parties at the start and during the completion of this project. This document is comprised of text, tables and figures, all of which are to be read and interpreted in the context of the whole report. Any use of this document by a third party (any entity other than the Client), or any reliance on it, or any decision based on it, are the sole responsibility of that third party. A2GC accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made, or actions taken, based upon the content of this document.



Please consider the environment before printing or photocopying this report.
If you must, two-sided printing on recycled paper is environmentally friendlier.

EXECUTIVE SUMMARY

The Horne 5 project is an underground gold project located within the city limits of the town of Rouyn-Noranda in the Abitibi region of northwest Quebec, in Canada. The main geomechanical challenges expected are related to a combination of strong and brittle rock mass conditions, deep mining (down to over 2 km below surface) and proximity to the historical Horne Mine above. The location on surface, nearly directly above, of the Glencore Horne smelter is another important aspect of the project.

Falco Resources, Ltd. has asked Andrieux and Associates Geomechanics Consulting, L.P. (A2GC) to conduct a numerical simulation of the entire Horne 5 feasibility study (FS) mining sequence and complete a geomechanical risk assessment based on the modelling results. The specific risk-related objectives were to: 1) evaluate the seismic potential at each modelling step; 2) establish a risk profile based on mining-induced stress and plasticity criteria; and, 3) verify that major infra-structure are planned in sectors unlikely to experience damaging mining-induced stress changes. Importantly, no additional geomechanical data were collected after the FS was published in 2017 – the analyses presented in this report are hence based on the same data.

The numerical modelling simulations were all completed using *FLAC3D*, an advanced explicit three-dimensional inelastic finite-difference program for continuum mechanics engineering applications. A mine-wide model was built, which encompassed all six dominant lithologies (Massive Sulphides, Semi-Massive Sulphides, Rhyolite, Diorite, Diabase and Andesite). Extensive work had been done during the FS to derive the mechanical properties of the various lithological units – in the absence of any new data, the same mechanical properties were retained. Four regional faults (the Andesite, Horne Creek, Strong and No Name) were also included in the model, represented by adding ubiquitous joints to the rock mass they intersected (while keeping the same intrinsic properties) based on the major faults general orientation. Paste backfill material was modelled as a strain-softening Mohr-Coulomb material with the mechanical properties derived during the FS. The in-situ stress regime was the same as was considered during the FS, installed tectonically to account for stiffer geological units attracting higher stresses than softer ones. The Horne 5 mining sequence analysed with the *FLAC3D* model is the one finalized during the FS, which encompasses 2,165 stopes. To limit computational time, as well as the storage of the model files, ten (10) stopes were mined at each modelling stage, for a total of 217 computed mining steps.

An analysis of the underground seismic potency was completed first, by quantitatively assessing the mining-induced energy released at each modelling step, based on the volume of rock undergoing inelastic deformation. The seismic potency can be related to the likelihood of seismic events. An associated relative risk level was derived for each modelling step. Note that no attempt was made to correlate the seismic potency results to the magnitude of possible seismic events. This remains an active field of research, which would have required significant field data to calibrate

at Horne 5. This analysis concluded that 28 out of the 217 modelling steps (13%) were rated with a *High* seismic potency, with 26 occurring during Phase 2 mining mainly in stopes punching into a highly stressed, but not yet damaged, sill pillar. Modelling steps rated with a *Moderate* seismic potency were related to similar situations (e.g., punching of sill pillars, primary stopes causing shearing of secondary stopes), but were associated with less energy release.

Modelling results were also used to establish various mining risk profiles, in terms of mining conditions during stope recovery. The assessment of the mining conditions was meant to evaluate how challenging mining a given stope can be expected to be. Two types of mining challenges were considered: mining under high stress conditions (i.e., in highly stressed ground that is nearing its peak strength) and mining under low / residual conditions (i.e., in damaged and relaxed ground). Stopes excavated in highly stressed areas are likely to generate seismicity, require rehabilitation and/or be affected by drilling challenges, potentially resulting in production uncertainties and risks, such as schedule delays, rework, and possibly some ore losses in the worst cases. On the other hand, stopes mined in highly damaged areas are likely to cause production delays (from rework and rehabilitation) and experiment drilling challenges, which also can cause production uncertainties and risks. The risks of mining under high stress and residual conditions were first evaluated separately, then merged into a single production risk profile.

A total of 109 stopes out of the 2,165 Horne 5 stopes (5%) met the *High* rating threshold of the 'Mining Under High Stress Conditions' risk category: 34 during Phase 1 and 75 during Phase 2 mining. This represents 4% of the 866 Phase 1 stopes, and 6% of the 1,299 Phase 2 stopes. It is also interesting to note that out of the 109 stopes rated *High*, 100 constituted the first block (the southern-most stope) of a north-south panel of stopes. This represents 12% of the 863 "first block" stopes. Only 1% of the "second block" stopes were rated *High* (6 stopes out of 661), and this percentage dropped lower as the number of blocks increased. This suggests that where high stresses concentrate, opening one stope is sufficient to cut the stresses and generate a stress shadow area.

Considering mining under low / residual conditions, 83 stopes out of the 2,165 Horne 5 stopes (4%) are forecasted to be excavated under "residual conditions": 26 during Phase 1, and 57 during Phase 2, representing 3% of the 866 Phase 1 stopes, and 4% of the 1299 Phase 2 stopes.

The risks of mining under high stress conditions and under residual conditions were merged into a single global production risk profile, meant to capture the mining conditions under which the Horne 5 stopes are forecasted to be mined. Only stopes to which a *High* risk was assigned for either the high stress or the residual conditions hazards were considered in the global risk profile. Each Horne 5 stope can hence globally be flagged as a *High Stress* stope, a *Residual Conditions* stope, or an *OK* stope. A fourth category was added to highlight stopes that would have a portion highly stressed and another portion highly damaged. Those stopes were called *Combined* stopes.

Overall, a total of 202 stopes (9% of the 2,165 Horne 5 stopes) are expected to be mined under challenging conditions. Importantly, these risk estimates are based solely on the expected mining-induced stress changes during mining – the challenge associated with geological structures and discontinuities, which are always possible, was not considered in these analyses, themselves sensitive to the threshold values retained for the various risk categories.

The dilution risk was evaluated in terms of the expected behaviour of the stopes during mucking – post-blasting conditions were hence considered in this case. Note that the dilution potential was only evaluated in the hanging wall and footwall of the stopes. Numerical zones that were damaged and deconfined, and located within a pre-set geometrical range in the walls were counted as dilution. The total dilution associated with one stope was summed (in terms of tonnes) and the percentage of dilution for that stope was computed (tonnes of dilution / extracted tonnes). A dilution risk rating (*Low*, *Moderate* or *High*) was then assigned per stope based on the percentage of dilution computed. A total of 104 out of the 2,165 Horne 5 stopes (5%) were rated *High* in terms of the dilution risk: 30 during Phase 1 mining (representing 3% of the 866 Phase 1 stopes) and 74 during Phase 2 mining (representing 6% of the 1,299 Phase 2 stopes). Here as well, these analyses only considered the effects of stress on sound rock – the occurrence in the stope walls of adverse structures or patches of poor ground could significantly increase the dilution levels, as would poor mining practices.

Geomechanical aspects of the major infrastructures were also examined in terms of the mining-induced stress variations at their planned locations. The infrastructures evaluated were the crusher chambers, garage, shaft, ore passes and main ventilation raises. The haulage drifts between L1030 and L1310, planned to be driven within the ore body, were also assessed. The analysis was conducted through the examination of control points within the *FLAC3D* model. The selected infrastructures were hence not explicitly added in the model as physical voids, but, instead, mining-induced stress changes were tracked at their location, where control points were set, throughout the mining sequence. Stress paths in the σ_1-σ_3 space and deviatoric stress graphs were then extracted to verify that the stress state at the proposed location of each major infrastructure at each modelled mining step was not nearing the failure envelope of the local rock mass. If this stress state was deemed favourable, then the location was considered acceptable. Only small mining-induced stress changes were observed at the planned locations of the garage, shaft and Phase 2 crusher. The ore passes, ventilation raises and Phase 1 crusher locations showed stress changes, but these remained below the failure envelope and indicated no significant deconfinement (except for ventilation raises on L1150 and L1190, where σ_3 varies between 2 and 5 MPa). Stress variations at the haulage drift locations on levels 1030 to 1310 (driven within the ore body) were significantly larger. The failure envelope can be expected to be reached along these drifts, and very low confinement values are forecasted to develop at some point. In the FS, increased ground support requirements have been accounted for in the drifts located in ore. Still, maintaining these

drifts throughout their required life span can be expected to be challenging. Planning for additional costs and delays (due to rehabilitation, ground support upgrades, and/or even bypasses) may be prudent.

Considering the importance of maintaining the integrity of the smelter, the mining-induced surface displacement was also evaluated from the *FLAC3D* modelling results. Less than 0.5 cm of total displacement was computed on surface at the smelter location due to mining at Horne 5. Note that the displacements due to the mining of the historical Horne mine were zeroed in the model prior to mining Horne 5. Therefore, the displacements subsequently computed are solely due to the mining of the Horne 5 ore body.

The volume of rock between the historical Horne mine and the upper Horne 5 stopes, referred to as the Barrier Pillar, will experience stress changes from Phase 1 mining, and fracturing of that barrier pillar due to stress increases was identified as a potential mining challenge. Consequently, the stress regime indicated by the numerical simulations within the barrier pillar was examined over the full mining sequence to establish whether conditions could develop in it, which could plausibly result in fracturing. At the end of Phase 1 (at mining step 99), about 250,000 m^3 of rock in the model have reached their residual strength in that sector, most of that volume being located north-west of the barrier pillar. But even with that large volume of damaged ground, a significant large-scale instability remains unlikely within the barrier pillar. Firstly, the volume of void open at any time (in the form of blasted stopes not yet backfilled) will remain small; secondly, by the time yielding will start in earnest, those Horne 5 stopes located nearest to the historical Horne workings will have long been excavated and backfilled; and, thirdly, the yielded volume sits mainly between the historical Horne workings and new Horne 5 stopes – it is not expected to connect with the development located to the north of the ore body. However, should the historical Horne excavations not be appropriately paste backfilled, water could reach the Horne 5 excavations through new fractures created in the barrier pillar. Note that this analysis did not account for possible large-scale persistent structural discontinuities within the barrier pillar.

Due to sensitive instrumentation installed in the smelter, it is important to assess whether a large seismic event could occur within the barrier pillar, which, being located at the top of the Horne 5 mine, would involve the shortest distance between the source and the smelter. One approach used to anticipate whether a rock mass subjected to stress changes will fail violently consists in examining how the stress path it is subjected to evolves over time. The likelihood of violent failure increases when the maximum (major, σ_1) principal stress (the driving stress) increases while the minimum (minor, σ_3) principal stress (the confining stress) remains near-constant or reduces slightly. For that purpose, stress paths in the σ_1-σ_3 space, as well as deviatoric stress values, were extracted at each mining step at control points purposely set up within the barrier pillar. The only area where the ratio of deviatoric stress magnitude over UCS was higher than 0.7 is located to-

wards the top of the Horne 5 excavations and does not extend to the old Horne workings. The deviatoric stress magnitudes computed within the barrier pillar were also found to be similar to the values obtained in other pillars during mining. However, the major principal stress magnitude at control point '1036,' located by the "window" between the Horne 5 upper lobes, is expected to increase to about 150 MPa, with little reduction of the minor principal stress magnitude. This abutment sector could thus experience bouts of significant seismic activity and violent rock mass failure. Also, once the western sequence will have been completed, the stress towards the centre of the ore body will have increased. If possible, stopes in this sector should be mined sooner, shortly after the stopes to their east. Their extraction would then be easier due to the lower local stress levels. This would also provide the opportunity to have the area backfilled prior to the stress increase from the western mining front. Based upon the plastic deformations and stress paths computed at the control points within the barrier pillar, the FS assumption of a stress-induced seismic event with an upper magnitude around $M_N + 2.0$ in the barrier pillar appears credible. In the absence of large-scale geological structures within the barrier pillar, which could change the stress state and/or slip, a very large event would not be expected from stress change alone.

The plasticity state at the fault locations was also evaluated from the modelling results, which indicated that yielding of the rock mass at these locations due to Horne 5 mining activity occurred only over the mining depth range (i.e., not up to surface).

Because of its proximity to the planned Horne 5 stopes and the fact that it extends to surface, and given the current geological and structural knowledge, only the Andesite fault could realistically be a concern for severe adverse effects on surface. However, that fault lies in close proximity to the Horne 5 stopes (within about 10 m) only between levels 1194 and 1484. It then rapidly gains separation with elevation, above and below. The fault-slip potential of the Andesite fault was evaluated through a stress drop approach, and estimates of possible strain energy release levels and associated seismic event magnitudes were derived. For this purpose, the model was re-run without considering the weakened fault properties (without the ubiquitous joints), assigning instead the full Andesite mechanical properties to the numerical elements within the Andesite fault volume – this was deemed conservative because it allowed for larger stress drops to occur at failure. For the geological settings considered, the hypotheses retained in the various algorithms developed for this project and notwithstanding the intrinsic limitations of the analysis, the largest seismic event expected along the Andesite fault, originating at a depth of around 1,745 m below surface, would have a moment magnitude of about $M_W + 3.5$. To help assess the effects of the calculated seismic events on surface infrastructures, including the smelter, their vibration levels were estimated. The highest expected vibration amplitude occurred at Step 209 of the modelled mining sequence with a value of 70 mm/s, caused by the maximum moment magnitude event ($M_W + 3.5$) previously mentioned.

Note that a coalescence of events around solicited lock-up points along faults would normally appear in the seismic data, which would give advanced warning and allow for mitigating measures to be put in place. Mitigation measures could include a change of extraction sequence, a mining rate adjustment, additional ground support, destressing measures, etc. The aim would be to have these measures already planned and ready to deploy in the event that increased seismicity was detected, so they could be implemented without delay.

In reviewing the conclusions presented in this report, several important limitations must be kept in mind. Firstly, the *FLAC3D* model used in this work and the criteria retained for the various geomechanical risk assessment exercises were not calibrated on any field data. This is due to the absence of relevant data to conduct back-analyses. Also, in the absence of in-situ stress measurements at the Horne 5 site, the virgin stress regime implemented in the model was chosen from the literature, based on regional measurements. It must also be noted that *FLAC3D* being a continuum formulation, structurally controlled instabilities and failures along discontinuities were not systematically considered. Furthermore, no dynamic effects, from blast-induced vibrations for example, were considered, nor were water effects (e.g., potential pore pressures) considered. Finally, A2GC did not visit the site within the context of these analyses – all the input data used in this project were entirely supplied to A2GC by Osisko Gold Royalties / Falco Resources.

In parting, the Horne 5 project has several characteristics that increase the geomechanical risk it is associated with: it is deep (and, hence, will be subjected to high stress levels), its geological settings are expected to be stiff, strong and brittle (a combination that leads to seismic conditions), and its upper part will lie in close proximity to the large historical Horne mine. It targets high production levels, which, with the mining method retained, require large longhole stopes and multiple mining fronts (and the associated diminishing sill pillars between mining fronts). Being located in the City of Rouyn-Noranda, it also has numerous neighbours. All these aspects were considered in the geomechanical analyses. Still, close monitoring, including with a sufficiently sensitive seismic monitoring array, should be conducted right from the beginning of construction and throughout mining to verify that the stress analyses are reliable, and confirm that mining is proceeding as expected. The cause(s) of significant divergence between field observations and modelling-based expectations, if any, should be promptly investigated. Such divergence can have many causes, such as incorrect far-field stress assumptions, incorrect mechanical properties, the presence of geological horizons and structures that were not included in the model, differences between the sequence implemented and the one modelled, differences between the stope dimensions and geometry vs those modelled, and more. Once the causes of the discrepancies are identified and corrected, the model can be rerun to produce adjusted risk profiles and production "road maps."

SUMMAIRE EXÉCUTIF

Horne 5 est un projet aurifère souterrain localisé dans la ville de Rouyn-Noranda dans la région de l'Abitibi dans le nord-ouest de la Province de Québec. Les principaux défis géomécaniques anticipés sont liés à une combinaison de conditions rocheuses dures et fragiles, une grande profondeur de minage (jusqu'à 2 km) et la proximité de la vieille mine Horne juste au-dessus. La présence en surface, presque directement au-dessus, de la fonderie Horne de Glencore est un autre aspect important du projet.

Ressources Falco, ltée. a mandaté Andrieux et associés consultation géomécanique, s.e.c. (A2GC) pour effectuer des simulations numériques de la séquence de minage préconisée dans l'étude de faisabilité de Horne 5 et compléter une étude de risque géomécanique à partir des résultats de cette modélisation. Les objectifs spécifiques étaient 1) d'évaluer le potentiel de sismicité à chaque étape de minage simulée ; 2) d'établir un profil de risque basé sur les contraintes de terrain induites par le minage et des critères de rupture du massif rocheux ; et, 3) de vérifier que les infrastructures majeures seront localisées dans des secteurs peu propices à subir des dommages suite à des changements de contraintes. Il faut noter qu'aucunes nouvelles données géomécaniques n'ont été collectées ou produites depuis la publication de l'étude de faisabilité en 2017 – les analyses présentées dans ce rapport sont donc basées sur les mêmes informations.

Les simulations numériques discutées dans ce rapport ont toutes été réalisées avec *FLAC3D*, un code explicite tridimensionnel avancé basé sur la méthode des différences finies et largement utilisé en mécanique continue (*continuum mechanics*). Un modèle global à l'échelle de la mine a été construit, qui a inclus les six principales lithologies rencontrées à Horne 5 (Sulphures massifs, Sulphures semi-massifs, Rhyolite, Diorite, Diabase et Andésite). Un travail considérable a été effectué lors de l'étude de faisabilité pour établir les propriétés mécaniques des diverses unités géologiques – en l'absence de nouvelles données, les mêmes propriétés ont été utilisées dans le cadre des travaux décrits dans ce rapport. Quatre failles régionales (Andésite, Horne Creek, Strong et No Name) ont également été incluses dans le modèle numérique, représentées par l'ajout de joints répétitifs (*ubiquitous joints*) aux unités rocheuses qu'elles intersectent, orientés selon l'orientation des failles. Le remblai en pâte a également été considéré dans les travaux, représenté comme un matériel Mohr-Coulomb muni des propriétés mécaniques établies lors de l'étude de faisabilité. Le régime de contrainte *in situ* est demeuré similaire à celui utilisé lors de l'étude de faisabilité, installé tectoniquement pour tenir compte des différences de rigidité entre les diverses unités rocheuses et créer un chargement différentiel avant même de miner. La séquence d'extraction analysée avec *FLAC3D* est celle qui a été retenue suite à l'étude de faisabilité, qui comprend 2 165 chantiers. Pour limiter le temps de calcul et l'espace mémoire requis pour gérer les fichiers de résultats, dix (10) chantiers ont été minés simultanément à chaque étape modélisée, pour un total de 217 étapes distinctes analysées.

Une analyse du potentiel sismique (*Seismic Potency*) a d'abord été entreprise en examinant l'énergie libérée par le minage à chaque étape modélisée, basée sur le volume de roche soumis à des déformations inélastiques. Le potentiel sismique pouvant être relié au risque de générer des événements sismiques, un niveau de risque a ainsi pu être associé à chacune des 217 étapes de minage examinées. À noter qu'aucune tentative n'a été faite pour corréler les résultats des analyses de potentiel sismique à la magnitude possible des événements – cet aspect demeure un domaine de recherche actif, et des données historiques auraient été requises pour calibrer l'approche à Horne 5. Cette analyse a conclu que 28 des 217 étapes de minage modélisées (13%) sont associées à un 'Haut' potentiel sismique, 26 de ces étapes survenant durant le minage de Phase 2, et principalement dans des chantiers approchant des piliers de sole encore intacts et soumis à de hautes contraintes. Les étapes de minage associées à un potentiel sismique 'Moyen' étaient d'ailleurs reliées à des situations similaires, mais associées à moins de libération d'énergie.

Les résultats de modélisation ont également été utilisés pour établir divers profils de risque en termes des conditions de minage anticipées durant la production. L'évaluation des conditions de minage avait pour but d'estimer le degré de difficulté anticipé pour chaque chantier. Deux types de difficultés ont été considérés : le minage sous hautes contraintes de terrain (dans du roc soumis à de hautes pressions de terrain et approchant sa résistance mécanique ultime) et le minage dans des conditions de contraintes faibles à résiduelles (dans du terrain endommagé et en relaxation). Les chantiers extraits sous hautes contraintes sont susceptibles de générer de la sismicité, de requérir des travaux de réhabilitation et/ou d'être affectés par des problèmes de forage, pouvant causer des incertitudes et des fluctuations de production, ainsi que d'autres risques concernant le respect des cédules de production, des travaux de remédiation supplémentaires, voire des pertes de réserves dans les pires cas. D'un autre côté, des chantiers minés dans du terrain fortement abîmé peuvent causer des délais de production suite à des travaux de réhabilitation dans les accès, ou des problèmes de forage (incluant la perte de trous), qui peuvent eux-aussi résulter en des incertitudes et des fluctuations de production. Les risques de minage sous hautes contraintes et dans des conditions résiduelles ont d'abord été évalués séparément, puis combinés en un profil de risque unique.

Un total de 109 chantiers sur les 2 165 que compte Horne 5 (soit 5%) ont été associés à un 'Haut' niveau de risque de récupération sous hautes contraintes : 34 durant la Phase 1 et 75 durant la Phase 2 – cela représente 4% des 866 chantiers de la Phase 1 et 6% des 1 299 chantiers de la Phase 2. Des 109 chantiers répertoriés à haut niveau de risque de hautes contraintes durant leur récupération, 100 constituent le premier bloc (le chantier le plus au sud) de panneaux nord-sud, ce qui représente 12% des ces premiers blocs. Seulement 1% des chantiers constituant le second bloc d'un panneau de production (6 sur un total de 661) sont anticipés être affectés par de hautes contraintes, et ce pourcentage continue de diminuer pour les blocs subséquents plus au nord. Cette

observation suggère que dans les secteurs hautement contraints, le minage d'un chantier à l'extrémité des panneaux suffit pour couper les contraintes et protéger le reste des blocs du panneau.

En ce qui concerne les chantiers récupérés en post-rupture, 83 des 2 165 chantiers à Horne 5 (4%) sont anticipés être soumis à ces conditions : 26 durant la Phase 1 et 57 durant la Phase 2, ce qui correspond à 3% des 866 chantiers de la Phase 1 et 4% des 1 299 chantiers de la Phase 2.

Les risques de minage sous hautes contraintes et en conditions résiduelles ont été combinés en un seul profil de risque global. Seuls les chantiers associés à des risques qualifiés de 'Haut' soit à cause de hautes contraintes soit à cause de conditions résiduelles ont été considérés dans le profil de risque global. Chacun des chantiers à Horne 5 peut donc être étiqueté 'À risque de hautes contraintes', 'À risque de conditions résiduelles' ou 'Ok'. Une quatrième catégorie de risque, nommée 'À risque de conditions combinées', a été ajoutée pour identifier des chantiers soumis à la fois à des conditions de hautes contraintes dans un secteur et à des conditions résiduelles ailleurs. Globalement, 202 chantiers (soit 9% des 2 165 chantiers de Horne 5) ont été identifiés comme étant associés à une forme de 'Haut' risque lors de leur extraction. À noter que ces estimations de risque sont basées uniquement sur les contraintes de terrain – les difficultés possiblement associées à des structures géologiques, toujours possibles, n'ont pas été considérées dans ces analyses, elles-mêmes sensibles aux seuils retenus pour les diverses catégories de risque.

Le risque de dilution a été évalué en termes du comportement des chantiers lors de leur marinage – les conditions post-sautage ont donc été considérées dans ce cas. À noter que la dilution n'a été évaluée que pour les épontes supérieure et inférieure des chantiers. Les éléments numériques endommagés (en post-rupture) et sous faible confinement, et localisés dans des volumes préétablis, ont été considérés comme contribuant à la dilution. La dilution totale associée à un chantier a été déterminée (en termes de tonnes) et les pourcentages de dilution calculés (sous forme du ratio tonnes de dilution / tonnes extraites). Une catégorie de dilution ('Faible', 'Moyenne' ou 'Haute') a subséquemment été assignée à chaque chantier en fonction du pourcentage calculé. Un total de 104 chantiers sur les 2 165 à Horne 5 (soit 5%) ont été catégorisés comme 'Hauts' en termes de dilution : 30 dans la Phase 1 (soit 3% des 866 chantiers de cette Phase) et 74 dans la Phase 2 (soit 6% des 1 299 chantiers de cette Phase). Ici encore, ces analyses considèrent uniquement les effets des contraintes sur du roc sain – la présence dans les épontes des chantiers de structures adverses ou de zones de mauvais terrain pourrait augmenter significativement la dilution, tout comme de mauvaises pratiques d'exploitation.

Les aspects géomécaniques reliés aux infrastructures majeures ont également été examinés en termes des contraintes induites par les opérations de minage à leurs localisations planifiées. Les infrastructures évaluées ont été les concasseurs, le garage, le puits, les chutes à minerai et les monteries de ventilation. Les galeries de roulage des niveaux 1030 à 1310, planifiées être localisées à l'intérieur même du gisement, ont également été examinées. L'analyse a été effectuée par

le biais de points de contrôle installés dans le modèle *FLAC3D*. Les infrastructures n'ont donc pas été explicitement incluses dans le modèle sous forme de vides – ce sont seulement les changements de contraintes dus au minage aux points de contrôle placés à leurs localisations qui ont été analysés. Les cheminements de contraintes dans l'espace σ_1-σ_3 et les contraintes déviatoriques ont été extraits à ces points de contrôle et ont constitué les critères de l'analyse, elle-même sous forme de la vérification que les conditions de contraintes ne s'approchaient pas de l'enveloppe de rupture du massif rocheux local. Si tel était le cas, la situation était considérée favorable et la localisation proposée acceptable. Seuls de faibles changements de contraintes ont généralement été observés aux localisations proposées pour le garage, le puits et le concasseur de la Phase 2. Les localisations prévues pour les chutes à minerai, les monteries principales de ventilation et le concasseur de Phase 1 montrent des changements de contraintes, mais qui n'atteignent pas l'enveloppe de rupture et n'indiquent pas de pertes significatives de confinement, sauf pour les monteries de ventilation aux niveaux 1150 et 1190, où σ_3 varie de 2 à 5 MPa. Les variations de contraintes anticipées aux galeries de roulage aux niveaux 1030 à 1310 (foncées dans le minerai) sont plus significatives. L'enveloppe de rupture est atteinte à ces endroits et de très faibles niveaux de confinement sont prévus être atteints. Bien que du support de terrain supplémentaire ait été prévu pour ces galeries dans l'étude de faisabilité, leur maintien tout au long de leur durée de vie utile pourrait s'avérer ardu. Planifier des coûts et des délais additionnels (dus à de la réhabilitation, des ajouts de support de terrain, voire des voies de contournement) serait prudent.

Considérant l'importance de maintenir l'intégrité de la fonderie Horne, les déformations causées en surface par les opérations de minage ont également été examinées. Moins de 5 mm de déplacement total ont été calculés à la localisation de la fonderie suite aux opérations à Horne 5. À noter que les déplacements déjà causés par la vieille Horne ont été réinitialisés dans le modèle *FLAC3D* avant de miner le gisement Horne 5 – les déplacements rapportés sont donc seulement ceux causés par l'extraction des chantiers de Horne 5.

Le volume de roche entre les chantiers de la vieille mine Horne et ceux de Horne 5, appelé le « pilier de barrière », est prévu subir des changements de contraintes durant l'extraction de la Phase 1, et la fracturation de ce pilier a été identifiée comme étant un problème potentiel. L'évolution du régime de contraintes indiquée par les analyses numériques a donc été examinée sur toute la séquence pour établir si des conditions de contraintes propices à des ruptures sont susceptibles de se produire. À la fin de la Phase 1 (à l'étape modélisée N^o 99), environ 250,000 m^3 de roche dans le modèle ont atteint leur résistance résiduelle dans ce secteur, ce volume se situant principalement au nord-ouest du pilier. Mais même avec ce fort volume de terrain endommagé, une instabilité significative de grande envergure demeure improbable dans le pilier. En premier lieu, le volume ouvert à tout moment (sous forme de chantiers dynamités non encore remblayés) demeurera limité. De plus, à partir du moment où l'endommagement est prévu commencer de manière significative, les chantiers de la mine Horne 5 localisés les plus proches des chantiers de la vieille mine Horne

auront déjà été exploités et remblayés. Finalement, les volumes affectés sont surtout situés entre les chantiers historiques et de nouveaux chantiers – ils ne sont pas anticipés rejoindre le développement du côté nord du gisement. Toutefois, si les anciennes excavations à la mine Horne ne sont pas bien remplies de remblai en pâte, des infiltrations d'eau pourraient atteindre la Horne 5 par le biais de nouvelles fractures créées dans le pilier de barrière. À noter que cette analyse ne tient pas compte de la présence possible de grandes structures géologiques persistantes naturelles dans ce pilier.

Considérant la fragilité de certains instruments à la fonderie, un aspect du projet a consisté en l'estimation de la possibilité de forts événements sismiques émanant du pilier de barrière, qui impliqueraient les plus courtes distances d'atténuation à la surface. Une approche possible pour estimer si un massif rocheux soumis à des changements de contraintes subira des ruptures soudaines et violentes consiste à traquer le cheminement des contraintes jusqu'à l'enveloppe de rupture. Le risque de générer des ruptures de ce type augmente à mesure que la contrainte maximale (la contrainte principale majeure, σ_1, qui alimente le processus) augmente alors que la contrainte minimale (la contrainte principale mineure, σ_3, qui génère du confinement) demeure quasi-constante ou diminue faiblement. Dans cette optique, le cheminement des contraintes dans l'espace σ_1-σ_3, ainsi que la magnitude des contraintes déviatoriques à des points de contrôle insérés selon un patron régulier dans le pilier de barrière, ont été examinés. Le seul secteur où le rapport de la magnitude de la contrainte déviatorique sur la résistance en compression uniaxiale a dépassé 0.7 est localisé vers le haut des chantiers de la mine Horne 5 et ne s'étend pas jusqu'aux chantiers de la vieille mine Horne. Les contraintes déviatoriques calculées dans le pilier de barrière ont des magnitudes comparables à celles observées dans d'autres piliers de sole ailleurs dans la mine durant la séquence de minage. Toutefois, la contrainte principale majeure calculée au point de contrôle N^o 1036, localisé dans la « fenêtre » entre les lobes supérieurs de Horne 5, est prévue augmenter jusqu'à une magnitude de près de 150 MPa, accompagnée d'une faible réduction de la magnitude de la contrainte principale mineure. Ce secteur pourrait donc être soumis à des épisodes de forte sismicité et à des ruptures violentes. De plus, une fois que la séquence à l'ouest aura été complétée, les contraintes vers le centre du gisement auront augmenté. Si cela s'avère possible, les chantiers dans ce secteur auraient avantage à être minés plus tôt dans la séquence, peu de temps après les chantiers à l'est. Leur extraction serait alors plus facile étant donné les niveaux de contraintes plus faibles. Cela offrirait aussi l'opportunité de remblayer l'endroit avant que les augmentations de contraintes causées par le minage à l'ouest ne surviennent. D'après les déformations plastiques et les cheminements de contraintes obtenus aux points de contrôle dans le pilier de barrière, l'hypothèse formulée lors de l'étude de faisabilité, faisant état d'un événement sismique maximum en provenance de ce pilier (suite aux redistributions de contraintes) de l'ordre de M_N (magnitude Nuttli) + 2.0, demeure crédible. D'après ces analyses, et en l'absence de grandes structures géologiques dans le pilier de barrière qui pourraient changer l'état de contraintes et/ou

glisser, un très fort événement sismique n'est pas anticipé en provenance de cet endroit suite au seul changement des contraintes.

L'état de plasticité a été évalué numériquement dans le modèle aux endroits où les failles sont localisées. Cette analyse a indiqué de l'endommagement causé par les contraintes induites par les opérations de minage à Horne 5 à ces endroits est localisé dans la fenêtre verticale de minage et ne s'étend pas jusqu'en surface.

Dû à sa proximité aux chantiers du gisement Horne 5 et au fait qu'elle s'étend jusqu'en surface, et selon les connaissances géologiques et structurales actuelles, seule la faille Andésite pourrait vraisemblablement avoir de fortes répercutions en surface. Toutefois, cette faille est à proximité des chantiers (en-deçà d'environ 10 m) seulement entre les niveaux 1194 et 1484 – elle s'en éloigne ensuite rapidement avec l'élévation, vers le haut et vers le bas. Le potentiel de glissement soudain (*fault-slip*) de la faille Andésite a été évalué avec une approche de chute de contraintes, et une estimation a été effectuée des niveaux de libération d'énergie de déformation et de la magnitude d'événements sismiques associés. À ces fins, le modèle numérique a été relancé, mais sans les propriétés affaiblies des failles (sans la présence des joints répétitifs), assignant plutôt les propriétés de l'Andésite aux éléments numériques à l'intérieur de la faille – cette approche est considérée conservative puisqu'elle a permis de générer de plus grandes chutes de contraintes à la rupture. Pour les conditions géologiques considérées, les diverses hypothèses retenues dans les algorithmes numériques développés pour cette étude et les limites intrinsèques de la méthode, le plus gros événement sismique anticipé le long de la faille Andésite, originant d'une profondeur de 1 745 m, aurait une magnitude de près de M_W (moment magnitude) + 3.5. Afin d'évaluer les effets de ces événements sismiques sur les infrastructures en surface, incluant la fonderie, les vibrations qu'ils sont susceptibles d'y engendrer ont été estimées. Les plus hautes vibrations calculées sont survenues à l'étape de minage 209, d'une amplitude de 70 mm/s, associées au plus gros événement sismique (de magnitude maximale M_W + 3.5) discuté précédemment. Une coalescence d'événements sismiques devrait apparaître autour de points de verrouillage (qui résistent au glissement) le long de la faille, qui devrait normalement être détectée par le système de surveillance sismique et avertir suffisamment d'avance pour que des mesures de mitigation soient mises en place. Ces mitigations pourraient inclure des ajustements à la méthode et/ou la séquence et/ou la vitesse de minage, du support de terrain supplémentaire, des mesures de relaxation des contraintes (*destressing*), etc. L'objectif serait alors d'avoir ces mesures déjà en place et prêtes à être rapidement déployées dès que la sismicité devient significative.

Diverses limitations importantes reliées aux analyses effectuées dans le cadre de ce projet doivent être gardées en tête lors de la lecture de ce rapport. Tout d'abord, the modèle *FLAC3D* et les critères retenus pour les divers types de risques géomécaniques n'ont pas pu être calibrés avec des observations de terrain. Cela est dû à l'absence de données historiques locales fiables avec les-

quelles effectuer des rétro-analyses. Aussi, en l'absence de mesures de contraintes *in situ* à Horne 5, le régime de contraintes naturelles pré-minage a été établi suite à une revue littéraire et basé sur des mesures régionales. De plus, *FLAC3D* étant un modèle en formulation continue, les instabilités et ruptures contrôlées par des structures géologiques n'ont pas été systématiquement examinées. Aucun effet dynamique, causé par exemple par les vibrations de sautage, n'a non plus été considéré, ni aucun effet résultant de la présence d'eau (comme des pressions interstitielles, par exemple). Finalement, A2GC n'a pas visité le site de Horne 5 dans le cadre de ces travaux – tous les intrants utilisés dans les diverses analyses ont été fournis à A2GC par Royautés aurifères Osisko / Ressources Falco.

En conclusion, le projet Horne 5 est associé à des conditions qui augmentent le risque géomécanique auquel il est associé : il est situé en grande profondeur (et, donc, sera soumis à de hautes contraintes de terrain), ses caractéristiques géologiques sont anticipées être rigides, résistantes et fragiles (une combinaison favorable au développement de conditions sismiques) et sa partie supérieure est à proximité de la vieille mine Horne. Ses cibles de production sont élevées, ce qui requiert, avec la méthode de minage choisie, d'assez gros chantiers longs-trous et de multiples fronts de minage (et, donc, la présence de piliers qui seront progressivement réduits entre ces fronts de minage). Étant localisée dans la ville de Rouyn-Noranda, la mine aura aussi plusieurs voisins. Tous ces aspects ont été considérés dans les analyses géomécaniques. Néanmoins, un suivi serré devra être effectué dès le début de la construction de la mine et durant toute son extraction, incluant avec un système de surveillance sismique suffisamment sensible, pour vérifier que les analyses géomécaniques demeurent fiables et confirmer que le minage procède selon les conditions anticipées. Les causes de divergences entre les observations de terrain et les prévisions des analyses numériques, s'il y en a, devraient être rapidement investiguées. De telles divergences peuvent avoir de nombreuses causes, comme un champ de contraintes naturelles incorrect, de mauvaises propriétés mécaniques, la présence d'horizons géologiques et/ou de structures qui n'étaient pas inclus dans le modèle, des différences entre la séquence appliquée et celle modélisée, des changements de géométrie et de dimensions des chantiers par rapport à ceux modélisés, et autres. Une fois les causes des écarts entre les observations et les prédictions identifiées, le modèle peut alors être corrigé et relancé pour produire des profils de risque ajustés et des anticipations de production révisées.

1. INTRODUCTION AND BACKGROUND

The Horne 5 project is an underground gold project located in Rouyn-Noranda, in the Abitibi region of northwest Quebec, in Canada. The mining complex will be located on the site of the former Quémont Mine, within the city limits of the town of Rouyn-Noranda. A feasibility study (FS) was published for the project on 05 October 2017 (Falco Resources, 2017), at which time production was planned to start in 2021.

The main geomechanical challenges expected at the Horne 5 project are related to a combination of strong and brittle rock mass conditions, deep mining (at depths between 710 and as much as 2060 m below surface) and proximity to the historical Horne Mine above. The location on surface, nearly directly above, of the Glencore Horne smelter is another important aspect of the project.

Numerical simulations were conducted as part of the FS study in 2016-2017 by Golder Associates, Ltd. (Golder) in support of the mine design. Stress and plasticity analyses were conducted to help derive stopes dimensions and to provide guidelines regarding the mining sequence (including for the management of the sill pillars, converging fronts, diabase dyke and barrier pillar). Results from the Golder modelling work were used to establish the FS mining sequence. However, the final mining sequence derived during the FS was not entirely simulated at the time.

Falco Resources, Ltd. (Falco) has asked Andrieux and Associates Geomechanics Consulting, L.P. (A2GC) to conduct a numerical simulation of the entire Horne 5 FS mining sequence and to complete a geomechanical risk assessment based on the modelling results. A2GC sent a proposal to that effect on 03 February 2020, which was accepted by Falco on 21 February 2020.

Based on the modelling results, the specific objectives of the project were to:

1. Evaluate the seismic potential at each modelling step;
2. Establish a risk profile based on mining-induced stress and plasticity criteria; and,
3. Verify that major infrastructure (crushers, garage, shaft, ventilation raises, ore passes) are planned in sectors that will not experience major mining-induced stress changes.

In the following report, the data available for the study are first presented in Section 2. The *FLAC3D* model built is then described in Section 3. The seismic potential analyses are discussed in Section 4. The geomechanical risk assessment is explained and its results are presented in Section 5. The stress paths experienced by the major infrastructures are shown in Section 6. A discussion about the stresses in the barrier pillar is given in Section 7. Finally, the fault-slip potential on major faults is discussed in Section 8. Limitations and recommendations are then summarised in sections 9 and 10.

2. AVAILABLE DATA

No additional geomechanical data were collected after the FS was published in 2017. The assessments presented in this report are based on the following data provided by Falco:

- Bedrock topography – dated 18 February 2016
- Historical Horne Mine openings – dated 24 February 2016
- Major faults model – dated 14 September 2016
- Lithological model – dated 05 December 2016
- Extensive rock strength testing and interpretation – from the Golder (2016) FS work
- Mining sequence – from the FS, dated 05 October 2017
- Major infrastructure location – from the FS, dated 05 October 2017

The CAD input data files used are detailed in Table 1.

Table 1. CAD input data files used in the project.

Data type	File name	Date	Comments
Lithological model	Massive Sulphide_ELV-4300.dxf	20-Feb-17	–
	Gems_H5_GG_CC_Granite_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	Rhyolite was assigned by default. A visual check was done.
	Gems_H5_GG_CC_Rhy_ALL_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	
	Gems_H5_GG_CC_Rhy_BR_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	
	Gems_H5_GG_CC_Rhy_DYKE_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	
	Gems_H5_GG_CC_Rhy_Quem_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	
	Gems_H5_GG_CC_Rhy_TU_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	
	Gems_H5_GG_CC_Syenite_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	–
	Gems_H5_GG_CC_Diabase_D_surf_2016_PEA_EW.dxf	05-Dec-16	–
	Gems_H5_GG_CC_Diabase_D_surf_2016_PEA_NS.dxf	05-Dec-16	–
	M_diabase.dxf	03-May-16	Andesite was prioritised over M-Diabase where they overlapped
	Gems_H5_GG_CC_Andesite_surf_2016_PEA.dxf	05-Dec-16	
Major faults	FLT_Andesite_surf_ff_20160914_ext.dxf	14-Sep-16	In Major_2016 1028b.dxf
	FLT_HorneCreek_surf_ff_20160914_ext.dxf	14-Sep-16	
	FLT_Unknown_surf_ff_20160914_ext.dxf	14-Sep-16	
	FLT_Strong_surf_ff_20161025_SHZ.dxf	25-Dec-16	

Table 1 (cont.). CAD input data files used in the project.

Data type	File name	Date	Comments
Horne openings	HORNE_DRIFTS.dxf	04-Mar-20	HORNE_DRIFTS was not imported in the model
	HORNE_REMBLAIS_ELV-4300_EXP_2020-03-06.dxf	06-Mar-20	
	HORNE_VIDES_ELV-4300_EXP_2020-03-06.dxf	06-Mar-20	
Topography	TOPO_ELV-4300_2020-03-06.dxf	06-Mar-20	–
Mining sequence	Stope Name and Blast Date.xlsx	05-Oct-17	One (1) dxf per stope in the sequence – received on 03-Mar-20
Infrastructure	Horne 5_Infrastructure Location.dxf	05-Oct-17	Polylines – received on 09-Apr-20

A total of twenty-nine (29) unconfined compressive strength (UCS) tests, thirty-two (32) Brazilian indirect tensile strength (BTS) tests and fifty-two (52) triaxial compressive strength (TCS) tests were conducted during the FS study. From this testing campaign, a set of mechanical properties was derived for the FS – note that the mechanical properties used in the model presented in this report were not modified from the FS. Details regarding the mechanical properties are given in Section 3.3.

During the FS study, Golder attempted to find calibration data from the historical Horne Mine to validate the numerical model, but no such data could be found. Therefore, neither the FS model nor the model presented in this report have been checked against field data.

3. *FLAC3D* MODEL CONSTRUCTION

This section discusses the choice of numerical modelling code for the project, as well as the geometry of the model constructed for the analyses.

3.1 CHOICE OF NUMERICAL MODELLING CODE – *FLAC3D*

The numerical modelling simulations presented in this report were all completed using *FLAC3D*™ (Fast Lagrangian Analysis of Continua in 3 Dimensions) version 7.00 (Itasca, 2019), a software package developed and commercialised by Itasca Consulting Group, Inc. (Itasca). *FLAC3D* is an advanced explicit three-dimensional inelastic finite-difference program for continuum mechanics engineering applications.

The basis for this program is the well-established numerical formulation used by the two-dimensional program *FLAC*™. *FLAC3D* extends the analysis capability of *FLAC* (Itasca, 2017) into three dimensions, simulating the behaviour of three-dimensional structures made of soil, rock or other materials that undergo plastic flow once their yield limits are reached. Materials are represented by polyhedral elements within a three-dimensional grid. Each element behaves according to a prescribed linear or non-linear (inelastic) stress-strain law in response to applied forces or boundary restraints. Because no matrices are formed, large three-dimensional calculations can be achieved with reasonable memory requirements.

Because of the hard and brittle massive nature of the rock mass, and the deep mining conditions, mining-induced stresses were expected to be the main mining challenge at Horne 5. The dominant failure mechanism anticipated was stress-related, rather than structurally controlled. For that reason, *FLAC3D* was selected as it is a continuum formulation fundamentally designed to simulate stress changes throughout a rock mass with a plastic behaviour. The Itasca proprietary *FISH*™ coding language allows for extended customisation and automatization of *FLAC3D* to be achieved, in terms of input formulation, failure modes, post-peak behaviours and results visualisation.

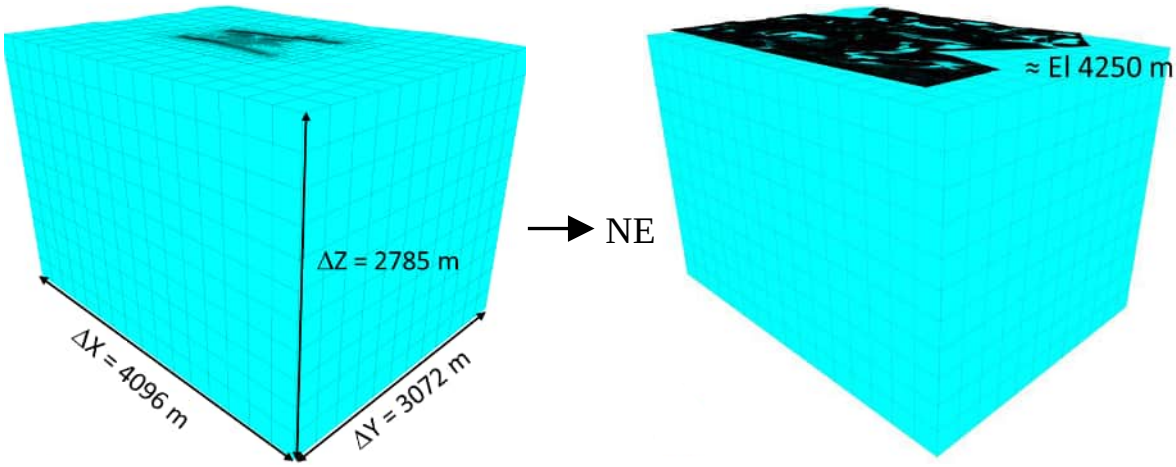
Note that *FLAC3D*, and by extension the modelling results presented in this report, do not explicitly account for wedge failure or other discrete structurally controlled instabilities, such as unravelling or strata delamination. A discontinuum formulation would be required for this type of analysis (e.g., *3DEC*™ or *PFC3D*™) – however, given the rock mass conditions, this type of instability was not expected to be prevailing.

3.2 MODEL GEOMETRY

To achieve the project objectives listed in Section 1, a mine-scale *FLAC3D* model was constructed. The objective was to simulate the FS mining sequence to capture the mining-induced stress, deformation and yielding changes in the rock mass as the sequence unfolds.

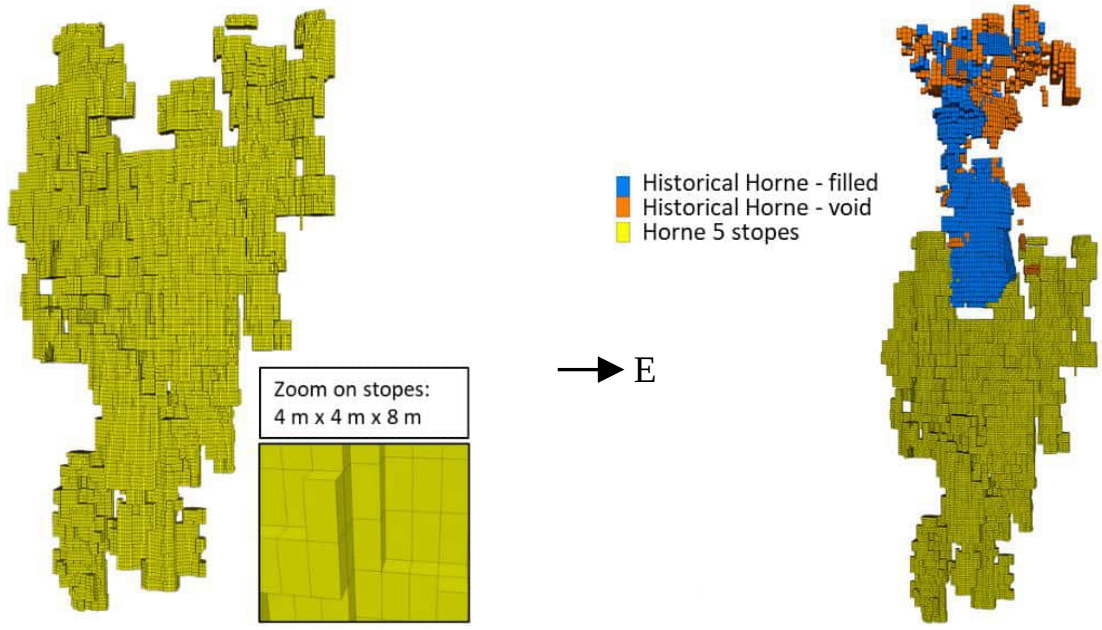
The model geometry was prepared from a series of referenced 3D dxf files with the various lithological contacts, large-scale geological structures, and existing and future excavations (Table 1). Rhino3D™ was used to collate all the dxf files, after which the end-result was imported into *FLAC3D*. The model dimensions were 3,072 m in the North-South direction, 4,096 m in the East-West direction and 2,785 m vertically. The dimensions of the smallest numerical zones towards the core of the model were 4 m × 4 m × 8 m, with the largest dimension being vertical. The dimensions of the largest zones, furthest from the mining excavations and geological contacts of interest, were 256 m × 256 m × 256 m. The total number of numerical zones in the model was 2,691,365. Outside and inside views of the *FLAC3D* model are shown in Figure 1 (isometric views looking north-west) and Figure 2 (front elevation views looking north), respectively.

The smallest 4 m × 4 m × 8 m zone size was assigned to volumes within and immediately around planned Horne 5 stopes and in sectors of interest where high resolution was required. Having non-cubic zones (twice as high as wide) greatly reduced the number of zones in the model, which significantly accelerated processing time. The planned stopes at Horne 5 being higher than wide and long, the number of elements per stope remained between 4 and 6 in all directions. The Horne 5 stopes ranged between depths of approximately 710 m to 2,060 m below surface – the modelled future Horne 5 stopes are is shown in Figure 2a.



(a) Overall model extent. (b) Available topographic data.

Figure 1. Views of the external *FLAC3D* model extent.



(a) Future Horne 5 excavations. (b) Historical and future mining.

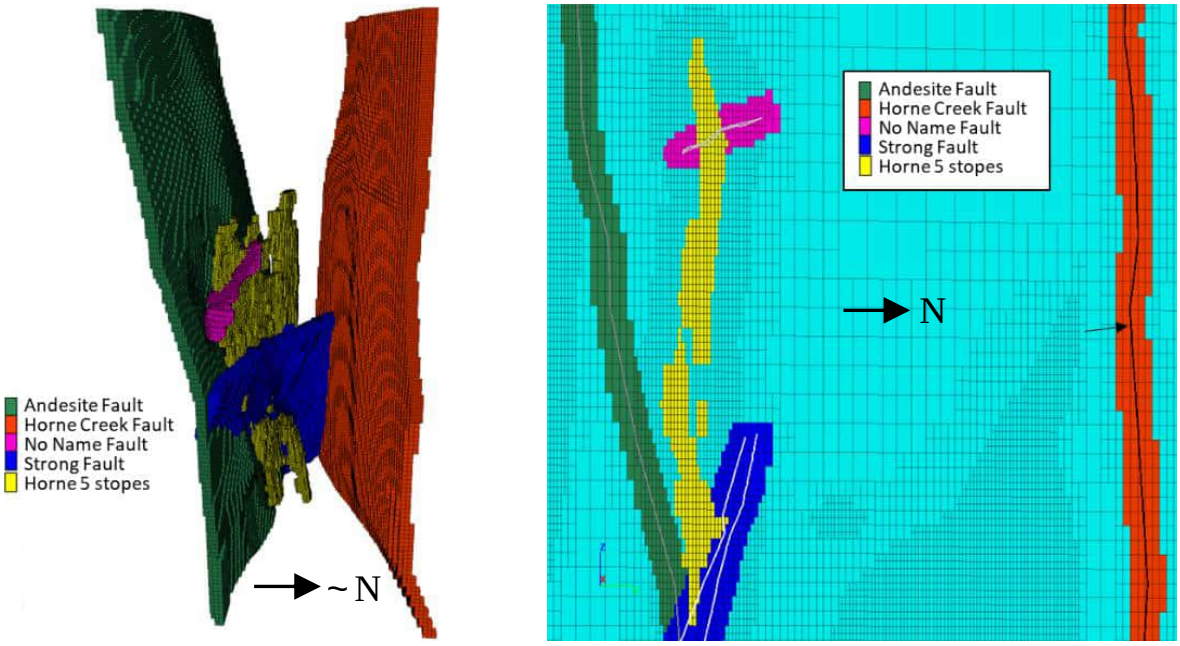
Figure 2. Views of the inside *FLAC3D* geometry.

The smallest numerical zones within the historical Horne mine were 8 m × 8 m × 8 m, or 8 m × 8 m × 16 m if located near Horne 5 stopes, which were fitted with non-cubic zones. There are Horne 5 stopes adjacent to the historical Horne mine at depths of between approximately 685 m and 950 m. The historical Horne openings are shown in Figure 2b with respect to Horne 5 stopes.

The *FLAC3D* model was built up to surface. The topography CAD file (referred to in Table 1) was used. However, the coverage of the available topography file was not as wide as the extent of the *FLAC3D* model, and therefore, surface was fixed at z = 4,250 m where no topography data were available. The extent of the topography data available is shown in Figure 1b.

Four (4) major faults were included in the *FLAC3D* model: the regional Andesite, Horne Creek, Strong and No Name. The Andesite and Horne Creek faults were modelled up to surface whereas the Strong and No Name faults did not extend to surface.

The fault interpretations available were 3D surfaces that included no information on thickness. However, it is believed (Golder, 2017c) that major faults are associated with shear zones of varying thicknesses. As a result, all four faults were fitted with a thickness (instead of being modelled as interfaces). All faults were defined in thickness by a minimum of 4 to 5 numerical zones, the smallest zones at fault locations being 8 m × 8 m × 8 m, or 8 m × 8 m × 16 m if located near Horne 5 stopes. The major faults included in the *FLAC3D* model are shown in Figure 3 (the views are looking approximately west).



(a) General view of the major faults. (b) Faults representation.

Figure 3. Major faults included in the *FLAC3D* model.

Six (6) simplified lithological groups were included in the model: Massive Sulphides (MS), Semi-Massive Sulphides (SMS), Rhyolite (RHY), Diorite (DIO), Diabase (DIA) and Andesite (AND). The MS and SMS groups correspond to the ore material, whereas RHY and DIO are the main and secondary host rocks, respectively. The DIA group represents two main diabase dykes that cross the ore body. The AND group bounds the ore body to the South. The same groupings were made for the FS: the RHY group included Granite and all Rhyolite types (e.g., Brecciated and Quemont), and the DIO group included the Syenite units.

The available geology solids extended slightly above the Horne 5 stopes, but not up to surface – in the absence of geological interpretation, Rhyolite was assigned by default in this part of the model. The dimensions of the numerical zones within the diabase dykes (DIA group) were reduced to 4 m × 4 m × 8 m to ensure the presence of a minimum of 4 to 5 zones across their width. As there was no geological interpretation for the SMS group, SMS was assigned to numerical zones that were part of the Horne 5 stopes but did not belong to the MS group. The representation in the model of the MS and SMS groups is shown in Figure 4.

Additional zone densification (to 4 m × 4 m × 8 m) was done around or along major infrastructures (crushers, garages, shaft, ventilation raises, ore passes) to capture the stress paths at these locations.

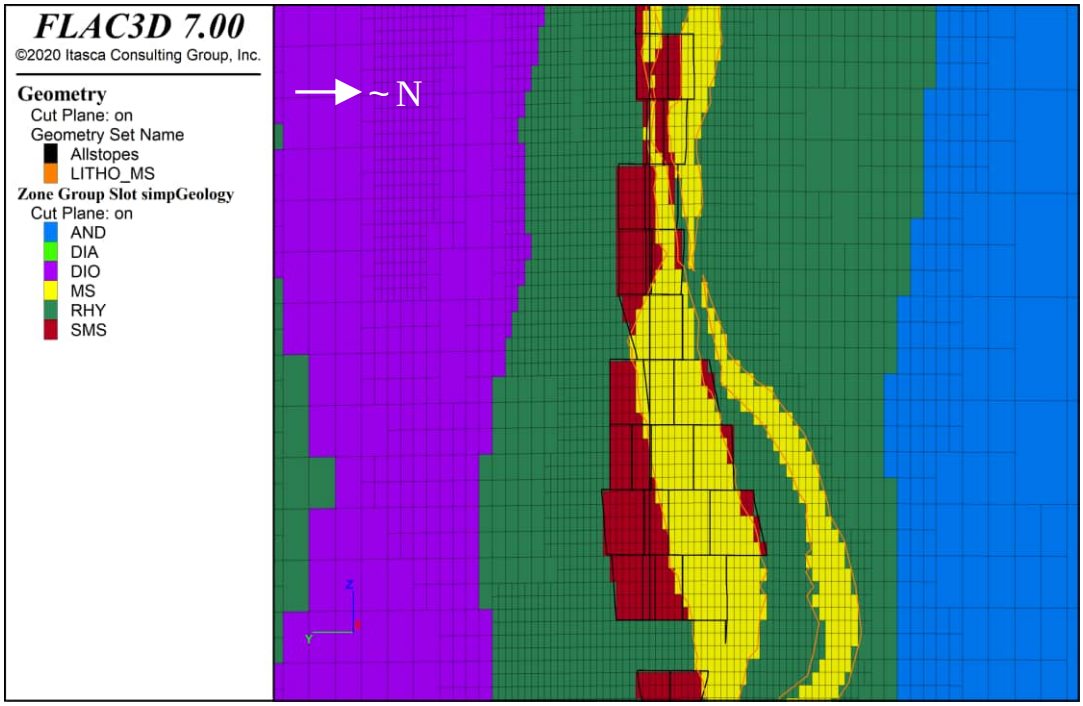


Figure 4. Representation of the MS and SMS groups in the *FLAC3D* model.

3.3 MECHANICAL PROPERTIES

Extensive work was done by Golder during the FS to derive the mechanical properties of the various lithological units at the Horne 5 project. In the absence of any new data, the same properties were retained in the analyses presented in this report. Theoretical considerations on the trilinear strength envelope are summarised in Section 3.3.1. The mechanical properties used for the Horne 5 rock groups are then shown in Section 3.3.2. Precisions on the mechanical properties assigned to the faults are provided in Section 3.3.3, followed in Section 3.3.4 by the properties used for the paste backfill.

3.3.1 Trilinear Strength Envelope

To account for the change of failure mode that accompanies increasing confining pressures, the rock mass scale strength envelopes of the brittle rock horizons at Horne 5 were considered trilinear (Kaiser *et al.*, 2000). The first segment of the envelope corresponds to the spalling strength, which corresponds to a Hoek-Brown curve with σ_{ci} = 0.33 to 0.50 × UCS, m = 0 and s = 1. The second segment is the spalling limit, which corresponds to the spalling-to-shear rupture transition and is typically represented by a line σ_1 / σ_3 = 10 to 20. The third segment is the confined strength, typi-

cally taken to be 80% of the intact rock strength. A trilinear field strength envelope is shown graphically in Figure 5.

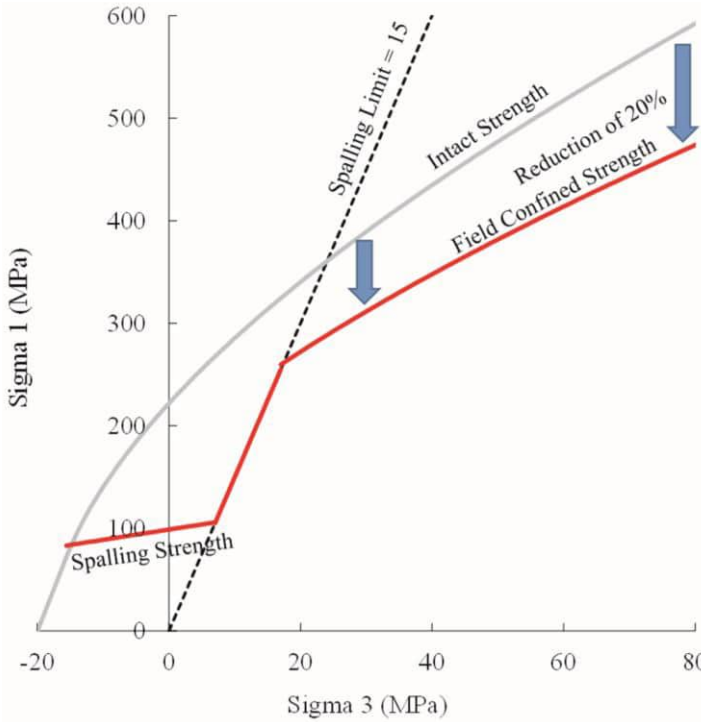


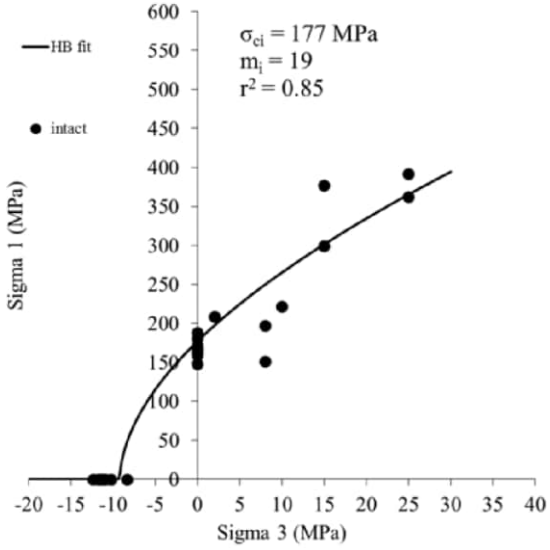
Figure 5. Trilinear strength envelope (after Bewick *et al.*, 2017).

3.3.2 Rock Mass Scale Strength

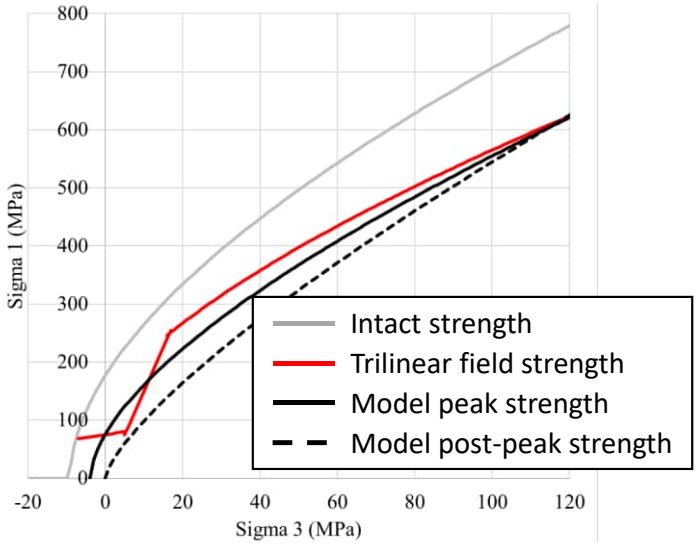
In the FS study, the following steps were followed by Golder to derive rock mass scale strength envelopes for *FLAC3D* from laboratory testing data.

1. A total of twenty-nine (29) unconfined compressive strength (UCS) tests, thirty-two (32) Brazilian indirect tensile strength (BTS) tests and fifty-two (52) triaxial compressive strength (TCS) tests were conducted during the FS study. From this dataset, intact rock Hoek-Brown strength envelopes were derived for the six (6) following rock types: MS, SMS, RHY, DIO, DIA and. An example is shown in Figure 6a (this example is for the Massive Sulphides [MS] unit).

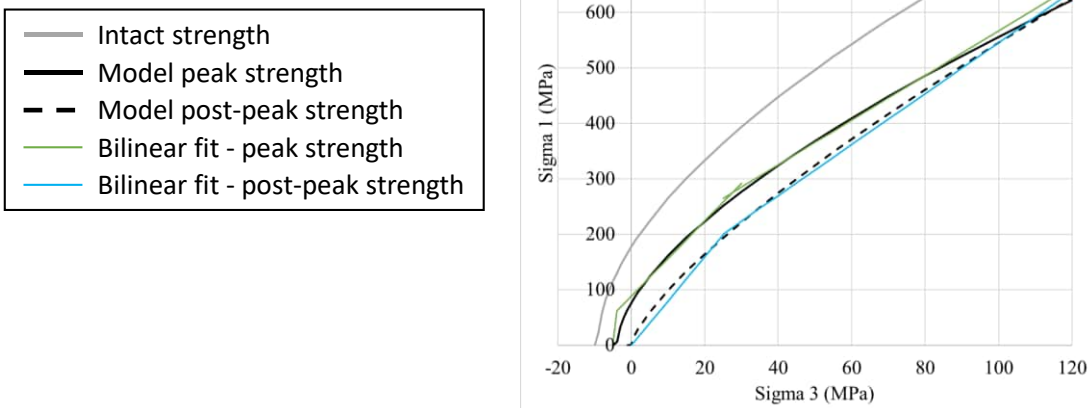
   Values of Young's modulus, Poisson's ratio, density and UCS were also obtained from laboratory testing. Intact rock parameters are shown in Table 2, and intact rock Hoek-Brown curves for the six geology groups are compared in Figure 7.



(a) Intact rock strength Hoek-Brown curve fitted through laboratory test results (after Golder, 2016).



(b) Rock mass (model) scale Hoek- Brown peak and post-peak curves fitted through the tri-linear strength envelope.



(c) Bilinear Mohr-Coulomb failure envelope fitted through the rock mass scale peak and post-peak strength envelopes.

Figure 6. Methodology followed by Golder during the FS to derive the rock mass scale strength envelopes implemented in the *FLAC3D* model (example of the MS unit).

Table 2. Intact rock mechanical properties.

Unit	Elastic properties			UCS (MPa)	Hoek-Brown properties	
	Density (kg/m^3)	Young's modulus (GPa)	Poisson's ratio (–)		σ_{ci} (MPa)	m_i
MS	4,700	145	0.23	168	177	19
SMS	3,400	144	0.21	157	148	10
RHY	2,800	94	0.22	205	234	13
DIO	2,900	110	0.27	247	286	20
DIA	3,000	106	0.28	258	260	20
AND	2,900	103	0.25	221	222	12

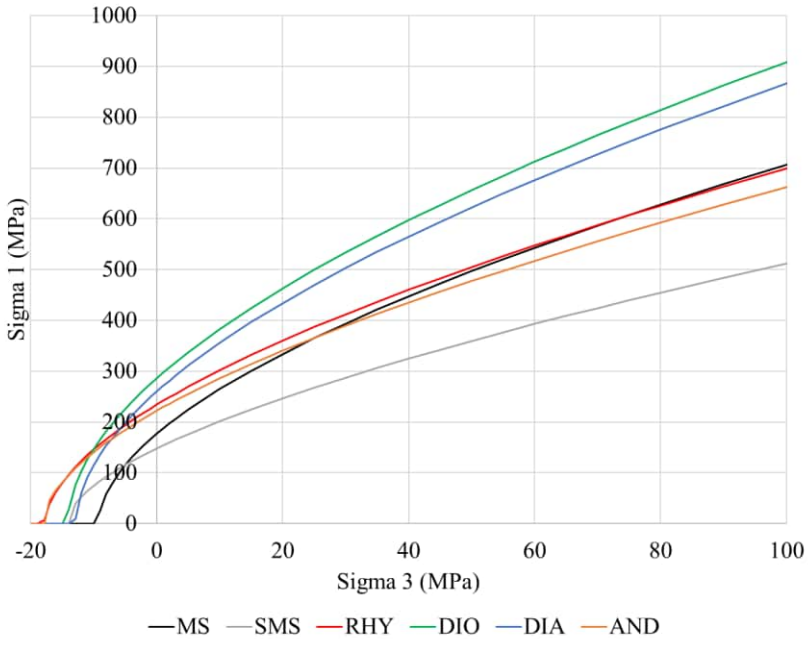


Figure 7. Intact rock Hoek-Brown curves for the six geology groups.

2. From the intact rock strength envelopes, trilinear strength envelopes were derived using a rock mass scale spalling strength of 0.45 × UCS and a spalling limit of $\sigma_1 / \sigma_3 = 15$.
3. For modelling purposes, Hoek-Brown curves were fitted through the trilinear strength envelope. An example is shown in Figure 6b for the MS unit. The corresponding rock mass scale parameters are given in Table 3.
   - The peak strength envelope was adjusted to intersect:
     - The spalling strength;
     - The mid-point of the spalling limit; and,
     - The field strength at a confinement of around 100 MPa.

- The model post-peak strength assumed:
  - The Hoek-Brown parameter s is nearly zero (0.001), such that σ_1 is close to zero when σ_3 = 0 MPa; and,
  - The post-peak strength curve intersects the peak strength curve at a confinement of around 100 MPa. This implied that at a confinement of 100 MPa, the rock mass will not lose strength when the peak strength is reached.

4. For implementation purposes in *FLAC3D*, the model peak and post-peak strength envelopes were then approximated with bilinear Mohr-Coulomb curves – those bilinear Mohr-Coulomb curves are the ones implemented in *FLAC3D*. An example is shown for the MS unit in Figure 6c. The Mohr-Coulomb parameters implemented in *FLAC3D* are given in Table 4.

As proposed by Golder during the FS study (Golder, 2017a), the critical cumulative plastic shear strain interval, over which the rock drops from peak to post-peak strength, was taken to be 0.1%.

Table 3. Field (rock mass scale) Hoek-Brown properties.

Unit	GSI	Elastic properties		Peak strength (Hoek-Brown)				Post-peak strength (Hoek-Brown)			
		Young's modulus (GPa)	Poisson's ratio (–)	σ_{ci} (MPa)	m	s	a	σ_{ci} (MPa)	m	s	a
MS	87	136	0.23	76	19	1	0.55	76	9.5	0.001	0.70
SMS	87	136	0.21	71	10	1	0.54	71	6.0	0.001	0.67
RHY	80	83	0.22	92	13	1	0.59	92	7.5	0.001	0.75
DIO	80	97	0.27	111	17	1	0.60	111	10.0	0.001	0.75
DIA	75	87	0.28	116	17	1	0.58	116	10.0	0.001	0.73
AND	80	91	0.25	99	12	1	0.57	99	7.0	0.001	0.72

Table 4. Bilinear Mohr-Coulomb envelopes implemented in the *FLAC3D* model.

Unit	Model peak strength (Mohr-Coulomb)						Model post-peak strength (Mohr-Coulomb)					
	First segment			Second segment			First segment			Second segment		
	c (MPa)	ϕ (°)	σ_t (MPa)	c (MPa)	ϕ (°)	σ_t (MPa)	c (MPa)	ϕ (°)	σ_t (MPa)	c (MPa)	ϕ (°)	σ_t (MPa)
MS	17	48	–4	41	37	N/A	0	51	0	20	40	N/A
SMS	19	39	–6	36	29	N/A	0	46	0	17	33	N/A
RHY	21	46	–7	41	37	N/A	0	51	0	16	41	N/A
DIO	22	50	–6	46	42	N/A	0	54	0	19	45	N/A
DIA	24	49	–6	48	41	N/A	0	54	0	20	45	N/A
AND	23	44	–8	43	35	N/A	0	50	0	17	39	N/A

3.3.3 Mechanical Properties of the Major Faults

Major faults were modelled by adding ubiquitous joints to the rock mass they intersected (while keeping the same intrinsic properties). The ubiquitous joints properties were set as follows: no cohesion (0 MPa), no tensile strength (0 MPa) and a friction angle of 35°. The orientation of the ubiquitous joints was based on the major faults general orientation, given in Table 5.

Table 5. Orientation of major faults (after Golder, 2017c).

Major fault	Dip (°)	Dip direction (°)
Horne Creek	80	165
Andesite	80	005
Strong	70	200
No Name	45	110

Notes:

- Dip is measured downwards from horizontal.
- Dip direction is measured clockwise from geographic North.
- Both conventions were maintained throughout the project.

3.3.4 Paste Mechanical Properties

The paste material was modelled as a strain-softening Mohr-Coulomb material. The mechanical properties implemented in *FLAC3D* were derived from the planned unconfined compressive strength of 1 MPa suggested by Golder (Golder, 2017b). The mechanical properties retained for the paste backfill material are given in Table 6.

Table 6. Paste mechanical properties implemented in the *FLAC3D* model.

Type of properties		Property	Value
Elastic Properties		Density[1] ρ (kg/m^3)	2,300
		Young's modulus[2] E (GPa)	0.20
		Poisson's ratio[3] ν	0.30
Strain-softening Mohr-Coulomb properties	Peak properties	Friction angle[4] ϕ_p (°)	30
		Cohesion[5] c_p (kPa)	290
		Tension[6] σ_{Tp} (kPa)	72
	Residual properties	Friction angle[7] ϕ_r (°)	45
		Cohesion c_r (kPa)	0
		Tension σ_{Tr} (kPa)	0
		Dilation angle[8] (°)	10

Please note the following concerning Table 6:

1 The density was assumed to be 2,300 kg/m^3.

2 $E = 72 \times UCS + 2 \times 10^8$, based on experience, UCS being expressed in Pa.

3 The Poisson's ratio was assumed to be 0.30.

4 The peak friction angle was assumed to be 30°.

5 $c_p = UCS / (2 \tan [45° + \phi / 2])$, the analytical form of the relation between the Mohr-Coulomb and Hoek-Brown failure envelopes.

6 $\sigma_{Tp} = 0.072 \times UCS$, based on experience.

7 The residual friction angle was assumed to be 45°. This is higher than the peak value to capture the friction increase that can result from fill material breaking apart.

8 The dilation angle was assumed to be 10°.

3.4 STRESS CONDITIONS

The in-situ stress regime implemented in the *FLAC3D* model was the same as for the FS model. It was chosen from the literature, based on regional measurements (Maloney & Yong, 2006). The stress gradients used are shown in Table 7.

Table 7. In situ stress regime implemented in the *FLAC3D* model (after Golder, 2017a).

Principal stress magnitude (MPa)	Orientation
$\sigma_1 = 23.6 + 0.026 \times z$	Horizontal, NE-SW
$\sigma_2 = 17.1 + 0.016 \times z$	Horizontal, NW-SE
$\sigma_3 = 0.021 \times z$	Vertical

Please note the following symbols and abbreviations used in Table 7:

- σ_1, σ_2 and σ_3 are the major, intermediate and minor principal stress components, respectively, expressed in MPa;
- z is the depth below ground surface, expressed in metres; and,
- N is North, S is South, E is East and W is West.

The stress profiles are graphically shown in Figure 8, where the principal stress magnitude values at the base of the *FLAC3D* model are given, for reference. Concerning the stress tensor orientation, as for the FS, the minimum principal stress (σ_3) was assumed vertical, and the major principal stress (σ_1) was assumed horizontal and oriented north-east–south-west (NE-SW). A plan view showing the orientation of σ_1 with respect to the Horne 5 ore body is shown in Figure 9. Note that no in situ stress measurements have been conducted on the Horne 5 site to confirm the validity of the selected in situ stress profile.

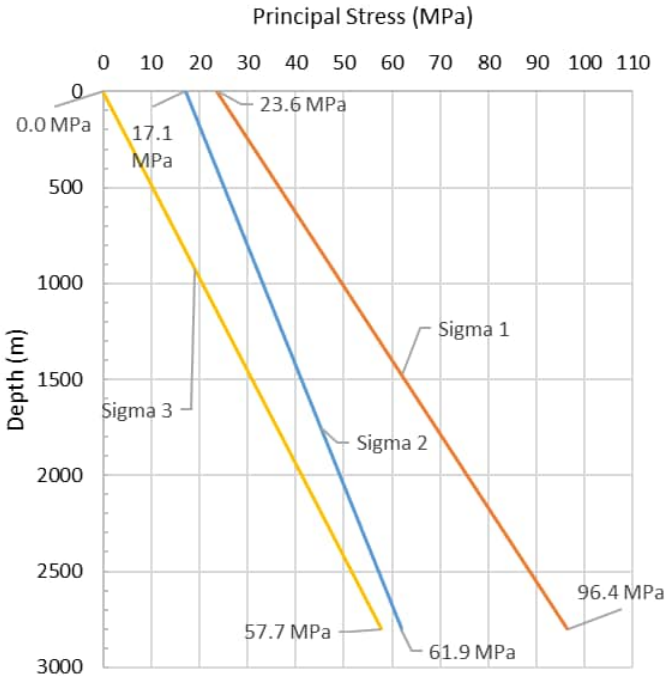


Figure 8. Principal in situ stress gradients implemented in the *FLAC3D* model.

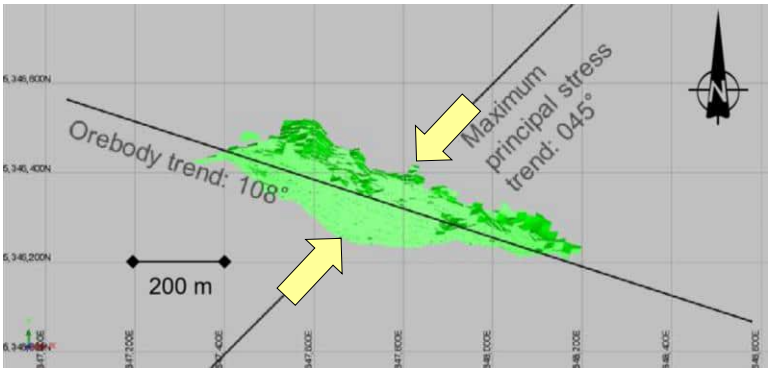


Figure 9. Plan view showing the orientation of σ_1 relative to the Horne 5 ore body (after Golder, 2017a).

Ground stresses were installed tectonically in the *FLAC3D* model, i.e., the model was simultaneously compressed in two axes, parallel to the maximum and minimum horizontal stress directions (σ_H and σ_h, respectively, which are also σ_1 and σ_2). The stresses at the model boundaries were increased gradually until they matched the stress gradients reported in Table 7. This methodology has the advantage of accounting for stiffer geological units (with a higher Young's modulus) attracting higher stresses than softer units. The stiffness contrast between the ore body (around 145 GPa) and the main host rock (94 GPa) justified this approach.

3.5 MINING SEQUENCE

Prior to starting the analysis of the Horne 5 FS stopes, the mining and backfilling of the historical Horne mine above had to be simulated. The historical voids were filled in the model with paste material with a UCS value of 500 kPa (mine scale results are not overly sensitive to this value).

The Horne 5 mining sequence implemented in the *FLAC3D* model is the sequence finalized during the FS, which encompasses 2,165 stopes. To limit the computational time, as well as the storage of the model save files, ten (10) stopes were mined at each modelling stage (and five [5] stopes at the last stage). Therefore, a total of 217 mining steps were computed for the Horne 5 stopes. An example of a computed mining step (step 52 of 217) is shown in Figure 10.



Figure 10. Elevation view looking north showing one mining step (stopes in red) within the global mining sequence.

Some important aspects and challenges concerning the mining sequence are highlighted below – the reader is referred to the FS study (Falco Resources, Ltd., 2017) for additional information regarding the mining sequence.

- The main mining method is transverse longhole stoping with a bottom-up primary-secondary sequence.

- Mining is planned in two (2) phases: Phase 1 (from Level 710 down to Level 1310) and Phase 2 (from Level 1340 down to Level 2060), as shown in Figure 11.

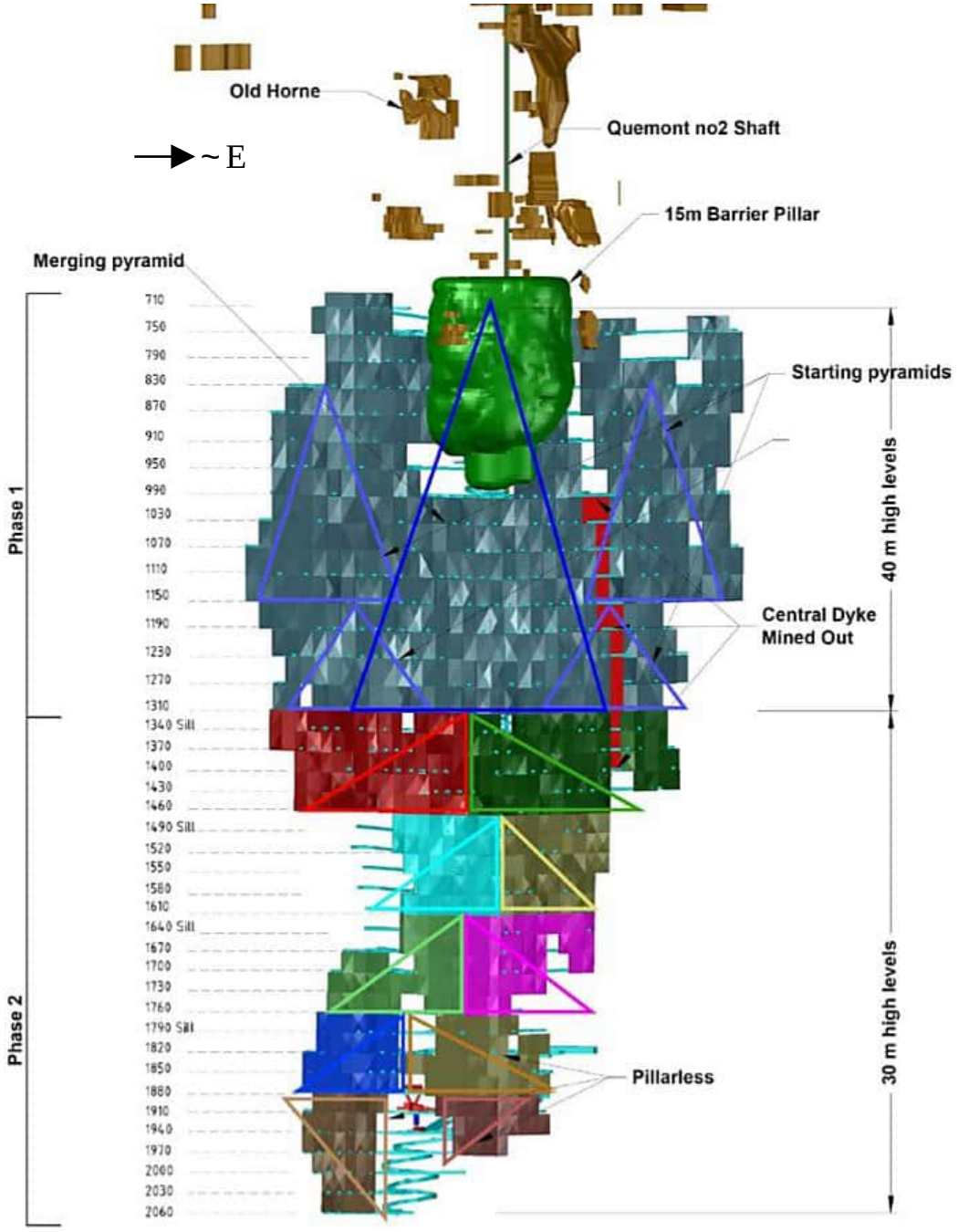


Figure 11. Elevation view looking approximately north showing the two mining phases and the various pyramids planned at Horne 5 (after NI 43-101 [Falco Resources, Ltd., 2017]).

Phase 1

- Phase 1 is recovered with four pyramids: two on L1310 and two on L1150. The four pyramids are progressively merged into a single large pyramid. Converging mining fronts in Phase 1 were identified as a potential mining challenge due to the associated stress concentrations.
- Mining in Phase 1 will induce stress changes in the vicinity of the historical Horne mine. The area between the historical Horne mine and the Horne 5 stopes is referred to as the *barrier pillar*. Fracturing of the barrier pillar due to stress increase was identified as a potential mining challenge. A 15 m-thick stand-off distance between the new and historical mine workings was planned for in the FS.
- A north-south-striking diabase dyke cuts through the Phase 1 mining zone. To avoid high stresses developing in this dyke and to avoid mining stopes in high stresses close to it, destress slots in the dyke were planned for during the FS.
- To reduce development costs, haulage drifts on levels 1030 to 1310 are planned to be developed within the ore body. The main challenge identified regarding this method is the potential for stress increases around the drifts as the mining front will approach. To mine the ore body at the drift location on these levels, *longitudinal* stopes are required.

Phase 2

- Phase 2 is divided into five mining zones: Phase 2A (from L1340 to L1460), Phase 2B (from L1490 to L1610), Phase 2C (from L1640 to L1760), Phase 2D (from L1790 to L1880) and Phase 2E (from L1910 to L2060).
- In Phase 2A, the main mining challenge is related to the diabase dyke discussed above, which cuts through the ore body. Destress slots have been planned for during the FS.
- In Phase 2B, the main mining challenge is related to the diabase dyke located in the eastern abutment – a thin pillar of host rock will remain between that dyke and the mining front. The recovery of the stopes located in the eastern abutment of this mining zone was identified as a potential mining challenge.
- Phase 2C consists of a primary-secondary half-chevron progressing to the West from the centre of the ore body and another primary-primary half-chevron progressing to the East (stopes excavated in a "primary-primary" sequence are referred to as *pillarless* stopes). Mining of the lead stopes was identified as a potential mining challenge.
- Phase 2E consists of a primary-primary full-chevron front progressing from top to bottom (underhand mining). Mining of the lead stopes was again identified as a potential mining challenge.

4. SEISMIC POTENCY ANALYSIS

Based upon the *FLAC3D* modelling results, an analysis of the underground seismic potency is presented in this section. Seismic risk on surface is discussed later in sections 7 and 8.

The objective of this analysis was to quantitatively assess the energy release at each modelling stage. The analysis was based on the *Seismic potency* P, which is associated with the volume of rock undergoing inelastic deformation (Ben-Menahem & Singh, 1981; King, 1978). The seismic potency can be interpreted as an indicator of mining-induced energy release, which in turn can be associated with seismic events. The scalar seismic potency (expressed in m^3) is the product of the strain change by the yielded volume, as follows:

$$P = \Delta\varepsilon \times V \quad \text{… Eq. [1]}$$

Where: $\Delta\varepsilon$ is the incremental plastic shear strain (%); and,
V is the yielded volume (m^3).

4.1 METHODOLOGY

The seismic potency was computed for each modelling step. It was then normalized to the extracted tonnes at each modelling step. The unit of the value reported is therefore expressed in terms of m^3/mined tonnes. The criteria described in Table 8 were then applied to determine the risk level associated with each modelling step. Since no formal criteria have been established, the ones in Table 8 were set by A2GC based on multiple spot checks at numerous locations and mining steps, to ensure that potency ratings provide a sensible qualitative match with the numerical stress results.

Table 8. Definition of the risk categories associated with the seismic potency analysis.

Seismic potency analysis risk category	Criterion
Low	(Seismic potency / tonnes extracted) $\leq$ 0.001 m^3/t
Moderate	0.001 m^3/t < (Seismic potency / tonnes extracted) $\leq$ 0.002 m^3/t
High	(Seismic potency / tonnes extracted) > 0.002 m^3/t

The following limitations should be noted:

- As discussed in Section 3.5, ten (10) stopes were mined per modelling step. This was done to limit the computational time, as well as the storage requirements for the result files. Therefore, the seismic potency values reported considers the collective effect of all ten stopes together.

- No attempt was made to correlate the seismic potency obtained from the *FLAC3D* model to the magnitude of possible seismic events. This remains an active field of research and it would require significant field data to calibrate *FLAC3D* results to seismic magnitudes.

4.2 RESULTS AND COMMENTS

The risk profile obtained for the seismic potency analysis is presented in Figure 12. The number of modelling steps associated with each risk category is given in Table 9.

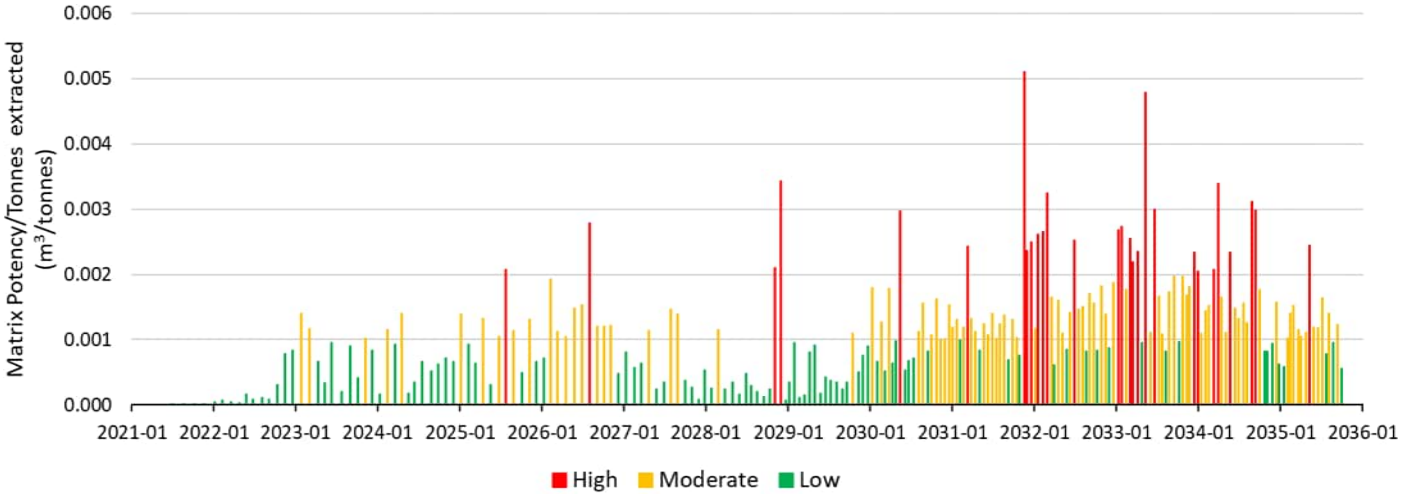


Figure 12. Seismic potency-based risk profile.

Table 9. Number of mining steps per seismic potency risk category.

Seismic potency risk category	Number of mining steps	Percentage of the total number of steps
High	28	13%
Moderate	89	41%
Low	100	46%
Total	217	100%

The following observations can be made:

- Twenty-eight (28) out of 217 modelling steps (13%) were rated with a *High* seismic potency.
- From those 28 steps, 26 occur during Phase 2 mining.
- Modelling steps rated with a *High* seismic potency seem to occur in the situations listed below (this list is not exhaustive):
  - Stopes punching into a highly stressed, but not yet damaged, sill pillar, causing a decon-finement area and shearing. An example is shown in Figure 13.

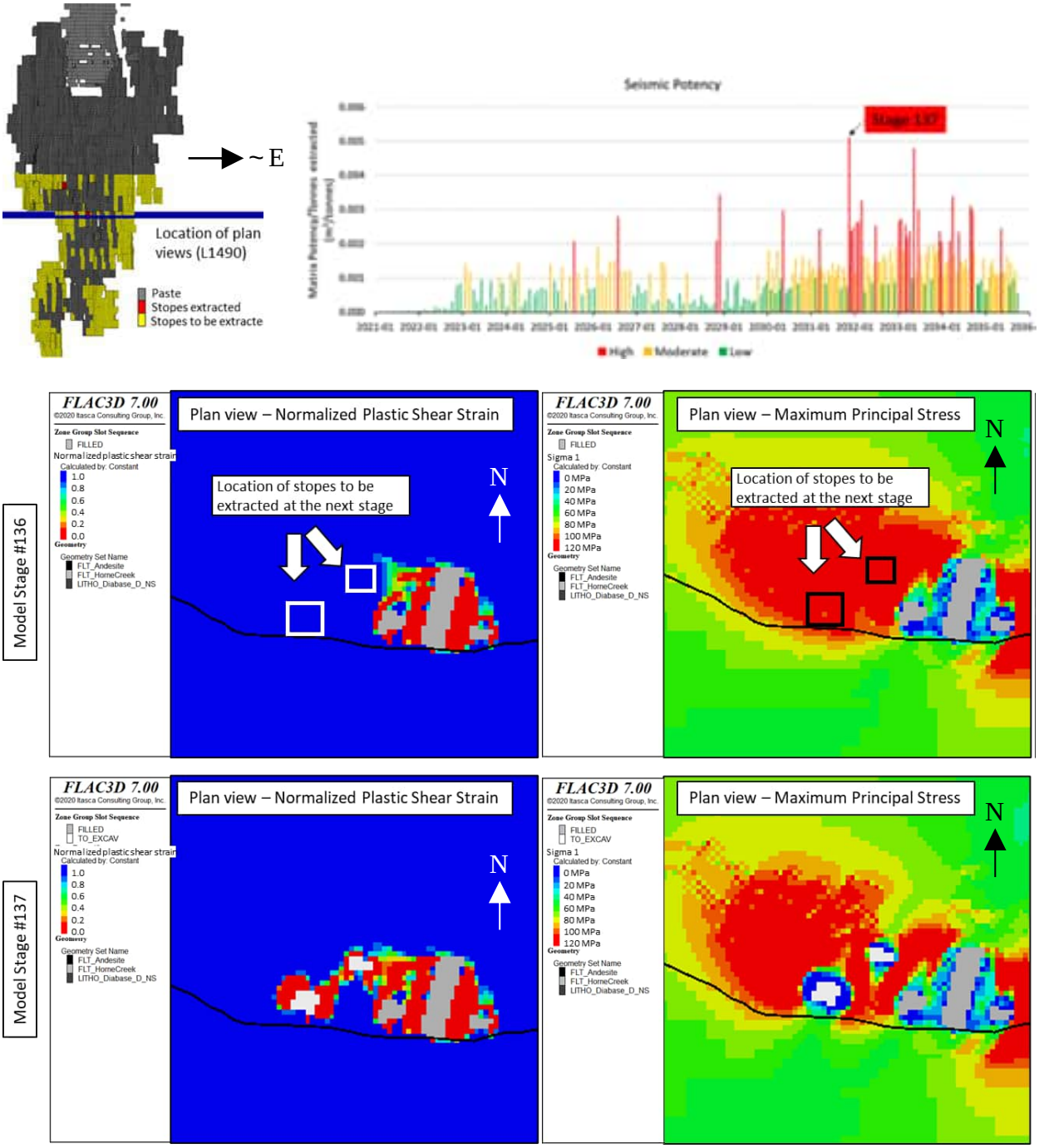


Figure 13. Plan views showing an example of stopes extracted at a sill pillar level that are generating a high seismic potency (L1490 at steps 136 and 137).

– Stopes mined in a highly stressed abutment, further propagating the failure and causing the stresses to be pushed away.

– Stopes mined in high stresses due to converging mining fronts (merging pyramids in Phase 1), therefore cutting the stresses and shearing the remaining pillar between the converging fronts. An example is shown in Figure 14.

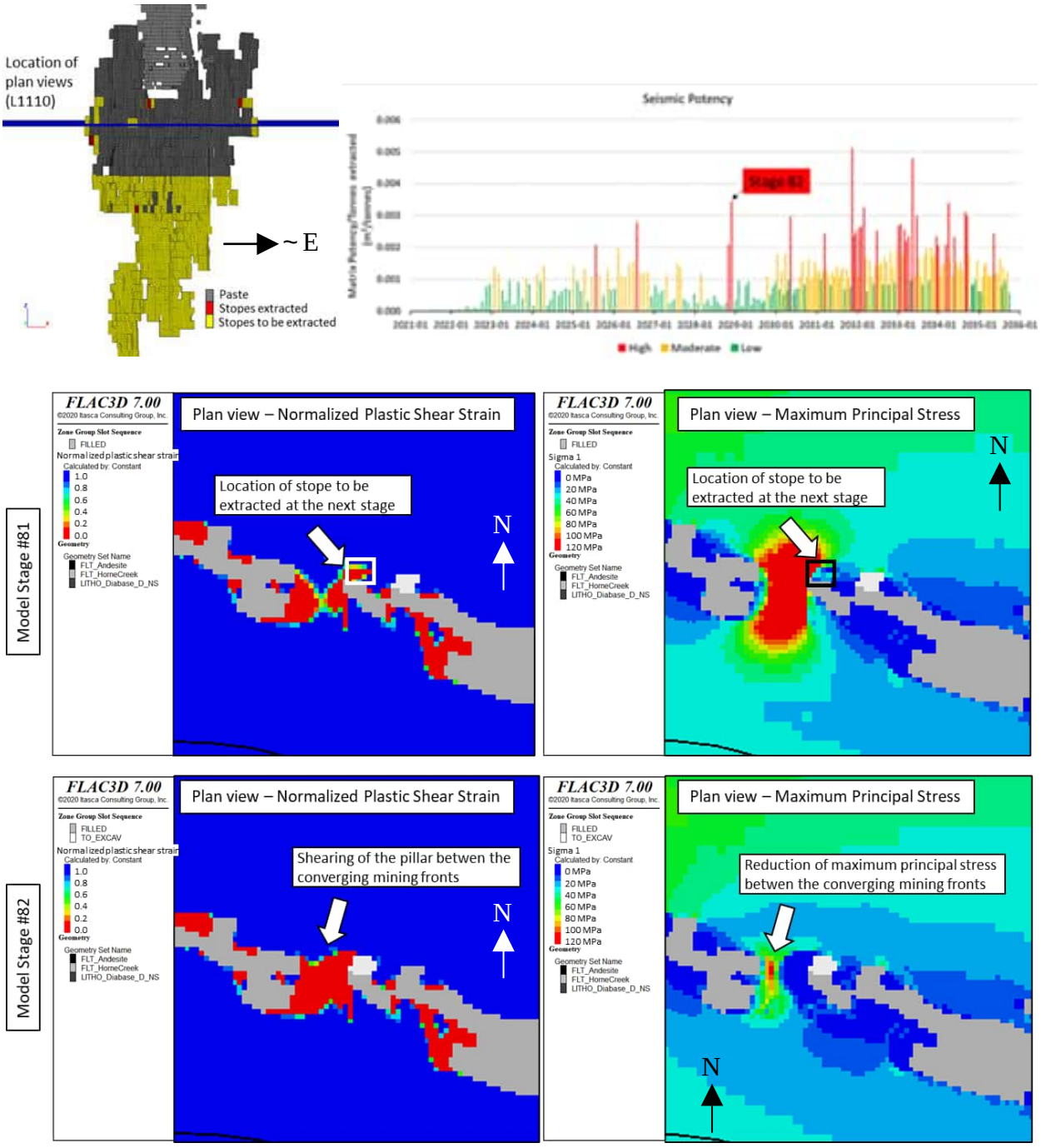


Figure 14. Plan views showing the example of a stope extracted in a converging mining front that is generating a high seismic potency (L1110 at steps 81 and 82).

  - Primary stopes not necessarily mined in high stresses but with a geometry configuration that enables the shearing of secondary stopes. This seems to happen mostly in primary stopes in the second panel or later (i.e., not in the first panel).

- Modelling steps rated with a *Moderate* seismic potency seem to occur in similar situations (e.g., punching of a sill, primary stopes causing shearing of secondary stopes), but the damage occurs over a lesser extent either because of the stope configuration or the stress level being slightly lower (*Moderate* instead of *High*).

It should be reminded that ten (10) stopes were mined per modelling step. Consequently, the seismic potency values reported consider the seismic potency generated by all ten stopes considered together – it does not mean that all the stopes mined in one step that is rated with a *High* seismic potency are expected to all radiate high energy levels in the rock mass.

5. GEOMECHANICAL RISK ASSESSMENT

Modelling results were used to establish mining risk profiles associated with the FS mining sequence. Mining conditions and dilution risks were investigated from a production perspective over the mine life. Mining-induced stresses and plasticity criteria guided the analyses. Results are presented in this section.

5.1 MINING CONDITIONS ASSESSMENT

The mining conditions assessment is meant to evaluate how challenging mining a given stope can be expected to be. Two types of mining challenges were considered, as follows:

1. Mining under high stress conditions
2. Mining under low / residual conditions (i.e., in relaxed and damaged sectors)

Stopes excavated in highly stressed areas are likely to generate some local seismicity, require more rehabilitation and/or be affected by drilling challenges, potentially causing in turn production uncertainties and risks, such as schedule delays, rework, and possibly some ore losses in the worst cases. On the other hand, stopes mined in highly damaged areas are likely to cause production delays (from rework and rehabilitation) and experiment drilling challenges, which also can result in production uncertainties and risks.

The risks of mining under high stress and residual conditions were first evaluated separately, then merged into a single production risk profile. The following sections describe the methodology and results.

5.1.1 Risk of Mining Under High Stress Conditions

High stress conditions during mining were inferred from the *FLAC3D* modelling results in terms of the stress levels within the numerical zones of each stope. The global level of stress in each stope was then derived just prior to mining it, to estimate how highly stressed it will be at the moment it will be recovered.

5.1.1.1 Methodology

Each numerical zone within each stope in the model was assigned a *Low*, *Moderate* or *High* risk rating, based upon its deviatoric stress magnitude normalized by the local UCS ($[\sigma_1 - \sigma_3] / \text{UCS}$) just prior to mining. A global risk rating was then assigned to each stope based on the percentage of numerical zones that were assigned a *Low*, *Moderate* or *High* risk rating.

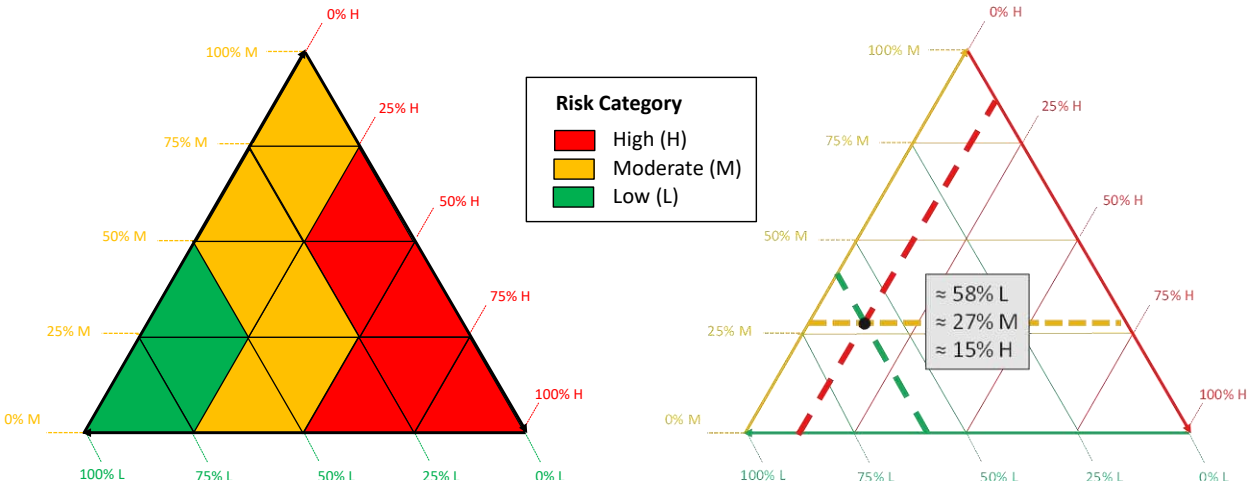
The criteria shown in Table 10 were applied to determine the risk rating for each numerical zone within the stopes (Cotesta *et al.*, 2014). Other authors (e.g., Board *et al.*, 2001) have suggested lower category thresholds, but those in Table 10, being higher, provide in our view a more realistic and reliable risk profile.

Table 10. Definition of the risk categories for high stress conditions (after Cotesta *et al.*, 2014).

Risk category	Criterion
Low	$(\sigma_1 - \sigma_3) / UCS < 0.5$
Moderate	$0.5 \leq (\sigma_1 - \sigma_3) / UCS < 0.7$
High	$(\sigma_1 - \sigma_3) / UCS \geq 0.7$

For each stope, the percentage of numerical zones rated *Low*, *Moderate* and *High* were computed, and a stope risk rating was assigned based on the criterion shown in Figure 15a. In this graphical representation, one stope is represented by a single point, with the percentages of *Low*, *Moderate* and *High* zones being read on each axis.

An example is given in Figure 15b – that particular stope would be assigned a *Low* high stress rating based on the categories shown in Figure 15a.



(a) Stope risk rating criterion. (b) Data point example.

Figure 15. Methodology implemented to assign a high stress risk rating to each stope from the normalized deviatoric stress in each of its numerical zones.

The decision tree used to establish the global risk ratings shown in Figure 15a is presented in Figure 16.

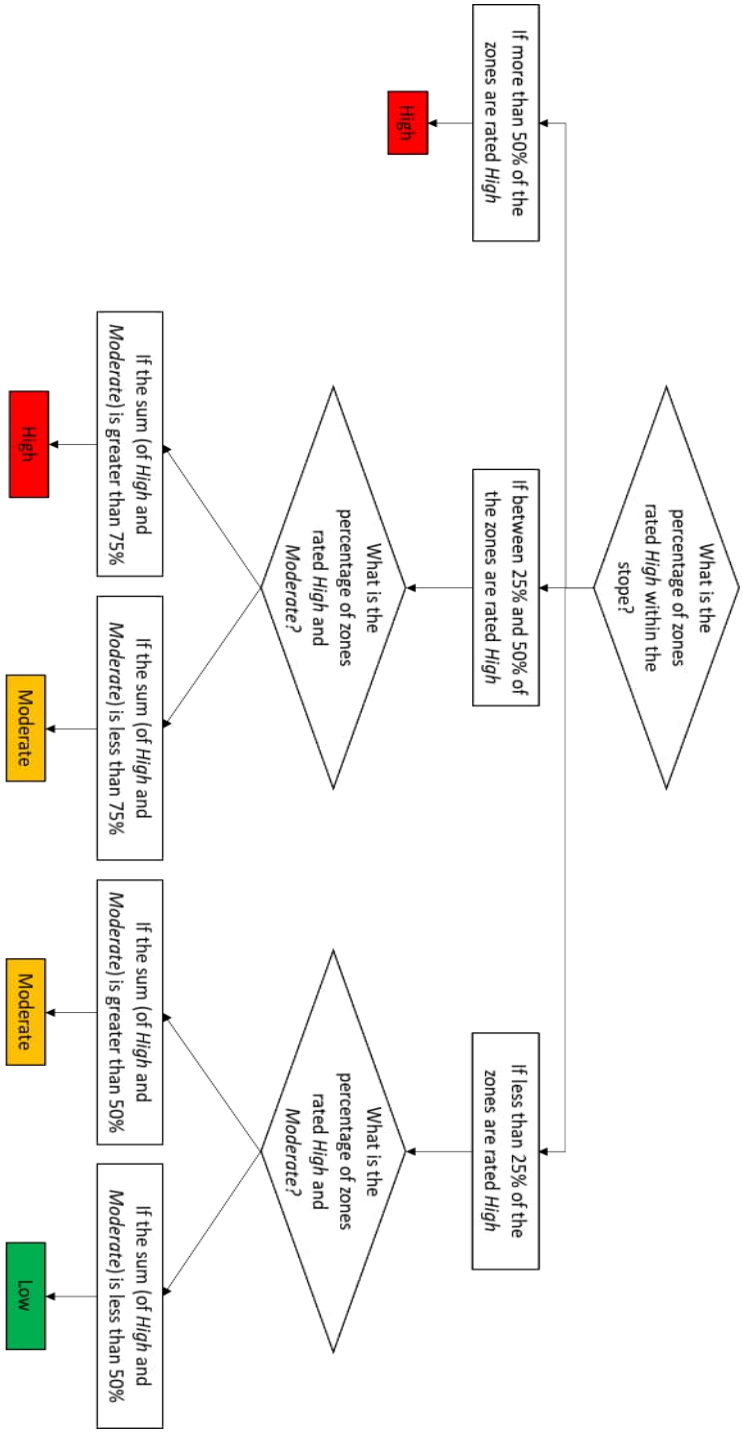


Figure 16. Decision tree to establish the global high stress risk rating categories.

5.1.1.2 Results and Observations

Figure 17 shows the complete dataset of stopes superimposed on the stope high stress risk rating criterion.

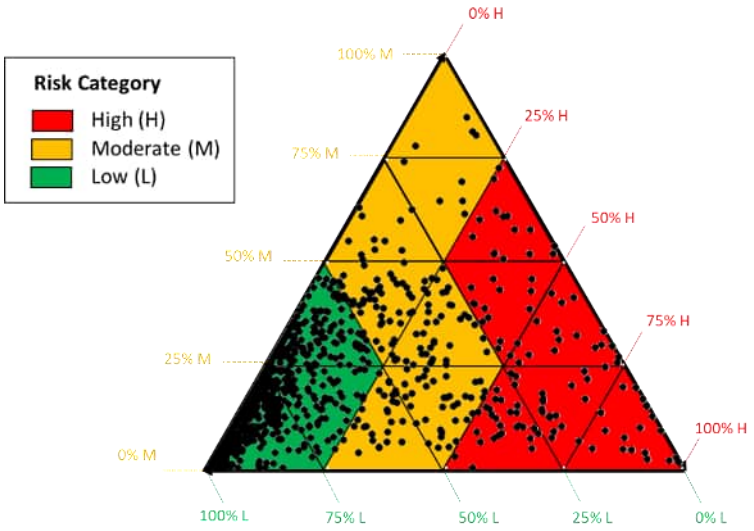


Figure 17. Dataset (individual stopes) superimposed on the stope high stress risk rating criterion.

The risk profile obtained from the evaluation of the high stress hazard is presented in Figure 18. This bar chart shows time (represented by the time stamp of each mining step) on the *x*-axis and the tonnes of ore planned at each of these mining steps on the *y*-axis, subdivided by *Low* (green), *Moderate* (yellow) and *High* (red) categories of high stress conditions.

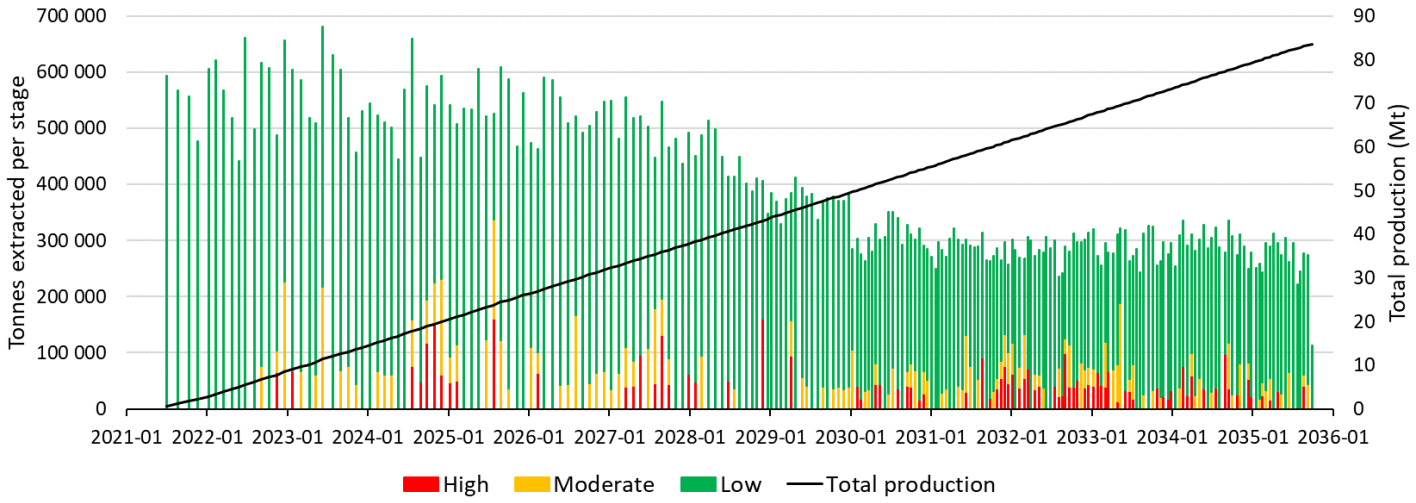


Figure 18. Risk profile for high stress mining conditions.

Each vertical bar in Figure 18 represents the extraction of ten (10) stopes. As the stopes become smaller at depth, more 10 stope-steps are required per annum to maintain production, which explains why the bars become smaller and denser during later mining. The total number of stopes in each risk category is given in Table 11.

Table 11. Number of stopes per high stress risk category.

High stress risk category	Number of stopes	Percentage of the total number of stopes
High	109	5%
Moderate	165	8%
Low	1,891	87%
Total	2,165	100%

The following observations can be made:

- One-hundred and nine (109) stopes out of the 2,165 Horne 5 stopes (5%) are forecasted to be excavated under high stress conditions. Out of those 109 stopes rated *High*, 34 were extracted during Phase 1, and 75 during Phase 2 mining. This represents 4% of the 866 Phase 1 stopes, and 6% of the 1,299 Phase 2 stopes.
  - Out of the 34 stopes rated *High* in Phase 1:
    - Eleven (11) were extracted during the period of August 2024 through to March 2025. This corresponds to the period when the Phase 1 pyramids merge together. Those 11 stopes were all secondary stopes. An example is shown in Figure 19.
    - Twelve (12) were longitudinal stopes extracted between the period of July 2027 through to April 2029. This represents 5% of the 226 longitudinal stopes. Longitudinal stopes in Phase 1 are stopes mined where haulage drifts are planned to be developed in the ore body (on levels 1030 to 1310).
    - All the other stopes rated *High* in Phase 1 were secondary stopes (11 stopes). This suggests that the capacity of the Phase 1 secondary stopes to retain high stress levels is a key design factor, but lead stopes are not expected to be challenging from a stress magnitude point of view.
  - Out of the 75 stopes rated *High* in Phase 2:
    - Sixteen (16) were pillarless stopes extracted between the period of November 2031 through to April 2035. This represents 7% of the 237 pillarless stopes in horizons 2D and 2E.
    - The majority of the other stopes rated *High* in Phase 2 were primary stopes (53 stopes). Only six (6) secondary stopes in Phase 2 were rated *High*. This suggests that lead stopes

in Phase 2 can be expected to be more challenging than in Phase 1, but that the secondary stopes in Phase 2 should not retain high stress levels.

- The FS mining sequence was designed to minimise the ground stresses retained in the diabase dyke through the in-sequence mining of a destress slot. Based on the *FLAC3D* modelling results, all destress slots in the diabase dyke are forecasted to be excavated in *Low* stress conditions. This suggests the destress slot planned during the FS should be sufficient to prevent to dyke from remaining a long-term stress-carrying rib pillar.
- It is also interesting to note that out of the 109 stopes rated *High*, 100 were the first panel (the southern-most stope) of a north-south row of stopes. This represents 12% of the 863 "first panel" stopes. Only 1% of the "second panel" stopes were rated *High* (6 stopes out of 661), and this percentage dropped lower as the number of panels increased. This suggests that where high stresses concentrate, opening one stope is sufficient to cut the stresses and generate a stress shadow area.

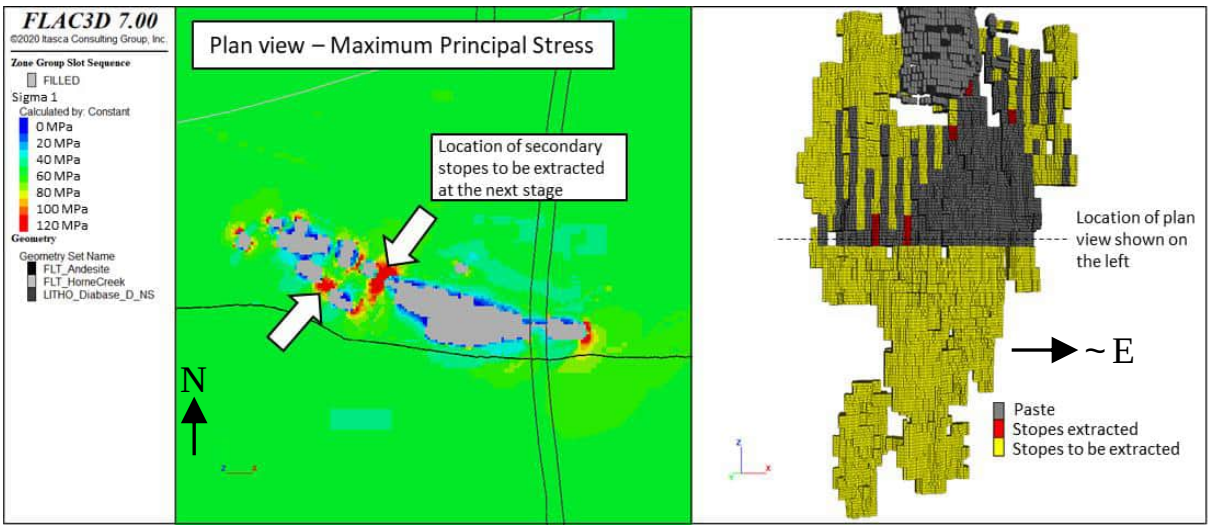


Figure 19. Example of stopes extracted under high stress conditions during the merging of the Phase 1 pyramids.

5.1.1.3 Discussion on a Proximity to Peak Criterion

An alternative approach to the deviatoric stress-based criterion just discussed was considered to assess mining under high stress conditions. The objective of this alternative approach was to establish how close to peak strength mining will be conducted in each stope. Instead of only comparing the deviatoric stress to the UCS of the rock (as discussed in Section 5.1.1.1), the focus was on how close to the peak strength the rock mass (either pre-peak or post-peak) mining is expected to occur. This approach was considered because of the high brittleness of the Horne 5 rock mass.

This alternative approach was explored, but was ultimately not retained – the risk of mining under high stress conditions remained associated to the criterion based on the deviatoric stress, as discussed in sections 5.1.1.1 and 5.1.1.2. The approach based on the proximity to peak strength is however briefly summarised for completeness, along with the reasons it has not been retained.

The 'proximity to peak' was evaluated in two different ways, depending on whether the numerical zone is pre-peak or post-peak.

If the zone is pre-peak (i.e., if it did not reach its peak strength), the following steps were followed:

- For each 'pre-peak' numerical zone, the major principal stress at peak ($\sigma_{1\text{-peak}}$) was computed based on the Hoek-Brown criterion equation for the σ_3 magnitude of the zone.
- The ratio $\sigma_{1\text{-zone}} / \sigma_{1\text{-peak}}$ was computed for each numerical zone.
- A risk rating was assigned to each numerical zone according to the following criteria:
  - If $\sigma_{1\text{-zone}} / \sigma_{1\text{-peak}} \geq 80\%$, then the zone was rated *High* (i.e., close to peak);
  - If $70\% \leq \sigma_{1\text{-zone}} / \sigma_{1\text{-peak}} < 80\%$, then the zone was rated *Moderate*; or,
  - If $\sigma_{1\text{-zone}} / \sigma_{1\text{-peak}} < 70\%$, then the zone was rated *Low*.
- In addition to the criteria described above, all numerical zones where σ_1 was under UCS/2 were rated *Low*, regardless of their proximity to peak.

If the zone is post-peak (i.e., if it has passed its peak strength), the following steps were followed:

- The normalized plastic shear strain (explained further in Section 5.1.2.1) was computed for each post-peak numerical zone.
- A risk rating was assigned to each numerical zone according to the following criteria:
  - If the normalized plastic shear strain was $\geq 90\%$, then the zone was rated *High* (i.e., close to peak);
  - If the normalized plastic shear strain was between 70% and 90%, then the zone was rated *Moderate*; or,
  - If the normalized plastic shear strain was $< 70\%$, then the zone was rated *Low*.
- In addition to the above criteria, all numerical zones in which σ_1 was under UCS/2 were rated *Low*, regardless of their proximity to peak.

The idea was then to assign a global risk rating per stope based on the percentage of its numerical zones that were assigned *Low*, *Moderate* and *High* risk ratings, using the same methodology as for the deviatoric stress criterion.

However, a concern was that the alternative approach based on the proximity to peak, in its current formulation, likely under-estimates the mining risk at high confinement levels. An example is shown in Figure 20, where a data point would be rated *High* based on the deviatoric stress criterion (i.e., it would land above the purple line), but it would be rated *Low* based on the proximity to peak criterion (i.e., it would locate below the green line (and even the blue line). The stress level at this data point is intuitively high (with σ_1 = 200 MPa and σ_3 = 50 MPa), and as such it was felt it should be flagged in the risk analysis.

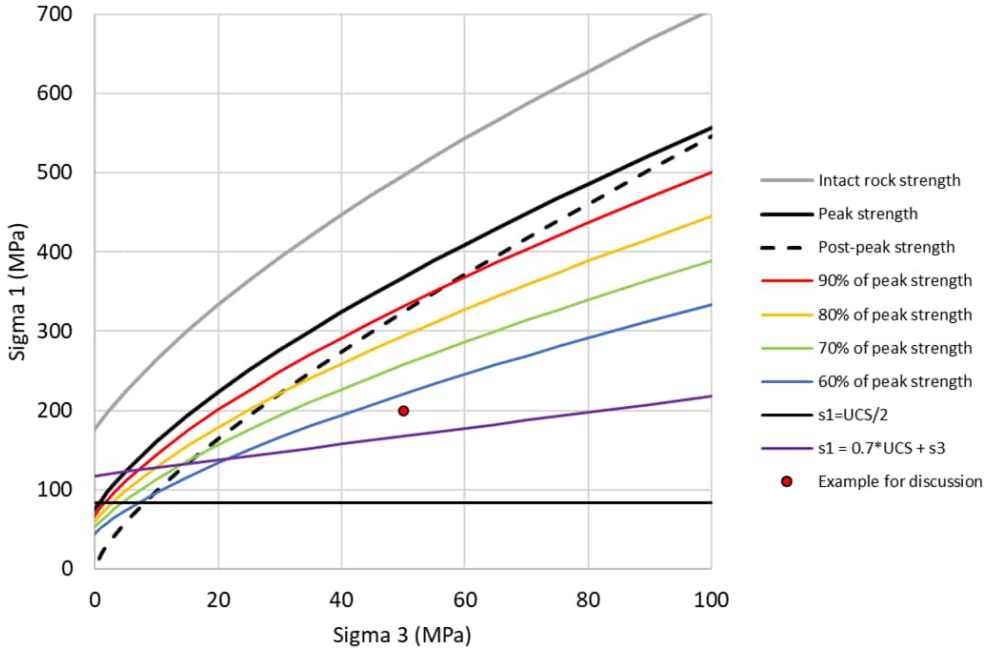


Figure 20. Comparison of the stress criterion based on the deviatoric stress and the alternative approach based on the proximity to peak.

Defining proximity to peak criteria based upon a percentage of the peak strength might not be the best approach without also considering the actual confinement level. However, calibration data would be required to better adjust this additional criterion. Therefore, in the absence of such calibration data, the criterion based on the deviatoric stress has been retained at this stage.

5.1.2 Risk of Mining Under Residual Conditions

At the other end of the spectrum lies the situation where mining is conducted under residual post-peak conditions, far past its peak strength, and under low stress and in significantly damaged rock. Under such circumstances, the damaged rock mass can be expected to require rehabilitation, produce difficult production drilling conditions (e.g., due to blastholes collapsing) and cause production delays.

5.1.2.1 Methodology

As for the high stress mining conditions discussed in Section 5.1.1, the objective of this analysis was to assess the rock mass conditions of each stope prior to it being mined. The goal was to flag stopes that will be mined in highly damaged ground. The damage of each numerical zone in each stope in the model was evaluated at the mining step just prior to its extraction. A global risk rating (again *Low*, *Moderate* or *High*, to remain consistent) was then assigned to each stope based upon the percentage of its numerical zones that were classified as "damaged."

To evaluate the level of damage, the following term was computed for each numerical zone at the step just prior to mining the stope:

Normalized plastic shear strain = 1 – (Plastic shear strain / Critical strain) … Eq. [2]

The normalized plastic shear strain is hence a value between 0 and 1. It equals 1 if the zone is intact, and it is equal to 0 if the zone has reached its residual properties. If the plastic shear strain exceeds the critical strain, the normalized plastic shear strain is capped at zero. The normalized plastic shear strain concept is illustrated in Figure 21.

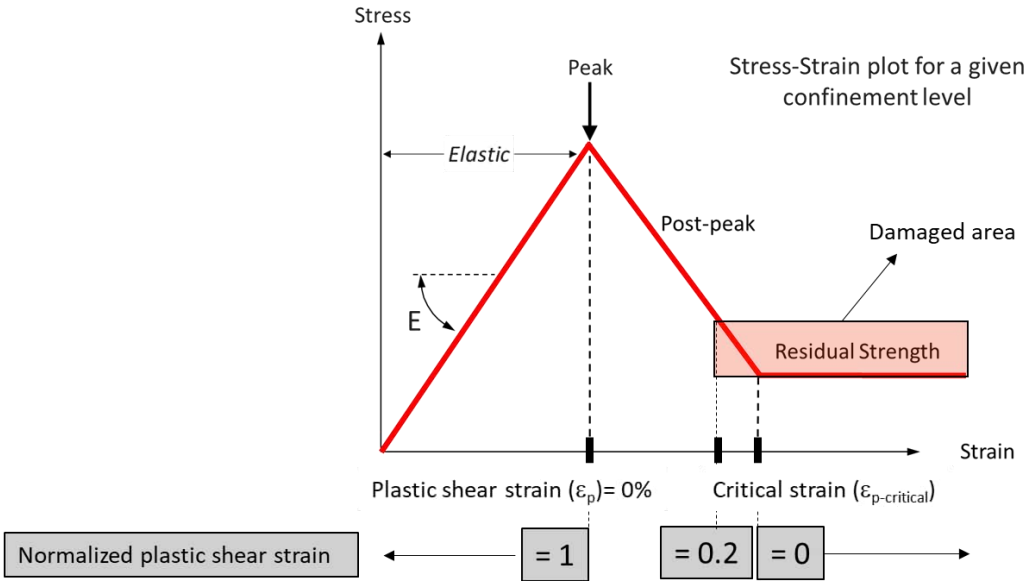


Figure 21. Representation of the normalized plastic shear strain and damage limits.

To be considered "damaged," a numerical zone in the model had to meet the following two criteria:

1. The normalized plastic shear strain is below 0.2 ("Damaged area" illustrated in Figure 21); and,
2. The minimum principal stress σ_3 magnitude is less than 1 MPa.

When these two criteria are met, the rock mass is expected to be significantly damaged, and the confinement insufficient to retain the unstable ground together. A stope risk rating was then assigned to each stope, based on the percentage of damaged and deconfined numerical zones it contains. The stope risk rating criterion is shown in Table 12.

Table 12. Definition of the risk categories for residual conditions.

Risk category	Criterion
Low	Damaged and deconfined stope volume < 50%
Moderate	50% ≤ Damaged and deconfined stope volume < 80%
High	Damaged and deconfined stope volume ≥ 80%

5.1.2.2 Results and Observations

The risk profile obtained from the evaluation of the residual condition hazard is presented in Figure 22. The number of stopes per risk category is given in Table 13.

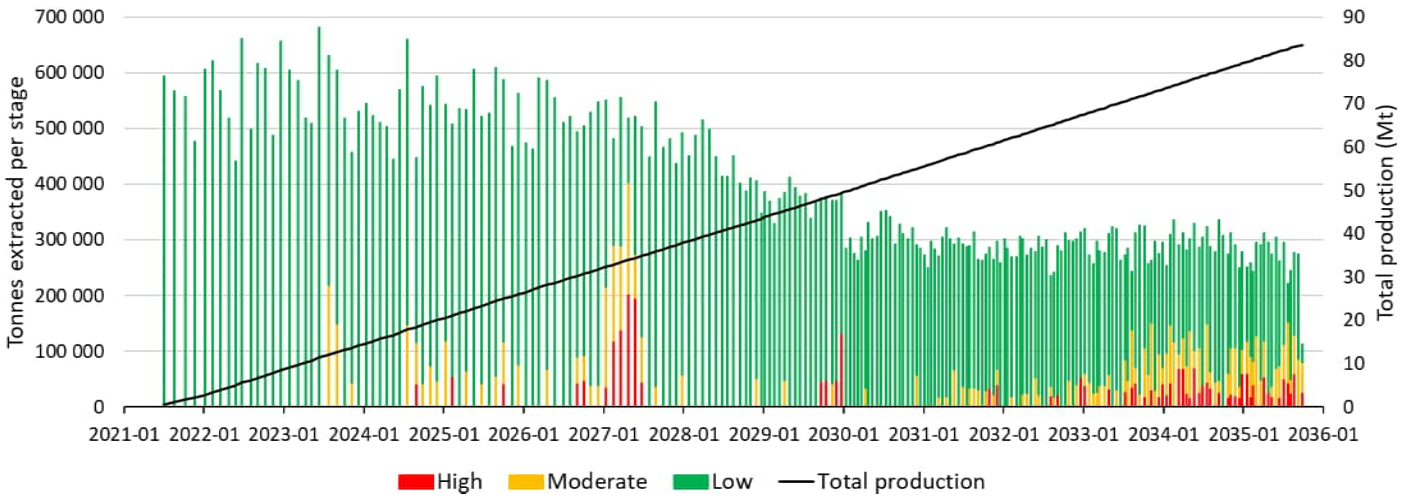


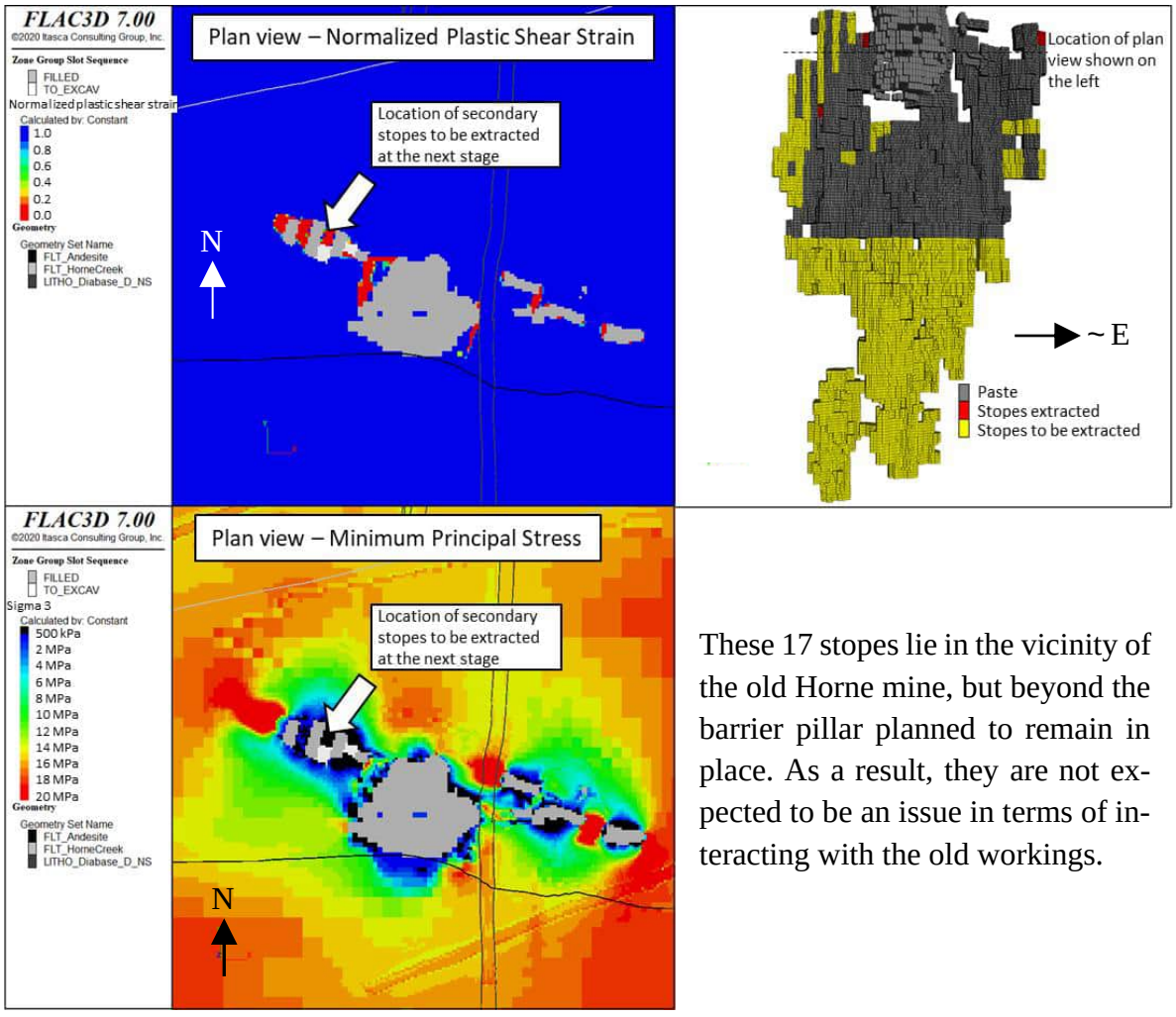
Figure 22. Risk profile for mining under residual conditions.

Table 13. Number of stopes per residual conditions risk category.

Residual conditions risk category	Number of stopes	Percentage of the total number of stopes
High	83	4%
Moderate	175	8%
Low	1,907	88%
Total	2,165	100%

The following observations can be made:

- 83 stopes out of the 2,165 Horne 5 stopes (4%) are forecasted to be excavated under "residual conditions."
- Out of those 83 stopes that are rated *High*, 26 were extracted during Phase 1 mining, and 57 during Phase 2 mining. This represents 3% of the 866 Phase 1 stopes, and 4% of the 1299 Phase 2 stopes.
  - From the 26 stopes rated *High* in Phase 1:
    - 17 were extracted during the period between August 2026 and June 2027. This corresponds to the time interval when the upper portion of Horne 5 is mined, west of the historical Horne mine. Those 17 stopes were mostly secondary stopes from shallow levels (L0830 to L0950). An example is shown in Figure 23.



These 17 stopes lie in the vicinity of the old Horne mine, but beyond the barrier pillar planned to remain in place. As a result, they are not expected to be an issue in terms of interacting with the old workings.

Figure 23. Example of a stope extracted under residual conditions.

- Six (6) stopes were extracted between September and December 2029. Those were all longitudinal stopes, which represent 3% of the 226 longitudinal stopes.
- The three (3) other stopes rated *High* in Phase 1 were secondary stopes.

– From the 57 stopes rated *High* in Phase 2:

- 14 were pillarless stopes from the second and third panels. This represents 6% of the 237 pillarless stopes.
- 39 stopes were secondary stopes, mostly from the second, third and fourth panels. This represents 9% of the 450 secondary stopes in Phase 2.
- The remaining four (4) stopes rated *High* in Phase 2 were primary stopes from the second panel.
- It is interesting to note that the majority of stopes rated *High* in Phase 2 (50 stopes out of 57) are planned to be extracted towards the end of the Horne 5 mine life, from July 2033 through to September 2035. As a reference, the first Phase 2 stope is planned to be extracted in July 2028.

5.1.3 Global Assessment

The objective of this section is to merge the risk of mining under high stress conditions with the risk of mining under residual conditions into a single global production risk profile. This global risk profile is meant to capture the mining conditions under which Horne 5 stopes are forecasted to be mined.

5.1.3.1 Methodology

Only stopes to which a *High* risk was assigned for either the high stress or the residual conditions hazards were considered in the global risk profile. A given stope can obviously not be rated *High* for both hazards: the rock mass needs to be close to intact to sustain high stresses, and, inversely, a damaged rock mass cannot sustain high stresses. To simplify the interpretation of this analysis, *Moderate* stopes were not considered, and the reader is referred to the individual analyses (sections 5.1.1 and 5.1.2).

Accordingly, each Horne 5 stope can globally be flagged either as a *High Stress* stope, a *Residual Conditions* stope, or an *OK* stope. A fourth category was added to highlight stopes that would have a portion highly stressed and another portion highly damaged. Those stopes were called *Combined* stopes. The decision tree to establish the *Combined* category is shown in Figure 24.

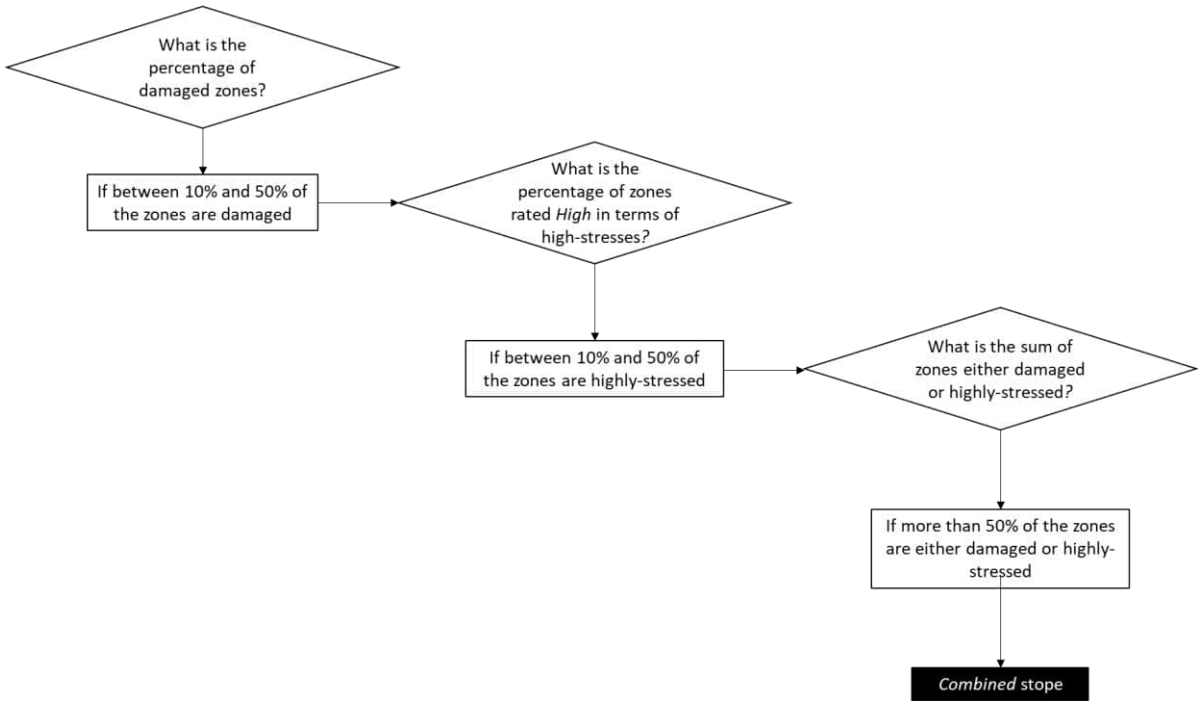


Figure 24. Decision tree to establish the *Combined* global risk rating category.

5.1.3.2 Results and Observations

The global mining conditions risk profile is presented in Figure 25. The number of stopes per risk category is given in Table 14. An annotated global risk profile is given in Figure 26.

The following observations can be made:

- A total of 202 stopes (9% of the 2,165 stopes) are expected to be mined under challenging conditions.
- In Phase 1:
  - Lead stopes in Phase 1 are not expected to be extracted under high stress conditions.
  - The stope dimensions were designed during the FS in order to minimise high stress concentrations in the secondary stopes. The analyses presented in this report confirm this design criterion has been met in most cases, except for a few secondary stopes when the pyramids merge, as well as for some longitudinal stopes. Those are highlighted in Figure 26.

  - Another aspect that could be challenging in Phase 1 is the mining of stopes under residual conditions. This concerns some shallow secondary stopes, as well as some longitudinal stopes planned to be extracted towards the end of Phase 1.

- In Phase 2:
  - Lead stopes (primary and pillarless) in Phase 2 are expected to be more challenging than in Phase 1 in terms of high ground stresses.
  - During the FS, stope dimensions were designed in Phase 2 to also minimise high stress concentrations in the secondary stopes. Here as well, the analyses confirm this design criterion has been met in most instances. This criterion also explains why the majority of stopes extracted under residual conditions are secondary stopes. This is expected to occur towards the end of the mine life.

- From the ten (10) stopes flagged as *Combined*, five (5) were pillarless (in Phase 2), and three (3) were located at shallow depth (L0830, L0750 and L0790) towards the western abutment. An example of a *Combined* stope is given in Figure 27.

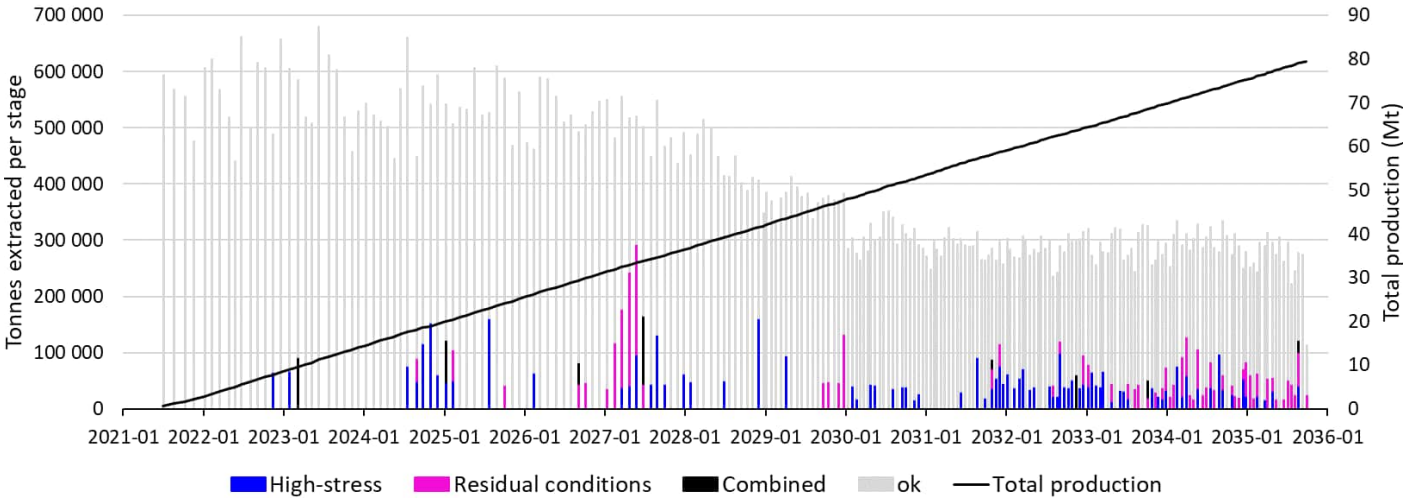


Figure 25. Global risk profile.

Table 14. Number of stopes per global mining risk category.

Global mining conditions risk category	Number of stopes	Percentage of the total number of stopes
High stress	109	5.0%
Residual conditions	83	3.8%
Combined	10	0.5%
No risk tagged	1,963	90.7%
Total	2,165	100%

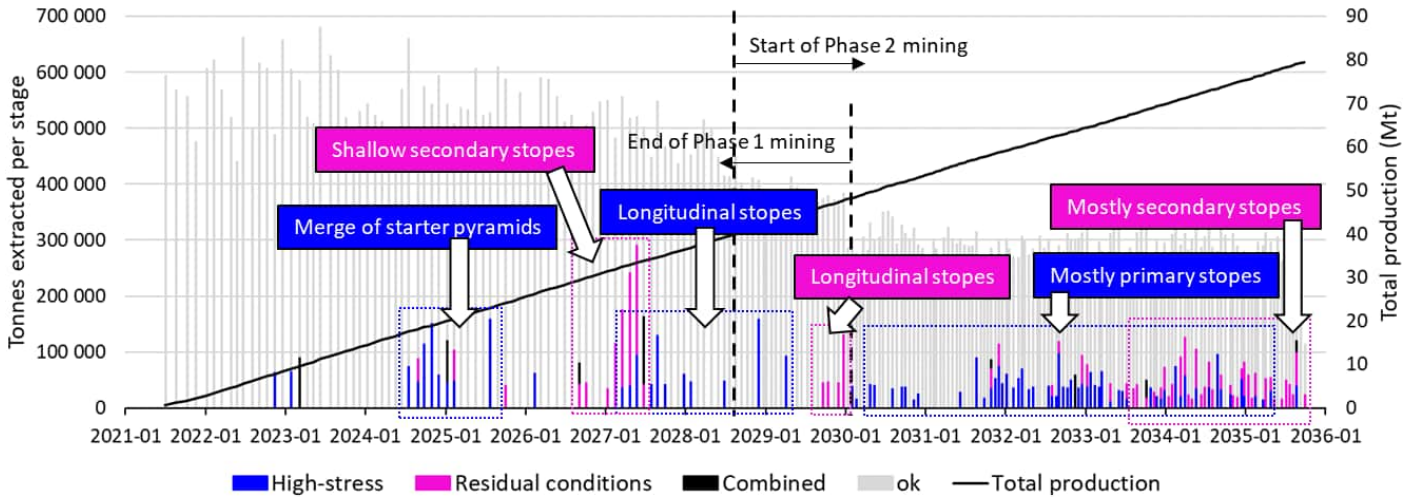


Figure 26. Annotated global risk profile.

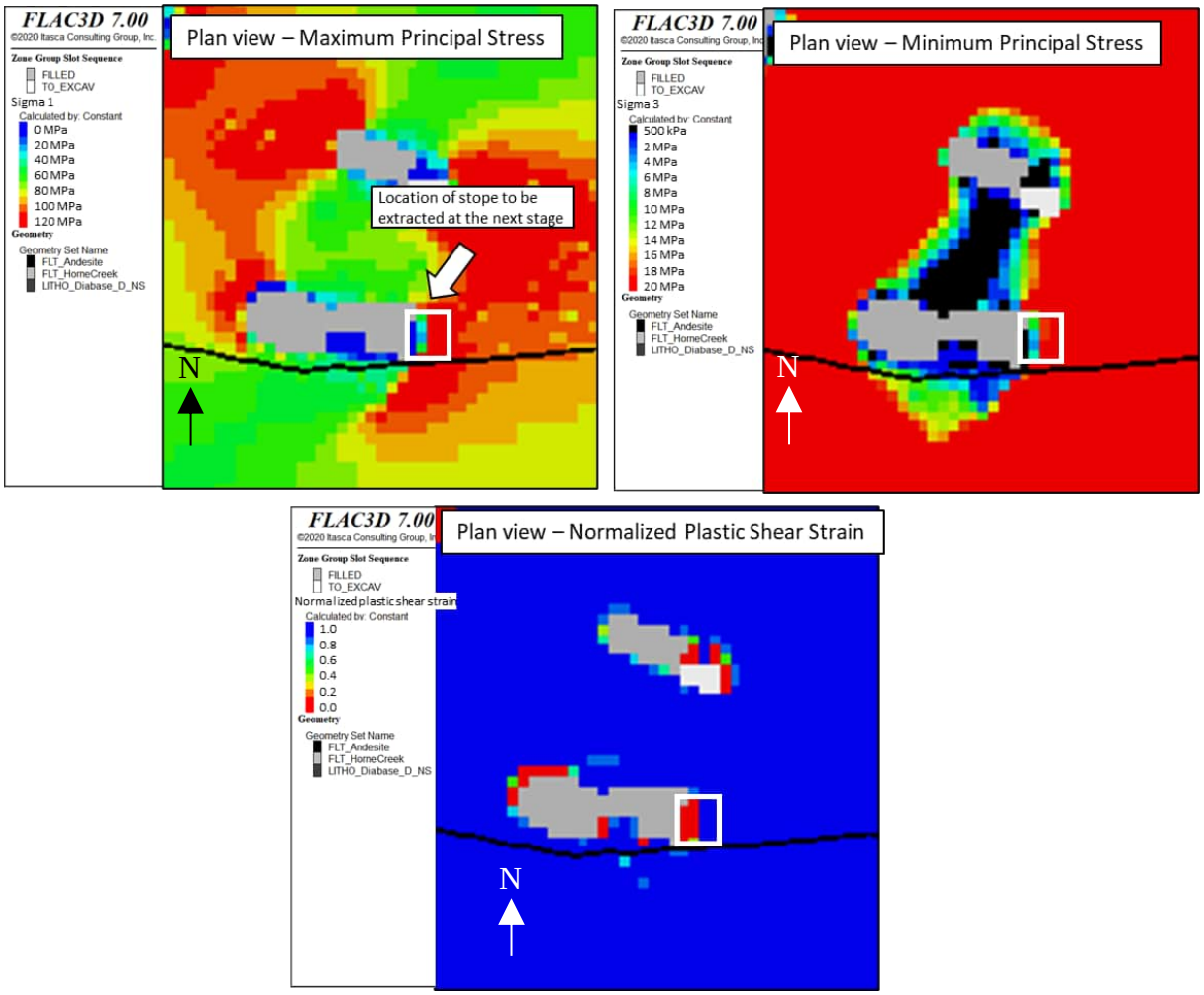


Figure 27. Example of a stope with a *combined* risk (Stope 1790-0724-1).

5.2 DILUTION RISK

The mining conditions assessment discussed in Section 5.1 was meant to evaluate how challenging a stope can be expected to be – as a result, pre-mining conditions (just prior to excavation) were evaluated. The evaluation of the dilution risk presented in this section describes the behaviour of a stope during mucking, after blasting – post-mining (or, more accurately, post-blasting) conditions are hence evaluated in this case.

5.2.1 Methodology

The objective of this particular analysis was to assess the dilution potential for each stope. The dilution potential was evaluated in the hanging wall and footwall of the stopes. For scripting purposes in *FLAC3D*, a "possible dilution" group of numerical zones was defined for each stope. That group included the hanging wall and footwall areas (it excluded the end walls and the back), and included only waste rock material (it excluded paste backfill and ore). Those numerical zones that were damaged and deconfined, and located within the "possible dilution" group were counted as dilution. The total dilution associated with one stope was summed (in terms of tonnes) and the percentage of dilution for that stope was computed (tonnes of dilution / extracted tonnes). A dilution risk rating (*Low*, *Moderate* or *High*) was then assigned per stope based on the percentage of dilution computed.

More specifically, in order to be considered as dilution, a numerical zone in the model had to meet the three (3) following criteria:

1. Be located within the "possible dilution" group;
2. Have a normalized plastic shear strain of less than 0.5; and,
3. Have a minor principal stress σ_3 of less than 1 MPa.

Base on this analysis, the following remarks can be made:

- Because the ore body is sub-vertical, dilution was evaluated similarly in the hanging wall and in footwall of the stopes.
- Furthermore, the dilution levels in the hanging wall and footwall were summed during the data extraction process. This implies that the potential for dilution was evaluated on one or two walls, depending on the stope configuration. For example, if paste was present in the hanging wall, then only the footwall was considered in the dilution risk analysis. An example of the "possible dilution" group definition is shown in Figure 28.
- Potential for dilution was not computed for the destressing slots in the diabase dyke.

The criteria described in Table 15 were then applied to determine the risk label for each numerical zone.

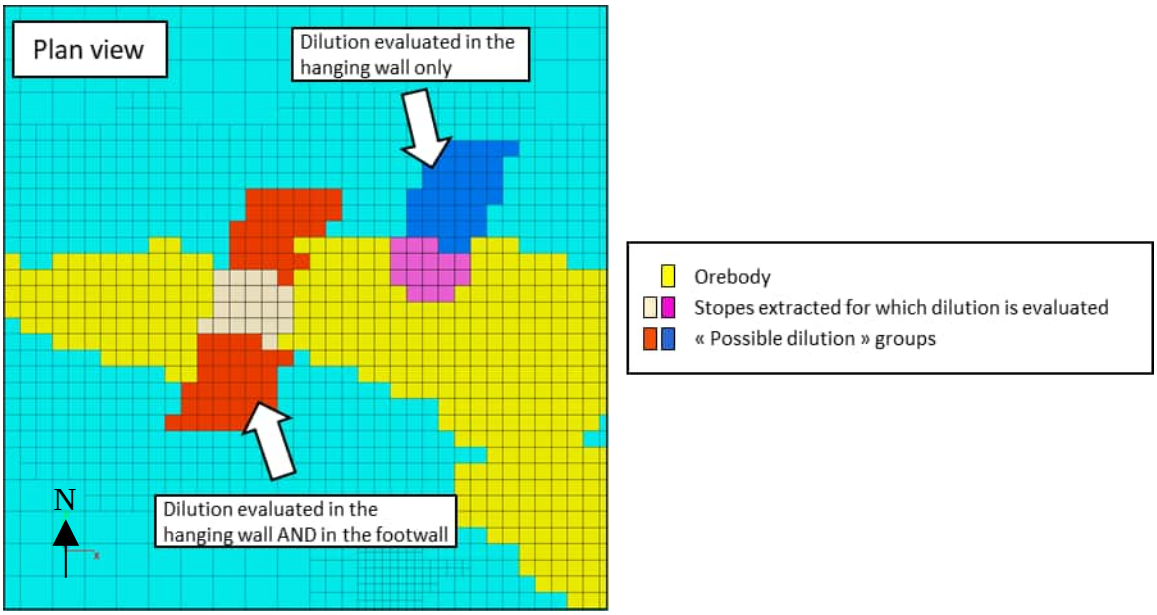


Figure 28. Plan view showing examples of the "possible dilution" group definition.

Table 15. Definition of the risk categories for dilution.

Dilution risk category	Criterion
Low	Tonnes of dilution / Extracted tonnes < 10%
Moderate	10% ≤ Tonnes of dilution / Extracted tonnes < 30%
High	Tonnes of dilution / Extracted tonnes ≥ 30%

5.2.2 Results and Observations

The dilution risk profile obtained is presented in Figure 29. The number of stopes per risk category is shown in Table 16.

The following observations are made:

- 104 stopes out of the 2,165 Horne 5 stopes (5%) were rated *High* in terms of the dilution risk.
- Out of those 104 stopes rated *High*:
  - 30 were extracted during Phase 1 mining. This represents 3% of the 866 Phase 1 stopes.
    - 21 stopes were longitudinal stopes extracted between August 2027 and January 2030 – this represents 9% of the 226 longitudinal stopes.
    - The other nine (9) stopes rated *High* in Phase 1 were secondary stopes extracted between September 2024 and May 2027.

- 74 stopes were extracted during Phase 2 mining. This represents 6% of the 1,299 Phase 2 stopes.
  - 42 stopes were secondary stopes extracted between March 2033 and September 2035. This represents 9% of the 450 secondary stopes in Phase 2.
  - 18 stopes were pillarless stopes extracted between January 2033 and September 2035. This represents 8% of the 237 pillarless stopes.
  - 14 stopes were primary stopes extracted between March 2031 and May 2035. This represents 2% of the 612 primary stopes in Phase 2.

Sensitivity analyses were conducted to evaluate the effects of the minor principal stress threshold (initially set at 1 MPa) and the normalized plastic shear strain (initially set at 0.5). It was found that setting the σ_3 magnitude threshold between 500 kPa and 2 MPa did not have a significant impact on the analysis results. Furthermore, setting the normalized plastic shear strain threshold between zero to 0.75 did not have a significant effect on the results. However, considering all the deconfined zones that have passed peak (i.e., with a normalized plastic shear strain < 1.0) would have a greater impact on the results. It is however believed that considering all zones that have passed peak would be too conservative.

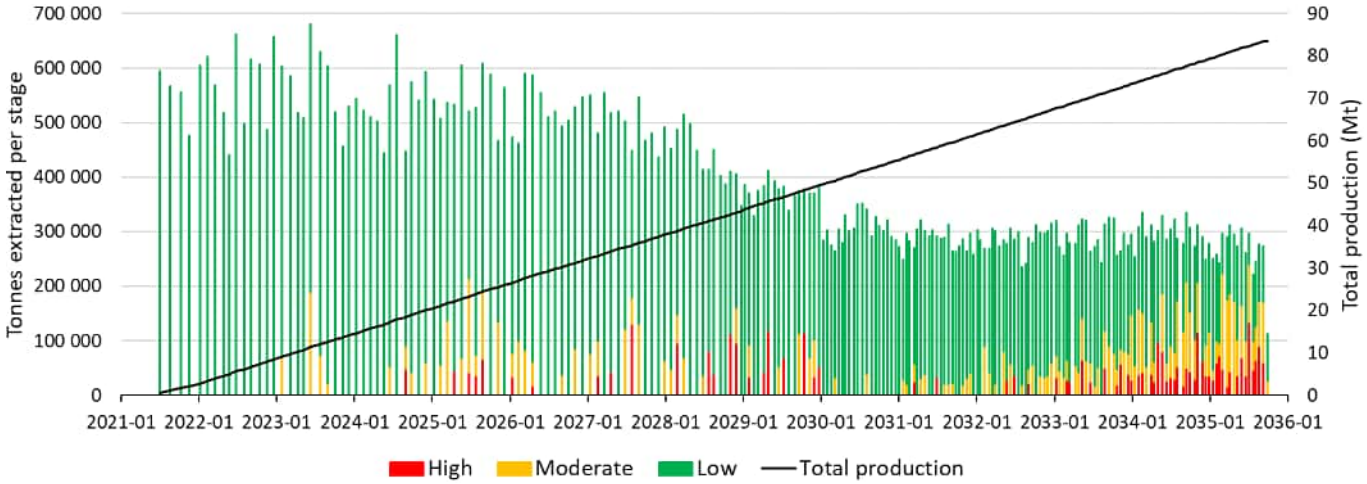


Figure 29. Dilution risk profile.

Table 16. Number of stopes per dilution risk category.

Dilution risk category	Number of stopes	Percentage of the total number of stopes
High	104	5%
Moderate	204	9%
Low	1,857	86%
Total	2,165	100%

Note that average dilution levels (in percentage) may be derived from this type of analysis.

Figure 30 shows examples of stopes rated with a *High* and a *Low* dilution risk.

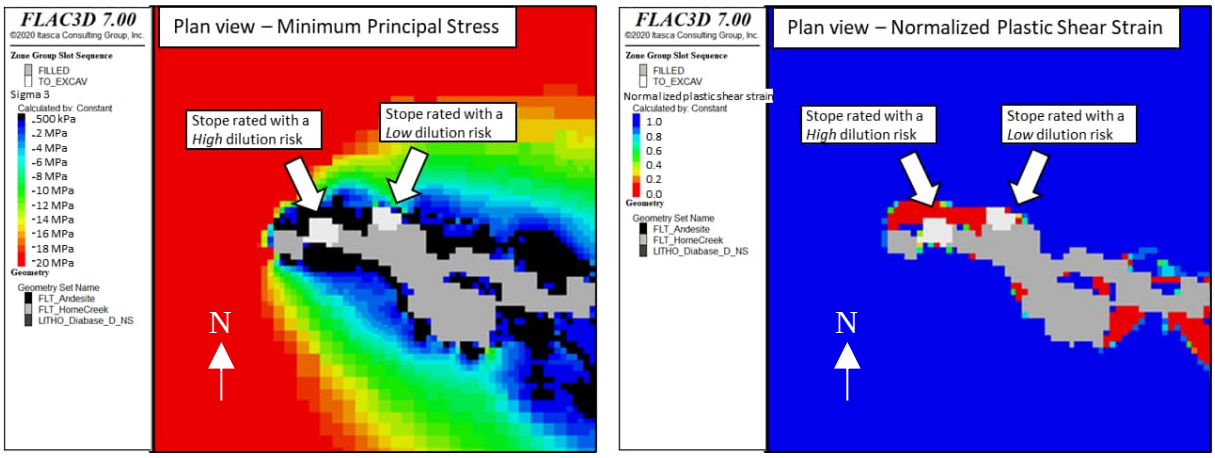


Figure 30. Plan views showing examples of stopes rated with a *High* and *Low* dilution risk.

6. EVALUATION OF MAJOR INFRASTRUCTURE LOCATION

The objective of the work described in this section was to assess the mining-induced stress variations at the location of various planned major infrastructures. The following infrastructures were evaluated: crushers, garage, shaft, ore passes and ventilation raises. Haulage drifts from L1030 to L1310 – all planned to be driven within the ore body – were also assessed.

This analysis was conducted through the examination of control points specified within the *FLAC3D* model. In other words, the infrastructures were not explicitly added in the model as physical voids. Instead, major and minor principal stress (σ_1 and σ_3) magnitudes were tracked at these points of interest throughout the entire simulation. Stress paths (in the σ_1–σ_3 space) and deviatoric stress graphs were then extracted. Those stress paths do not consider the infrastructure presence, nor geometry. The objective of this approach was to hasten the process. What was verified was the stress state at the proposed location of each major infrastructure at each modelled mining step. If this stress state was deemed favourable, then the location was considered adequate.

In order to establish the adequacy of the stress state, the path of the deviatoric stress was examined, in combination with its proximity to the failure envelope of the local rock mass and the confinement level. To minimise stress damage, an infrastructure should ideally be in an area that experiences minimal deviatoric stress variations (taken to be a variation of less than 10 MPa) and which remains sufficiently confined (i.e., with a σ_3 magnitude ≥ 5 MPa). If the stress path extracted from the *FLAC3D* model indicates an increase in deviatoric stress, then the proximity to failure envelope needs to be evaluated. If the stress state becomes too close to the failure envelope, stress damage should be expected at that location once the infrastructure is excavated. If an increase in deviatoric stress is forecasted but the stress regime remains far from the failure envelope, then the forecasted stress conditions (once the infrastructure is excavated) should be considered in the ground support design, taking into account the geometry of the infrastructure. Dedicated small-scale numerical models would then be considered for a more detailed analysis, which explicitly accounts for the infrastructure.

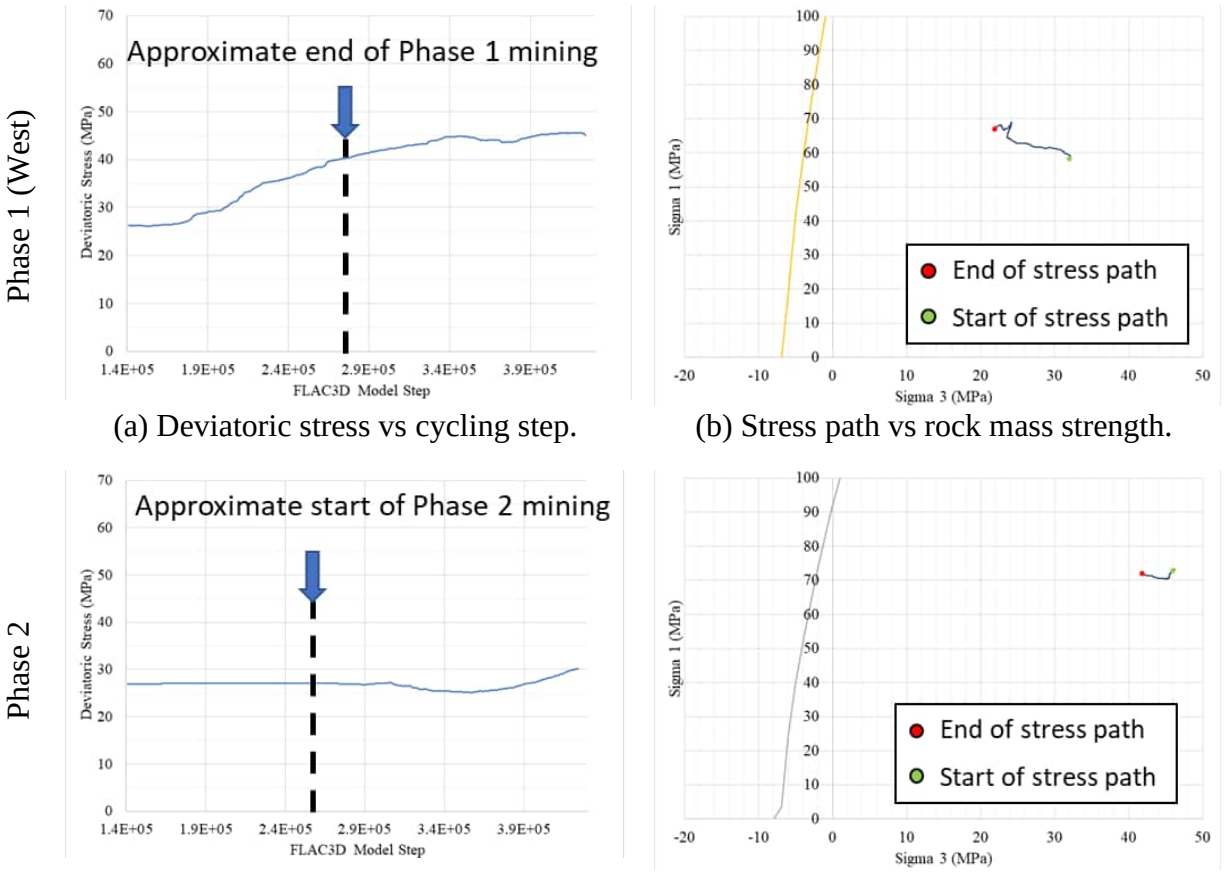
The observations and conclusions for the infrastructure analyses are presented hereafter.

6.1 CRUSHERS

There are two crushers planned in Phase 1 on L1310 and one crusher planned in Phase 2 on L1910. These three crushers are planned to be located between 100 and 125 m from stopes. The following observations were made at their locations:

- The failure envelope was not reached at any point.

- The Phase 1 crusher location towards the west of the ore body experienced the largest deviatoric stress increase (of + 15 MPa) during its operational period, as observed in Figure 31a.
- The two other crusher locations sustained smaller stress changes, as observed in Figure 31c and d, where the stress path at the location of the Phase 2 crusher is shown.



(a) Deviatoric stress vs cycling step. (b) Stress path vs rock mass strength.

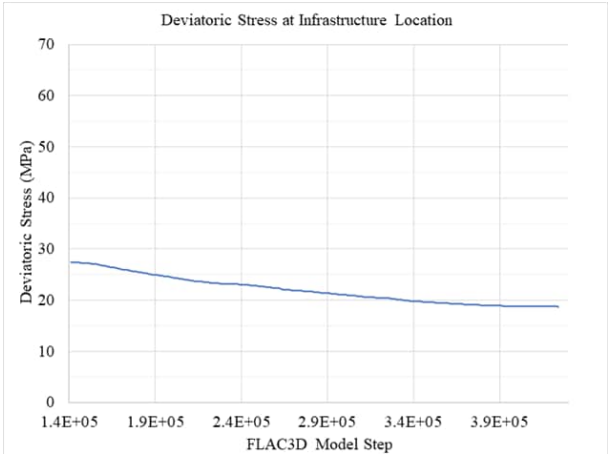
(c) Deviatoric stress vs cycling step. (d) Stress path vs rock mass strength.

Figure 31. Deviatoric stress and stress path at Phase 1 West and Phase 2 crusher location.

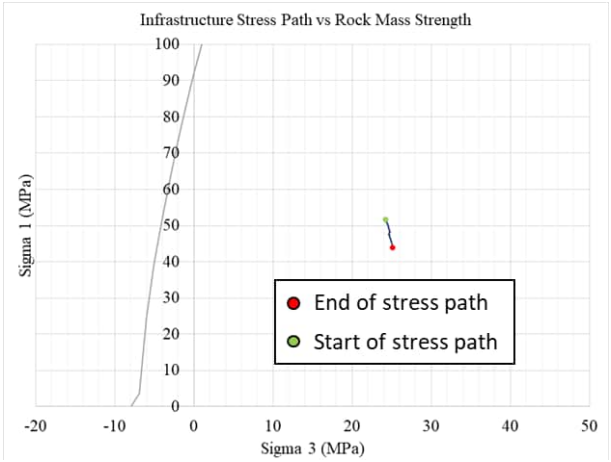
6.2 GARAGE

The garage is planned on Level 1230. It is located at approximately 500 m from the nearest stopes. The following observations were made at this location:

- The failure envelope was not reached.
- Minimal stress changes are forecasted (the deviatoric stress decreases by 10 MPa), as seen in Figure 32.



(a) Deviatoric stress vs cycling step.



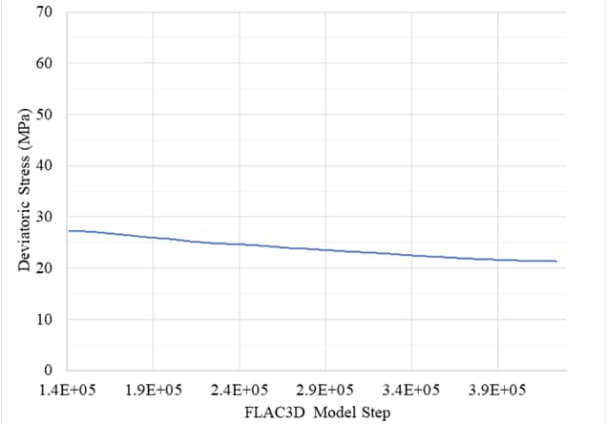
(b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 32. Deviatoric stress and stress path at the garage location.

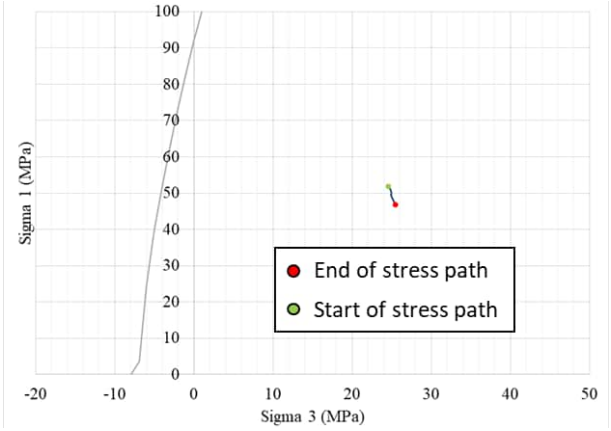
6.3 SHAFT

The shaft is planned from surface down to L1970. It is located at approximately 700 m from the nearest stopes. The following observations were made along its location:

- The failure envelope was not reached at any point.
- Minimal stress changes are forecasted (the deviatoric stress decreases by 10 MPa), as observed in Figure 33 , where a representative example is shown on Level 1270.



(a) Deviatoric stress vs cycling step.



(b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 33. Deviatoric stress and stress path at the shaft location (on Level 1270).

6.4 ORE PASSES

The ore passes were arranged in four groups: Phase 1 West, Phase 1 East, Phase 2 West and Phase 2 East (Figure 24).

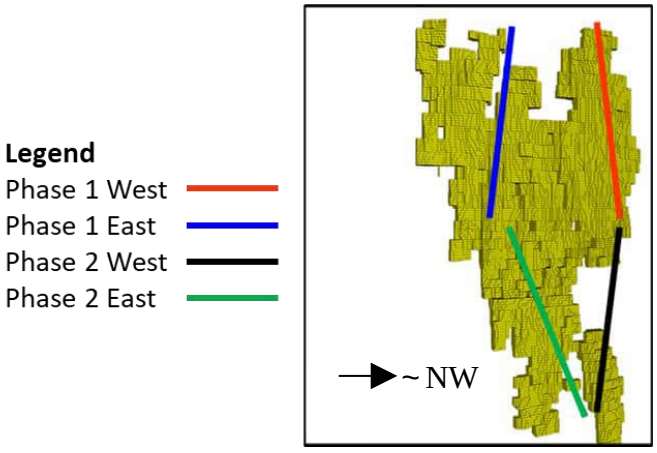
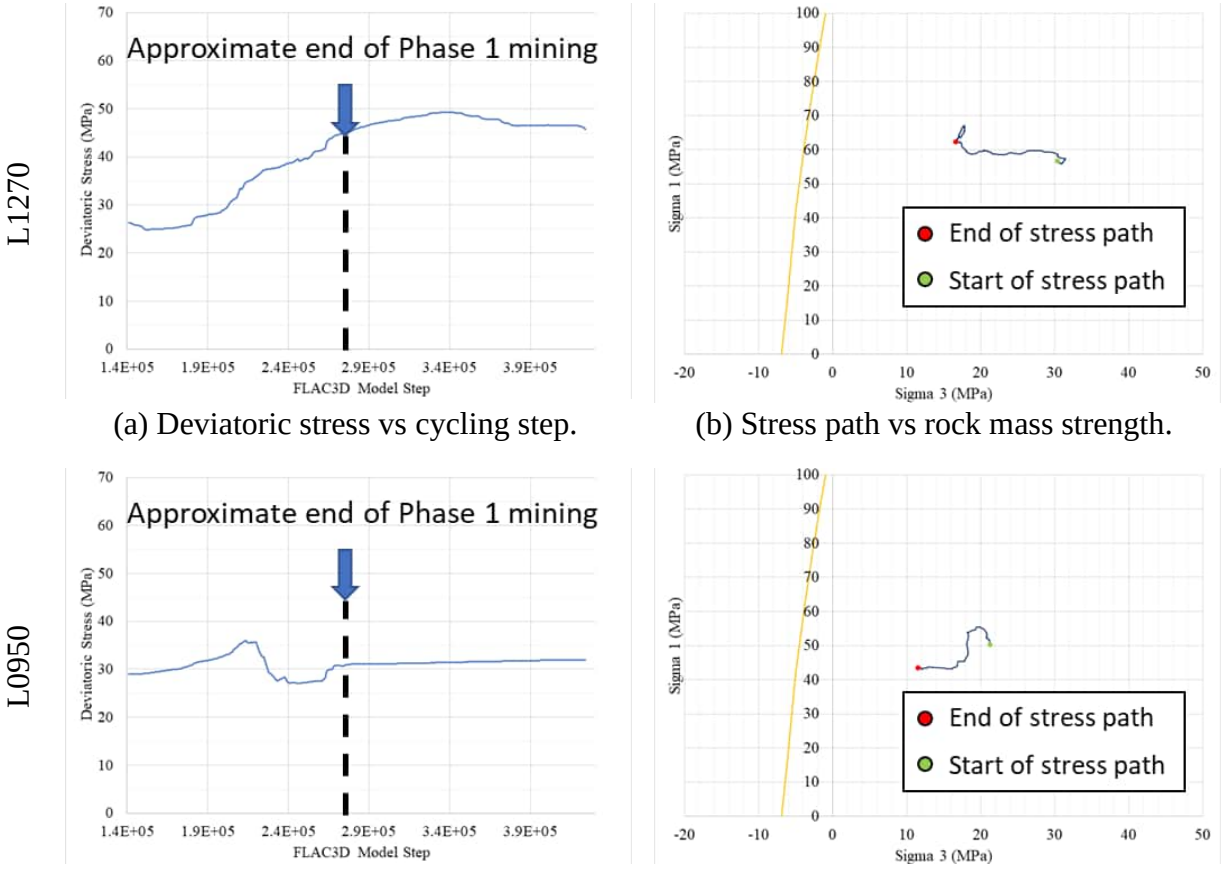


Figure 34. View looking approximately south-west showing the ore pass groups.

The following observations can be made at the ore pass locations:

- The failure envelope was not reached at any point.
- Phase 1 West ore passes:
  - Levels towards the bottom of Phase 1 (levels 1110 to 1270) experienced the largest deviatoric stress increases (up to 20 MPa) during Phase 1 mining, as shown in Figure 35a and b.
  - Smaller stress changes were observed at shallower levels, where deviatoric stress variations remained within 10 MPa with lower σ_3 values, but always greater than 5 MPa. A representative example is shown in Figure 35c and d.
- Phase 1 East ore passes:
  - Deviatoric stress variations during mining remained within 10 MPa with lower σ_3 values, but always greater than 5 MPa.
- Phase 2 West ore passes:
  - Levels towards the top of Phase 2 (levels 1270 to 1640) experienced the largest deviatoric stress increase (between 10 and 20 MPa) during Phase 2 mining, as observed in Figure 36, where a representative example is shown (on Level 1520).
  - Smaller stress changes were observed in deeper levels (L1760 to L1880). Deviatoric stress variations remained within 10 MPa.

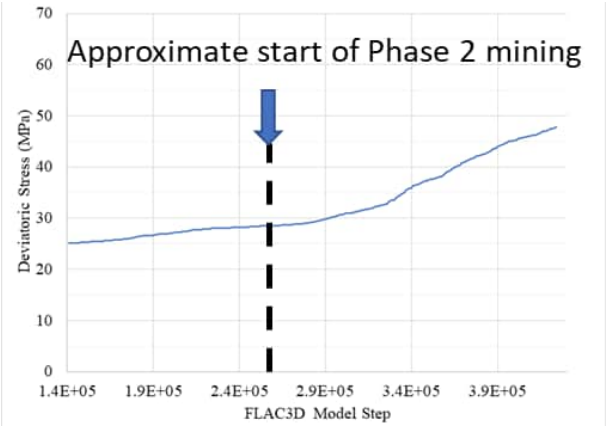
- Phase 2 East ore passes
  - Levels towards the top of Phase 2 (levels 1340 to 1490) experienced the largest deviatoric stress variations (within 20 MPa) during Phase 2 mining. Decreasing tendencies were mainly observed, leading to lower σ_3 values but always greater than 5 MPa, as visible in Figure 37, which shows a representative example on Level 1370.
  - Smaller stress changes were observed on deeper levels (L1550 to L1880). Variations of deviatoric stress remained within 10 MPa.



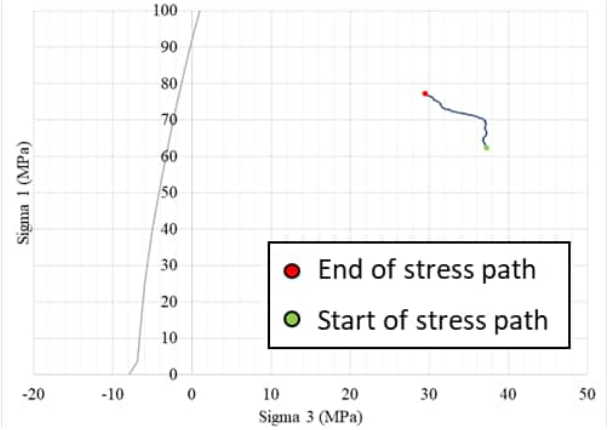
(a) Deviatoric stress vs cycling step. (b) Stress path vs rock mass strength.

(c) Deviatoric stress vs cycling step. (d) Stress path vs rock mass strength.

Figure 35. Deviatoric stress and stress path at the Phase 1 West ore passes location (on levels 1270 and 950).

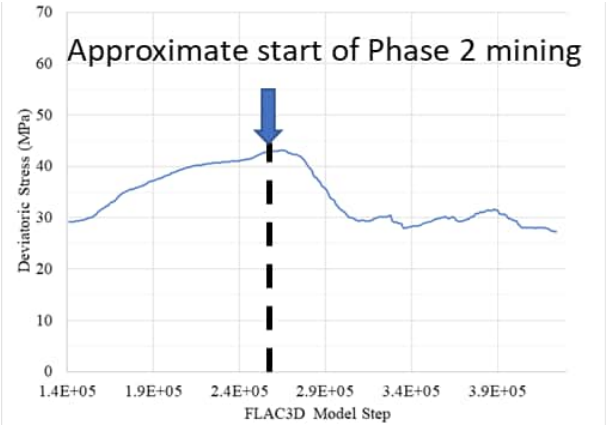


(a) Deviatoric stress vs cycling step.

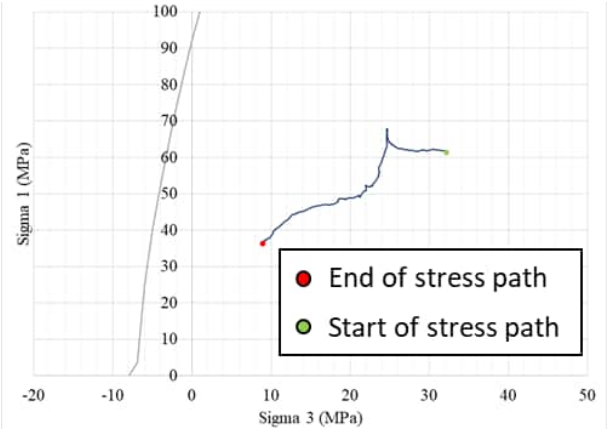


(b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 36. Deviatoric stress and stress path at Phase 2 West ore passes location (on L1520).



(a) Deviatoric stress vs cycling step.



(b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 37. Deviatoric stress and stress path at Phase 2 East ore passes location (on L1370).

6.5 VENTILATION RAISES

The ventilation raises were arranged in three groups: raises above Phase 1, raises within Phase 1 and raises within Phase 2. These groups are shown in Figure 38.

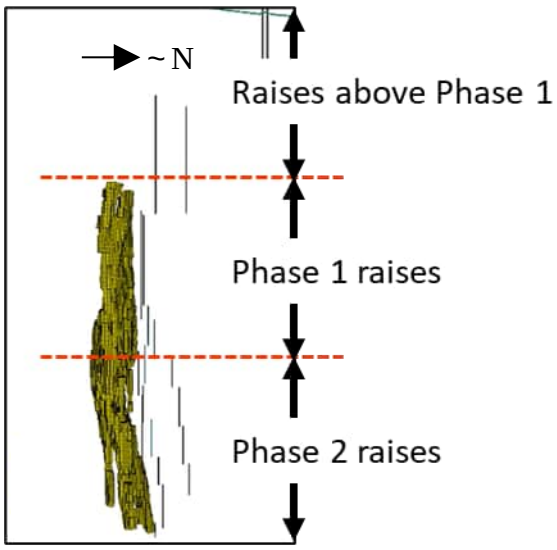
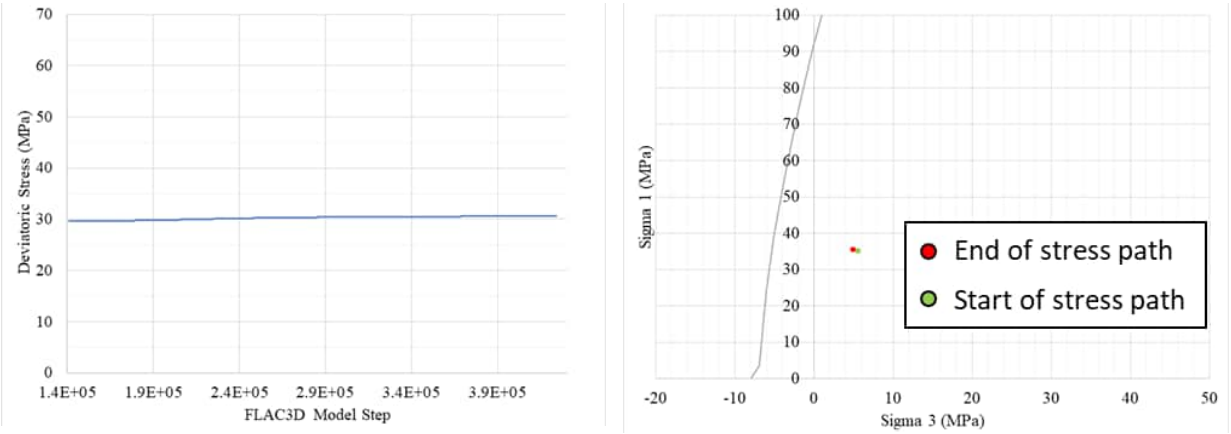


Figure 38. View looking approximately west showing the three ventilation raise groups.

The following observations were made at the ventilation raise locations:

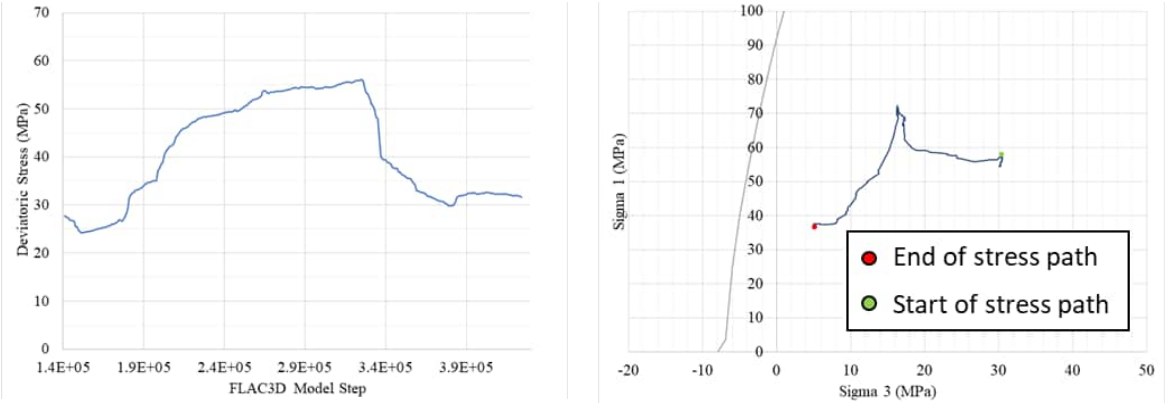
- The failure envelope was not reached at any point.
- Raises above Phase 1: small stress changes (close to zero) were observed, as shown in Figure 39 (cut at Level 322).
- Phase 1 raises:
  - The level at the bottom of Phase 1 (L1370) experienced the largest deviatoric stress variation. A 30 MPa deviatoric stress increase was first recorded, followed by a stress decrease (with σ_3 reaching 5 MPa), as shown in Figure 40a and b.
  - On the other Phase 1 levels, ventilation raise locations experienced deviatoric stress variations (increases and/or decreases) of 15 MPa or less. On levels 1150 and 1190, σ_3 became lower than 5 MPa, but remained above 2 MPa. An example is shown in Figure 41a and b (on Level 1150). At that point, the raise is located approximately 50 m from the stopes.
- Phase 2 raises:
  - In Phase 2, some planned raise locations are close to the ore body (around 50 m) while others are further away (around 175 m).
  - At the location of those raises closer to the ore body deviatoric stress increases of up to 35 MPa were computed. An example is shown in Figure 42a and b (on Level 1880). At that point, the raise trajectory is located approximately 50 m from the stopes. However, not all raises closer to the ore body experienced such a high deviatoric stress increase.

- Minimal stress changes were observed at the location of the raises located further away from the ore body. An example is shown in Figure 42c and d (on Level 1610). At that point, the raise is located approximately 180 m from the stopes.
- The confinement (σ_3) magnitude was not observed to decrease under 5 MPa at any of the Phase 2 raise locations.



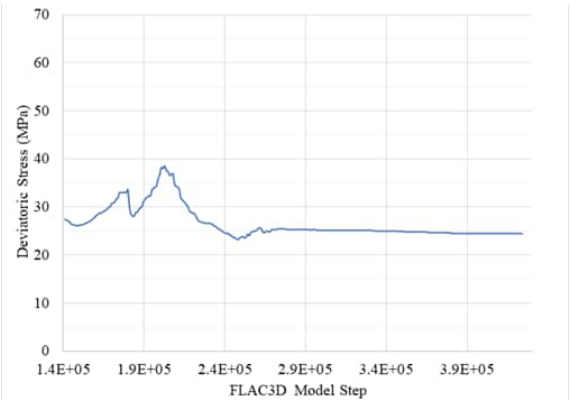
(a) Deviatoric stress vs cycling step. (b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 39. Deviatoric stress and stress path at the location of ventilation raises above Phase 1 (on L0322).

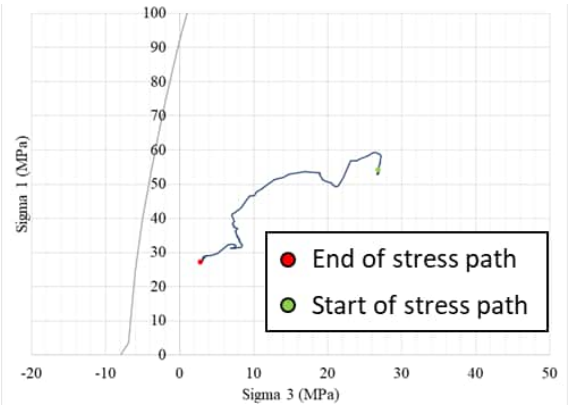


(a) Deviatoric stress vs cycling step. (b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 40. Deviatoric stress and stress path at Phase 1 ventilation raises location (on L1310).



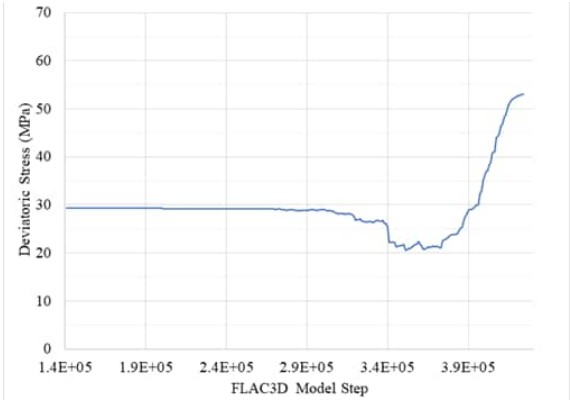
(a) Deviatoric stress vs cycling step.



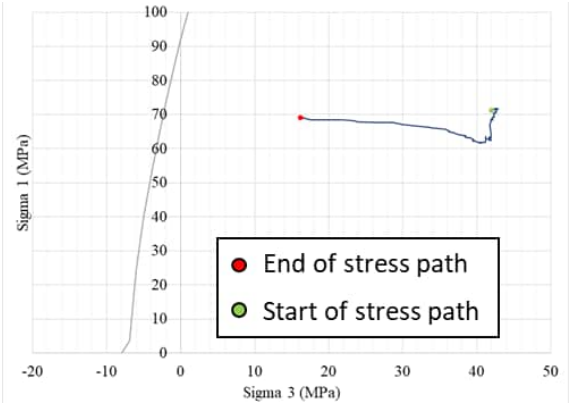
(b) Stress path vs rock mass strength.

Figure 41. Deviatoric stress and stress path at Phase 1 ventilation raises location (on L1150).

L1880

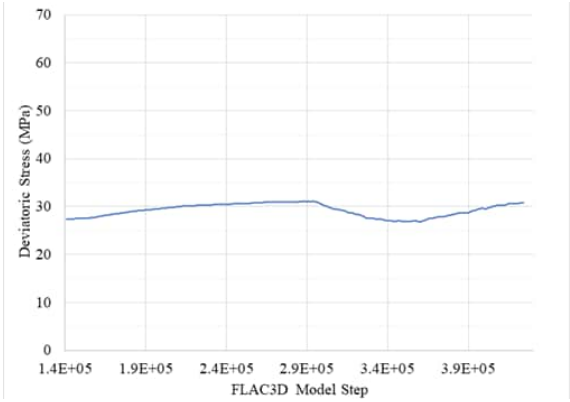


(a) Deviatoric stress vs cycling step.

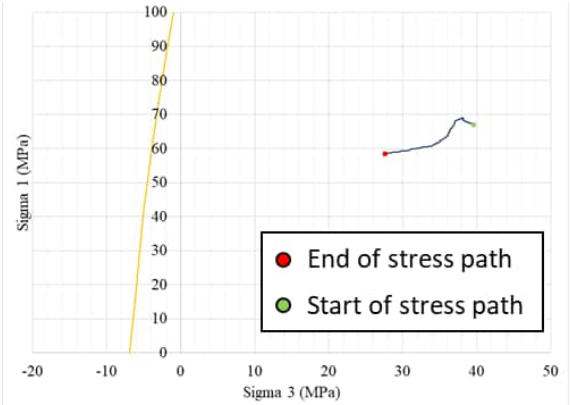


(b) Stress path vs rock mass strength.

L1610



(c) Deviatoric stress vs cycling step.



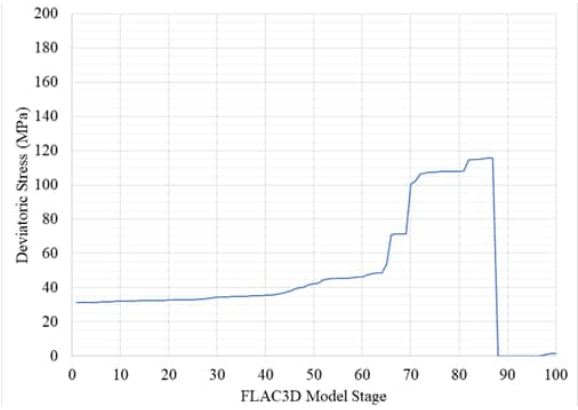
(d) Stress path vs rock mass strength.

Figure 42. Deviatoric stress and stress path at Phase 2 ventilation raises location (on L1880 and L1610).

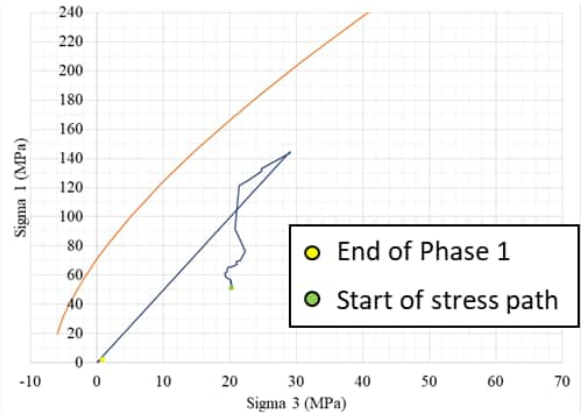
6.6 HAULAGE DRIFTS WITHIN THE ORE BODY

To reduce development costs, haulage drifts from Level 1030 to Level 1310 (corresponding to the eight bottom levels of Phase 1) are planned to be driven within the orebody rather than in waste rock some distance away. At these locations, stress changes due to the approaching, then passing, mining front is the main challenge expected. The stress paths (in the σ_1–σ_3 space) extracted from the model at these locations eventually reached the origin (0,0) once the longitudinal stope is mined at the drift location. The following observations were made along these drift locations.

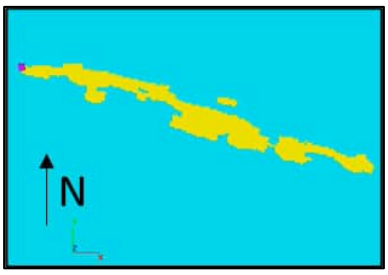
- Towards the ore body abutments (east and west), haulage drifts can be expected to experience significant deviatoric stress increases (up to 120 MPa) prior to the longitudinal stope being mined at that location. The stress regime will however remain below the failure envelope. An example is shown in Figure 43 (on Level 1110). It should be noted that because the stress variations forecasted at the haulage drift locations are significantly larger, the scale of Figure 43a has been changed compared to the scale used for the deviatoric stress graphs of other infrastructures. For reference, at the control point shown in Figure 43c, $0.7 \times (\sigma_1 - \sigma_3) / \text{UCS}$ = 110 MPa (threshold over which a zone was considered "highly stressed," as per Table 10).



(a) Deviatoric stress vs modelling step.



(b) Stress path vs rock mass strength.

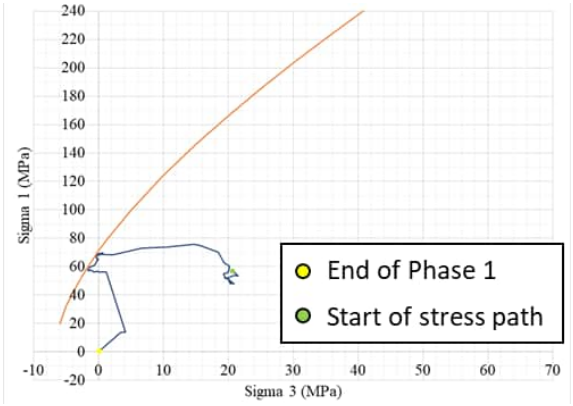


(c) Control point location (plan view).

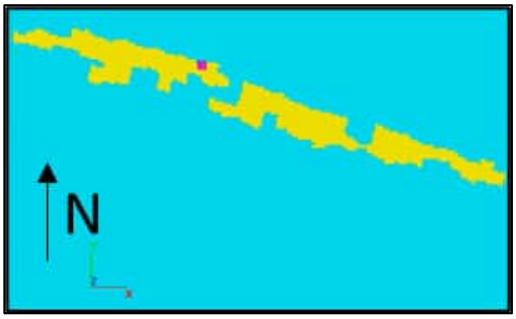
Figure 43. Deviatoric stress and stress path at the location of the haulage drift on L1110 (driven in the ore body).

- On all the levels assessed, except on Level 1310 where the failure envelope was not reached, stress paths towards the centre of the ore body (starting at about 100 m from the abutments) either reached the failure envelope or, if not, very low confinement values were forecasted (below 2 MPa). An example of a stress path reaching the failure envelope is given in Figure 44a and b (on Level 1070). An example of a stress path reaching very low confinement values is given in Figure 44c and d (on Level 1230).

L1070

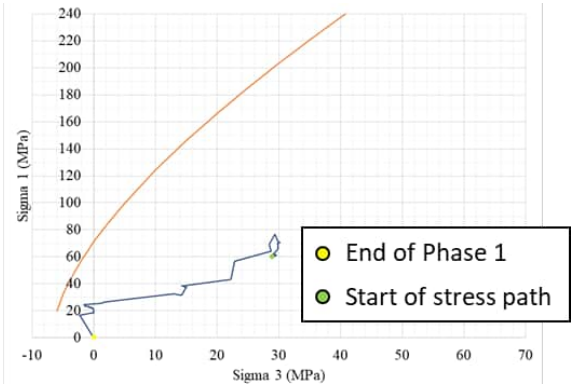


(a) Stress path vs rock mass strength.



(b) Control point location (plan view).

L1230



(c) Stress path vs rock mass strength.

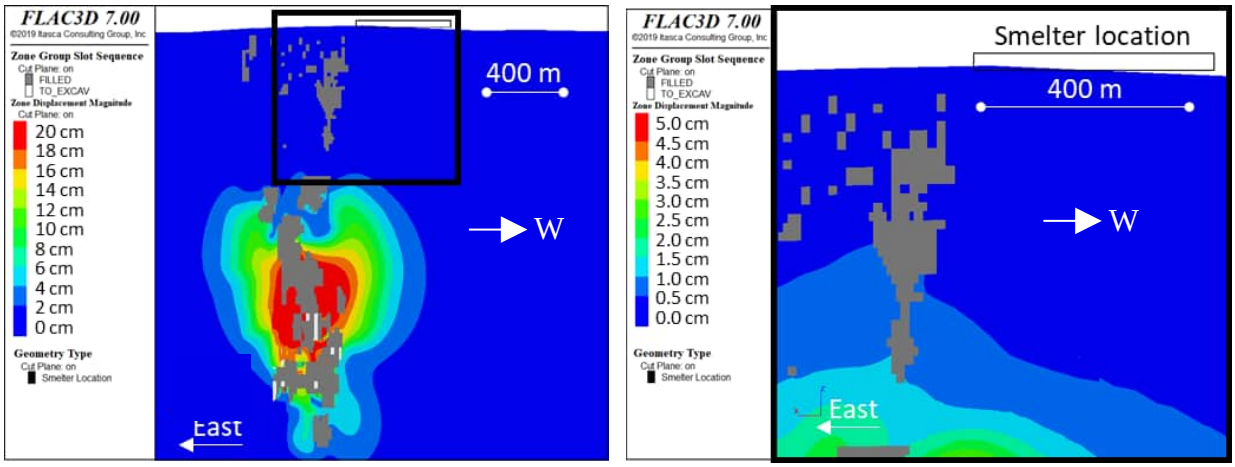


(d) Control point location (plan view).

Figure 44. Deviatoric stress and stress path at the location of haulage drifts on L1070 and L1230 (driven in the ore body).

6.7 NOTE ON THE SMELTER

The smelter on surface, located almost directly above the Horne and Horne 5 mines, is a critical long-term asset whose stability and integrity must be maintained. Mining-induced surface displacements were hence extracted from the *FLAC3D* modelling results to ensure they remain low. A longitudinal view, as well as a close-up view of displacement to surface, are shown in Figure 45.



(a) Longitudinal view, showing historical Horne and Horne 5 workings.

(b) Longitudinal view, focusing on the first 700 m below surface (black square in [a]).

Figure 45. Views looking south showing total displacement at the end of Horne 5 mining.

Less than 0.5 cm of total displacement was computed on surface at the smelter location due to mining at Horne 5. Note that the displacements due to the mining of the historical Horne mine were zeroed in the model prior to mining Horne 5. Therefore, the displacements shown in Figure 45 are solely due to the mining of the Horne 5 ore body. It should be reminded that *FLAC3D* is a continuum code, which therefore does not account for discrete block movement (i.e., ravelling, wedge failure, or other discrete mechanisms).

6.8 SUMMARY OF CONCLUSIONS

The following conclusions were reached following the infrastructure analyses:

- The garage, shaft and Phase 2 crusher should experience minimal stress changes.
- Phase 1 crushers, ore passes and ventilation raises can be expected to experience stress changes, but these should remain below the failure envelope and should not be severely de-confined (σ_3 remained > 5 MPa at all points, except for ventilation raises on L1150 and L1190 where 2 MPa < σ_3 < 5 MPa).
- Stress variations at the haulage drift locations on levels 1030 to 1310 (driven within the ore body) were significantly larger. The failure envelope can be expected to be reached along these drifts, and very low confinement values are forecasted to develop at some point. In the FS, increased ground support requirements have been accounted for in the drifts located in ore. Note however that maintaining these drifts throughout their useful life span will be chal-

lenging. Planning for additional costs and delays (due to rehabilitation, ground support upgrades, and/or even bypasses) may be prudent.

- Less than 0.5 cm of total displacement was computed on surface at the smelter location due to mining at Horne 5.

7. BARRIER PILLAR

The shallowest levels of the Horne 5 project (between levels 710 and 950) will be located near the historical Horne mine. The volume of rock between the historical Horne mine and the Horne 5 stopes is referred to as the *Barrier Pillar*. Mining in Phase 1 will induce stress changes in the vicinity of the historical Horne mine, and, consequently, within the barrier pillar. Fracturing of the barrier pillar due to stress increases was identified as a potential mining challenge. In the FS, several mitigation measures were planned to reduce the risk of fracturing the core of the barrier pillar. Those measures are listed below for reference:

- The mining sequence was designed to reduce the potential for stress fracturing.
- A minimum 15 m stand-off distance was planned between the mined-out historical Horne mine from the new Horne 5 mining.
- A higher backfill binder content, resulting in higher strength, was planned for the Horne 5 stopes within 65 m of historical workings.
- The historical Horne mine openings between levels 474 and 1310 are planned to be backfilled prior to Horne 5 mining.

The stress regime indicated by the numerical simulations within the barrier pillar was examined over the entire mining sequence to establish whether conditions could develop in it, which could plausibly result in fracturing within the pillar.

7.1 BARRIER PILLAR STABILITY

The objective of this analysis was to evaluate the stability of the barrier pillar formed between the historical Horne mine and the Horne 5 stopes. The normalised plastic shear strain was the tracking parameter used for this analysis. During Phase 1 of the mining sequence, zones that reached their residual strength were identified. As discussed in Section 5.2, these zones are associated with damaged ground. Figure 46 shows steps 49, 50, 51 and 99 of the mining sequence.

The following observations can be made:

- Steps 0 to 49: damaged areas are limited to sectors abutting existing excavations and there is no increase during these mining steps. The affected volume remains constant at ~ 20,000 m^3.
- Step 50: following the excavation of Stope 0790-0640-1, the damaged volume increases by more than 64,000 m^3. This represents 26% of the affected volume at the end of Phase 1. That stope and the historical excavations are only approximately 11 m apart. The yielded volume is located between levels 0830 and 0750.
- Steps 51 to 62: as the mining sequence progresses in the western part of the mine, the major principal stress magnitude increases in the pillar and causes the volume of damaged ground to grow by 143,000 m^3. The yielded zone reaches Level 0910.

- Steps 63 to 99: from Step 63 until the end of Phase 1, the yielded volume variations remain low.
- Step 99: at the end of Phase 1, about 250,000 m^3 of rock have reached their residual strength. Most of that volume is located north-west of the barrier pillar.

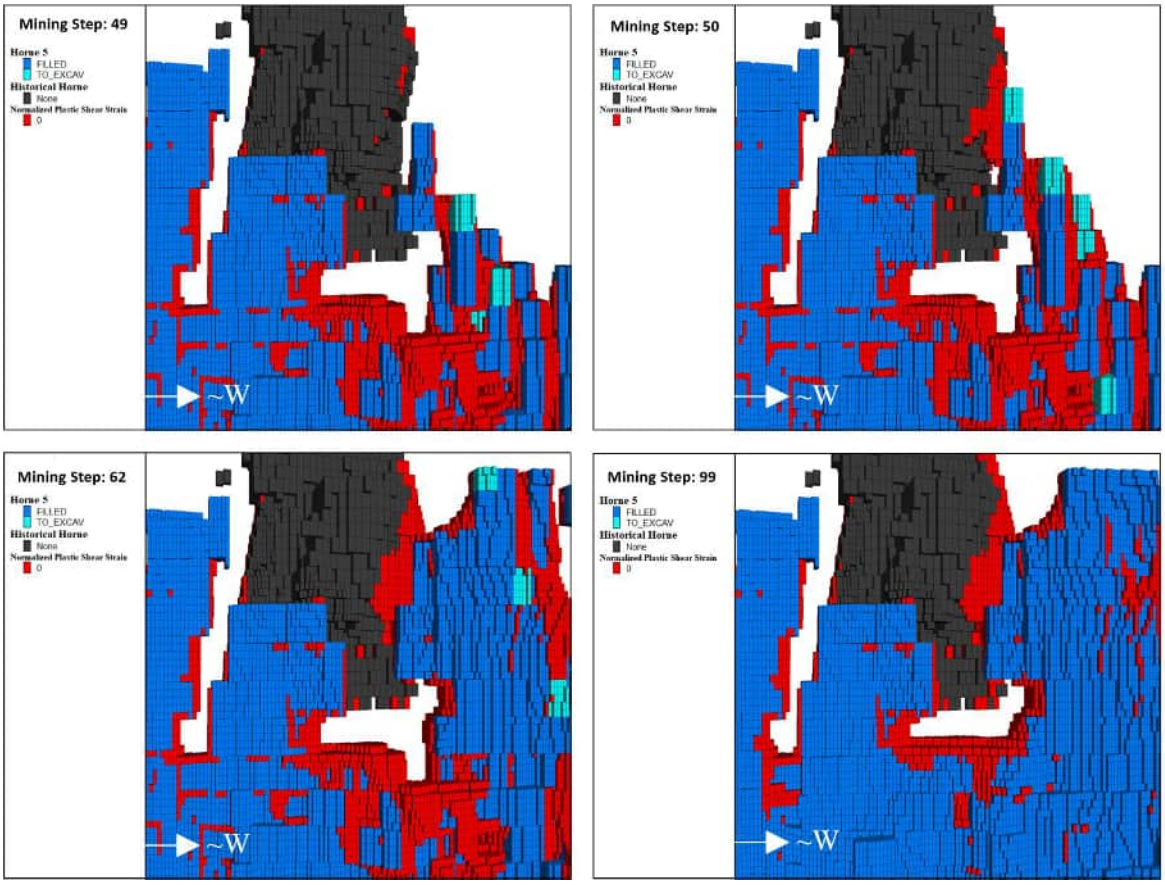
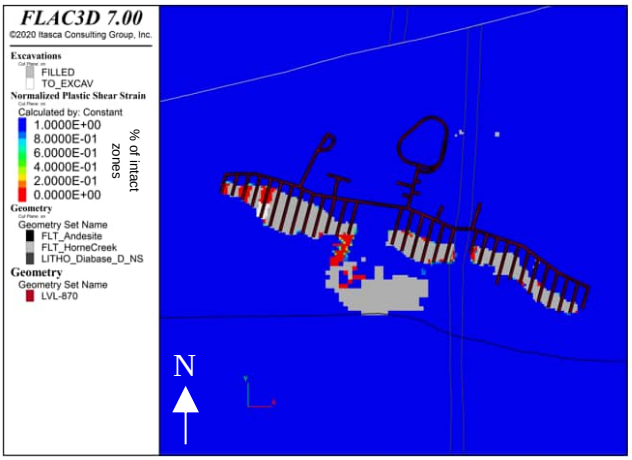


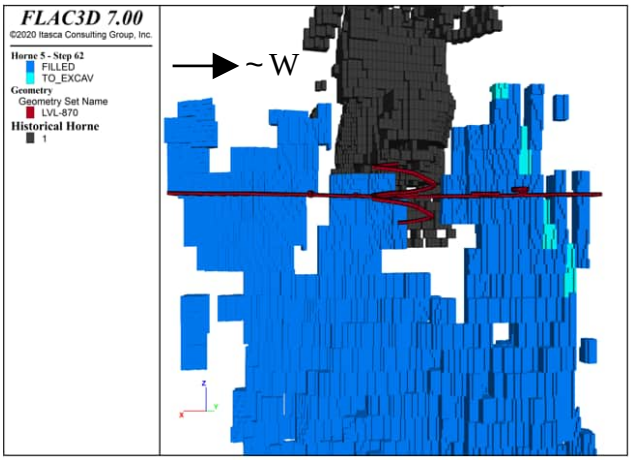
Figure 46. Elevation views looking approximately south, showing the normalised plastic shear strain values in the barrier pillar for mining steps 49, 50, 62 and 99.

Even with that large volume of damaged ground, a significant large-scale instability remains unlikely within the barrier pillar for the following reasons:

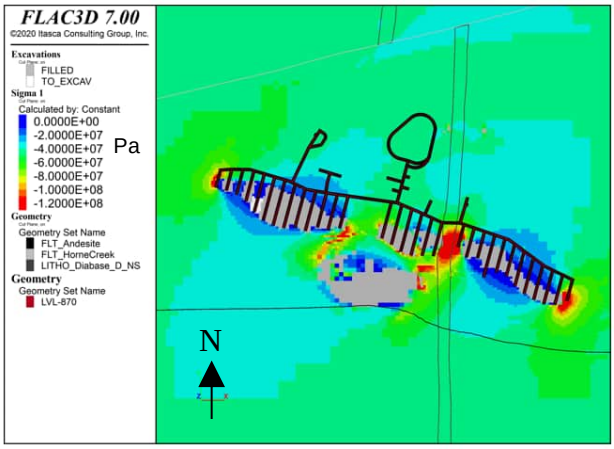
- The volume of void open at any time (in the form of blasted stopes not yet backfilled) remains small.
- By the time yielding starts in earnest, those Horne 5 stopes located nearest to the historical Horne workings have long been extracted and backfilled.
- The yielded volume sits mainly between the historical Horne workings and the new Horne 5 stopes. It is not expected to connect with the development located to the north of the ore body (Figure 47a).



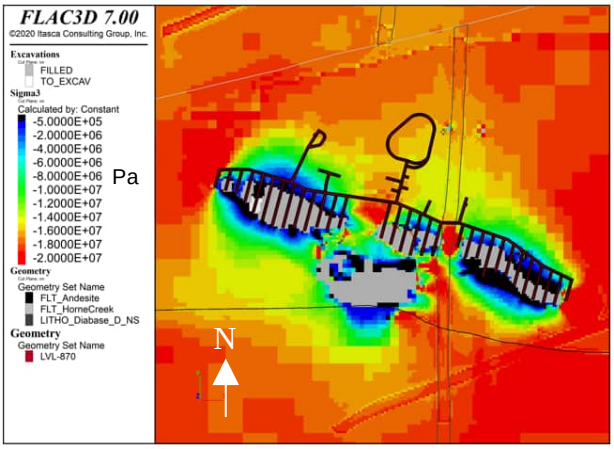
(a) Plastic shear strain



(b) General elevation view.



(c) σ_1 magnitude.



(d) σ_3 magnitude.

Figure 47. Plastic shear strain, and σ_1 and σ_3 magnitudes after Step 62 on Level 0870.

However, increased dilution could be expected during the exploitation of Stope 0790-0640-1. The installation of extra ground support (cablebolts) could help control dilution and help stabilise its south wall. Close monitoring during the mucking and paste backfilling cycles is recommended. Furthermore, should the historical Horne excavations not be appropriately paste backfilled, water could reach the Horne 5 excavations through new fractures created in the barrier pillar.

7.2 LARGE SEISMIC EVENTS

Due to sensitive instrumentation installed in the smelter, it is important to assess whether a large seismic event could occur within the barrier pillar. For that purpose, stress paths (in the σ_1-σ_3 space), as well as deviatoric stress plots were extracted. One approach – described by Board *et al.* (2001) – to anticipate whether a rock mass subjected to stress changes will fail violently consists

in examining how the stress path evolves in that volume of rock over the mining sequence. As shown in Figure 48, the likelihood of violent failure increases when the maximum (major) principal stress (the driving stress) increases while the minimum (minor) principal stress (the confining stress) remains near-constant or reduces. More energy will be released if the failure is caused by an increase in major principal stress without a loss of confinement – a non-violent / more progressive yielding response is expected with a rapid drop of confinement.

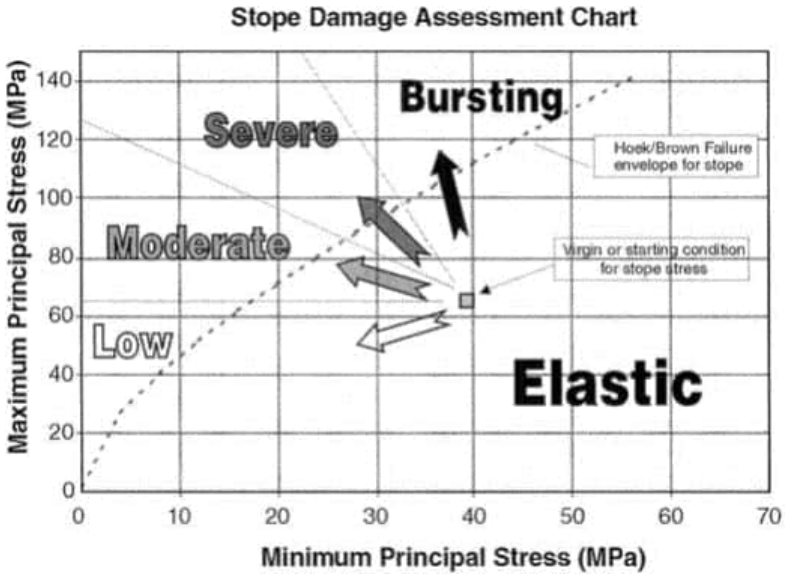


Figure 48. Generalised stress path plot showing the approximate correlation between stress path and failure violence, based on 80 stope case histories at Kidd Mine (from Board *et al.*, 2001).

Several control points were specified inside the barrier pillar and the value of the deviatoric stress divided by UCS ($[\sigma_1 - \sigma_3] / UCS$) was extracted at each mining step at each of these points. The location of these control points is show in Figure 49.

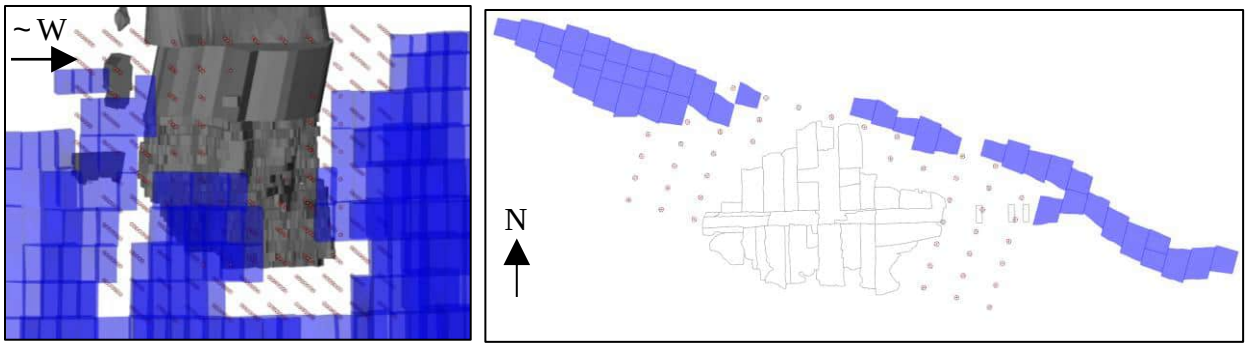


Figure 49. Isometric view looking approximately south-west and plan view (at elevation 3,460 m) showing the location of the control points.

Figure 50 shows the > 0.5 and > 0.7 isocontours of the ($[\sigma_1 - \sigma_3] / UCS$) ratio at Step 99, as well as the associated stress paths.

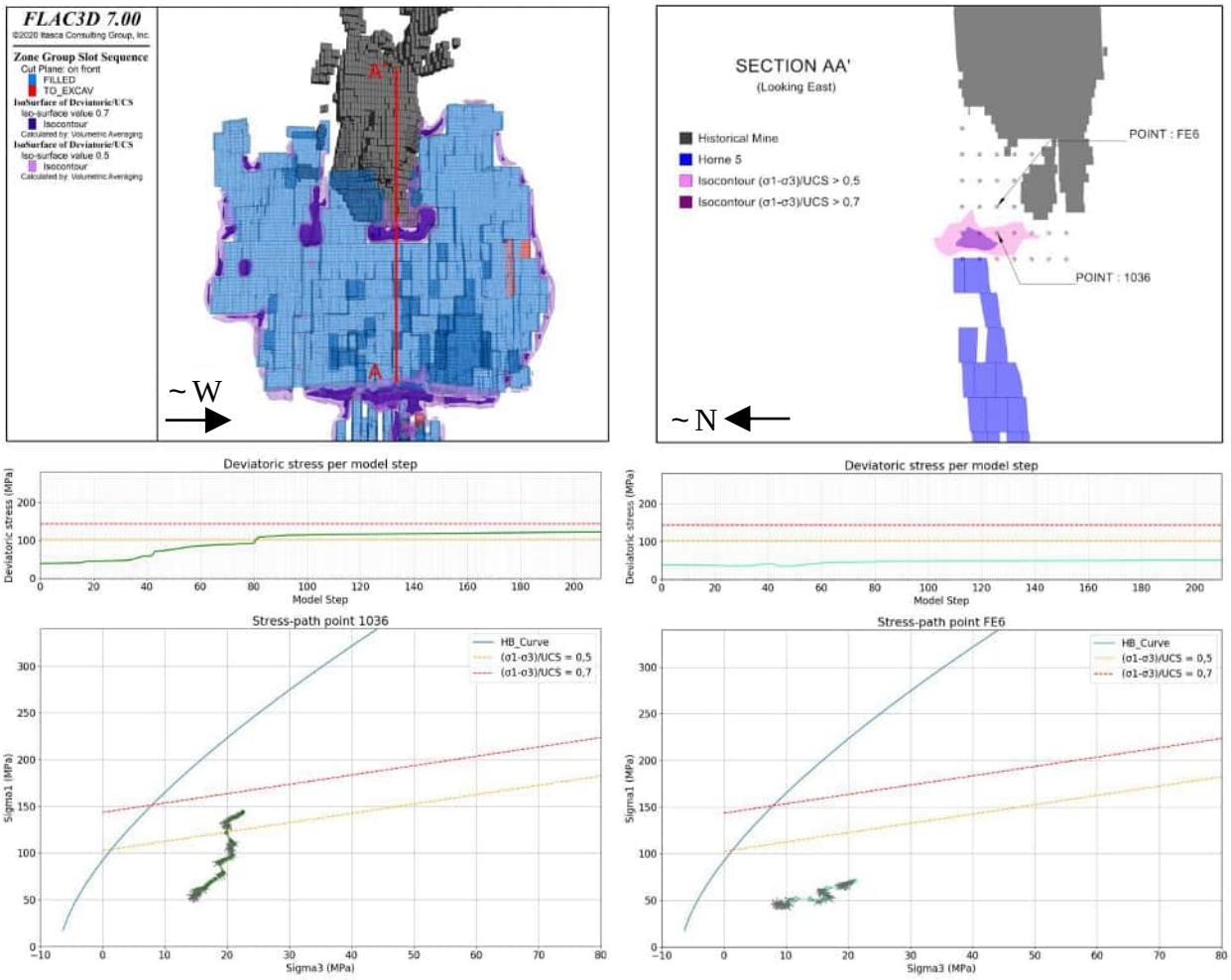


Figure 50. Isometric view looking south-west and plan view (cut at elevation 3,460) showing control points, > 0.5 and > 0.7 isocontours of the ($[\sigma_1 - \sigma_3] / UCS$) ratio at Step 99, as well as the stress path at two selected control points.

The following observations can be made:

- The area where the ratio of deviatoric stress magnitude over UCS is higher than 0.7 is located towards the top of the Horne 5 excavations and does not extend to the old Horne workings.
- The deviatoric stress magnitudes computed within the barrier pillar are similar to the values obtained in other pillars during the sequence.
- The stress path at control point FE6 shows a relatively constant σ_1 magnitude throughout the sequence – this is indicative of the anticipated conditions within most of the barrier pillar.

- The major principal stress magnitude at control point 1036 is expected to increase to about 150 MPa, with little reduction of the minor principal stress magnitude. This abutment sector could thus experience bouts of significant seismic activity and violent rock mass failure.
- The 0.5 isocontour of deviatoric stress magnitude over UCS reaches the bottom of the old Horne 5 mine. However, as shown by the stress path associated with control point 1036, the deviatoric ratio will reach this threshold at around the 80th mining step in the sequence, increasing only slightly from then on. This deviatoric stress increase at step 81 is caused by mining in the central pillar after the mining of the western part (Figure 51).

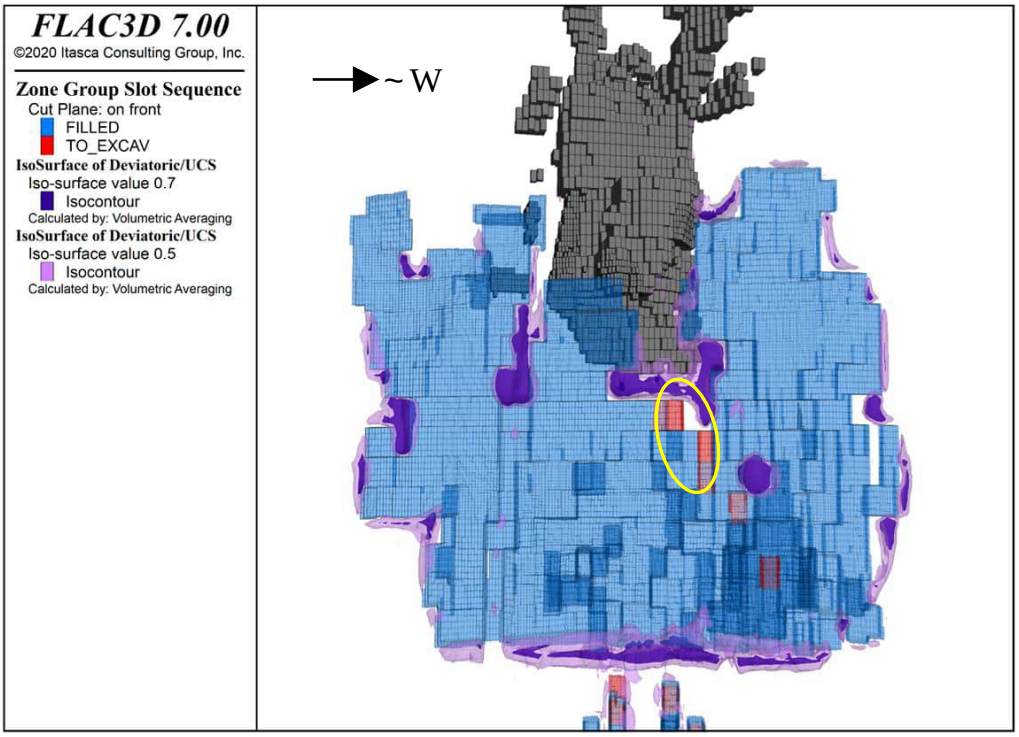


Figure 51. Isometric view looking approximately south showing the excavated stopes at Step 81.

Mining steps 81 and 82 have already been flagged in Section 4 as high risk seismic potency-wise. Once the western sequence will have been completed, the stress towards the centre of the ore body will have increased. If possible, stopes in this sector (in red and highlighted in yellow in Figure 51) should be mined sooner, shortly after the stopes to their east. Their extraction would then be easier due to the lower local stress levels. This would also provide the opportunity to have the area backfilled prior to the stress increase from the western mining front.

Based on the plastic deformations and stress paths computed at the control points within the barrier pillar, the assumption by Golder (Bewick, 2017) of an upper magnitude around $M_N + 2.0$ in the

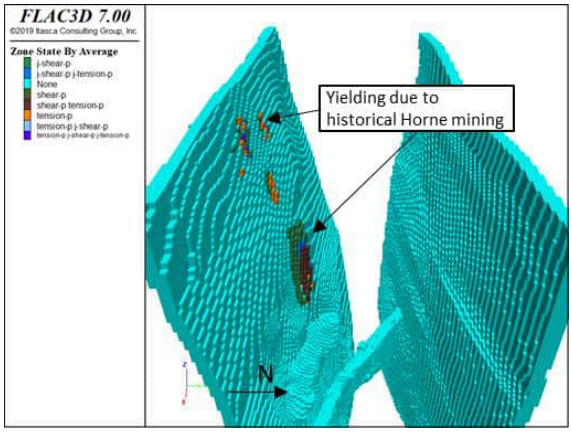
barrier pillar appears credible. A mining-induced stress change occurs in the barrier pillar, but it is located in a limited volume and is of the same magnitude as the changes in other sill pillars and ribs during the life of mine. Without large-scale geological structures within the barrier pillar, which could change the stress state and/or slip, a very large event would not be expected from stress change alone.

8. BEHAVIOUR OF THE MAJOR FAULTS

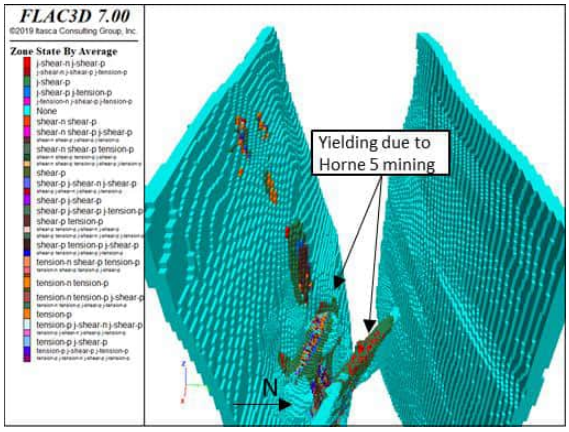
The potential effects on surface from mining activities at depth at the Horne 5 mine were discussed in a technical memorandum issued by A2GC in July 2020 as part of this project (Andrieux, 2020). Considerations about the largest seismic event that could be generated and the associated vibrations felt on surface were discussed in that document. One of the aspects considered was the potential for slipping to occur along some of the large-scale faults in the vicinity of the mine. This topic is further developed in this section.

8.1 PLASTIC STATE

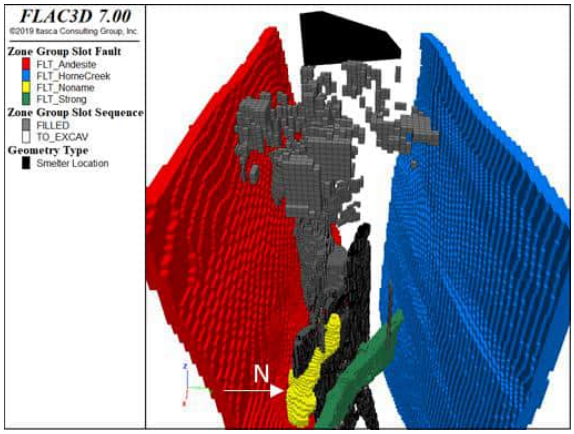
First, the plastic state at the fault locations was evaluated from the *FLAC3D* modelling results. Isometric views after historical Horne mining and future Horne 5 mining are shown in Figure 52a and b, respectively.



(a) After historical mining.



(b) After Horne 5 mining.



Notes:

- *All the numerical zones coloured cyan in the plots in figures (a) and (b) have not reached their failure envelope.*
- *All views look approximately west from above.*

(c) Reference plot showing the location of the various faults.

Figure 52. Plastic state plots at the location of the major faults.

It was observed that yielding of the rock mass at the location of major faults due to Horne 5 mining activity occurred only over its range of mining depth (i.e., not up to surface).

8.2 STRESS DROP ANALYSIS

As mentioned by Andrieux (2020), because of its proximity to the planned Horne 5 stopes and the fact that it extends to surface, only the Andesite fault could, with the current geological and structural knowledge, credibly be a concern for direct severe adverse effects on surface. Still, that fault lies in close proximity to the Horne 5 stopes (within about 10 m) only between levels 1194 and 1484. It then rapidly gains separation with elevation, above and below.

The fault-slip potential of the Andesite fault was evaluated through a stress drop approach, and estimates of possible strain energy release levels and associated seismic event magnitudes were derived.

8.2.1 Introduction to the Stress Drop Approach

The stress drop approach is based upon the Excess Shear Stress (*ESS*) method described by Ryder (1987, 1988) and (Board, 1994), and can be used to estimate the size of seismic events associated with fault slips. It considers the stress drop in the following terms:

$$\Delta\tau = \tau_s - \tau_d \quad \text{… Eq. [3]}$$

Where: $\Delta\tau$ is the stress drop;
τ_s is the static shear strength along the slip plane; and,
τ_d is the dynamic shear strength along the slip plane.

The dynamic shear strength considers that once the peak static shear strength τ_s of the fault (or the encasing rock material in cases where undulations cause local locking points in it) is reached, sliding starts, which instantly removes all cohesive strength. Resistance to motion then relies entirely on friction, which is now controlled by the dynamic coefficient of friction, as follows:

$$\tau_d = \mu_d \times \sigma_n \quad \text{… Eq. [4]}$$

Where: τ_d is the dynamic shear strength;
μ_d is the dynamic coefficient of friction; and,
σ_n is the normal stress acting upon the slip plane.

In terms of rock mass properties, τ_s can be seen as the peak strength and τ_d as the residual strength. The stress drop expressed by Eq. [3] is the result of the near-instantaneous transition from static

(pre-slip) to dynamic (slip) conditions. For a given confining stress σ_{ni}, $\Delta\tau$ is the difference between the relevant static and the transient dynamic shear strength envelopes (Figure 53).

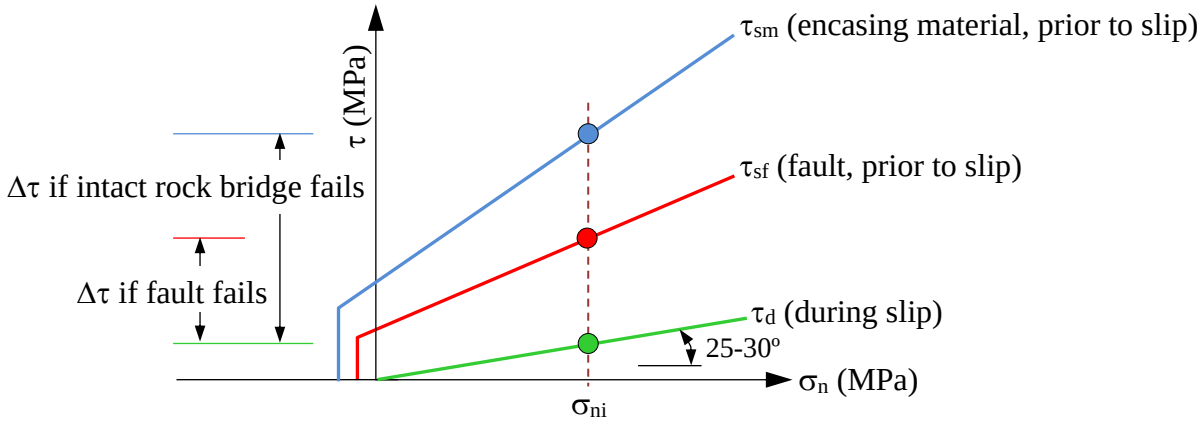


Figure 53. Conceptual (not to scale) Mohr-Coulomb failure envelopes and peak stress drops ($\Delta\tau$) for various types of failure.

Using Eq. [3] and Eq. [4], the stress drop can be calculated from the numerical modelling outputs for any location along a fault. Once obtained, that stress drop can in turn be used to infer the mean ride, which is the slip vector averaged over the slipping surface.

For a circular dislocation in an elastic rock mass, the mean ride (u_{ave}) can be estimated with the following analytic expression, assuming a constant shear stress drop (Salamon, 1964):

$$U_{ave} = (8 \times [1 - \nu] \times \check{T} \times Ls) / (3\pi \times [1 - (\nu / 2)] \times G) \quad \ldots \text{Eq. [5]}$$

Where: ν is the Poisson's ratio.

$\check{T}$ is the peak stress drop ($\Delta\tau_{max}$), defined as the largest difference between the static and the dynamic shear strength envelopes encountered in all the numerical elements considered in the analysis (the difference at the highest encountered normal stress magnitude). McGarr (1981) described this peak stress drop as representing the shearing of the "most energetic asperity" along the fault. $\check{T}$ can in turn be used to assess energy release and seismic event magnitude.

L_s is the rupture radius.

G is the shear modulus of the rock mass (equal to $E / [2 \times (1 + \nu)]$, E and ν being the Young's modulus and Poisson's ratio, respectively).

Finally, the following equations can be used to calculate the moment of such an event (Board, 1994):

$$M_o = G \times u_{ave} \times A \quad \ldots \text{Eq. [6]}$$

Where: M_o is the seismic moment of the event;
G is again the shear modulus of the rock mass;
u_{ave} is the mean ride and,
A is the area of the slipping surface, which can be inferred from the *FLAC3D* model by summing the surface of the elements where the stress drop is positive.

Once the seismic moment M_o has been calculated, the moment magnitude M_W of the event can be estimated with the following equation (Kanamori, 1977):

$$M_W = 2/3\ (\log_{10} M_o) - 6.07 \qquad \text{… Eq. [7]}$$

8.2.2 Methodology

As mentioned, the objective was to evaluate the fault-slip-related seismic potential of the Andesite fault at each modelled step of the mining sequence, as well as the area affected on the fault surface. For this purpose, the model was re-run without considering the fault properties (without the ubiquitous joints), assigning instead the full Andesite mechanical properties to the numerical elements within the Andesite fault volume – this was deemed conservative because it allowed for larger stress drops to occur at failure.

Theoretically, τ_d and τ_s would be extracted for each mesh element on the Andesite fault surface, and the stress drop calculated by subtracting the two. But since very little is reliably known about the fault strength properties (at both the large and small scales, as well as in terms of variability, presence of rock bridges, etc.) and to remain conservative, simplifications were required in the stress drop calculations.

Consequently, τ_s was taken to be equal to the shear stress calculated on the fault surface (as long as the value was higher than τ_d). In other words, no specific static fault strength envelope was considered for this exercise. When the shear stress acting upon a numerical element was above its dynamic shear strength, that element was assumed to have reached its static shear strength at that value. Since the Andesite fault was not explicitly represented in the model, τ_s was only bound by the strength of the rock mass at its location, and the static shear strength could thus readily exceed τ_d. This simplification allowed to simultaneously account in a simplified manner for very weak and very strong fault strength properties.

For this study, the dynamic shear strength was calculated with a dynamic friction angle of 30° and zero cohesion. The maximum of the $\Delta\tau$ values obtained for a "patch" of adjoined slipping numerical elements (discussed in more detail in the next paragraph), was retained as the peak shear stress drop $\check{T}$ for that patch.

To calculate the slip area and associated potential event radius, the stress drop contours were divided into patches, or, less colloquially, "mobilised sectors" defined as connected mesh elements that form a cohesive uninterrupted area that could slip as one entity. An algorithm was devised to automatically define these mobilised sectors based on the connectivity of the mesh elements with a $\Delta\tau$ greater than zero. The radius of a mobilised sector was then approximated as the radius of a circle of equal area.

Mobilised sector extents and areas, equivalent radii, as well as associated $\check{T}$ peak stress drops and M_o event magnitudes were calculated for every simulated mining step.

8.2.3 Results and Observations

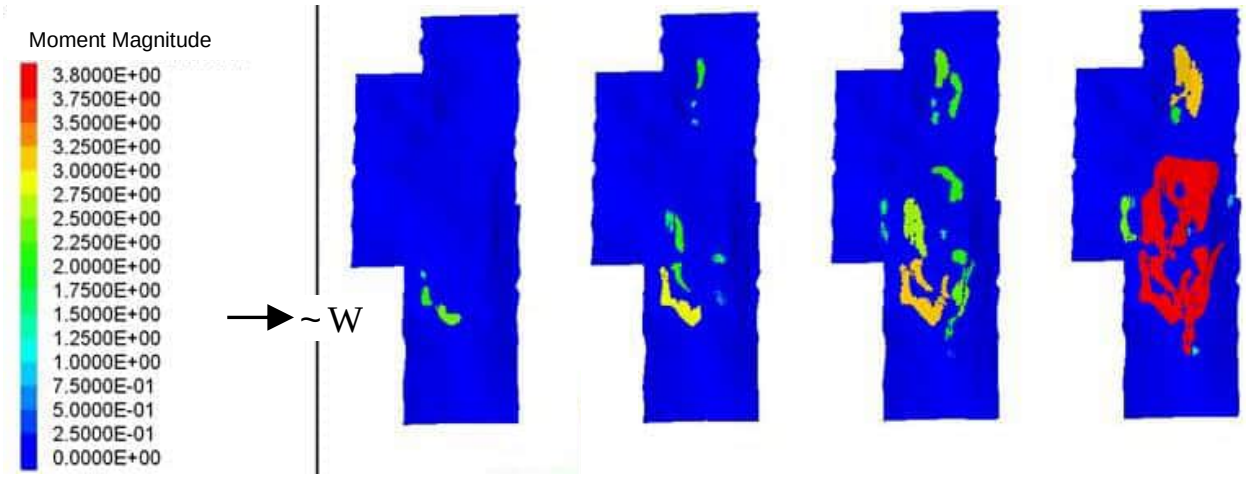
When reviewing the analysis results, one should keep in mind the following considerations. The results show the largest expected events based on the numerical modelling results. Stresses (and energy) fluctuate throughout the mine life in the numerical zones where the Andesite fault lies, and can accumulate without being dissipated – however, progressive slippage on the fault, if it occurred as mining progresses, would dissipate some of the energy. In other words, the stress drop analysis results assume that the fault accumulates all the energy without moving until it releases it all at once and produces one single large seismic event. This represents a worst-case scenario, although a plausible one. It should also be noted that the model computed mobilised sectors of potential seismic events after mining in their vicinity was completed – there is always a risk that seismic events will happen later, as mining will have progressed further. Also, the results apply solely to the Andesite fault – any other structure(s) not identified at this point, and not covered by this study, including possible interactions, could potentially produce yet larger events.

The mobilised sectors, which represent areas of slip surfaces, also deserve a few comments. As shown in Eq. [6], A is a multiplier in the seismic moment calculation and, consequently, weighs heavily on the moment magnitude estimates from Eq. [7]. Theoretically, any element with $\Delta\tau > 0$ could potentially slip and be considered as part of a slip surface. However, this results in many elements being selected and, hence, very large mobilised sectors, very large areas A and, ultimately, very large corresponding seismic events.

These very large mobilised sectors also often have geometries that do not form cohesive surfaces that would realistically slip as one entity due to the presence of individual slip areas connected by thin isthmuses of mesh elements with very small $\Delta\tau$ values. Consequently, a critical aspect of the mobilised sectors identification algorithm consists in being able to automatically differentiate between groups of elements that form a cohesive mobilised sector that could credibly slip as a single entity.

To do so, several hypotheses needed to be made on the following aspects:

- ***The Δτ threshold.*** A critical parameter is the Δτ threshold that triggers the selection of a numerical element in the process. As discussed, as that threshold decreases, more numerical elements are tagged as potential slip points, and the area *A* and magnitude of possible associated seismic events increase. Furthermore, and as mentioned, the narrow isthmuses connecting larger coherent slip areas are often made of mesh elements with very small Δτ values. Increasing the Δτ threshold reduces the occurrence of such narrow strips and results in more realistic slip surfaces. Figure 54 illustrates both concepts.



(a) Δτ ≥ 8 MPa. (b) Δτ ≥ 4 MPa. (c) Δτ ≥ 2 MPa. (d) Δτ > 0 MPa.

Figure 54. Elevation views looking approximately south, showing mobilised sectors along the Andesite fault, colour-coded by the moment magnitude Mw of the maximum seismic event they can generate, for various Δτ threshold values.

In our case, we settled on a threshold of Δτ ≥ 2 MPa, which allowed to: 1) eliminate many irrelevant connecting strips; 2) still generate large mobilised sectors, which is conservative since it generates in turn large seismic moments; and, 3) provide lower, perhaps less overestimated event magnitudes than with a threshold of Δτ ≥ 0 MPa.

- ***The search cell characteristics.*** Mobilised sectors were automatically derived with a moving cell algorithm that searched for numerical elements meeting the Δτ threshold previously discussed. The search cell is an important parameter with several influential settings:
  - ***Its shape:*** in our analysis, that shape was taken to be square.
  - ***Its size:*** a 40 m edge size ended up being retained in our work, which corresponds to 8 numerical elements on the Andesite fault mesh. Several tests were conducted on that pa-

rameter, and 40 m provided the best qualitative compromise between sensitivity, continuity and regular elliptical or rectangular shapes that could credibly slip.

In the absence of historical seismicity to back-analyse against, it was not possible to reliably calibrate these various hypotheses. As a result, once mining-induced seismicity will start to be recorded, they should be revisited and validated, or adjusted.

Figure 55 shows the calculated moment magnitudes M_W from each mobilised sector at mining step 209 (the step associated with the largest moment magnitude event anticipated). Figure 56 shows the largest calculated moment magnitude for each modelled step throughout the life of mine, whereas Figure 57 shows the depth at which the seismic events are expected to occur based on this analysis, again for the life of mine.

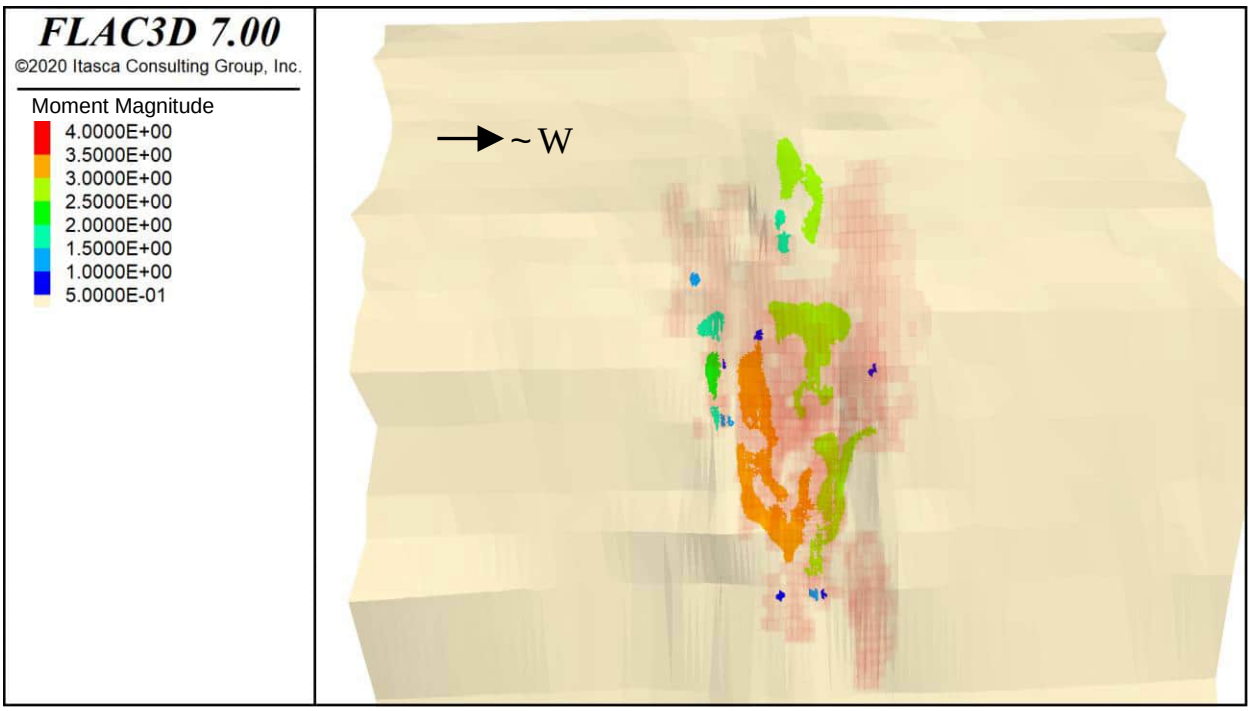


Figure 55 Elevation view looking approximately south showing contours of calculated moment magnitudes M_W from each mobilised sector at Step 209. Stopes are shown in light red in front of the Andesite fault.

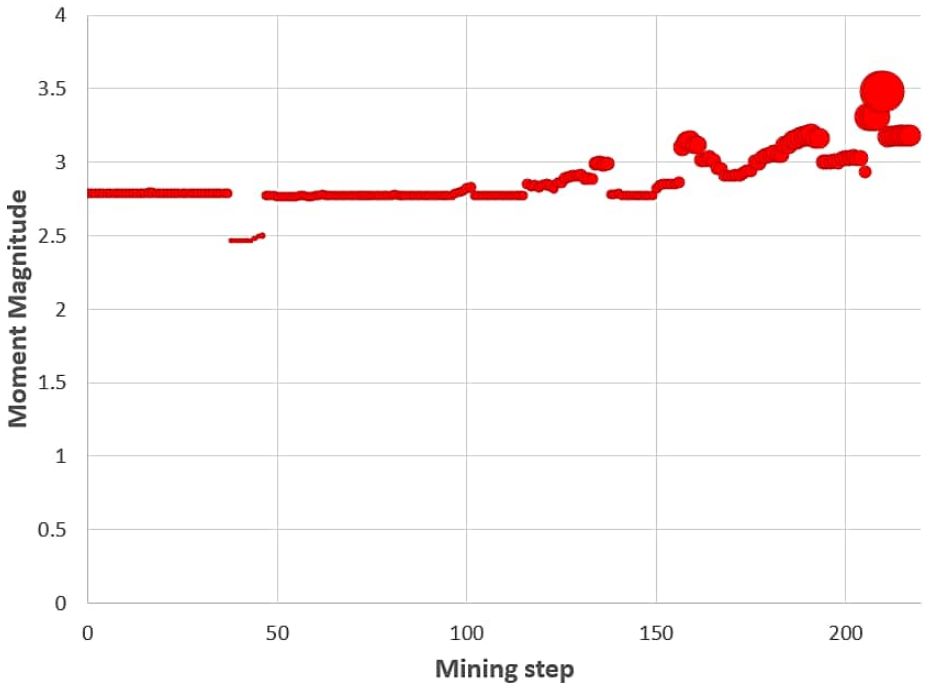


Figure 56. Graph showing the maximum calculated moment magnitude M_W along the Andesite Fault over the life of mine. The size of the circles reflects the magnitude of the events.

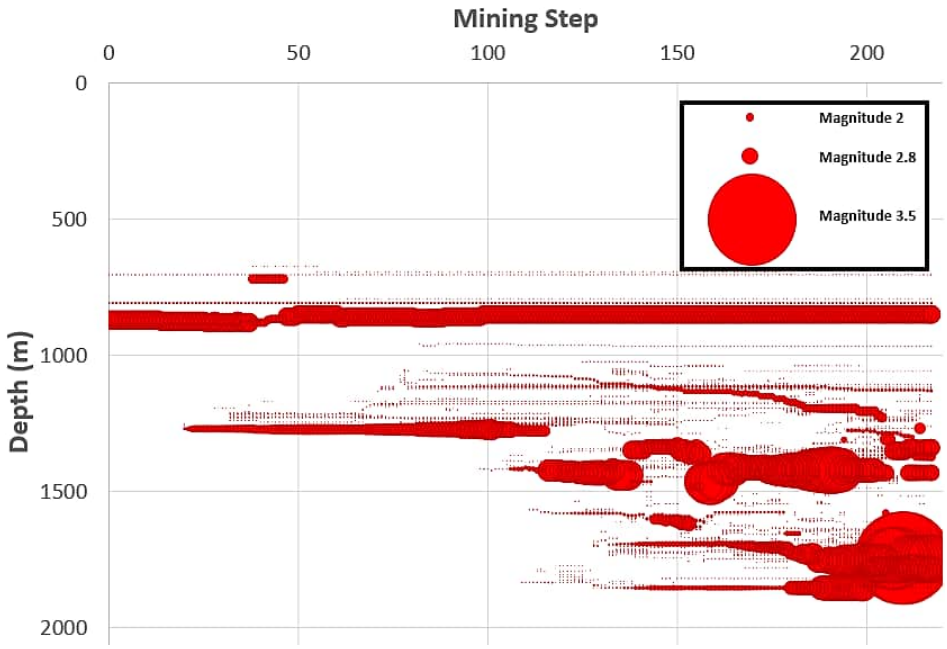


Figure 57. Graph showing the depth of the mobilised sectors (locations where seismic events are expected to occur) along the Andesite Fault over the life of mine. The size of the circles reflects the magnitude of the events.

Based on this analysis, the largest event expected – related to a mobilised sector located at a depth of 1,745 m below surface – would have a moment magnitude of about $M_W + 3.5$.

The plots also show that a mobilised sector is present along the Andesite fault from the onset of Horne 5 mining, from right after the extraction of the old Horne mine in the model, at a depth of 850 m – this mobilised sector is associated with a maximum seismic event with a calculated moment magnitude M_W of + 2.8. The loading on the fault at that location is attributable to the mining of the old Horne ore body, and it remains mostly unaffected by the mining of the Horne 5 ore body. The potential for this event remains throughout the time period examined, even once mining in the area will have been completed and the local stresses will remain constant.

To help assess the effects of the calculated seismic events on surface infrastructures, including the smelter, vibration peak particle velocity (*PPV*) values were estimated on surface for each mobilised sector, again for the entire mine life. To do so, the following equation, proposed by Kaiser *et al.* (1996), was used:

$$PPV = (C \times 10^{[0.5 \times (M_L + 1.5)]}) / (R + R_o) \quad \text{… Eq. [7]}$$

Where: PPV is the vibration peak particle velocity, in m/s;
C is a constant between 0.2 and 0.3, as recommended for design purposes (0.25 was used for this project);
M_L is the local magnitude (derived with Eq. [9] further down);
R is the distance between the top of the mobilised sector (nearest to surface, to remain conservative) and the ground surface, in metres; and,
R_o is the source radius, in metres, estimated using Eq. [8] below.

To calculate R_o (in metres), one can use:

$$R_o = \alpha \times 10^{[0.33 \times (M_L + 1.5)]} \quad \text{… Eq. [8]}$$

Where: α is a constant between 0.53 and 1.14 (0.84 was used for this project); and,
M_L is the local magnitude of the event, as in Eq. [7].

The local magnitude M_L was itself derived from the seismic moment M_o as follows:

$$M_L = \log_{10} M_o - (1.5 \pm 0.15) \quad \text{… Eq. [9]}$$

With M_o expressed in GN.m (after Kaiser *et al.*, 1996).

Figure 58 shows the calculated *PPV* values (in mm/s) anticipated on the ground surface from the various mobilised sectors at mining step 209. For example, the largest seismic event from a mo-

bilised sector shaded in yellow would be expected, based on Eq. [7], to produce on surface a peak vibration amplitude of around 75 mm/s.

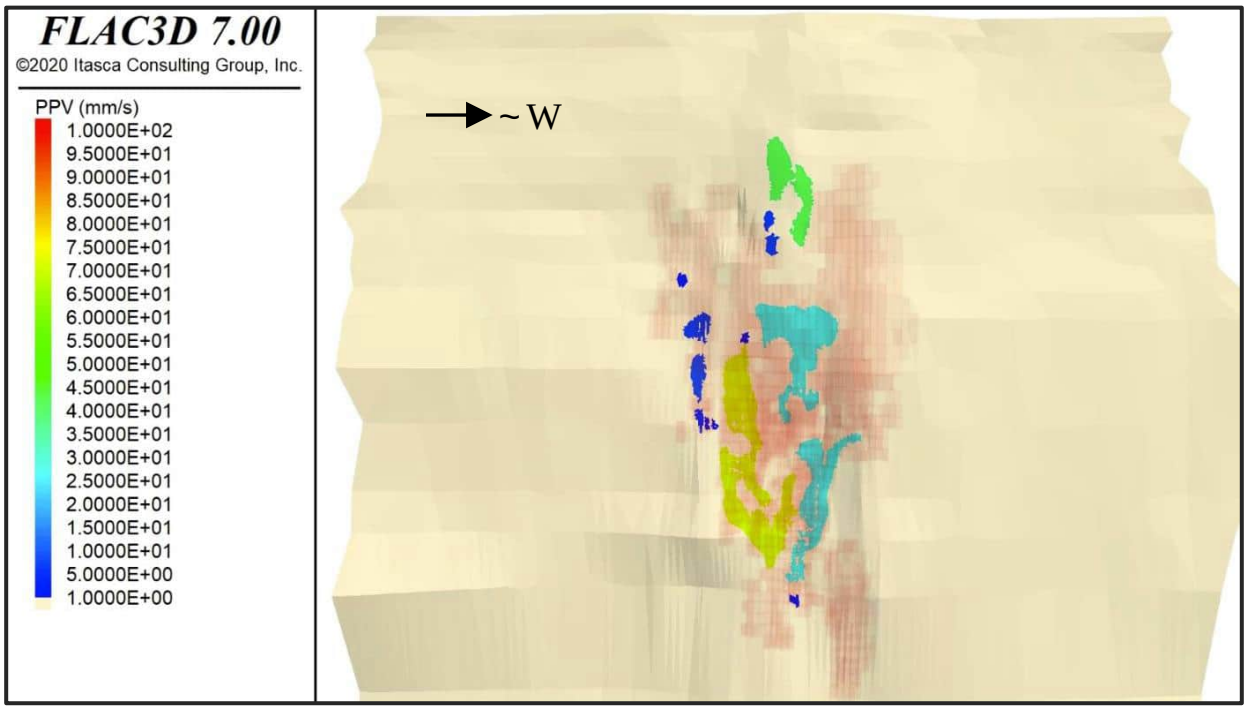


Figure 58. Elevation view looking approximately south showing contours of calculated *PPV* values (in mm/s) expected on the ground surface from each mobilised sector at Step 209. Stopes are shown in light red in front of the Andesite fault.

Figure 59 next page is a graph showing the highest expected *PPV* values (again in mm/s) on surface at each mining step. It shows that the highest expected *PPV* value occurred at Step 209 with a value of 70 mm/s. This was generated by a seismic event computed from a mobilised sector located 1,745 m below surface, with a calculated moment magnitude of $M_W + 3.5$ (the strongest seismic event expected along the Andesite fault, based on the results of the numerical stress drop analyses).

8.2.4 Mitigation

A coalescence of events around solicited lock-up points along faults would normally appear in the seismic data, which would give advanced warning and allow for mitigating measures to be put in place. Mitigation measures could include a change of extraction sequence, a mining rate adjustment, additional ground support, destressing measures, etc. This is important and should be noted in mining plans, and sensitivity studies should be conducted around these mitigation measures.

The aim would be to have these measures already planned and ready to deploy in the event that increased seismicity was detected, so they could be implemented without delay.

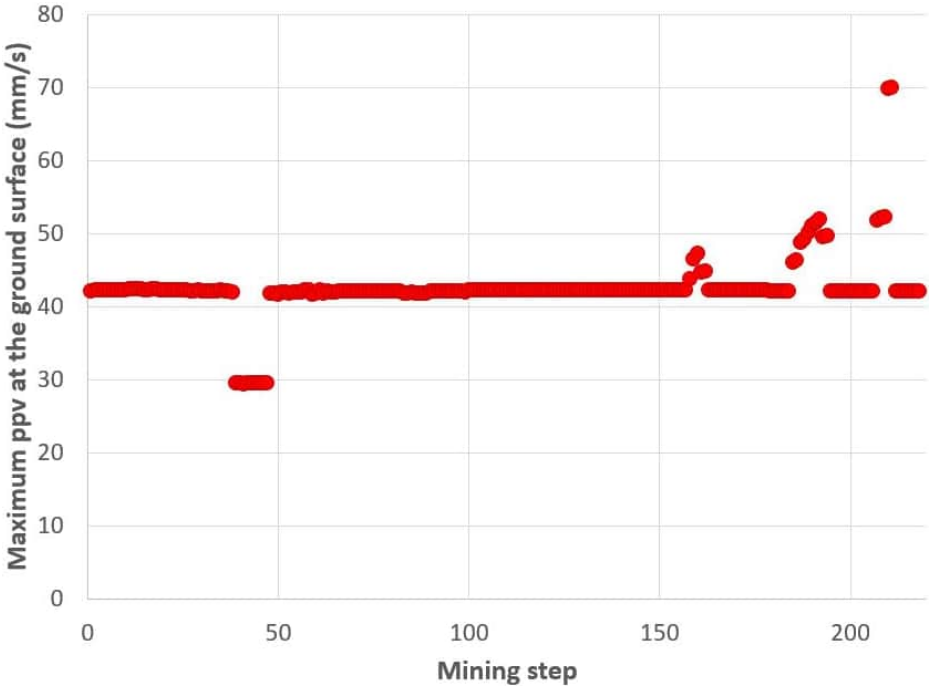


Figure 59. Graph showing the maximum calculated *PPV* values (in mm/s) expected on surface over the life of mine.

9. LIMITATIONS

In reviewing the conclusions presented in this report, the following limitations must be kept in mind:

- The *FLAC3D* model and geomechanical risk assessment presented were not calibrated on any field data. This is due to the absence of relevant data to conduct back-analyses.
- The lack of calibration data affects, amongst other aspects, the thresholds fixed between risk categories (*Low*, *Moderate*, *High*). Once field data will become available, these thresholds may be reviewed. However, the tendencies observed on the risk profiles are reliable.
- The in-situ stress regime implemented in the *FLAC3D* model was chosen from the literature, based on regional measurements. No in-situ stress measurements have been conducted at the Horne 5 site to confirm the validity of the selected in-situ stress characteristics. The orientation of this stress field is of particular importance as it controls where stress increases and relaxations can be expected to occur.
- Residual mechanical properties, as well as critical plastic strains (the cumulative volumetric plastic strains at which residual properties are reached for the various rock units) can have a significant effect on the results. Those were fixed by Golder during the FS, based on observations that suggested a very hard and brittle rock mass behaviour. Note also that mechanical properties were considered constant throughout each lithological unit (no strength variations were considered within lithologies).
- To limit computational time, as well as the storage of the model save files, ten (10) stopes were mined at each successive modelling step. Therefore, the seismic potency and the dilution analyses for each modelling step consider ten stopes together, which can have the effect of "diluting" peaks in the risk profiles obtained. For the mining conditions assessment (mining under high stresses and mining under residual conditions), it was possible to evaluate stopes individually, but it should still be kept in mind that the stresses and plasticity states in the model resulted from the simultaneous mining of ten stopes (and not only one). For the detailed engineering design phase, the model could be refined in such a way to mine one stope per modelling steps, and particularly for time periods where significant changes occur at successive ten-stope steps.
- *FLAC3D* being a continuum formulation, structurally controlled instabilities and failures along discontinuities were not systematically considered.
- The location and geometry of the Andesite fault considered in the ESS analyses were based upon interpreted drilling results.
- The geometry of the major infrastructures was not explicitly modelled in *FLAC3D*. Therefore, the stress paths at the infrastructure locations do not consider the effects (e.g., stress redistributions) due to the actual presence of these excavations.

- No dynamic effects, from blast-induced vibrations for example, were considered.
- No water effects (e.g., pore pressures) were considered.
- A2GC did not visit the site within the context of these analyses. All the input data used in this project were entirely supplied to A2GC by Osisko Gold Royalties / Falco Resources.

10. RECOMMENDATIONS

In closing, the following recommendations are given:

- As underground developments will progress prior to starting production at Horne 5, stress measurements should be conducted. Should the stress regime differ significantly from the one assumed, the effect on the risk profile should be re-examined.
- As mining will start at Horne 5 and the seismic monitoring system is deployed, the risk ratings should be reviewed and possibly adjusted.
- The structural model should be kept up to date, based on further diamond drilling, as well as underground mapping and observations. Advanced knowledge of the presence of large-scale discontinuities is of paramount importance when mining at depth under high stress conditions.
- The Horne 5 project has several characteristics that increase the geomechanical risk it is associated with: it is deep (and, hence, will be subjected to high stress levels), its geological settings are expected to be stiff, strong and brittle (a combination that leads to seismic conditions), and its upper part will lie in close proximity to the large historical Horne mine. It targets high production levels, which, with the mining method retained, require large longhole stopes and multiple mining fronts (and the associated diminishing sill pillars between mining fronts). Being located in the City of Rouyn-Noranda, it also has numerous neighbours. All these aspects were considered in the geomechanical analyses.

  Still, close monitoring, including with a sufficiently sensitive seismic monitoring array, should be conducted right from the beginning of construction and throughout mining to verify that the stress analyses are reliable, and confirm that mining is proceeding as expected. The cause(s) of significant divergence between field observations and modelling-based expectations, if any, should be promptly investigated. Such divergence can have many causes, such as incorrect far-field stress assumptions, incorrect mechanical properties, the presence of geological horizons and structures that were not included in the model, differences between the sequence implemented and the one modelled, differences between the stope dimensions and geometry vs those modelled, and more. Once the causes of the discrepancies are identified and corrected, the model can be rerun to produce adjusted risk profiles and production "road maps."

We trust this report meets your needs and expectations. Please do not hesitate to contact us if you have questions or require more details on some of the topics discussed in this document.

Sincerely,

Amélie C. Ouellet, M.A.Sc., Eng. §
Project Engineer
E-mail: amelie@a2gc.ca
Mobile: (int.) +1-514-266-0689

Thierry Lavoie, M.A.Sc., Eng.
Principal Engineer
E-mail: thierry@a2gc.ca
Mobile: (int.) +1-418-998-3146

Nicolas St-Onge, Eng., P.Eng.
Senior Engineer
E-mail: nicolas@a2gc.ca
Mobile: (int.) +1-514-293-1623

André-Michel Maheux, Eng.
Project Engineer
E-mail: andre-michel@a2gc.ca
Mobile: (int.) +1-581-998-4420

Patrick Andrieux, Ph.D., Eng., P.Eng.
PEO Designated Consulting Engineer
Principal Engineer
E-mail: patrick@a2gc.ca
Mobile: (int.) +1-514-953-2773

ANDRIEUX & ASSOCIATES GEOMECHANICS CONSULTING, L.P.
81 De Brésoles Street, Suite 309
Montreal, Quebec, H2Y 0A1, Canada.
Tel.: (int.) +1-514-379-1789
info@a2gc.ca
www.a2gc.ca
© 2021

§: *principal corresponding author*.

Notes:

3DEC, *FISH*, *FLAC*, *FLAC3D*, and *PFC3D* are registered trademarks of Itasca Consulting Group, Inc., Minneapolis, MN, USA.

Rhino is a registered trademark of McNeel North America, Inc., Seattle, WA, USA.

Internal Review

The draft version of this document was internally reviewed in Quebec City, Quebec, on 28 November 2020 as per the established A2GC quality assurance / quality control program. Its content has been found to meet the A2GC quality guidelines for technical documentation.



Sebastien Guido, M.Sc., Eng.
Project Engineer
E-mail: sebastien@a2gc.ca
Mobile: (int.) +1-418-905-1789

11. REFERENCES

Andrieux, P. (2020). *Potential Horne 5 Mining-Induced Seismic Tremors on Surface.* Technical memorandum from Andrieux and Associates Geomechanics Consulting, L.P. to Osisko Gold Royalties, Ltd., Falco Resources, Ltd., Horne 5 Project, ref. No 2158-HOR-002-20200709-F, 11 p. Montreal, QC, Canada. (09 July.)

Ben-Menahem, A., and S. Singh (1981). *Seismic Waves and Sources.* Published by Springer-Verlag, 1127 pp. New York, NY, USA.

Bewick, R. (2017). *Seismicity.* Presentation by Golder Associates, Inc. to Osisko Gold Royalties, Ltd., in preparation for the Horne 5 Feasibility Study external peer review, 7 slides. Sudbury, ON, Canada. (08 June.)

Bewick, R., A. Ouellet, S. Otto, and D. Gaudreau (2017). *Importance of Understanding Laboratory Strength and Modulus Testing Data for Deep Mining in Hard Brittle Rocks.* Proceedings of the 8th International Conference on Deep and High Stress Mining, Perth, Australia, pp. 827-842. Australian Centre for Geomechanics: Perth, WA, Australia.

Board, M. (1994). *Numerical Examination of Mining-Induced Seismicity*. Doctoral thesis, University of Minnesota, Department of Civil, Environmental and Geo-Engineering, 255 pp. Minneapolis, MN, USA.

Board, M., R. Brummer, and S. Seldon (2001). *Use of Numerical Modeling for Mine Design Evaluation.* In "Underground Mining Methods – Engineering Fundamentals and International Case Studies," Handbook of the Society of Mining Engineers (W. Hustrulid and R. Bullock, Eds.), Chapter 58, pp. 483-491. Published by the American Institute of Mining and Exploration. Littleton, CO, USA.

Cotesta, L., C. O'Connor, R. Brummer, and A. Punkkinen (2014). *Numerical Modelling and Scientific Visualisation – Integration of Geomechanics into Modern Mine Designs.* Proceedings of the 2014 Deep and High Stress Mining conference, Sudbury, Canada, pp. 377-395. Australian Centre for Geomechanics: Perth, WA, Australia.

Falco Resources, Ltd. (2017). *Feasibility Study – Horne 5 Gold Project.* NI 43-101 Technical report, 1000 pp. Rouyn-Noranda, QC, Canada. (05 October.)

Golder Associates, Ltd. (2016). *Horne 5 Feasibility Study – Intact Rock Strength Testing.* Technical report from Golder Associates, Ltd. to Osisko Gold Royalties, Ltd., Falco Resources, Ltd., Horne 5 Project, ref. No GAL101-1541337-21130-TM-H5FS-Rev0, 17 pp. Montreal, QC, Canada. (24 August.)

Golder Associates (2017a). *Horne 5 Feasibility Study – Modelling Basis for Rock Mechanics Assessment.* Technical report from Golder Associates, Ltd. to Osisko Gold Royalties, Ltd., Falco Resources, Ltd., Horne 5 Project, ref. No GAL002-1774165-Rev0, 23 pp. Montreal, QC, Canada. (17 November.)

Golder Associates (2017b). *Horne 5 Feasibility Study – Geotechnical Paste Backfill Strength Recommendations*. Technical report from Golder Associates, Ltd. to Osisko Gold Royalties, Ltd., Falco Resources, Ltd., Horne 5 Project, ref. No GAL010-1774165-2100-TM-Rev0, 4 pp. Montreal, QC, Canada. (20 November.)

Golder Associates (2017c). *Horne 5 FS – Characterization of Interpreted Primary and Secondary Faults*. Technical report from Golder Associates, Ltd. to Osisko Gold Royalties, Ltd., Falco Resources, Ltd., Horne 5 Project, ref. No GAL012-1774165-2100-TM-Rev0, 10 pp. Montreal, QC, Canada. (17 November.)

Itasca (2019). FLAC3D *Version 7.00 – Theory and Background.* Published by Itasca Consulting Group, Inc., 176 pp. Minneapolis, MN, USA.

Itasca (2017). FLAC *Version 8.00 – Theory and Background.* Published by Itasca Consulting Group, Inc., 304 pp. Minneapolis, MN, USA.

Kaiser, P., D. Morrison, G. Swan, M. Neumann, V. Kazakadis, and S. Talebi (1996). *Rockburst Research Handbook.* Published by the Mining Research Directorate, 976 pp. Sudbury, ON, Canada.

Kaiser, P., M. Diederichs, C. Martin, J. Sharp, and W. Steiner (2000). *Underground Works in Hard Rock Tunneling and Mining*. Proceedings of the International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, Invited Papers, Vol. 1, pp. 841-926. Melbourne, VIC, Australia.

Kanamori, H. (1977). *The Energy Release in Great Earthquakes.* Journal of Geophysics Research, American Geophysical Union, Vol. 82 (20), pp. 2981-2987. Washington, DC, USA.

King, G. (1978). *Geological Faults, Fractures, Creep and Strain*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 288(1350), pp. 197-212. London, U.K.

McGarr, A. (1981). *Analysis of Peak Ground Motion in Terms of a Model of Inhomogeneous Faulting.* Journal of Geophysical Research, Vol. 86 (B5), pp. 3901-3912. Washington, DC, USA.

Maloney, S., and S. Yong (2006). *A Re-Assessment of In Situ Stresses in the Canadian Shield*. American Rock Mechanics Association, ARMA/URMS 06-1096, 9 pp.

Ryder, J. (1987). *Excess Shear Stress (ESS): An Engineering Criterion for Assessing Unstable Slip and Associated Rockburst Hazards*. Proceedings of the 6th ISRM Congress, pp.1211-1214. Rotterdam: A.A. Balkema.

Ryder, J. (1988). *Excess Shear Stress in the Assessment of Geologically Hazardous Situations.* Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, Vol. 88, Issue 1, pp. 27-39. Johannesburg, South Africa. (January.)

Salamon, M. (1964). *Elastic Analysis of Displacements and Stresses Induced by Mining of Seam or Reef Deposits – Part I, Inclined Reefs.* Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, Vol. 65, Issue 5, pp. 319-338. Johannesburg, South Africa. (December.)

MASTER

Report of Investigations 8507

Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration From Surface Mine Blasting

By D. E. Siskind, M. S. Stagg, J. W. Kopp,
and C. H. Dowding



UNITED STATES DEPARTMENT
Cecil D. Andrus, Secretary

BUREAU OF MINES
Lindsay D. Norman, Director

US Department of Interior
Office of Surface Mining
Reclamation and Enforcement



Kenneth K. Eltschlager
Mining/Blasting Engineer
3 Parkway Center
Pittsburgh, PA 15220

Phone 412.937.2169
Fax 412.937.3012
Keltschl@osmre.gov

This publication has been cataloged as follows:

United States. Bureau of Mines

Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting.

(Report of investigations • Bureau of Mines ; 8507)

Bibliography: p. 69-70.

1. Blast effect. 2. Buildings—Vibration. 3. Soils—Vibration. 4. Strip mining—Environmental aspects. I. Siskind, D. E. II. Title. III. Series: United States. Bureau of Mines. Report of investigations ; 8507.

TN23.U43 [TA654.7] 622s [690'.21] 80-607825

CONTENTS

	Page
Abstract	1
Introduction	3
Acknowledgments	4
Ground vibration characteristics	5
Time and frequency properties of mining blasts	5
Other vibration sources	6
Generation and propagation	9
Blast design and ground vibration generation	9
Vibration comparisons: Mine and quarry blasts	14
Response of residential structures	18
Response spectrum analysis techniques	18
Direct measurement of structure responses	21
Test structures	21
Instrumenting for response	30
Natural frequency and damping	30
Production blasting	31
Velocity exposure levels	31
Structure responses from blasting	32
Amplification factors	33
Airblast response	41
Structure responses from everyday activities	41
Failure characteristics of building materials	43
Gypsum wallboard failure	43
Masonry and concrete failure	45
Fatigue	45
Safe vibration levels for residential structures	47
Previous damage studies	47
New Bureau of Mines damage studies	51
Summary damage analysis	52
Mean and variance analysis	52
Probability analysis	55
Safe blasting levels	58
Response spectra analysis of damage cases	60
Existing standards for vibrations	61
Human response	62
Conclusions	68
References	69
Appendix A.—Existing vibration standards and criteria to prevent damage	71
Appendix B.—Alternative blasting level criteria	73

ILLUSTRATIONS

		Page
1.	Occupied residences near operating surface mine	2
2.	Predominant frequencies of vibrations from coal mine, quarry, and construction blasting	6
3.	Coal mine blast time histories and spectra measured at 2,287 ft	7
4.	Quarry blast time histories and spectra measured at 540 ft	7
5.	Construction blast time histories and spectra measured at 75 ft	8
6.	Ground vibrations from a single coal mine	15
7.	Radial ground vibration propagations from surface coal mines	15
8.	Vertical ground vibration propagations from surface coal mines	15
9.	Transverse ground vibration propagations from surface coal mines	15
10.	Summary of ground vibrations from all surface coal mines	16
11.	Zones of mean propagation regressions for two major types of blasting	17
12.	Ground vibration propagation for three types of blasting as found by Lucole	17
13.	Single degree of freedom model and types of structures response	18
14.	Response spectra for mining and construction shots, after Corser	19
15.	Test structure 19, near a coal mine	21
16.	Test structure 20, near a coal mine	24
17.	Test structure 21, near a coal mine	24
18.	Test structure 22, near a quarry	24
19.	Test structure 23, near a quarry	25
20.	Test structure 26, near a coal mine	25
21.	Test structure 27, near a coal mine	25
22.	Test structure 28, near a coal mine	26
23.	Test structure 29, near a coal mine	26
24.	Test structure 30, near a coal mine	27
25.	Test structure 31, near a coal mine	27
26.	Test structure 49, near a coal mine	27
27.	Test structure 51, near a coal mine	28
28.	Test structure 61, near a coal mine	28
29.	Vibration gages mounted in corners and on walls for measuring structure response in structure 51	29
30.	Ground vibration, structure vibration, and airblast time histories from a coal mine highwall blast	30
31.	Residential structure natural frequencies	31
32.	Residential structure damping values	32
33.	Corner and midwall responses for a single structure	34
34.	Structure responses (corners) from peak horizontal ground vibrations, summary	34
35.	Structure responses (corners) from peak horizontal ground vibrations with measured values	35
36.	Structure responses (corners) from peak vertical ground vibrations	35

ILLUSTRATIONS—Continued

Page

37. Midwall responses from peak horizontal ground vibrations 36
38. Amplification factors for blast-produced structure vibration (corners) of a single 1-story and a single 2-story house 37
39. Amplification factors for blast-produced structure vibration (corners), all homes 37
40. Amplification factors for blast-produced midwall vibration, all homes 38
41. Ground vibration and airblast that produce equivalent amounts of structure response, in frame residential structures of up to 2 stories 39
42. Test residential fatigue structure near surface coal mine 40
43. Plan of main floor of test fatigue structure shown in figure 42 40
44. Failure strains for residential construction materials from a variety of sources (tables 7 and 8) 44
45. Fatigue test model on biaxial vibrating table 46
46. Damage observations, new Bureau of Mines data from production blasting in surface mines 51
47. Nondamage observations, new Bureau of Mines data from surface mine blasting 51
48. Displacement versus frequency for low-frequency blasts in glacial till, set 2 mean and variance analysis 53
49. Displacement versus frequency for low-frequency blasts and shaker tests, set 4 mean and variance analysis 53
50. Displacement versus frequency for low-frequency blasts, shaker tests, and masonry damage, set 5 mean and variance analysis 53
51. Displacement versus frequency for high-frequency blasts, set 6 mean and variance analysis 54
52. Displacement versus frequency summary, set 7 mean and variance analysis 54
53. Velocity versus frequency for the various damage data sets, mean and variance analysis 55
54. Velocity versus frequency summary, set 7 mean and variance analysis 56
55. Probability damage analysis for low-frequency blasts in glacial till, set 2 57
56. Probability damage analysis for low-frequency blasts and shaker tests, set 4 57
57. Probability damage analysis for low-frequency blasts, shaker tests, and masonry damage, set 5 57
58. Probability damage analysis for high-frequency blasts, set 6 57
59. Probability damage analysis summary, set 7 58
60. Human tolerance standards for rms vibrations exceeding 1-minute-duration ISO 2631 63
61. Human response to steady-state and transient vibrations 64
62. Human response to transient vibration velocities of various durations 64
63. Human response to transient vibration accelerations of various durations 64
64. Human response to vibrations of damped concrete floors, after Murray 65
65. Human response to concrete floor vibrations of various durations 66
66. Human response to vibrations of various durations, summary 66
67. Reactions of persons subjected to blasting vibration in their homes 67
B–1. Safe levels of blasting vibration for houses using a combination of velocity and displacement 73

TABLES

Page

1. Production blasts and ground vibration measurements 10
2. Equations and statistics for ground vibration propagation 14
3. Test structures and measured dynamic properties 22
4. Equations and statistics for peak structure responses from ground vibrations 33
5. Strains in fatigue test structure from blasting and human activity 41
6. Structure vibrations in test fatigue structure from blasting and human activity 42
7. Failure characteristics of plaster and gypsum wallboard 43
8. Failure of masonry and concrete 45
9. Studies of damage to residences from blasting vibrations 48
10. Damage classification 49
11. Data sets used for damage analyses 52
12. Summary of damage statistics by data sets 59
13. Safe levels of blasting for residential type structures 59
14. Studies of human response to vibrations 63
15. Subjective responses of humans to vibrations of various durations 67
A–1. German vibration standards, DIN 4150 71
A–2. Damage levels from blasting, after Langefors and Kihlstrom 71
A–3. Limiting safe vibration values of pseudo vector sum peak particle velocities, after Esteves 71
A–4. Limiting safe vibration values, after Ashley 72
A–5. Vibration limits for laboratory instruments, after Whiffin and Leonard 72

STRUCTURE RESPONSE AND DAMAGE PRODUCED BY GROUND VIBRATION FROM SURFACE MINE BLASTING

by

D. E. Siskind[1], M.S. Stagg[2], J. W. Kopp[3], and C. H. Dowding[4]

ABSTRACT

The Bureau of Mines studied blast-produced ground vibration from surface mining to assess its damage and annoyance potential, and to determine safe levels and appropriate measurement techniques. Direct measurements were made of ground-vibration-produced structure responses and damage in 76 homes for 219 production blasts. These results were combined with damage data from nine other blasting studies, including the three analyzed previously for Bureau of Mines Bulletin 656.

SAFE ~~Save~~ levels of ground vibration from blasting range from 0.5 to 2.0 in/sec peak particle velocity for residential-type structures. The damage threshold values are functions of the frequencies of the vibration transmitted into the residences and the types of construction. Particularly serious are the low-frequency vibrations that exist in soft foundation materials and/or result from long blast-to-residence distances. These vibrations produce not only structure resonances (4 to 12 Hz for whole structures and 10 to 25 Hz for midwalls) but also excessive levels of displacement and strain.

Threshold damage was defined as the occurrence of cosmetic damage; that is, the most superficial interior cracking of the type that develops in all homes independent of blasting. Homes with plastered interior walls are more susceptible to blast-produced cracking then modern gypsum wallboard; the latter are adequately protected by a minimum particle velocity of approximately 0.75 in/sec for frequencies below 40 Hz.

Structure response amplification factors were measured; typical values were 1.5 for structures as a whole (racking) and 4 for midwalls, at their respective resonance frequencies. For blast vibrations above 40 Hz, all amplification factors for frame residential structures were less than unity.

The human response and annoyance problem from ground vibration is aggravated by wall rattling, secondary noises, and the presence of airblast. Approximately 5 to 10 pct of the neighbors will judge peak particle velocity levels of 0.5 to 0.75 in/sec as "less than acceptable" (i.e., unacceptable) based on direct reactions to the vibration. Even lower levels cause psychological response problems, and thus social, economic, and public relations factors become critical for continued blasting.

[1] Geophysicist, Twin Cities Research Center, Bureau of Mines, Twin Cities, Minn.
[2] Civil engineer, Twin Cities Research Center, Bureau of Mines, Twin Cities, Minn.
[3] Mining engineer, Twin Cities Research Center, Bureau of Mines, Twin Cities, Minn.
[4] Civil engineer; Professor of Civil Engineering, Northwestern University, Evanston, Ill.

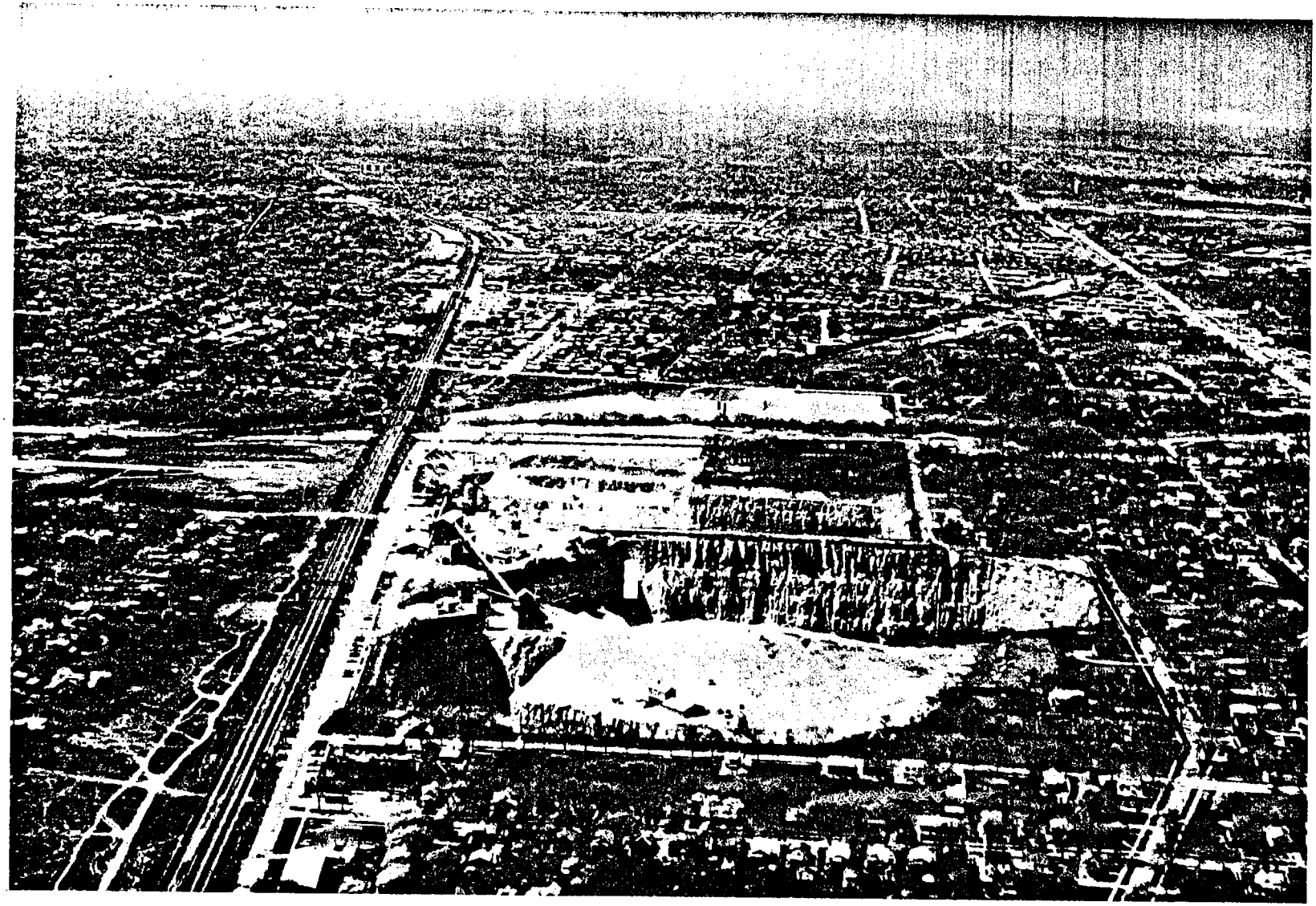


Figure 1.—Occupied residences near operating surface mine.

INTRODUCTION

Gound vibrations from blasting have been a continual problem for the mining industry, the public living near the mining operations, and the regulatory agencies responsible for setting environmental standards. Since 1930, the Bureau of Mines has studied various aspects of ground vibration, airblast, and instrumentation, culminating in Bulletin 656 in 1971(*37*)[5].

In that publication, Nicholls extensively reviewed blast design effects on the generation of vibrations, ground vibration and airblast propagation, and seismic instrumentation. Bulletin 656 established the use of peak particle velocity in place of displacement, a minimum delay interval of 9 msec for scaled distance calculations, and a safe scaled distance design parameter of 50 ft/lb$^{1/2}$ for quarry blasting in the absence of vibration monitoring. The authors also included a damage summary analysis originally published in 1962 by Duvall and Fogelson as Bureau of Mines Report of Investigations 5968 (*14*). New data available since the 1962 report were described in Bulletin 656, but a new analysis to include these data was not performed.

Recommended was the use of peak particle velocity to assess the damage potential of the ground vibrations, and 2.0 in/sec as an overall safe level for residential structures. These recommendations have been widely adopted by the mining and construction industry and incorporated into numerous State and local ordinances that regulate blasting activity. Soon after publication of the 2.0-in/sec safe level criterion, it became apparent that it was not practical to blast at this high vibration level. Many mining operations with nearby neighbors were designing their blasts to keep velocities as low as 0.40 in/sec. Severe house rattling caused fear of property damage below the 2.0-in/sec level, and many homeowners were attributing all cracks to the blast vibrations.

Pennsylvania was the first State to adopt the 2.0-in/sec peak particle velocity criterion as a safe standard in 1957. However, in 1974 it was forced to adopt stricter controls because of citizen pressure and lawsuits involving both annoyance and alleged damage to residences. There existed no technologically based and supportable criteria for mine, quarry, and construction blasting other than the 2.0-in/sec criteria from Bulletin 656 and RI 5968. The general growth of mining, the proximity of mining and quarrying to their residential neighbors, and greater environmental awareness have all required reexamination of blasting regulations and justified further research.

In 1974 the Bureau of Mines began to reanalyze the blast damage problem, expand the Duvall and Fogelson 1962 study, and overcome its more serious shortcomings through the following efforts:

1. Direct measurements were made of structural response, and damage was observed in residences from actual surface-mine production blasting.
2. Damage data from six additional studies, not available in 1962, were combined with three studies analyzed by Duvall and Fogelson, plus the new Bureau of Mines measurements.
3. Probabilistic analysis techniques were used on various sets of data, as well as the conventional statistical derivation of mean square fit and standard deviation for the various damage thresholds.
4. Particular emphasis was placed on the frequency dependence of structure response and damage, recognizing that the response characteristics and frequency content of the vibrations are critical to response levels and damage probabilities.
5. An analysis was made of various studies of human tolerance to vibrations, although most data are from steady-state rather than impulsive sources.

[5] Underlined numbers in parentheses refer to items in the list of references preceding the appendixes.

An understanding of how houses respond to ground vibration and the vibration characteristics most closely related to this response will enable operators to design blasts to minimize adverse effects. The mining industry needs realistic design levels and also practical techniques to attain these levels. At the same time, environmental control agencies responsible for blasting and explosives need reasonable, appropriate, and technologically established and supportable criteria on which to base their regulations. Finally, neighbors around the mining operations and other blasting, as shown in figure 1, require protection of their property and health so that they do not bear an unreasonable personal cost.

This report summarizes the state of knowledge on damage to residences from surface mine, quarry, and construction blasting. Included are discussions of applicable data on fatigue and human response, although work is continuing in these areas. An analysis was also made on vibration production from mining blasts. The generation and propagation data in Bulletin 656 are for smaller quarry blasts, which are also typically characterized by thin overburden layers.

The damage criteria presented herein were developed to quantify the response of and damage to residential-type structures from small to intermediate-sized blasts as used in mining, quarrying, construction, and excavation. Application of these criteria by regulatory agencies will require an analysis of social and economic costs and benefits for the coexistence of blasting and an environmentally conscious society.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge the generous assistance of many regulatory agencies, engineering consultants, powder companies, homeowners, and mine and quarry operators. Special thanks are due to the Pennsylvania Department of Environmental Resources for demonstrating the need for this ground vibration research. Much of the fieldwork and data reduction was done by Virgil J. Stachura, Alvin J. Engler, Steven J. Sampson, Michael P. Sethna, Bryan W. Huber, Eric Porcher, and John P. Podolinski. Valuable technical support was provided by G. Robert Vandenbos for all stages of the blasting research.

GROUND VIBRATION CHARACTERISTICS

Ground vibrations from blasting are an undesirable side product of the use of explosives to fragment rock for mining, quarrying, excavation, and construction. This ground vibration or seismic energy is usually described as a time-varying displacement, velocity, or acceleration of a particular point (particle) in the ground. It can also be measured as various integrated (averaged) energy levels. Three mutually orthogonal time-synchronized components are required to characterize the motion fully. Alternatively, the three components can be combined into a true vector sum for any instant in time or a pseudo vector sum derived from vector addition of the maximums of each component, independent of time (*50*).

The descriptors for motion are related by integration and differentiation:

$$V = \frac{d}{dt} D = \int A dt.$$

$$\text{and } A = \frac{d}{dt} V = \frac{d^2}{dt^2} D$$

where D is displacement, V is velocity, and A is acceleration. When the vibrations can be approximated by a sine wave (simple harmonic motion), the relationships above become:

$$D = D_0 \sin(2\pi ft),$$
$$V = D_0 (2\pi ft)\cos(2\pi ft) = V_0 \cos(2\pi ft),$$
$$\text{and } A = -D_0(2\pi ft)^2 \sin(2\pi ft)$$
$$= -A_0 \sin(2\pi ft).$$

where f is frequency, t is time, and, D_0, V_0, and A_0 are constants. Peak values correspond to the time when the trigonometric functions equal unity, and the relationships for these peaks values then become:

$$D_0 = \frac{V_0}{2\pi f} = \frac{A_0}{(2\pi f)^2}$$
$$V_0 = 2\pi f D_0 = \frac{A_0}{2\pi f}$$
$$\text{and } A_0 = (2\pi f)^2 D_0 = 2\pi f V_0$$

Complex vibrations cannot be approximated by the simple harmonic motion, and either electronic or numeric (computer) integration and differentiation become necessary for conversions.

Interactions between the vibrations and the propagating media give rise to several types of waves, including direct compressional and shear body waves, refracted body waves, and both horizontally and vertically polarized surface waves. These vibrational waves are of primary importance in studies of the earth's interior and earthquake characteristics, but their individual effects have been totally neglected in blasting seismology. Analysis of damage to structures does not require knowledge of what happens between the source and the receiver or of the type of wave. It requires only the vibrational input to the house at its foundation. Additionally, multiply-delayed shots are sufficiently complex vibration sources to make identification of individual waves difficult, if not impossible, under most conditions.

TIME AND FREQUENCY PROPERTIES OF MINING BLASTS

The amplitude, frequencies, and durations of the ground vibrations change as they propagate, because of (a) interactions with various geologic media and structural interfaces, (b) spreading out the wave-train through dispersion, and/or (c) absorption, which is greater for the higher frequencies. Close to the blast the vibration character is affected by factors of blast design and mine geometry, particularly charge weight per delay, delay interval, and to some extent direction of initiation, burden, and spacing (*56*). At large distances the factors of blast design become less critical and the transmitting medium of rock and soil overburden dominate the wave characteristics.

Particle velocity amplitudes are approximately maintained as the seismic energy travels from one material into another (i.e., rock to soil), probably from conservation of energy. However, the vibration frequency and consequently the displacement and acceleration amplitudes depend strongly on the propagating media. Thick soil overburden as well as long absolute (as opposed to scaled) distances create long-duration, low-frequency wave trains. This increases the response and damage potential of nearby structures.

Frequencies below 10 Hz produce large ground displacement and high levels of strain, and also couple very efficiently into structures where typical resonant frequencies are 4 to 12 Hz for the corner or racking motions. Racking is whole-structure distortion with characteristic shear stresses and failures. Previous studies described the frequency character of vibration from quarry (*37*) and coal mine blasts (*56*), and a recent report by Stagg on instrumentation for ground vibration summarized the frequency characteristics of vibrations from small to moderate-sized blast sources (*50*). Ground vibration frequencies from three types of blasts are shown in figure 2, all measured at the closest residence where peak particle velocities were within 0.5 to 2.0 in/sec. Although the shot types in figure 2 are labeled coal mine, quarry, and construction, the frequency-determining factors are the shot sizes, distances, and rock competence. The coal mine and quarry blasts were all more than 200 lb/delay at distances exceeding 350 ft. The construction (and excavation) shots ranged from 1¼ to 12¾ lb at distances of 30 to 160 ft. Soil overburdens were 0 to 5 ft for construction, under 10 ft for quarries, and generally above 5 to 10 ft for coal mines.

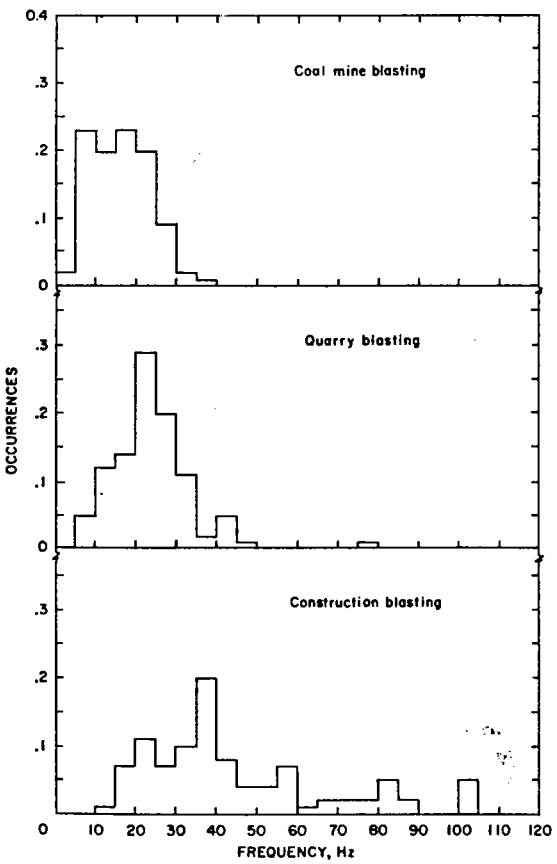


Figure 2.—Predominant frequencies of vibrations from coal mine, quarry, and construction blasting.

Time histories and Fourier frequency amplitude spectra from three typical blasts measured by a buried three-component transducer are shown in figures 3 to 5 (*50*). The coal mine shot is characterized by a trailing large-amplitude, low-frequency wave, which is probably a surface wave generated in the overburden layers. Quarry blasts do not usually show this low-frequency tail for one or more of the following reasons: smaller charge weights, smaller shot to instrument distances, and thinner soil overburdens. The combination of large shots, thick soil and sedimentary rock overburdens, relatively good confinement, and long-range propagation make coal mine blast vibrations potentially more serious than quarry and construction blasts because of their low frequencies. By contrast, coal mine highwall blasts are inefficient generators of airblast (*46*). Hard rock construction and excavation blasts tend to be shorter in duration and contain higher frequency motions than those of either coal mine or quarry.

Frequency characteristics of blast vibrations depend strongly on the geology and blast delay intervals. Except for the short-distance, all-rock case, they are difficult to predict and vary widely. Therefore, it is desirable to obtain complete time histories rather than simple peak values in any sensitive areas. Many examples of continual complaints about severe rattling at levels below 0.5 in/sec are attributable to the low frequencies. Research is continuing on the effects of blast design, face orientation, and near-surface geology on the character of both the ground vibrations and airblast.

OTHER VIBRATION SOURCES

Earthquakes, nuclear blasts, and very large scale, in situ mining shots all produce potentially damaging ground vibrations, as well as do other static and quasistatic vibration sources (traffic, pile driving, sonic booms, etc.). The first Bureau of Mines blast vibration summary in 1942 examined the levels of earthquake vibrations and the corresponding Mercalli intensities for damage, and concluded these did not apply to blasting (*51*). Earthquakes produce long-duration and very low frequency events.

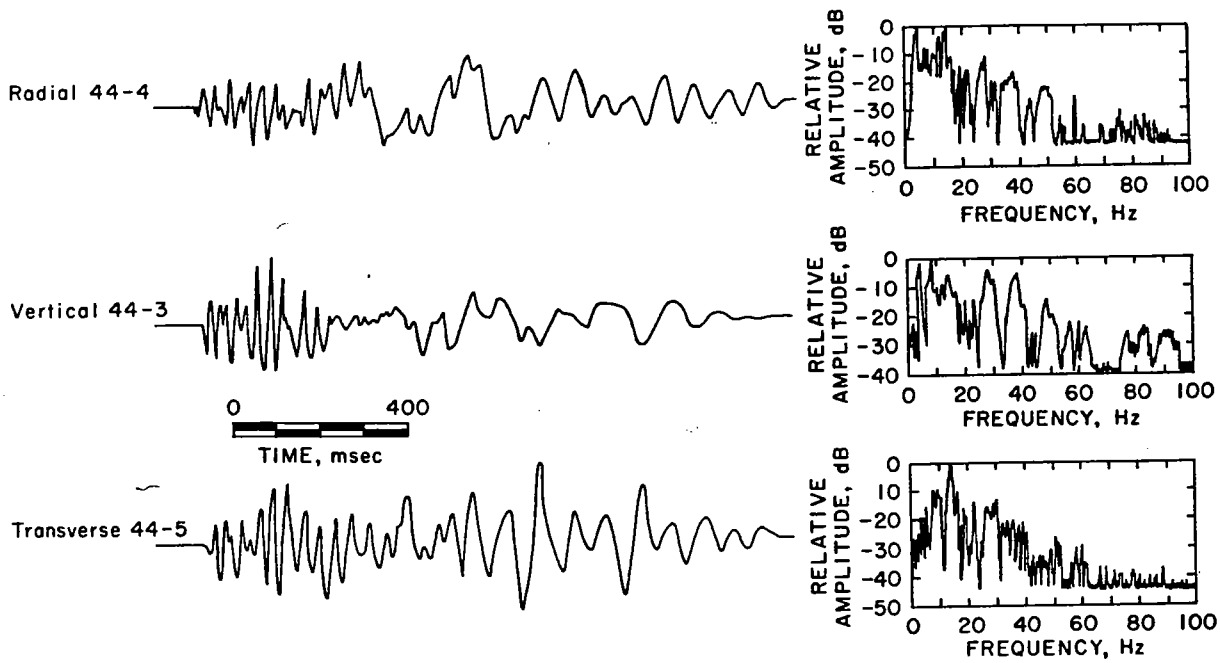


Figure 3.—Coal mine blast time histories and spectra measured at 2,287 ft.

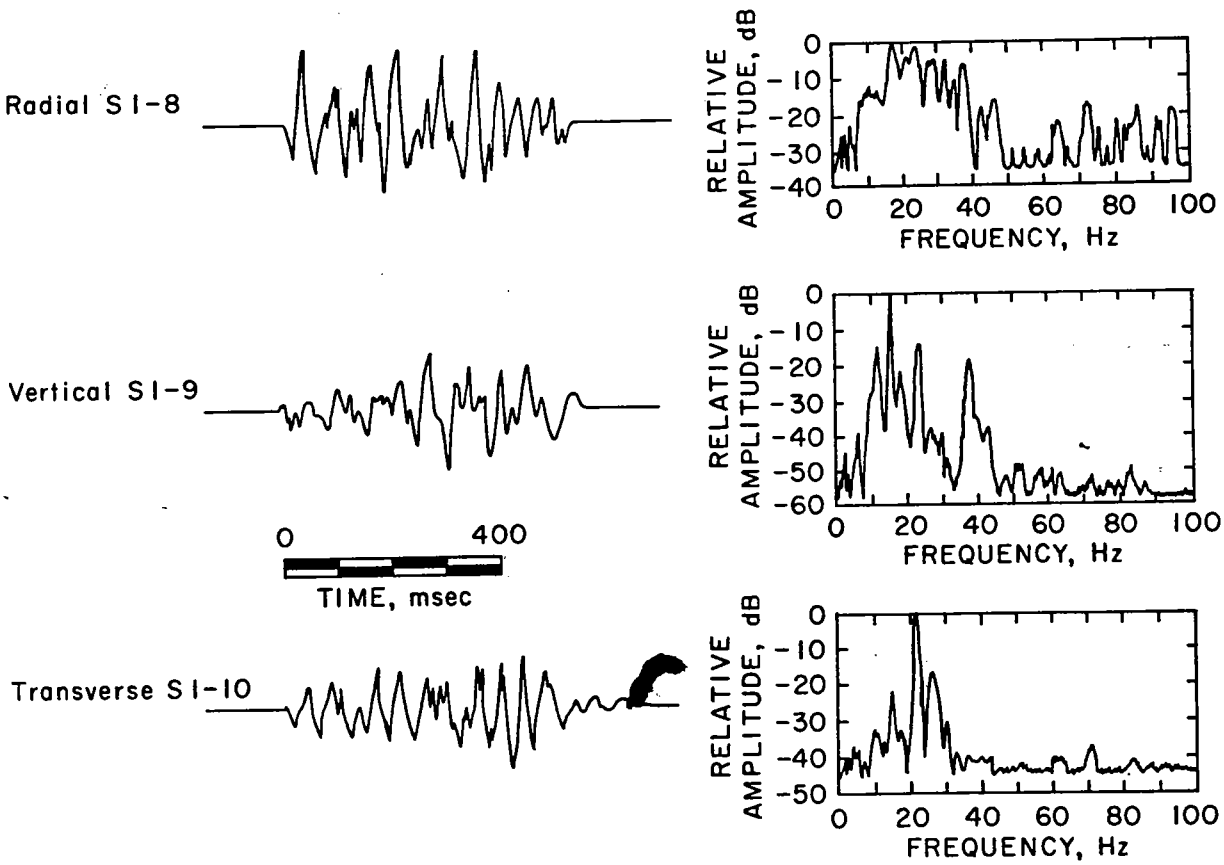


Figure 4.—Quarry blast time histories and spectra measured at 540 ft.

Acceleration levels are typically used by seismologists to quantify damage potential. These may be of moderate and even lower levels than found in blasting; however, their low frequencies produce large particle velocities and enormous displacements. As an example, Richter states that a 0.1 g acceleration at 1 Hz is ordinarily considered damaging in earthquake seismology (*41*). The corresponding particle velocity and displacement are 6.15 in/sec and 0.98 in, respectively, assuming simple harmonic motion. The same acceleration at 20 Hz would only produce 0.308 in/sec particle velocity and 0.0025 in displacement. Richter also observes that the damage potential of a given vibration is dependent on its duration, with 0.1 g at 1 Hz likely not to produce damage for events of a few seconds, but very serious for earthquake-type events of 25 to 30 sec (*41*).

A similar case is provided by the Salmon nuclear study and similar large blasts (*5, 35, 39, 42-43, 45*). These blasts all produced low-frequency and long-duration ground vibrations resulting from their sizes and distances. The Salmon vibration time history was 90 sec long at the structures (18 to 31 km) that were alleged to have been damaged. These durations are hardly comparable to those in mine, quarry, and construction blasting. Consequently, damage data of this kind cannot justifiably be correlated with the scale of blasting of concern in this analysis. However, the dynamic modeling techniques developed during the extensive research of earthquake and nuclear blast response can be applied to the study of blasting and the mechanisms of structural response.

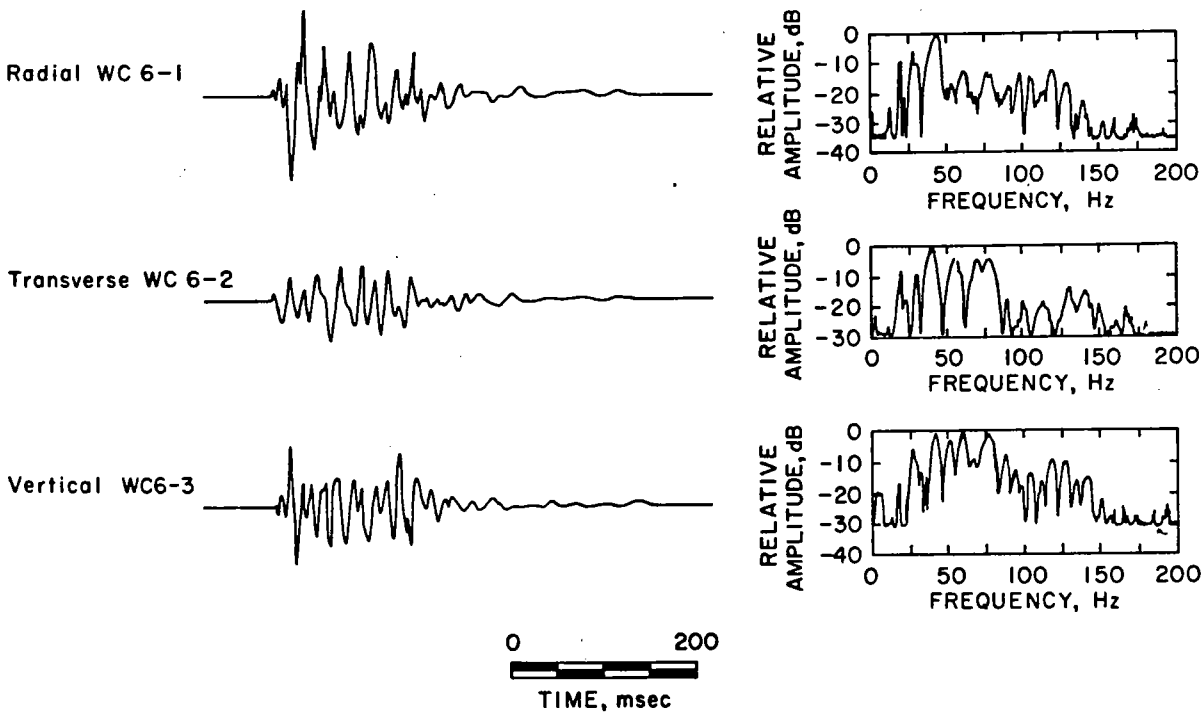


Figure 5.—Construction blast time histories and spectra measured at 75 ft.

GENERATION AND PROPAGATION

Much research has been conducted on ground vibrations. Generation and propagation of ground vibrations have been studied extensively to determine the effects of blast design and geology on vibration amplitudes and frequency character. In Bulletin 656, Nicholls summarized the Bureau's investigation of vibrations produced by blasting in 25 stone quarries, dating back to 1959 (*37*). The Bureau also conducted a series of studies of vibrations generated in four operating underground metal mines in 1974 (*45*). A major study was recently completed by Wiss that quantifies the influence of many of the blast design parameters on both ground vibration and airblast generation and propagation in five surface coal mines (*56*). Lucole also recently published the results of a year of routine monitoring of vibration levels generated by various types of blasting (*29*).

Prior to the last two studies, no data existed on vibrations generated by blasting in surface coal mines. It has been standard practice to apply the blast design rules developed for the small-hole, hard-rock quarry blasting to surface coal mines. Blast holes in surface coal mines have typical diameters exceeding 6 in, and in large area mines they are typically 9 to 15 in. These diameters are larger than those used in most quarries. The highwall blasts of surface coal mines are heavily confined, since they are used only to loosen the overburden and produce little or no throw. Decking is often used with complex timing systems, combining electronic and pyrotechnic delays. The rock being blasted is highly layered and of lower sonic velocity and strength than that in aggregate and lime quarries. Distances to houses are usually greater than for quarries, which are often in or near urban centers. Soil and incompetent rock overburden beneath structures near coal mines is normally tens of feet thick, far more than at most quarries.

Consequently, coal mine blasting is normally characterized as follows:

1. Relatively large charge weights per delay.
2. Complex delay systems that are optimized for efficient fragmentation but that may produce adverse ground vibration frequencies.
3. Relatively high ground vibration levels close-in from heavy confinement of highwall shots.
4. Relatively rapid falloff of ground vibration levels with distance because of attenuation in weak rock.
5. Ground vibrations having predominantly low frequencies because of thick soil overburdens, strong geologic layering that favors surface waves, and large blast-to-structure distances.

BLAST DESIGN AND GROUND VIBRATION GENERATION

As in studies on quarry blasting, most blast design parameters for surface coal mine blasts have little influence on the generated vibrations. Charge weights per delay were again the most influential parameter. A small decrease in ground vibrations was noted for shallow as opposed to great depths of burial. Also, the location of the receiver relative to both the face and direction of blast initiation influenced the delay intervals at which constructive wave interference was experienced (*56*).

The Bureau of Mines vibration data are given in table 1. Included are charge weights, distances, ground vibration, and structure vibration levels for the predominantly coal mine blasts. The two horizontal components of motion were alined with the walls of the nearby structures for analysis of response and did not necessarily correspond to the traditional "radial" and "transverse." The "structure number" of table 1 is for identification, and the "structure type" is the number of stories.

Vibration levels generated from one surface coal mine are shown in figure 6. The maximum horizontal and vertical ground motions were plotted for each blast. Equations and statistics for the various vibration propagations, including Site A (fig. 6), are given in table 2. All particle velocities are in inches per second, distances in feet, and charge weights in pounds. Propagation curves from a variety of surface coal mines are given in figures 7–9. Six of the propagation curves (Nos. 1–2 and 6–9) are from vertical hole blasts studied by Wiss (*56*). The remaining propagation curve (No. 19) is from a single Bureau of Mines site, where actual radial and transverse values were available.

Table 1.—Production blasts and ground vibration measurements

Shot	Facility	Shot type	Total charge, lb	lb per delay	Sealed distance, ft/lb$^{1/2}$	Peak ground vibration, in/sec			Peak structure motion, in/sec							Structure number (table 3)	Structure type
									Low corner			High corner		Midwall			
						H_1	H_2	V	H_1	H_2	V	H_1	H_2	H_1	H_2		
1	Coal	Highwall	6,000	500	38.00	1.07	1.07	0.80				0.76	0.49		1.41	27	1
2	Coal	do	7,200	600	33.00	1.38	1.19	.68				.87	.75		1.57	27	1
3	Coal	do	7,800	650	29.00	1.89	1.74	.59				.79	.54		1.55	27	1
4	Coal	do	7,200	1,200	20.00	1.91	1.85	.95				.81	.67		2.19	27	1
5	Coal	do	7,800	1,300	18.10	2.07	2.33	.94				.87	.56	2.37	3.18	27	1
6	Coal	do	7,800	650	24.00	3.73	1.73	.73				.82	.60	2.79	2.83	27	1
7	Coal	do	7,800	650	23.00	5.31	3.82	1.04				1.29	.70	4.96	1.55	27	1
9	Coal	do	6,600	550	22.00	2.34	1.97	.88				.82	.42	2.63	1.67	27	1
10	Coal	do	5,400	450	26.00	1.20	1.22	.61				.76	.39	1.24	1.72	27	1
11	Coal	do	3,600	300	33.00	.72	.52	.28				.33	.24	.82	.60	27	1
13	Quarry	Highwall	2,033	280	24.00	.76	.66	.49						1.02		1	1
14	Quarry	do	4,353	218	61.00	.29	.22	.32	0.90		0.85					1	1
15	Quarry	do	1,995	303	52.00	.18	.22	.36						.11		2	1
16	Quarry	do	2,850	187	88.00	.49	.24	.26						.37		3	2
17	Quarry	do	5,047	200	100.00	.21		.14						.33		1	1
17	Quarry	do	5,047	200	129.00	.16								.15		4	2
18	Quarry	do	2,367	305	22.90	1.00		3.82						1.53		1	1
18	Quarry	do	2,367	305	45.70	.53								.30		4	2
19	Quarry	do	2,450	160	86.00	.44		.33						.26		5	2
19	Quarry	do	2,450	160	119.00	.50								.32		6	1
33	Quarry	do	8,762	700	124.70	.15	.13	.07						.30		7	1
33	Quarry	do	8,762	700	124.70	.05								.16		8	1
35	Iron	Highwall		4,200	17.90		1.86								1.74.	10	2
35	Iron	do		4,200	17.90	.07		.09						.45		11	2
35	Iron	do		4,200	17.90	.07		.09						.33		12	2
35	Iron	do		4,200	17.90	.07		.09						.14		13	1
36	Iron	do		21,000	132.50	.02		.01						.04		14	2
36	Iron	do				.02		.01						.06		15	1
36	Iron	do		21,000	48.30	.03								.05		16	1
37	Iron	do		2,184	85.60	.18								.38		18	1
38	Iron	do		15,530	337.80	.01		.01	.01	0.01				.02		14	2
39	Coal	do	20,300	2,300	64.00	.25	.23	.12	.42	.11	.30			.46	.97	19	2
40	Coal	Parting	648	72	767.00	.01	.01	.01							.04	19	2
41	Coal	Highwall	21,800	2,600	58.00	.28	.20	.15	.40	.24	.24			.44	.79	19	2
43	Coal	do	20,700	2,600	56.00	.30	.39	.26	.34	.14	.34			.54	1.49	19	2
43	Coal	do	20,700	2,600	43.95	.87								1.37		20	1
44	Coal	do	20,600	2,300	57.00	.21	.36	.28	.29	.10	.42			.45	1.71	19	2
44	Coal	do	20,600	2,300	47.69	.91								1.20		20	1
45	Coal	Highwall	20,700	2,300	55.00	.33	.41	.20	.32	.10	.35			.68	2.27	19	2
45	Coal	do	20,700	2,300	48.94	1.13								.73		20	1
46	Coal	Ditch	3,600	600	91.00	.07	.11	.03	.05	.03	.14			.10	.84	19	2
46	Coal	do	36,000	600	71.57	.06								.23		20	1
47	Coal	Highwall	21,600	2,600	50.00	.26	.29	.24	.25	.10	.71			.54	1.09	19	2
47	Coal	do	21,600	2,600	47.32	1.10								.93		20	1
48	Coal	do	20,600	2,300	51.00	.24	.33	.25.	19	.10	.80			.48	1.00	19	2
48	Coal	do	20,600	2,300	51.71	.79								.68		20	1
49	Coal	do	19,800	2,200	54.00	.39	.28	.22	.28	.19	.29	.61	.35	1.07		20	1
50	Coal	do	19,700	2,200	56.00	.24	.15	.25	.22	.17	.36	.40	.28	.87		20	1
51	Coal	do	19,300	2,200	57.00	.13	.14	.13	.11	.08	.21	.26	.13	.67	.32	20	1
53	Coal	Parting	264	24	621.00	.01	.01	.01	.00	.01	.01	.01	.01	.05		20	1
54	Coal	do	360	36	425.00	.02	.02	.01	.01		.01	.03		.02		20	1
55	Coal	Highwall	18,400	2,100	60.00	.14	.13	.18	.13		.30	.21		.51	.36	20	1

56	Coal	---- do ------	17,700	2,000	64.00	.16	.08	.15	.08	.23	.16	.26		.51		20	1
57	Coal	---- do ------	6,000	2,000	65.00	.18	.08	.12			.18	.21		.18	.27	20	1
58	Coal	Parting -----	480	30	444.00	.02	.01	.01			.02	.05		.02	.04	20	1
59	Coal	---- do ------	294	30	788.00	.01	.01	.01			.01	.01	.01	.01	.06	19	2
60	Coal	Highwall ---	21,400	2,000	38.00	.49	.82	.88			.98	.31	.20	.52	1.12	19	2
61	Coal	---- do ------	24,700	2,100	35.00	.44	.90	.93		.65	.93	.42	.30	.67	2.51	19	2
62	Coal	Sweetner ---	1,500	150	138.00	.12	.20	.06		.23	.09	.12	.06	.23	.43	19	2
64	Coal	Highwall ---	24,600	2,100	33.00	.51	.62	.85		.51	.96	.43	.26		1.02	19	2
65	Coal	---- do ------	15,700	2,200	30.00	.45	.59	1.06		.47	1.06	.76	.26		1.33	19	2
66	Coal	---- do ------	15,800	1,900	31.00	.62	.77	1.53		.54	1.56		.30		1.45	19	2
67	Coal	---- do ------	13,540	1,900	29.00	.66	.81	.78		.59	.89	.25	.30		1.92	19	2
68	Coal	Parting -----	300	30	713.00	.01	.01	.01		.01					.07	19	2
69	Coal	Highwall ---	11,040	2,000	26.00	.53	.70	.94		.45		.29	.26		1.76	19	2
70	Coal	Sweetner ---	2,100	300	86.00	.19	.16	.07		.11	.10	.12	.04		.49	19	2
71	Coal	Hilltop ------	9,020	410	67.00	.21	.28	.17		.27	.26	.17	.10		.91	19	2
72	Coal	Ditch --------	3,060	510	93.00	.07	.09	.03		.03	.07	.07			.60	19	2
73	Coal	Highwall ---	19,600	2,000	24.00	1.24	1.24	2.24	.78	.97	2.22	.44	.33	2.08	2.77	19	2
74	Coal	---- do ------	17,100	2,000	23.00	.75	1.12	1.23	.62	.78	1.28	.38	.27	1.06	2.20	19	2
75	Coal	Ditch --------				.09	.07	.08	.07	.06	.14	.05	.05	.18	.35	19	2
76	Coal	---- do ------	3,360	280	93.00	.08	.12	.12			.18	.07	.08	.29	.50	19	2
77	Coal	---- do ------	1,200	220	102.00	.07	.07	.05			.08	.05	.03	.16	.36	19	2
78	Coal	Highwall ---	22,200	2,100	20.00	.68	1.14	1.58			1.79	.50	.39	1.66	2.38	19	2
79	Coal	---- do ------	24,900	2,200	18.20	1.58	1.69	2.45			2.93	.87	.71	2.55	3.24	19	2
80	Coal	Highwall ---	25,100	2,300	16.70	1.14	1.03	0.70			1.04	.63	.54	1.09	2.38	19	2
81	Coal	Sweetner ---	3,240	360	37.00	.35	.45	.24			.35	.25	.21	1.08	1.79	19	2
82	Coal	Hilltop ------	27,000	1,000	22.00	1.98	1.85	1.65			4.01	1.34	.84	3.26		19	2
83	Coal	Ditch --------	2,040	340	81.00	.06	.06	.05						.06	.12	19	2
84	Coal	Highwall ---	25,600	2,200	16.10	1.37	1.05	1.48			2.33	.87	.54	2.96	2.50	19	2
85	Coal	---- do ------	25,400	2,200	15.60	2.20	1.27	1.91			1.15	.87	.58	3.76	3.76	19	2
86	Coal	---- do ------	25,900	2,200	15.30	1.89	1.23	2.21			3.08	.95	.40	3.66	3.04	19	2
87	Coal	Ditch --------	1,320	220	98.00	.08	.05	.06			.07	.05	.03	.24	.30	19	2
89	Coal	Parting -----	360	36	372.00	.01	.01	.01			.02	.02	.02	.03	.04	19	2
90	Coal	Highwall ---	25,500	2,200	15.40	1.68	1.53	2.51			3.37	.94	.51	2.72	3.23	19	2
91	Coal	---- do ------	31,500	2,200	15.70	1.99	1.60	2.45			2.69	.74	.41	2.92	3.67	19	2
92	Coal	Ditch --------				.16	.12	.11			.19	.08	.04	.44	.62	19	2
93	Coal	Parting -----	114	12	626.00	.00	.01	.00						.02	.02	19	2
94	Coal	Highwall ---	30,700	2,200	17.10	.79	1.25	1.41			2.75	.63	.57	2.88	1.73	19	2
95	Coal	---- do ------	26,600	2,200	17.90	2.08	1.14	1.35			2.06	.63	.49	5.07	1.83	19	2
96	Coal	---- do ------	20,500	2,000	19.30	1.22	1.18	.99			2.41	.73	.49	3.07	1.66	19	2
97	Coal	---- do ------		450	118.00	.03	.01	.04	.06	.02				.11		21	1
98	Coal	---- do ------	14,400	450	127.00	.05	.01	.04	.04	.04				.16		21	1
99	Coal	Parting -----	20,880	773	50.00	.27	.19	.15	.34	.26				.61		21	1
100	Coal	---- do ------	18,000	200	53.00	1.26	.88	.72	.46	.59				1.68		21	1
101	Coal	---- do ------	17,500	350	96.00	.08	.05	.08	.13	.05				.29		21	1
102	Coal	---- do ------	27,040	208	48.00	1.20	.79		.69	.58				2.50		21	1
103	Quarry	Highwall ---	4,956	632	62.00	.32	.27	.19				.15	.14	.41	.28	22	2
103	Quarry	---- do ------	4,956	632	28.00	.82	.76	.53			.67	.49	.58	.90		23	1
104	Quarry	---- do ------	5,752	632	59.00	.22	.41	.13	.47	.22		.40	.24	.55	.62	22	2
104	Quarry	---- do ------	5,752	632	26.00	1.09	.77	.44			.60	1.04	.70	1.32		23	1
105	Quarry	---- do ------	4,350	615	22.00	.85	.61	.42			.70	.47	.52	.72		23	1
106	Quarry	---- do ------	17,604	852	144.00	.16	.19	.14	.12	.13		.26	.15	.44	.34	23	1
106	Quarry	---- do ------	17,604	852	79.00	.04	.03	.03	.03	.03		.03	.04	.08	.10	22	2
107	Coal	---- do ------				.17	.26	.20	.13	.26	.29			.53	.42	.26	1
108	Coal	---- do ------				.21	.20	.24	.21	.17	.20	.37	.22	.99	.92	28	1
109	Coal	---- do ------		300	105.00	.09	.04	.08	.08	.15		.11	.32	.30	.31	29	2
110	Coal	Parting -----	21,600	240	52.00	1.33	1.02	.52		.50		.33	.35	1.85	1.49	21	1
111	Coal	---- do ------		320	56.00	.79	.69	.34	.60	.28	.26	.57	.57	1.54	.80	21	1
112	Coal	Highwall ---		300	81.00	.43	.39	.20					.28	.93	1.02	30	1
113	Coal	Parting -----		320	61.00	.45	.69	.33			.26			.86		21	1
114	Coal	---- do ------	23,680	370	68.00	.47	.51	.47			.26			.93	.17	21	1
116	Coal	Highwall ---	12,000	300	38.00	.24	.22	.23	.29	.25	.24	.37	.42	.53	.48	31	1
117	Coal	Parting -----	14,400	360	158.00	.04	.02	.02						.07	.02	21	1

Additional Info. in ERRATA

Table 1.—Production blasts and ground vibration measurements—Continued

Shot	Facility	Shot type	Total charge, lb	lb per delay	Scaled ~~Scaled~~ distance, ft/lb$^{1/2}$	Peak ground vibration, in/sec			Peak structure motion, in/sec							Structure number (table 3)	Structure type
									Low corner			High corner		Midwall			
						H_1	H_2	V	H_1	H_2	V	H_1	H_2	H_1	H_2		
119	Quarry	Highwall	16,608	782	154.00	0.03	0.04					0.04	0.04	0.04	0.11	32	2
120	Coal	do	15,120	120	137.00	.19	.09	0.11	0.25	0.09	0.18					31	2
122	Coal	do		15	430.00	.03	.05	.03	.02	.02	.02	.09	.13	.17	.27	28	1
124	Coal	Parting	1,340	20	447.00	.02	.02	.02	.03	.09	.05	.04				33	2
125	Coal	Highwall	10,200	200	141.00	.13	.13	.21	.09	.09	.01	.16		.72	.32	33	2
126	Coal	Parting	1,200	20	391.00	.02	.02	.03	.01	.02	.02					34	1
127	Coal	Highwall	12,000	400	88.00	.16	.13	.08	.15	.11	.16			.34	.36	34	1
129	Coal	do	15,000	350	166.00	.06	.09	.04	.06	.05	.06			.36	.30	35	1
130	Coal	Parting	890	20	391.00	.02	.02	.01	.05	.04	.07			.04	.05	34	1
131	Coal	Highwall	10,800	400	88.00	.15	.14	.10	.11	.10	.20			.36	.24	34	1
132	Coal	Parting	1,300	30	219.00	.05	.06	.04	.04	.03	.03	.09	.09	.24	.13	33	2
133	Coal	Highwall	24,000	400	60.00	.07	.07	.04	.07	.05	.05		.15	.12	.09	33	2
134	Coal	Parting	2,300	400	60.00	.23	.36 .32	.16	.22	.19	.12	.32	.23		.49	33	2
135	Coal					1.14	1.00	.02	.76	.66	.75	.61	.75	1.52	2.41	21	1
136	Coal	Parting	29,700	900	16.70	1.54	1.12	1.59	.94	.65		.70	.56	2.07	1.84	21	1
137	Coal	do	2,300	20	447.00	.03	.04	.02	.02	.02	.01	.03	.02	.20	.00	33	2
138	Coal	do	2,300	20	447.00	.03	.04	.02	.01	.01	.01	.05	.02	.20	.04	33	2
139	Coal	Highwall	19,200	400	100.00	.10	.12	.06	.11	.09	.07	.15	.12	.51	.20	33	2
140	Coal	Parting	1,000	20	783.00	.00	.01	.00	.04	.04	.02	.06	.03	.06	.05	35	1
141	Coal	do	1,000	20	537.00	.00	.00	.00		.00				.02		36	1
142	Coal	do	1,000	20	537.00	.00	.00	.00		.01				.02		36	1
143	Coal	Highwall	40,000	400	120.00	.06	.03	.02		.07	.03			.14	.17	36	1
144	Coal	Parting	2,400	10	750.00	.00	.00	.01		.00	.00			.02	.01	36	1
145	Coal	Highwall	40,000	400	120.00	.05	.05	.04	.03	.06	.05			.10	.19	36	1
146	Iron	do		4,580	86.00	.13	.22	.09	.13					.40		37	2
146	Iron	do		4,580	86.00	.05	.05	.04		.04				.08			2
146	Iron	do		4,580	86.00	.13	.22	.09	.42	.20				.50	.67		1
147	Iron	Highwall		8,800	74.00	.15	.17	.04	.15	.15	.03			.27	.22		1
147	Iron	do		8,800	74.00	.15	.17	.04	.39	.28				.70	.62	38	2
147	Iron	do		8,800	74.00	.15	.17	.04	.17	.11	.06			.14	.16	39	1
148	Iron	do		8,230	74.00	.11	.11	.03	.12	.12	.03		.14		.19	38	2
148	Iron	do		8,230	74.00		.11	.04	.11	.10	.03			.18			2
149	Iron	do	58,000	2,500	221.00	.00	.03	.00	.03	.01	.01	.04	.02	.05	.04	41	2
150	Iron	do		3,260	102.00	.07	.11	.07	.03	.04	.02	.07	.04	.16	.14	37	2
151	Coal	do					.02	.01	.03	.01	.01	.03	.05	.07	.05	42	2
152	Coal	do	3,585	255	132.00		.05	.05	.05	.04	.06	.07	.08	.11	.14	42	2
153	Coal	do	3,783	152	171.00		.09	.04	.09	.10	.06	.11	.15	.18	.25	42	2
154	Coal	do	3,000	125	51.00		.34	.51	.55	.38	.79	.44		.98	1.26	43	2
157	Coal	do	4,500	75	127.00		.14		.14	.11					.31		2
157	Coal	do	4,500	75	52.00	.34	.44	.26	.33	.38				.48	.58		1
158	Coal	do	2,450	41	180.00		.10		.10	.09				.25		45	2
158	Coal	do	2,450	41	56.00	.41	.32	.25	.52	.45				.66	.61		1
159	Coal	do	920	23	250.00		.04		.05	.03				.13		45	2
159	Coal	do	920	23	52.00	.33	.24	.33	.27	.25				.57	.46		1
160	Coal	do	5,460	78	51.00	.29	.23	.13	.11	.12		.17		.33	.55	47	1
161	Coal	do	3,280	41	34.00	1.17	.64	.64	.52	.37	.66	.62		2.02	1.72	48	2
162	Coal	do	13,040	602	61.00	.18	.19	.16	.12	.16				.41		49	2
163	Iron	do		8,530	6.50	.73	.53	.85	.81	.99	.87	.96	.61		1.15	50	1
164	Coal	do	3,510	351	45.00	.19	.15	.10	.16	.12	.19		.20	.37	.21	49	2
165	Coal	do	4,914	351	44.00	.25	.36	.13	.26		.25	.41	.48	.76	.64	49	2
166	Coal	do				.18	.17	.20	.13	.17	.19	.20	.23	.28	.32	49	2
167	Coal	do	1,750	35	51.00	.33	.42	.50	.38	.43	.49	.23	.44	.86	.94	51	2
168	Coal	do	4,300	86	27.00	.85	1.16	.72	.98	1.29	.77	.06	1.03	2.51	3.12	51	2

169	Coal	---- do ------	4,300	86	19.20	2.11	1.81	1.45	1.92	1.34	1.27		1.86	6.50	5.10	51	2
170	Coal	---- do ------	4,300	86	16.20	2.84	1.85	1.65	1.72	1.27	1.63	1.01	1.63	3.64	3.71	51	2
171	Coal	---- do ------	1,775	71	17.80	1.23	1.24	.97	.43	.62	.72	.82	.47	2.36	.79	51	2
172	Coal	---- do ------				.20	.17	.21	.19	.26	.29			1.04	.62	49	2
174	Coal	---- do ------	4,300	86	21.00	1.38	1.86	.85	.67	1.15	1.90	1.20	2.06	3.84	2.91	51	2
175	Coal	---- do ------	5,150	212	9.90	10.21	6.92	5.65	3.18	4.02	3.19	3.89	4.09	6.99	10.27	51	2
178	Coal	---- do ------	1,320	33	45.00	1.04	.64	.83	.33	.30	.64					51	2
179	Coal	---- do ------	2,145	33	31.00	1.84	2.08	1.47	1.38	1.32	1.78					51	2
180	Coal	---- do ------	1,620	18	4.00	10.58	2.02	2.92	3.69	1.33	2.12					51	2
181	Coal	---- do ------	1,980	22	18.50	7.25	4.90	4.76	1.65	2.55	2.75					51	2
182	Coal	---- do ------	1,620	18	3.30	6.37	3.46	3.46	3.06	2.60	2.70					51	2
183	Coal	---- do ------	2,375	125	206.00	.02	.02	.02	.02	.02				.16		52	1
186	Coal	---- do ------	350	35	127.00	.06	.04	.03	.05	.03						54	1
187	Coal	---- do ------	350	35	127.00	.04	.04	.04	.06	.03						54	1
189	Coal	Highwall ---	360	40	119.00	.05	.03	.07	.04	.01					.06	54	1
190	Coal	---- do ------	720	40	119.00	.06	.03	.03	.06					.22	.04	54	1
191	Coal	---- do ------	400	40	119.00	.04	.02	.06						.06	.07	54	1
192	Coal	---- do ------	960	40	119.00	.06	.03	.05						.18	.07	54	1
193	Coal	---- do ------	3,780	60	36.00	2.67	2.11	3.20	.81	.72				.72		55	2
194	Coal	---- do ------	320	40	174.00	.02	.02	.02				.01		.07		56	2
195	Coal	---- do ------	424	40	174.00	.02	.01	.02				.01		.08		56	2
196	Coal	---- do ------	680	40	174.00	.03	.02	.03	.02			.02		.12		56	2
197	Coal	---- do ------	4,160	80	38.60	.80	.94	.59								49	2
198	Coal	---- do ------	1,200	30	32.90	1.02	.92	.43								57	1
199	Coal	---- do ------	1,200	30	31.00	1.08	.98	1.20								57	1
200	Coal	---- do ------	5,510	276	66.20	.25	.35	.25								49	2
201	Coal	---- do ------	1,200	30	28.70	1.19	1.13	.77								57	1
202	Coal	---- do ------	1,200	30	25.00	2.06	1.13	1.29								57	1
203	Coal	---- do ------		100	24.70	1.35	.77	.58								58	1
204	Coal	---- do ------		100	24.20	2.23	.68	.65								58	1
205	Coal	---- do ------		100	24.20	1.05	.66	.39	.85		1.00				.43	58	1
206	Coal	---- do ------	1,800	100	24.50	.73	.75	.55		.75				.87		58	1
207	Coal	---- do ------	1,800	100	24.50	1.88	1.76	.49		1.02	.50			.76		58	1
208	Coal	---- do ------		80	19.00	1.45	1.38	1.92								58	1
W 1	Constr	Excavation -	80	6	65.30	.18	.21	.26				.04	.06	.31	.27	59	1
W 2	Constr	---- do ------	14	2	45.40	.49	.58	.67	.44	.04		.28	.12	.92		60	2
W 3	Constr	---- do ------	12	1	60.00	.05	.03	.03	.02				.01	.02		60	2
W 4	Constr	---- do ------	110	7	60.50	.68	.60	.77	.39	.69	.36	.18	.29	.45		61	1
W 5	Constr	---- do ------	110	7	20.80	1.94	2.03	2.23			1.84	.57	.47			61	1
W 6	Constr	---- do ------	32	6	30.60	.35	.19	.29		.31	.27	.09	.18		.28	62	2
W 7	Constr	---- do ------	120	12	46.20	.24	.23	.10	.28	.21	.14	.15	.09	.47	.64	63	2
W 8	Constr	---- do ------	100	6	49.00	.27	.27	.13	.19	.13	.11	.14	.06	.39	.37	63	2
W 9	Constr	---- do ------	1	1	49.20	.04	.06	.08		.07	.05	.05	.03	.20	.26	64	2
W 10	Constr	---- do ------	4	1	30.00	.11	.10	.22	.22	.21	.20	.12	.06	.38	.32	64	2
W 11	Constr	---- do ------	18	4	98.90	.37	.32	.40	.15	.07	.06	.09	.07		.14	65	1
W 12	Constr	---- do ------	20	4	96.20	.25	.20	.22	.07	.06	.08	.07	.07		.20	65	1
W 13	Constr	---- do ------	27	8	17.50	.47	1.09	.52		.73	.41	.24	.47		1.81	66	1
W 14	Constr	---- do ------	30	9	23.00	.40	.40	.40		.65	.31	.38	.47		1.30	66	1
W 15	Constr	---- do ------	30	9	25.40	.15	.32	.18		.27	.14	.24	.32		.72	66	1
W 16	Constr	---- do ------	41	12	11.50		2.47	1.25	1.30	.64	1.17	.40	.18	1.18	1.01	67	2
W 18	Constr	---- do ------	119	10	44.80	.46	.69	.51		.11	.13	.18	.16	.22	.17	68	1
W 19	Constr	---- do ------	127	10	36.80	.72	.84	.93	.19	.47	.31	.21	.25	.29	.21	68	1
W 20	Constr	---- do ------	22	3	39.20	.53	.53	.30		.20		.14	.09	.28	.34	69	1
W 21	Constr	---- do ------	24	3	16.60	1.09	.77	.80	.19	.24	.12	.15	.17	.62	.64	69	1
W 22	Constr	---- do ------	46	7	38.50	1.56	.76	1.43	.54	.32	.45	.15	.13	.56	.55	70	1
W 23	Constr	---- do ------	42	7	11.70	3.73	2.08	3.20	2.49	1.44	2.70		.77		1.53	71	1
W 24	Constr	---- do ------	51	6	28.00	.64	.81	1.76	.55	.48	.73	.26	.41	.52	.35	72	2
W 25	Constr	---- do ------	50	6	63.30	.96	.85	.49	.30	.21	.39	.26	.43	.65	.24	73	1
W 26	Constr	Excavation -	70	6	64.00	1.61	1.32	.67	.47	.27	.58	.47	.53	.92	.26	73	1
W 27	Constr	---- do ------	70	6	61.20	1.16	1.20	.75	.38	.42	.25	.32	.46	.63	.25	73	1
W 28	Constr	---- do ------	43	5	41.60	1.14	.85	1.26	.62	.73	.52	.71	.17	1.09		74	1
W 29	Constr	---- do ------	58	7	30.20		1.44	1.80	.84	1.04	.70	.85	.29	.89	1.46	74	1
W 30	Constr	---- do ------	27	6	42.60	.27	.28	.21	.04	.17	.07	.09	.07	.30	.40	75	1
W 31	Constr	---- do ------	85	6	65.30	.53	1.22	.75	.23	.32	.39	.12	.29	.15	.89	76	1
W 32	Constr	---- do ------	85	6	32.00	1.82	1.19	1.55	.46	.50	.73	.15	.47	.19	1.09	76	1

* 20 → PPV = 438(SD)^-1.52

Table 2.—Equations and statistics for ground vibration propagation

Site and component	Equation	Correlation coefficient	Standard error, pct
Site A:			
Maximum horizontal	$GV = 84.5\ (D/W^{1/2})^{-1.324}$	NA	NA
Vertical	$GV = 134.1\ (D/W^{1/2})^{-1.569}$	NA	NA
Radial:			
Site 1	$GV = 82\ (D/W^{1/2})^{-1.524}$	0.977	35
Site 2	$GV = 68\ (D/W^{1/2})^{-1.524}$	.971	35
Site 6	$GV = 54\ (D/W^{1/2})^{-1.493}$	.975	35
Site 7	$GV = 44\ (D/W^{1/2})^{-1.447}$	.902	85
Site 8	$GV = 135\ (D/W^{1/2})^{-1.475}$	.981	42
Site 9	$GV = 281\ (D/W^{1/2})^{-1.729}$	.980	47
Site 19	$GV = 79.2\ (D/W^{1/2})^{-1.383}$	.937	41
Vertical:			
Site 1	$GV = 137\ (D/W^{1/2})^{-1.551}$	.973	52
Site 2	$GV = 80\ (D/W^{1/2})^{-1.551}$	.968	52
Site 6	$GV = 56\ (D/W^{1/2})^{-1.553}$	.960	52
Site 7	$GV = 79\ (D/W^{1/2})^{-1.676}$	.972	34
Site 8	$GV = 110\ (D/W^{1/2})^{-1.512}$	.963	29
Site 9	$GV = 298\ (D/W^{1/2})^{-1.823}$	.984	42
Site 19	$GV = 335\ (D/W^{1/2})^{-1.825}$	.942	54
Transverse:			
Site 1	$GV = 64\ (D/W^{1/2})^{-1.254}$	.951	66
Site 2	$GV = 51\ (D/W^{1/2})^{-1.254}$	.931	66
Site 6	$GV = 55\ (D/W^{1/2})^{-1.362}$	.975	44
Site 7	$GV = 40\ (D/W^{1/2})^{-1.425}$	.944	54
Site 8	$GV = 50\ (D/W^{1/2})^{-1.257}$	.937	45
Site 9	$GV = 106\ (D/W^{1/2})^{-1.480}$	.940	59
Site 19	$GV = 64.2\ (D/W^{1/2})^{-1.381}$	.946	37
All Bureau of Mines coal mine data:			
Maximum horizontal	$GV = 133\ (D/W^{1/2})^{-1.50}$	.933	83
Vertical	$GV = 79\ (D/W^{1/2})^{-1.46}$	.923	88
Total	$GV = 119\ (D/W^{1/2})^{-1.52}$	.936	92
Mines[1]:			
Radial	$GV = 52\ (D/W^{1/2})^{-2.37}$	NA	58
Vertical	$GV = 51\ (D/W^{1/2})^{-2.49}$	NA	59
Transverse	$GV = 75\ (D/W^{1/2})^{-3.13}$	NA	55
Quarries[1]:			
Radial	$GV = 14\ (D/W^{1/2})^{-1.22}$	NA	57
Vertical	$GV = 13\ (D/W^{1/2})^{-1.31}$	NA	61
Transverse	$GV = 10\ (D/W^{1/2})^{-1.11}$	NA	57
Construction[1]:			
Radial	$GV = 5.0\ (D/W^{1/2})^{-1.09}$	NA	85
Vertical	$GV = 8.9\ (D/W^{1/2})^{-0.99}$	NA	72
Transverse	$GB = 5.9\ (D/W^{1/2})^{-1.12}$	NA	80

NA = Not available
GV = Ground vibration, in/sec.
[1] From Lucole and Dowding (*29*).
D = Distance, ft.
W = Charge weight per delay, lb.

All Bureau coal mine vibration data are shown in figure 10. A vibration level of 1.0 in/sec was typically observed at a square root scaled distance of 23 ft/lb$^{1/2}$ and never observed beyond 60 ft/lb$^{1/2}$. The equivalent scaled distances for 0.5 in/sec peak particle velocity are 38 and 80 ft/lb$^{1/2}$. Wiss found that square root and cube root scaled distances required to enclose or envelope all his vibration data at 1.0 in/sec were 75 ft/lb$^{1/2}$ and 300 ft/lb$^{1/3}$, respectively (*56*). Two standard deviations of the summary data in figure 10 should leave roughly 2.5 pct of the points outside the upper limit. This corresponds to scaled distances of 55 and 90 ft/lb$^{1/2}$ at 1.0 and 0.5 in/sec, respectively. As alternatives to vibration monitoring or for statistical predictive purposes, the maximums represented by the envelopes (e.g., fig. 10) or two standard deviations from the mean regressions can be used; however, these will result in conservative vibration levels.

The Bureau of Mines coal data, as well as all of Lucole's (*29*), consist of relatively few measurements at each of a large variety of sites. Consequently, the pooled data representing each industry as a whole tends toward large scatter (high standard deviations).

Both Wiss (*56*) and Nicholls (*37*) utilized arrays of gages and found that the propagation from individual sites could reliably be quantified (fig. 7–9) and that vibration levels for individual sites could be reasonably predicted from scaled distances.

VIBRATION COMPARISONS: MINE AND QUARRY BLASTS

Vibrations from quarry blasting have been discussed extensively in Bulletin 656 (*37*). That report recommended two scaled distances intended to prevent the exceeding of 2 in/sec. For a site where propagation conditions were shown to be normal, a square root scaled distance of 20 ft/lb$^{1/2}$ was recommended. In the absence of any vibration monitoring, a scaled distance of 50 ft/lb$^{1/2}$ was to be used, based on the envelope of maximum observed values.

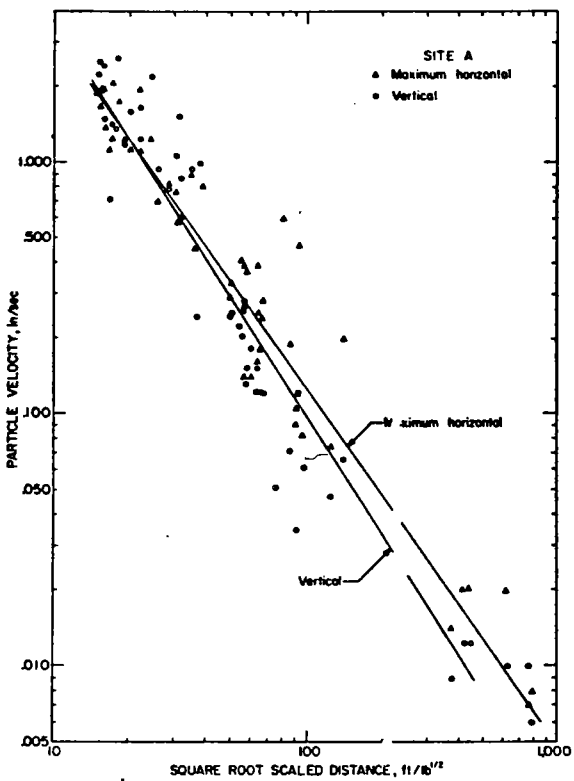


Figure 6.—Ground vibrations from a single coal mine. Equations are given in table 2.

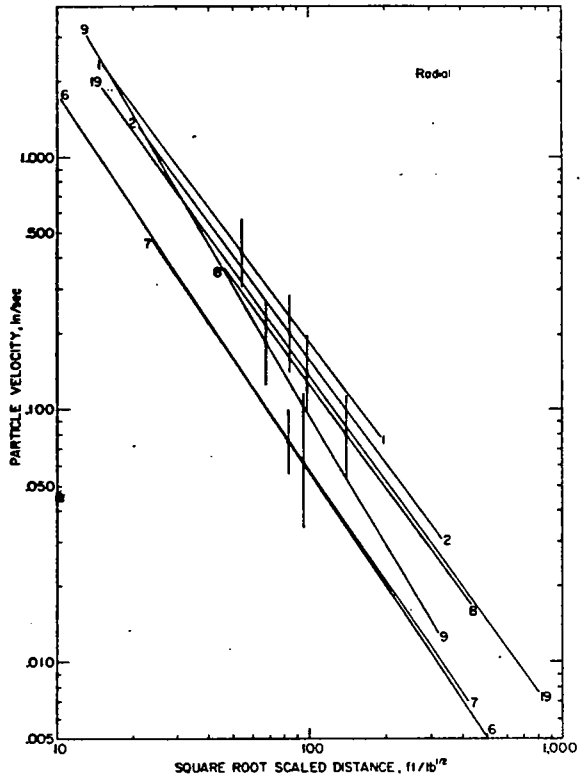


Figure 7.—Radial ground vibration propagations from surface coal mines.

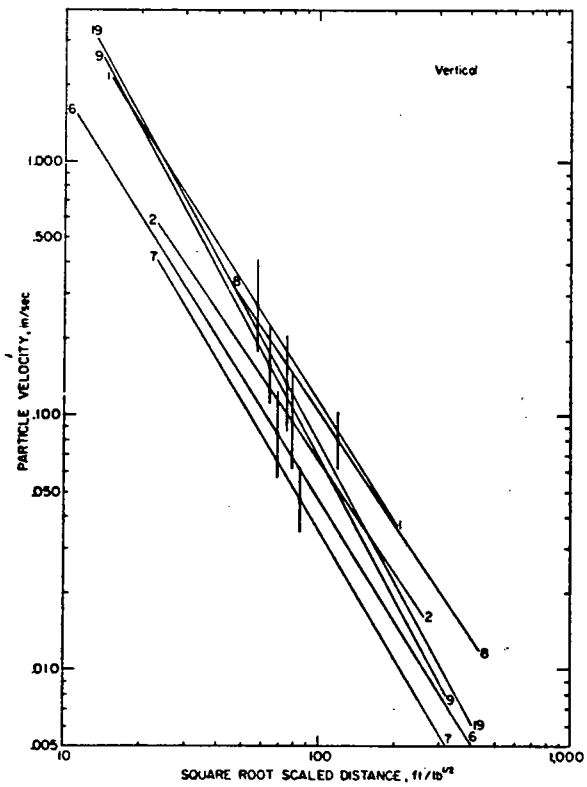


Figure 8.—Vertical ground vibration propagations from surface coal mines.

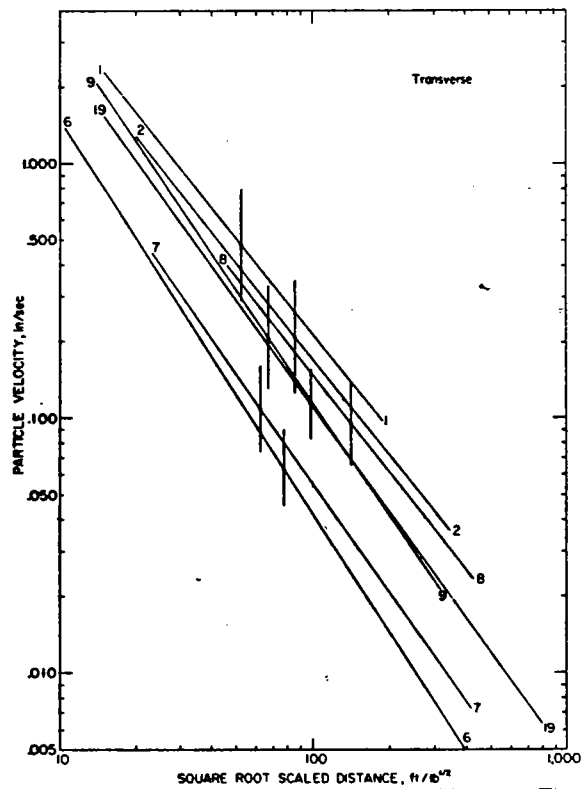


Figure 9.—Transverse ground vibration propagations from surface coal mines.

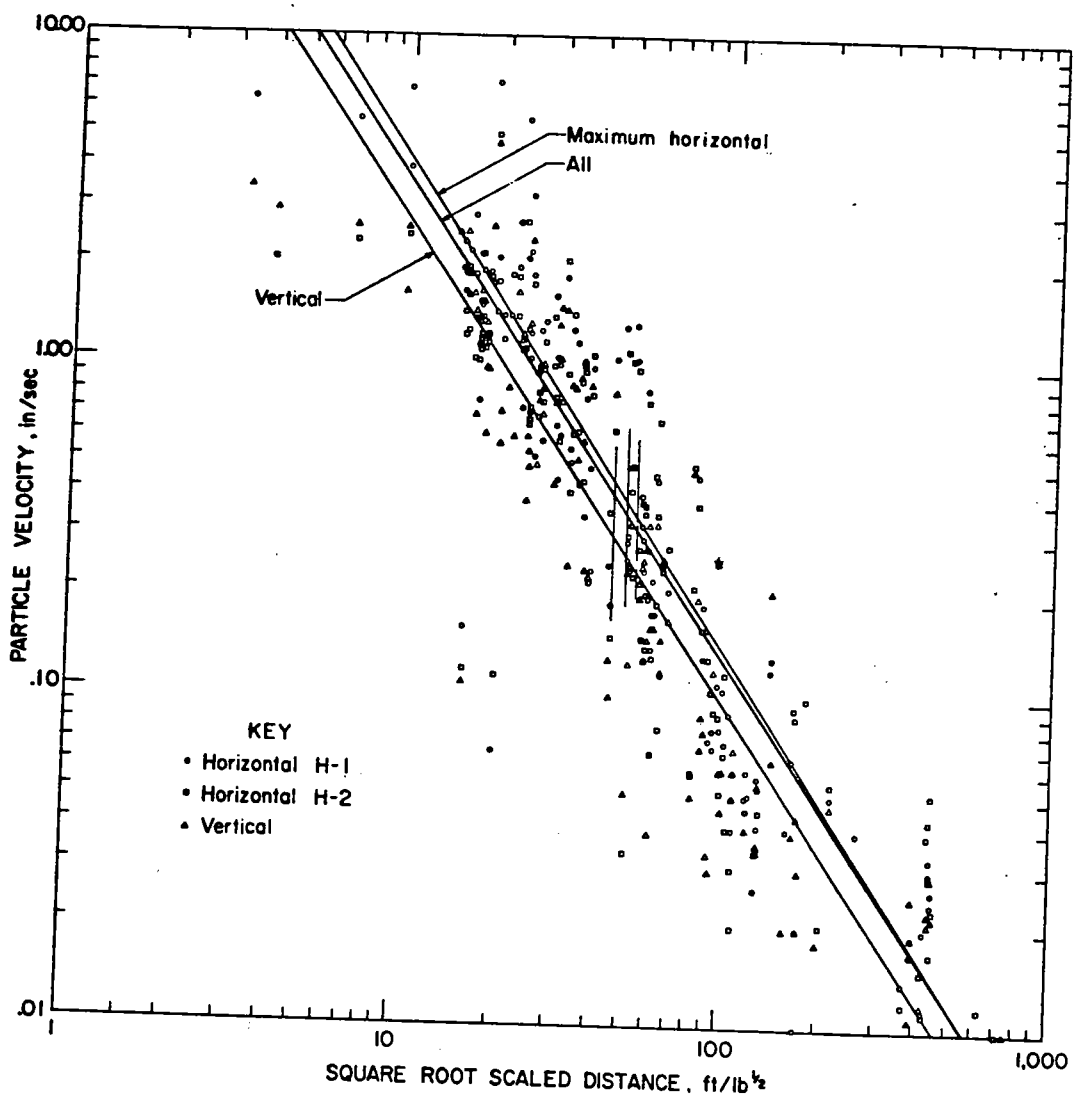


Figure 10.—Summary of ground vibrations from all surface coal mines. The component H–1 approximates "radial" and H–2 "transverse".

The overall zones encompassing the propagation regression lines for the radial motion (usually the largest) for coal mine and quarries are shown in figure 11. It is obvious that the vibration levels for coal and quarry blasting are similar, particularly at the smaller scaled distances that warrant most concern. Contrary to expectations, the coal mine vibrations were of greater amplitude than quarry vibrations at larger scaled distances. This is probably the result of larger absolute distances involved (for the relatively large charge weights) and the possible existence of slower decaying surface waves and dispersion-produced interference between delays at these distances. The Lucole study found different relative amplitudes between coal and quarry blasting to be more in agreement with the theoretical predictions (fig. 12). However, their data were also characterized by larger scatter and only a rough approximation to a Gaussian distribution (*29*). Their maximum envelope at 1.0 in/sec exceeded 200 ft/lb$^{1/2}$ for all kinds of blasting. Two standard deviations (95 pct) of the propagation data at 2 in/sec was less than 41 ft/lb$^{1/2}$ for coal mines and 33 ft/lb$^{1/2}$ for quarries and construction. These are both significantly lower than the Bureau's coal mine summary value of 55 ft/lb$^{1/2}$ from figure 10.

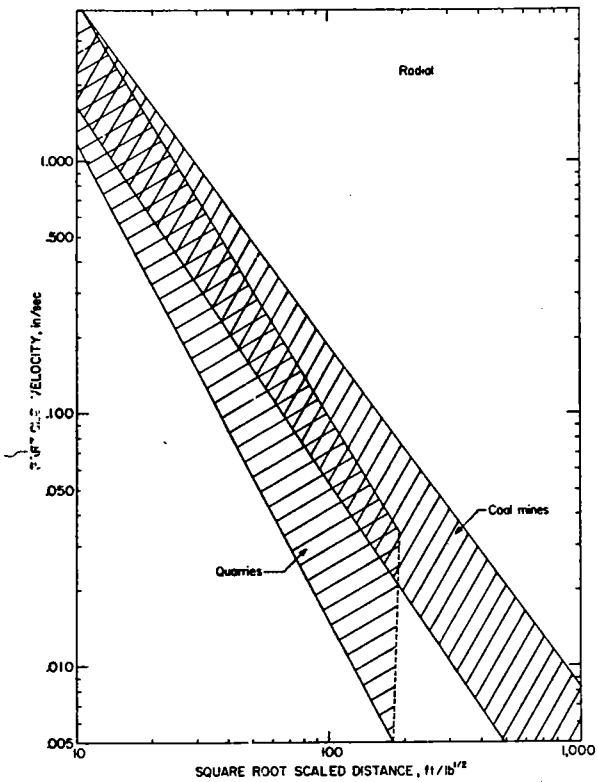


Figure 11.—Zones of mean propagation regressions for two major types of blasting.

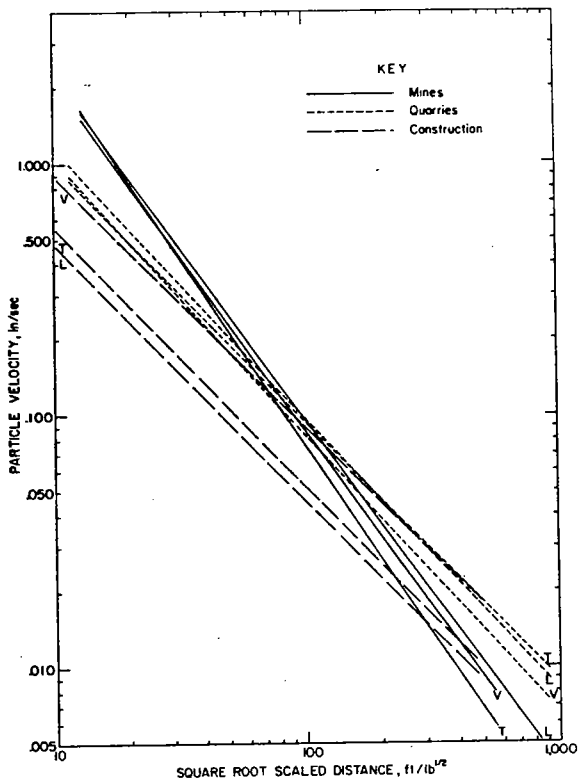


Figure 12.—Ground vibration propagation for three types of blasting as found by Lucole (*29*). Longitudinal (L), transverse (T), and vertical (V) components.

RESPONSE OF RESIDENTIAL STRUCTURES

The measured response of residential structures is a critical indicator of troublesome or potentially damaging ground vibrations. Corner motion measurements were used to assess the racking motions (shearing) of the gross structure (fig. 13). Essentially, cracking from blasts occurs where excessive stresses and strains are produced within the planes of the walls or between walls at the corners. Consequently, the vibration in the corners is assumed to indicate cracking potential, because it corresponds to whole-structure response. Other types of response cause different but consequential results. Midwall motions (normal to the wall surface) were also measured and are primarily responsible for window sashes rattling, picture frames tilting, dishes jiggling, and knick-knacks falling. Structures are designed to resist normal vertical load; however, differential vertical motions can produce high strains in floors and ceilings. Vertical floor motions are also of concern for potential human response.

RESPONSE SPECTRUM ANALYSIS TECHNIQUES

A simple method for predicting structural responses to vibrations has developed from studies of building response to earthquakes. It is based upon the single degree of freedom (SDF) model of a structure shown in figure 13 (*8, 10, 13, 24, 30, 32, 42*). The relative displacement between the mass and the ground, u(t), can be mathematically calculated from a knowledge of the time-varying ground displacements, y(t). The simplifying assumptions behind this mathematical idealization are as follows:

1. The structure can be represented by a lumped mass, m.
2. The relative displacement and deformation of the structure produces a restoring force proportional to the stiffness of the structure, k.
3. During vibration, energy is dissipated through viscous friction, C, which is constant regardless of the amplitude of the motion.

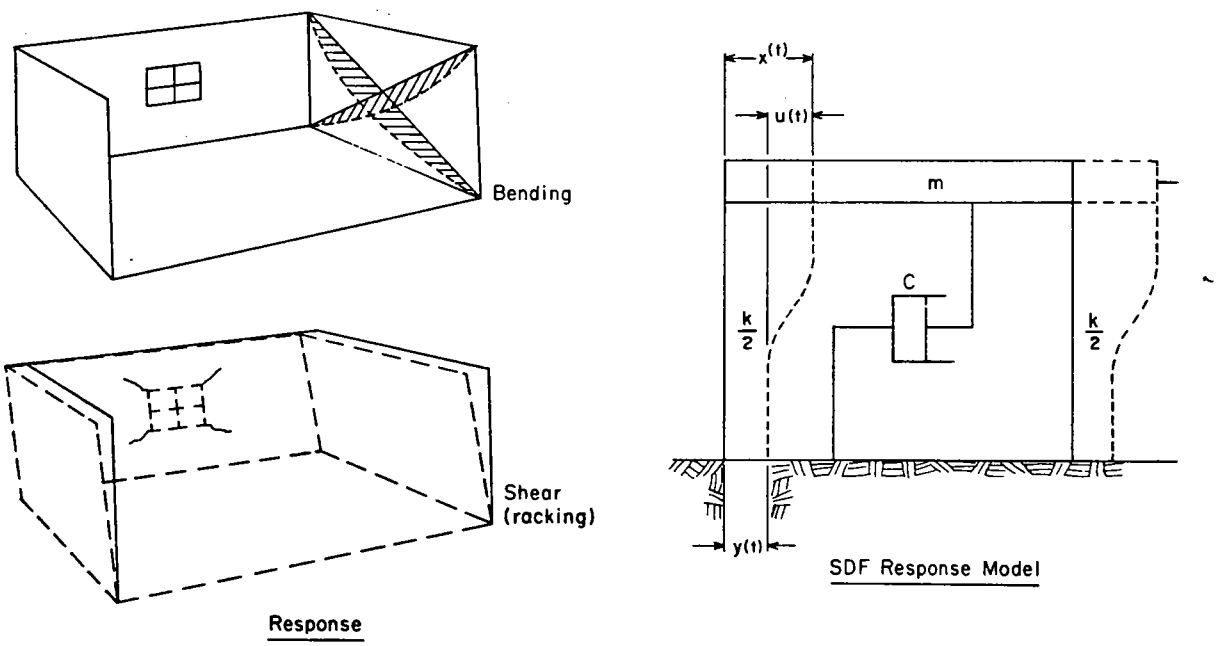


Figure 13.—Single degree of freedom (SDF) model and types of structures response. SDF symbols are explained in the text.

4. The structure responds or translates only in a single direction—hence the name single degree of freedom (SDF). Incorporation of simultaneous torsional rotation or additional components of motion requires additional degrees of freedom.

In an actual structure, m is the mass of the walls, floor, and roof; the restoring force is that produced by the walls resisting shear deformation, and frictional dissipation of energy results from portions of the structure working against each other. Nail pulling is one consequence. The equation of motion of the SDF system, subjected to a time varying motion, is

$$\ddot{u} + 2\beta\omega_n\dot{u} + \omega_n^2 u = -\ddot{y} \qquad (1)$$

where $\ddot{u}$, $\dot{u}$, u, are relative acceleration, velocity, and displacement,
$\ddot{x}$, $\dot{x}$, x are absolute acceleration, velocity, and displacement of mass,
$\ddot{y}$, $\dot{y}$, y are absolute acceleration,velocity, and displacement of the ground,
ω_n is the circular natural frequency (also $2\pi f_n$) and related to stiffness (k) and mass (m) by: $\omega_n = \sqrt{k/m}$, and
β is the damping ratio (pct of critical /100) and equal to $C/\sqrt{km}$,
where C is the viscous damping and is equal to $\sqrt{km}$ when critical.

The natural frequency, ω_n, describes the rate at which the mass will freely oscillate when displaced. The damping, β, controls the decay of the oscillation. When a structure is critically damped ($\beta = 1.0$), it will return to its equilibrium position without oscillating.

Equation 1 can be solved for the relative displacement at any time, t, when given a transient ground particle velocity time history, $\dot{y}$. The solution is shown in equation 2:

$$u(t) = \int_o^t \dot{y}(\tau)e^{-\beta\omega_n(t-\tau)} \left\{\cos\left[\omega_n\sqrt{1-\beta^2}\,(t-\tau)\right] + \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}}\sin\left[\omega_n\sqrt{1-\beta^2}\,(t-\tau)\right]\right\} d\tau \qquad (2)$$

When a ground particle-velocity time history, such as shown in figure 3, is processed by computer with this equation, the modeled time history is produced.

The time history produced by equation 2 is one of relative displacements, u, rather than the absolute velocity $\dot{x}$, which is normally measured on the structure. In this relative displacement time history there will be a maximum, u_{max}. If that maximum relative displacement is multiplied by ω_n (or $2\pi f$), the resulting product, $2\pi f u_{max}$, is called the pseudo velocity, the PSRV, or the pseudo spectral response velocity. This pseudo velocity is a close approximation of the relative velocity, $\dot{u}$, when the assumption of simple harmonic motion is valid.

A response spectrum of a single ground motion, such as that of a hard-rock construction blast shown in figure 14, is generated from u_{max}'s from a number of different SDF systems. Consider two different components of the same structure, the 10 Hz gross structure and the 20 Hz wall. If the ground motions, $\dot{y}(t)$, of the construction blast are processed twice by equation 2 with β held constant at 5 pct and ω_n set to $2\pi(10)$ for the first time and $2\pi(20)$ for the second, two u_{max}'s will result: 0.01 in (0.25 mm) and 0.02 in (0.05 mm).

These u_{max}'s can be converted to two maximum pseudo velocities, $2\pi(10)(0.01) = 0.62$ in/sec (15.7 mm/sec) and $2\pi(20)(0.02) = 2.5$ in/sec (63.5 mm/sec); they are plotted in figure 14 as points *1* and *3*. If the ground motions from the construction blast are processed a number of times for a variety of ω's with β constant, the resultant pseudo velocities will form the solid line in figure 14.

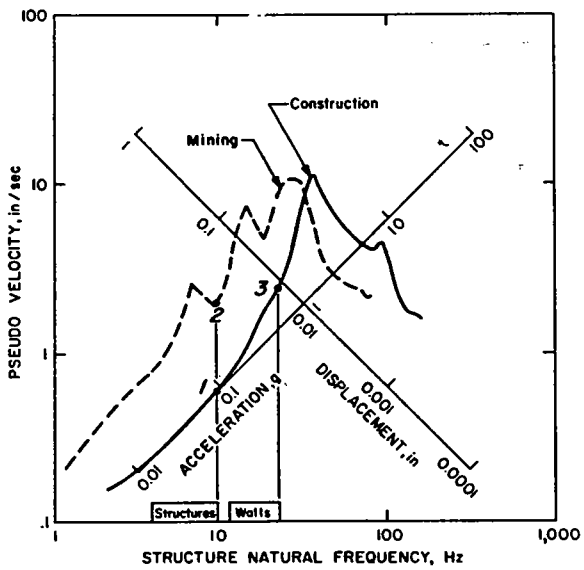


Figure 14.—Response spectra for mining and construction shots, after Corser (*8*).

The response spectra in figure 14 are plotted on four-axis tripartite paper. These four axes take advantage of the sinusoidal approximation involved in calculating a pseudo velocity. They are constructed so that the axis of the maximum relative displacement, u_{max}, is inclined upward to the left such that

$$u_{max} = PV/2\pi f,$$

where PV is the pseudo velocity, and that the axis of pseudo acceleration, PA, is inclined upward to the right such that

$$PA = PV \cdot 2\pi f.$$

The portion of a spectrum that is quasi-parallel to lines of constant displacement (less than 20 Hz for the mining blast in figure 14) is called the displacement bound. Likewise, the spectrum for the mining blast for frequencies greater than 50 Hz is the acceleration bound.

The response spectrum is similar to a Fourier frequency spectrum, since it shows the spectral content of a vibration time history. However, it is more useful as the pseudo velocity is calculated from a simplified measure of the maximum relative displacement, and as such it is related to wall strains that induce cracking.

Values of structure damping (β) must be assumed for computations of response spectra, and this value is 5 pct of critical in figure 14. This is a good approximation for a residence; however, the model response of residences is much more dependent on small changes in natural frequency than on small changes in damping (*32*).

Several researchers have applied response spectra techniques to blasting. Dowding examined responses from construction blasting (*10*). He shows the important relationship between the two frequencies (structure and ground motion) and how the ground motion descriptors of displacement, velocity, and acceleration affect response spectra of blasting vibrations. Most significant for blasting is that the principal frequencies of the ground motion almost always equal or exceed the gross structure natural frequencies of 4 to 10 Hz. This suggests either a displacement- or velocity-bound system in the 5- to 10-Hz range and supports the use of these motion descriptors to assess cracking potential. Earthquakes and nuclear blasts generate low principal frequency motions at the large distances of concern, and the 4- to 10-Hz range falls on the acceleration bound of the spectra.

Medearis developed response spectra for a variety of production blasts (*30*). This was one of the first attempts to show statistically that the structural response of residences (and consequently the cracking potential) is related to frequency content of the blasts. Medearis recommended safe particle velocities based on distances from the blasts that implicitly include the above-described frequency dependencies. These range from 3.20 in/sec (10 ft from a 2-story residence) to 0.62 in/sec (10,000 ft from a 1-story residence) and are based upon a 5-pct tolerance of damage. Medearis' suite of time histories was taken from quarry, excavation, and construction blasts, with an average spectral peak of 40 Hz. He therefore predicted that the relatively higher frequency 1-story homes with natural frequencies nearer 10 Hz are more damage-prone than taller 2-story homes with natural frequencies near 5 Hz. These results would not apply to mine blasts having ground vibrations at lower frequencies.

Corser calculated response spectra for a variety of blasts recorded by the Bureau of Mines (*8*). He found that, in the 5- to 10-Hz range (fundamental frequencies for wood frame structures), mining blasts generated SDF relative displacements that averaged 5.7 times (2.9 to 9.3) those of close-in construction shots. The time histories analyzed had peak particle velocities of 0.66 to 2.23 in/sec. Since the relative structure velocities will have similar ratios, the safe vibration levels for these two classes of blasts could differ by that same factor (5 to 6).

Figure 14 compares spectra from ground motions generated from surface coal mining and construction blasting in hard rock. Even though these two blasts produced peak particle velocities of 2.3 in/sec, the gross structure of a 1-story residence (represented by the 10 Hz response) would respond to the surface mining vibrations with relative displacements 3 times that of the higher frequency motions produced by the construction blasts.

Response-spectra analysis techniques are a powerful tool for research, engineering, and design because they include the important frequency effects. They can predict responses of a variety of structures for any type of time history. However, they do have some serious limitations in that their validity depends on how closely the structures fit the SDF model. They are not required for situations where responses can be determined empirically. They are not practical for regulatory purposes, as they are too

complex and time consuming for agencies responsible for measurement and monitoring compliance. Where responses and damage potentials have been established for one type of structure, response spectra analysis allows predictions for quite different structures with unknown vibration character. Since taller structures better fit the SDF model, these techniques have been used widely for predictions of earthquake and nuclear blast effects on such structures.

DIRECT MEASUREMENT OF STRUCTURE RESPONSES

Measurements were made of structure motions, produced by both the ground-borne vibration and airblast, as part of the assessment of potentially damaging blasts. The measurement and recording systems have been described in Bureau reports (*45, 50*). Both ground and structure measurements were made with 2.50- and 4.75-Hz velocity transducers (VibraMetrics[6] 120 and 124) with flat frequency responses (-3 dB) of 3 to 500 Hz and 5 to 2,000 Hz, respectively. A few accelerometers, having low-frequency response down to 1 Hz, and a variety of blasting seismographs were used (*50*).

Test Structures

A total of 76 different structures were studied for ground vibration and airblast response and damage (table 3). All were houses except Nos. 13, 15, 16, and 50, which were 1- and 2-story structures somewhat larger than single-family residences, and No. 54, which was a mobile home. Some structures (Nos. 19 and 20) were studied in conjunction with highwall, parting, and surface blasts. The response of structures 1–6 was described in an earlier study (*45*). Of the 76 structures, only 14 were subjected to high enough levels for significant damage and nondamage data, although levels of response were measured for every structure. The 14 significant test houses are shown in figures 15–28.

[6] Reference to specific brand names is made for identification only and does not imply endorsement by the Bureau of Mines.



Figure 15.—Test structure 19, near a coal mine.

Table 3.—Test structures and measured dynamic properties

Structure	No. of stories	Dimensions, ft		Construction				Natural frequency of structure, Hz		Damping, pct		Midwall natural frequencies, Hz	Midwall damping, pct	Shots (table 1)
		Plan NS × EW	Overall height	Superstructure	Exterior covering	Interior covering	Foundation	N-S	E-W	N-S	E-W			
1	1	22×30	14	Wood frame	Wood siding	Gypsum wallboard	Full basement					16		13,14,17,18
2	1	30×70	14	Masonry and wood	Stone	---- do	---- do							15
3	1½	35×35	16	Wood frame	Brick and wood	---- do	Partial basement					13		16
4	2	30×40	22	---- do	Wood siding	---- do	Full basement	8		2		19,22		17,18
5	2	40×40	22	---- do	Brick and wood siding.	---- do	Partial basement					19		19
6	1	40×40	14	---- do	Wood siding	---- do	Full basement	9				32		19
7	1	48×25	15	---- do	Asbestos siding	---- do	---- do							33
8	1	15×10	12	---- do	Wood siding	---- do	Concrete slab							33
9	1	61×29	14	---- do	---- do	---- do	Full basement							34
10	2	44×29	22	---- do	Asphalt sheathing	Plaster	---- do							35
11	2	26×32	30	---- do	Masonite siding	Gypsum wallboard	---- do					36		35
12	1½	27×36	20	---- do	Cedar shakes	---- do	---- do					25		35
13	1	54×100	16	---- do	Brick and stucco	---- do	Slab and crawlspace							35
14	1½	35×35	23	---- do	Wood siding	---- do	Full basement	10		7		14		36,38
15	1	125×25	12	Steel frame	Steel	---- do	Concrete slab	6		3		17		36,38
16	1	80×80	17		Brick and stucco	---- do	Full basement					8.3		36
17	1½	19×40	20	Wood frame	Wood shingles	---- do	---- do	10	9	5	7	18		37,146
18	1	44×28	13	---- do	Wood siding	---- do	Pillars in dirt	6	10	7	7	11.4		37,146
19	2	33×35	24	---- do	Wood siding	Plaster and lath	Partial basement	4	4	13	13	13,17	4.5,5.1	39–48,59–96
20	1½	39×29	21	---- do	---- do	Gypsum wallboard	Full basement	8	7	3	8	20	3.1	42–58
21	1	48×28	15	---- do	---- do	---- do	---- do	7	7	2	7	13.4,14.5	2.9,2.3	97–102,110, 111,113, 114,117, 135,136
22	2	27×76	26	---- do	Brick and masonite	Gypsum and paneling.	Crawl space	8	6	3	4	12.3,13.1	2.0,3.0	103,104
23	1	62×26	14	---- do	Asbestos shingles	Gypsum wallboard	---- do	9	7	2	5	18.5		103–105
24	1	24×55	15	---- do	Brick	---- do	Crawl space	10	10	2	4			106
25	1½	41×24	22	---- do	Wood siding	---- do	Full basement	8	10	8	3	13.7,16.3	1.8,3.6	106
26	1	40×31	15	---- do	Aluminum siding	---- do	Crawl space	7	8	6	4			107
27	1	51×30	15	---- do	Wood siding	Plaster and lath	Partial basement	7	6	10	6	17,24		1–11
28	1	42×28	14	---- do	Wood and aluminum.	Gypsum wallboard	Crawl space	7	8	6	4			108,122
29	2	26×35	22	---- do	Wood panel	---- do	---- do	7	8	2	2	17.7,13.0	1.1,2.2	109,120,121
30	1	34×48	16	---- do	Stone	---- do	Full basement							112
31	1	35×44	13	---- do	Wood siding	---- do	Crawl space	8	6	2	2	12.2,16.6	1.5,1.2	115,116,118
32	1½	58×26	22	---- do	Brick and masonite	Paneling and wallboard.	Concrete slab							119
33	1½	69×27	24	---- do	Stone	Gypsum wallboard	Full basement	8	9	2	2	16.0,19.7	1.5,2.1	124,125,132–134,137–139
34	1	33×33	18	---- do	Asphalt sheathing	Plaster	Crawl space	7	6	3	4			126,127, 130,131
35	1	32×37	18	---- do	---- do	Gypsum wallboard	---- do	7	6	1	4			128,129,140
36	1	28×40	14	---- do	Asphalt shingles	---- do	---- do	6	7	3		14,17		141–145
37	1½	32×26	20	---- do	Wood siding	Plaster and lath	Full basement	9	10	2	2	18.5,20		146,150
38	2	28×32	20	Masonry and wood.	Brick and aluminum.	Wood paneling	Concrete slab	4	6	5	3			147,148

Table 3.—Test structures and measured dynamic properties—Continued

Structure	No. of stories	Dimensions, ft		Construction				Natural frequency of structure, Hz		Damping, pct		Midwall natural frequencies, Hz	Midwall damping, pct	Shots (table 1)
		Plan NS × EW	Overall height	Superstructure	Exterior covering	Interior covering	Foundation	N-S	E-W	N-S	E-W			
39	1	34×29	15	Wood frame	Masonite siding	Paneling and wallboard	Full basement	5	5	7		14		147
40	1½	28×31	18	---- do	Stucco	Plaster and lath	Partial basement	5	8	7	2	13.6		148
41	2	40×28	22	---- do	Wood siding	Gypsum and plaster	Full basement	10	8	4	2	16.6		149
42	1½	44×30	20	---- do	---- do	Paneling	---- do	5	7	5	4	11.9,13.9		151–153
43	1½	28×46	23	---- do	---- do	---- do	---- do	8	5			18,18		154
44	1		15	---- do	---- do		---- do					11,11		155–156
45	2	55×44	32	Solid brick	Brick	Plaster on brick	---- do	9	10	3	3			157–159
46	1½	38×40	21	Concrete block	Concrete block	Plaster	---- do	10		4		11,11		157–159
47	1	87×38	15	Wood frame	Brick	Gypsum wallboard	---- do					12.5,13.3		160
48	1½	36×24	22	---- do	Wood siding	---- do	---- do					16.7,16.7		161
49	1½	41×35	27	---- do	---- do	Gypsum wallboard and plaster on lath						18.2,18.2		162,164–166, 172,197,200, 163
50	1	48×180	14	---- do	Aluminum siding	Gypsum wallboard	Concrete slab	9		2				167–171,
51	2	50×43	28	Solid brick	Brick	Plaster on brick and lath	Full basement							175–182
52	1	37×24	16	Wood frame		Wood paneling	---- do							183
53	1	24×35	15	---- do	Wood siding		Crawl space							184
54	1	12×60	15	Metal walls	Metal	Paneling	None							186,187, 189–192
55	1½	40×31	23	Wood frame	Wood siding		Full basement							193
56	1½	34×57	20	---- do	Wood siding		---- do							194,196
57	1	40×24	20	Wood frame	Aluminum siding	Plaster and lath and paneling	Sandstone blocks partial basement		8		9.6			198,199, 201,202 203–209
58	1	40.4×31	26	Brick and masonry	Brick and masonry	Brick and gypsum wallboard	Masonry basement							W–1
59	1	30.5×54		Wood frame	Wood siding	Gypsum wallboard	Continuous concrete footings							W–2
60	2	54×26.5		---- do	Aluminum siding	---- do	---- do							W–4,W–5
61	1	28.5×55.5		---- do	Brick and plywood	Gypsum wallboard and plaster	Concrete block							W–6
62	2	34.5×48		---- do	Board and bat	Gypsum wallboard	Slab on grade	11	5	3	8			W–7,W–8
63	2	76.8×80		---- do	Wood siding	Plaster	Wooden piers on spread footings							W–9,W–10 W–11,W–12
64	2	34.5×48		---- do	Board and bat	Gypsum wallboard	Slab on grade							
65	1	26×25		---- do	Aluminum siding	---- do	Continuous concrete footings	8		6				W–13,W–14, W–15
66	1	26.5×34.5		---- do	Wooden shingles	---- do	---- do							W–16,W–17
67	2	19.5×46.5		---- do	Wood siding	Wood paneling except kitchen ceilings	Concrete block	8		6				W–18,W–19 W–20,W–21
68	1	55×34		---- do	Board and bat	Gypsum wallboard	---- do							W–22
69	1	41×37.5		---- do	Aluminum siding	---- do	---- do							
70	1	33×44.5		---- do	Wood panels	---- do	Continuous concrete footings							W–23 W–24
71	1	23.5×23.5		---- do	Board and bat	Unfinished	--- --							W–25,W–26,
72	2	41.5×28.5		---- do	---- do	Wallboard paneling	---- do							W–27
73	1	30.5×26.5		---- do	Asphalt shingles	Plaster	Concrete							W–28,W–29
74	1	28×45		---- do	---- do	Wallboard	Slab and concrete block	7	7	6	9			W–28,W–29 W–30
75	1	36.5×34		---- do	Plywood	Gypsum wallboard	Concrete							W–31,W–32
76	1	38.5×40.5		---- do	Wood plank	Wallboard	---- do							

SEE ERRATA



Figure 16.—Test structure 20, near a coal mine.

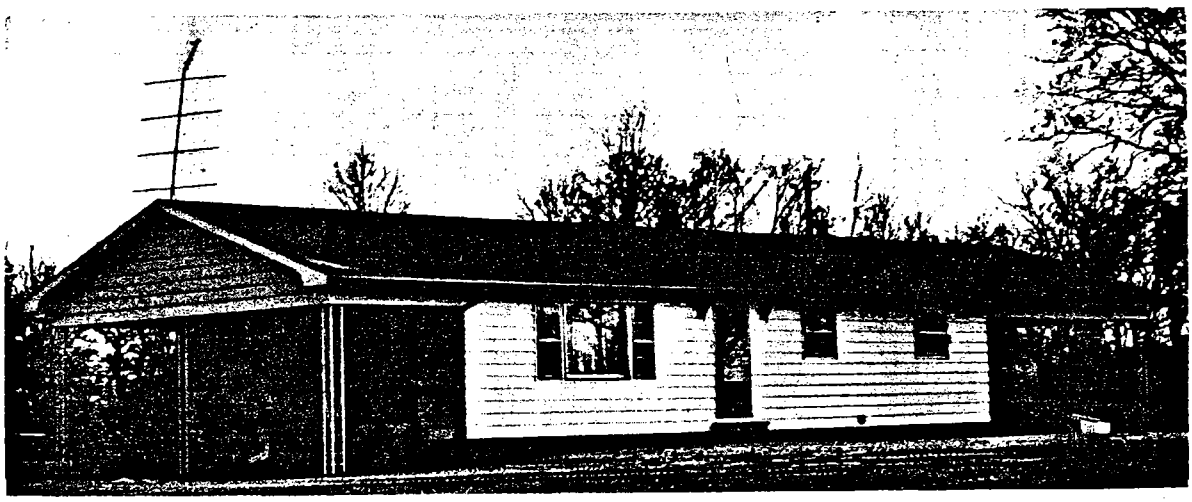


Figure 17.—Test structure 21, near a coal mine.



Figure 18.—Test structure 22, near a quarry.



Figure 19.—Test structure 23, near a quarry.

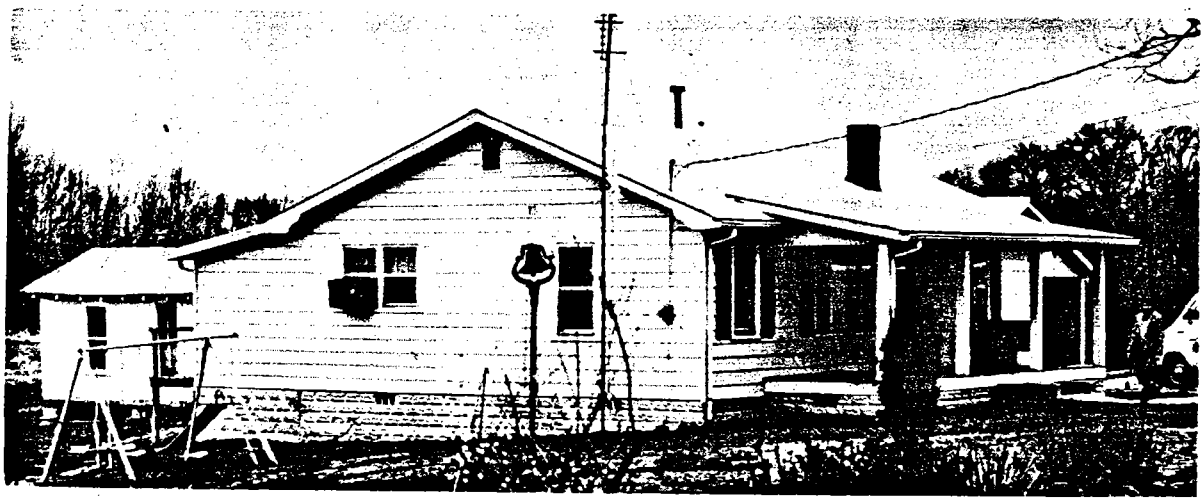


Figure 20.—Test structure 26, near a coal mine.



Figure 21.—Test structure 27, near a coal mine.



Figure 22.—Test structure 28, near a coal mine.



Figure 23.—Test structure 29, near a coal mine.



Figure 24.—Test structure 30, near a coal mine.

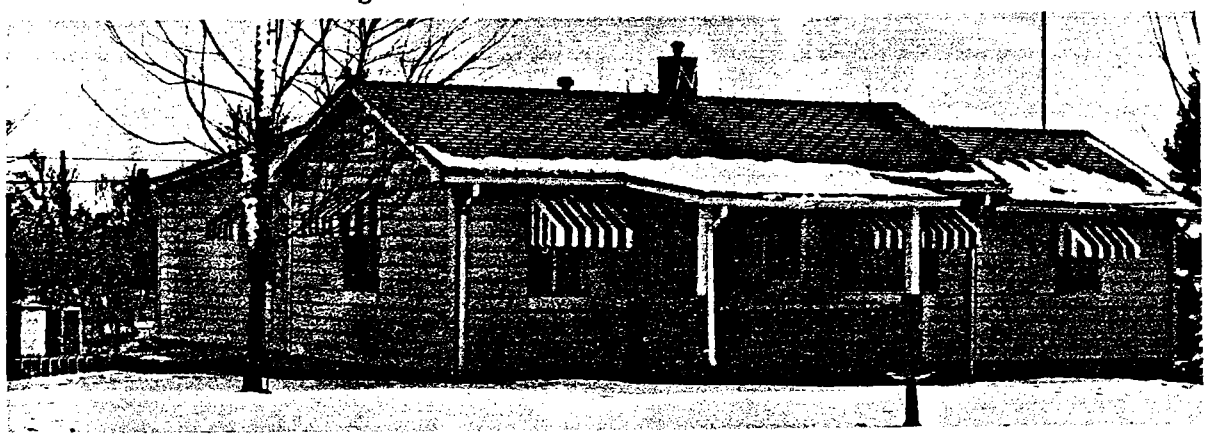


Figure 25.—Test structure 31, near a coal mine.

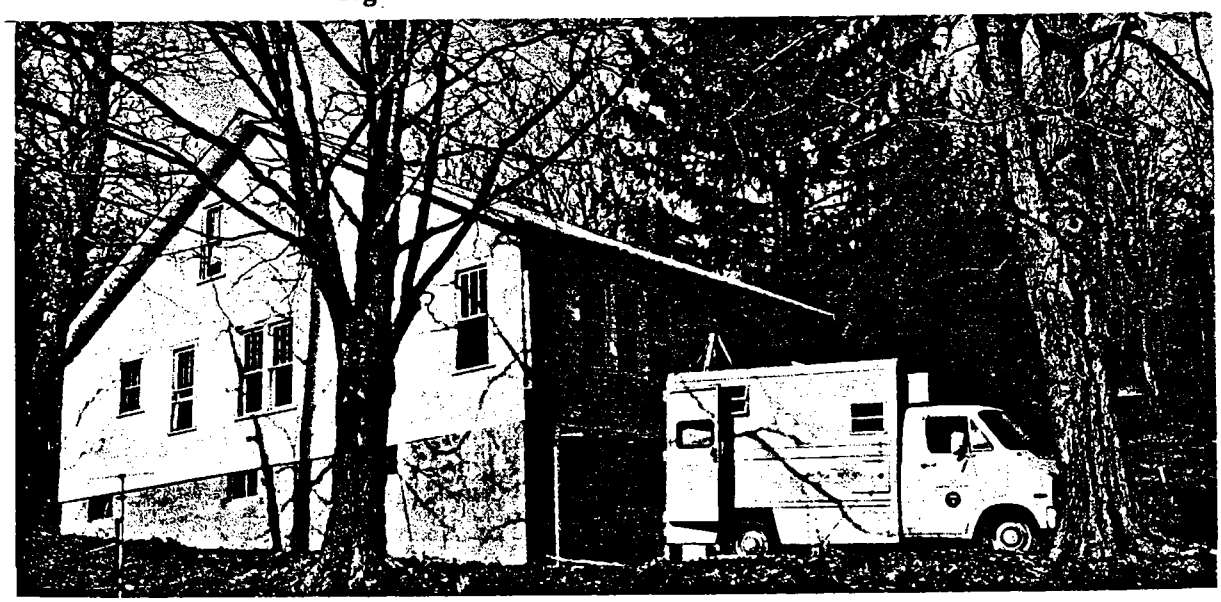


Figure 26.—Test structure 49, near a coal mine.



Figure 27.—Test structure 51, near a coal mine.

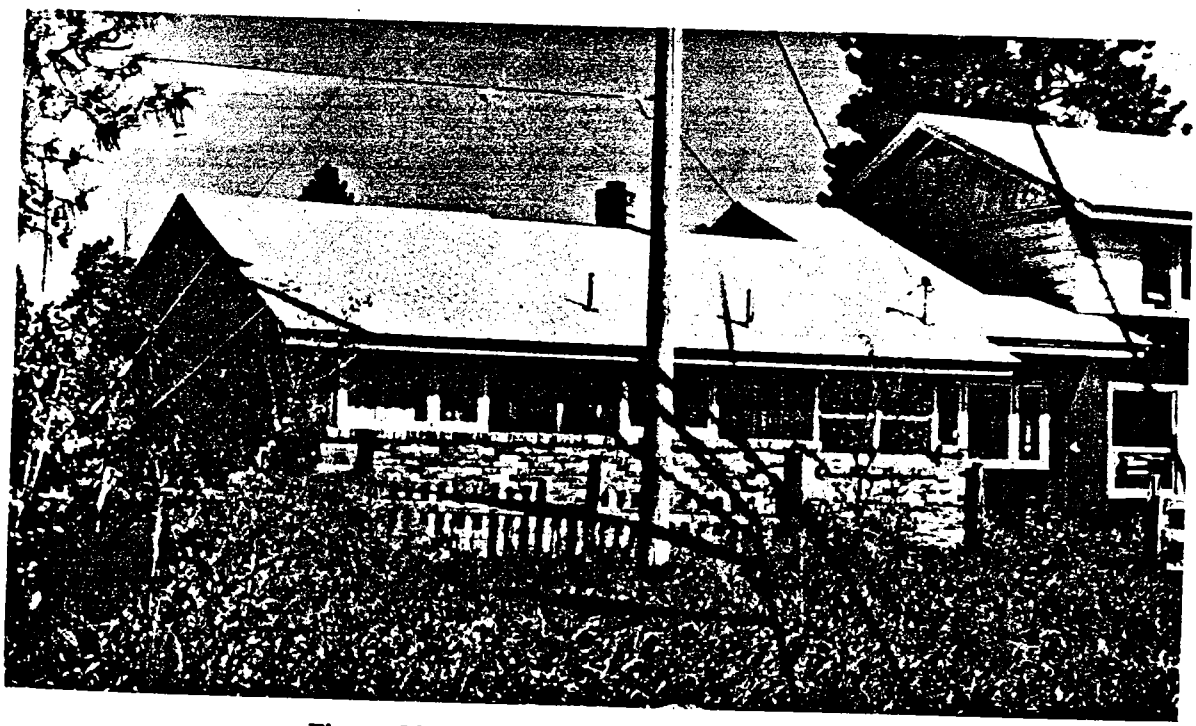


Figure 28.—Test structure 61, near a ~~coal~~ mine.

Construction Site

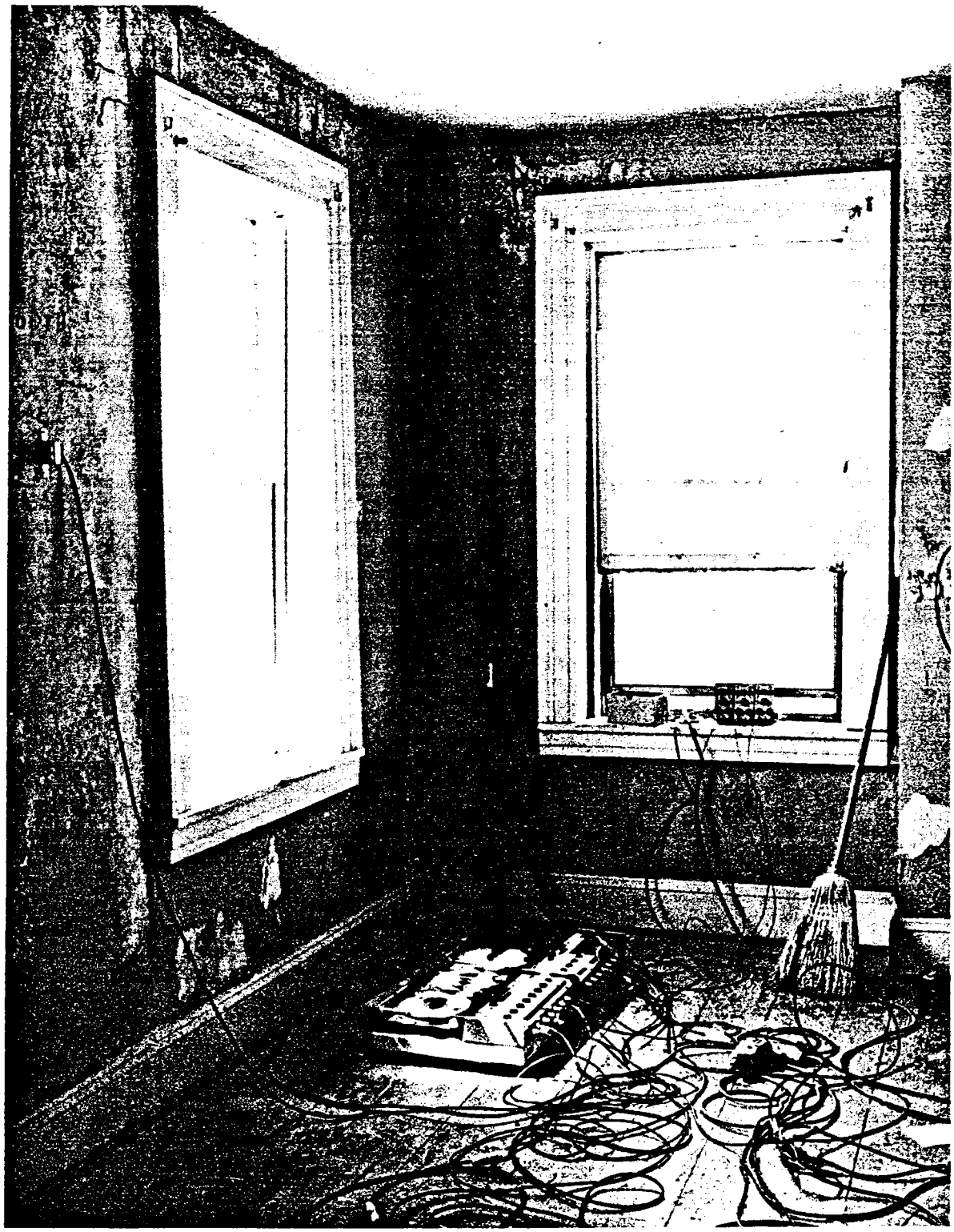


Figure 29.—Vibration gages mounted in corners and on walls for measuring structure response in structure 51.

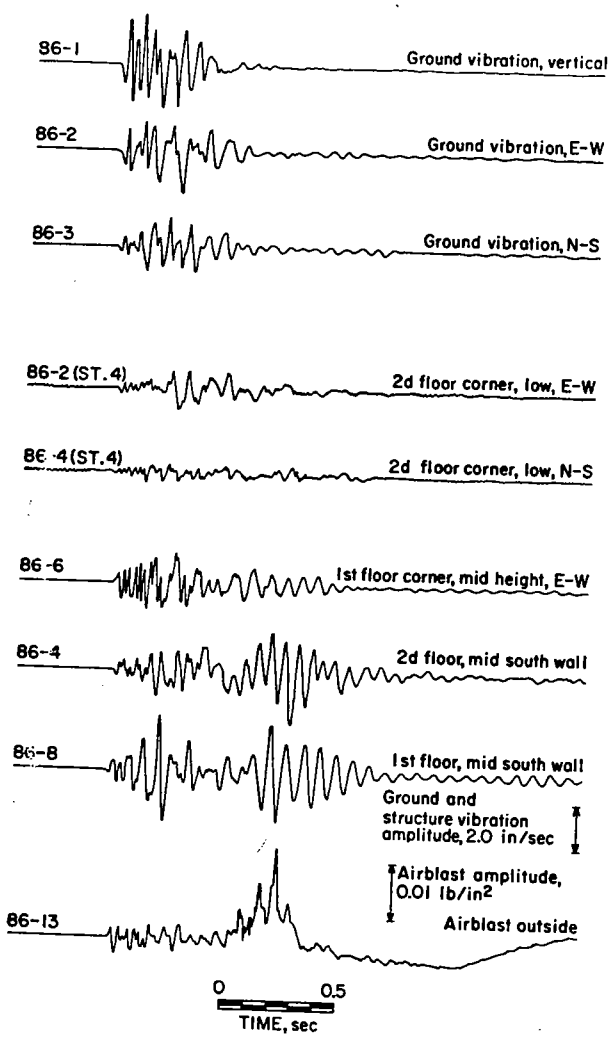


Figure 30.—Ground vibration, structure vibration, and airblast time histories from a coal mine highwall blast.

Instrumenting for Response

Outside ground vibration, airblast, structure corner, and midwall responses were measured for each shot. The ground vibration was measured by three orthogonal 2.5-Hz velocity gages buried about 12 inches in the soil next to the foundation (*50*). Outside airblasts were measured with at least one pressure gage and two sound level meters, one reading C-slow (*46*). The structures were instrumented for horizontal motions by a pair of gages mounted on the first-floor vertical walls in the corner closest to blasts and on one or more midwalls (fig. 29). Typically, the vertical motion was also measured in the same corner. Extra recording channels that were available were used for additional corner motions (at midheights, near the ceiling, or on the next floor); additional floor motions (e.g., midfloor verticals); basement wall horizontals; opposite corner responses (for torsional motions); and inside noise. A typical set of time histories is shown in figure 30. This particular shot produced strong airblast responses of the midwalls.

Natural Frequency and Damping

Natural frequency, ω_n, and damping, β, are the most important structure response characteristics. The structural natural frequencies as measured from blast-produced corner motions are summarized in figure 31, with individual values listed in table 3. Structures continue to vibrate after the sources (ground vibration and airblast) decay, and natural frequencies and damping can be measured from these free vibration time histories. The variations of structures, especially midwalls, are approximately sinusoidal; therefore, the natural frequencies are the inverse of the periods in seconds. Damping values calculated from free vibration motions are given by:

$$\beta = \frac{100}{2\pi m} \mathrm{Ln}(A_n/A_{n+m}),$$

where β is the percent of critical damping, A is the peak amplitude at the n^{th} cycle, and m is any number of cycles later. Dowding (*13*) and Langan (*24*) discuss the general problem of structure frequencies and damping. Their works include transfer function methods for calculating ω_n and β as well as amplitude-dependence of the damping value. Murray (*32*) computed many of the damping and frequency values in table 3, some of which were later reanalyzed by Langan (*24*).

Little difference in natural frequencies was observed among 1- and 1½-story homes; however, that for the 2-story homes was lower. Dowding (*13*) found average natural frequencies for the three types of homes of 8.0, 7.4, and 4.2 Hz, respectively. Medearis (*30*) measured frequencies and damping values for 61 houses and found similar results, except for some higher frequencies for the 1- and 1½-story homes. He found frequency ranges of 8 to 18 Hz (1-story), 7 to 14 Hz (1½-story) and 4 to 11 Hz (2-story). Damping, found by both investigators to vary between 2 and 10 pct, is summarized in figure 32.

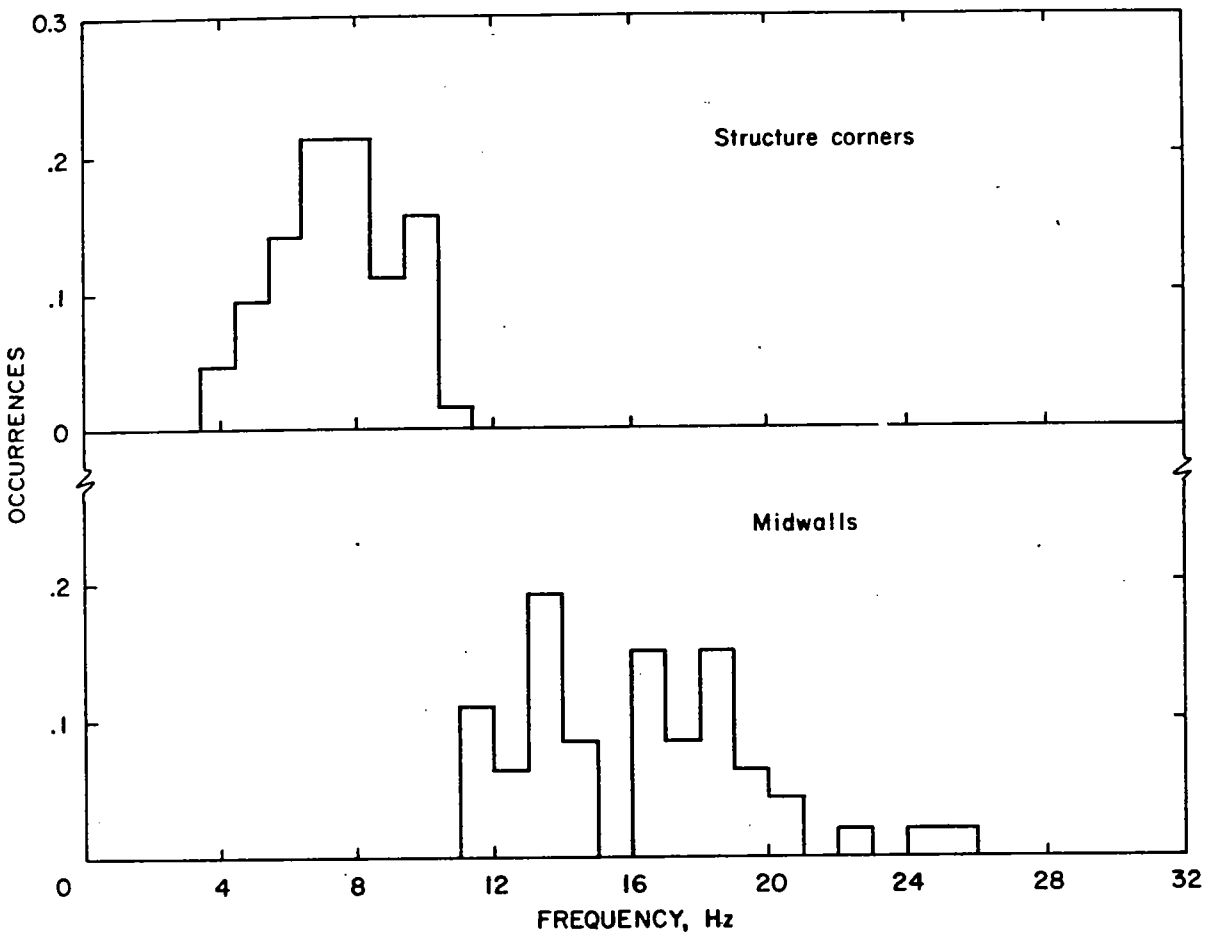


Figure 31.—Residential structure natural frequencies.

Production Blasting

Levels of structure response and incidents of damage were sought for 225 production blasts (table 2). A wide range of charge sizes, distances, geologies, and blast types produced vibrations of various peak values, durations, and frequency character. Quarries in urban areas had high free faces, used multiple decks, and had hole diameters seldom exceeding 5 in. Shots 21 to 30 were in an isolated quarry with high vibration levels at the close-in locations, but no house vibration measurements were made.

Coal mine highwall blasts varied from well-confined blasts producing no throw whatsoever, to quarry-type blasts with three free faces (top, front, and one side). Where ground vibration appeared to be more serious than airblast, design emphasis for production blasts was placed on sufficient relief (maximum number of free faces). Parting shots involved blasting a thin and often hard rock layer, and often produced high levels of airblast and low ground vibration. An extensive study of blast design and resulting vibration levels and character was made by Wiss (*56*) and will not be discussed further in this report.

Velocity Exposure Levels

In addition to analyzing particle velocity time histories for peak values and frequency character, ground vibrations were also processed for velocity exposure levels (VEL), which are analogous to sound exposure levels (SEL) for noise (*22, 49*). These methods measure the energy of a signal within specified frequency limits and time intervals. The use of VEL to assess structure response is a possible alternative technique to using the simple peak levels of the particle

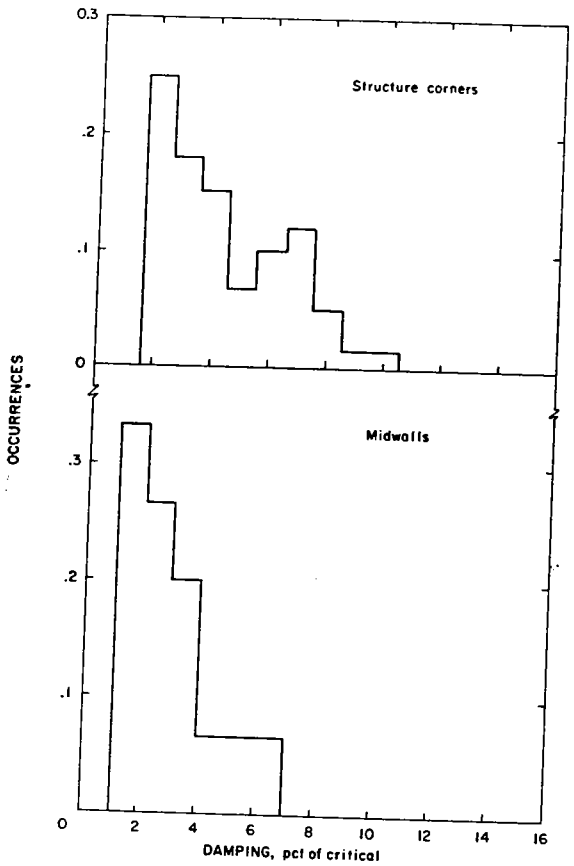


Figure 32.—Residential structure damping values.

velocity and also to response spectra techniques. The ideal VEL is normalized to 1 sec; therefore, this penalizes excessively long events (3 dB per doubling of duration) and allows higher levels for short-duration events. Current field practice involves the use of an rms system (e.g., sound level meter) with either ⅛- or 1-sec time constants and optional filtering.

Velocity exposure levels were determined for 200 of the measured blasts, with an rms detecting and filtering system described by Stachura (*49*) and defined by:

$$VEL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_o} \int_o^T v^2 (t)\, dt \right]$$

where t_o = 1 sec, v(t) the time-varying filtered particle velocity, and T the various integration times. A filter range of 1 to 12 Hz was employed to include the range of whole-structure natural frequencies. Integration times were ⅛, ¼, 1, and 2 sec. The 1-sec time was an overall compromise that was long enough to include all the significant energy in a typical mine blast vibration measure near the source. VEL values were also determined for structure as well as ground motions.

Structure Responses From Blasting

Structure and midwall responses from production mine blasting are shown in figures 33–37, with the statistics given in table 4. In all cases, the corner and midwall responses from any given blast were plotted against the corresponding ground vibration components. The horizontal vibration components did not necessarily correspond to the true radial (or longitudinal) and transverse, since the velocity gages were oriented parallel to the structure walls.

Most interesting is that the racking response (absolute corner horizontal vibration) as shown in figures 33 and 34 is significantly lower than the input ground vibration velocity, when measured at either the first or second floor, or low or high in the corner. The vertical ground and structure corner vibrations were roughly equal as expected (figs. 33 and 36). The differences in the responses between types of blasts were significant. However, very little difference was observed between the 1- and 2-story structures.

All the responses discussed in this paper are applicable to residential-type structures with wood frame superstructures. The values do not apply to multistory steel frame structures or large structures with masonry load-supporting walls. The natural frequencies of vibration of these structures could be considerably lower than the 4 to 24 Hz range for residences and their midwalls.

The ground motion VEL did not correlate significantly better to the measured peak or VEL of the structure than the use of simple peak versus peak. Consequently it is recommended that peak velocities continue to be the primary measure of ground motion to assess the damage potential to residential-type structures and for regulatory purposes. However, it is recognized that for engineering, design, and research involving a variety of types of structures and sources, a measurement of simple peak particle velocity is an oversimplification. Some type of direct measurement of response (preferably dy-

namic strain) or model prediction (such as response spectra) would be appropriate in such cases.

Amplification Factors

Several analyses were made of structure response amplifications of the ground vibrations. The Bureau of Mines structure motion data were analyzed by Murray (*32*), Langan (*24*), and Dowding (*13*) for Fourier transfer functions and response characteristics. They discussed the problem of "ghost" resonances (dividing a small apparent response in the spectrum of the structure's motion by an even smaller spectral value in the ground motion).

A simpler amplification factor was determined directly from the vibration time histories. Maximum structure velocities and their times of occurrence were noted. Ground velocities and frequencies were then picked off the records at the corresponding moments of time or immediately preceding the time of the peak structure vibrations. The ratios of the two velocities are plotted in figures 38–40 against the frequency of the corresponding ground motion peak. Amplification factors for the racking response of a 1-story and a 2-story structure are shown in figure 38. Maximum amplifications were found to be associated with ground motions between 5 and 12 Hz, as expected from the natural resonance frequencies of the residences. Because

Table 4.—Equations and statistics for peak structure responses from ground vibrations

Descriptor[1] and mine type	Stories, home	Equation	Correlation coefficient	Standard error, in/sec	Normalized std. error, in/sec	Regression line (figs. 33–37)	Number of points
Max.H SV versus Max. H GV:							
Coal	1	SV = 0.049 + 0.557GV	0.936	0.084	0.090	NAp	36
Do	2	SV = .075 + .553GV	.870	.151	.174	NAp	34
Do	All	SV = .060 + .559GV	.898	.120	.120	1	70
Construction	All	SV = .136 + .230GV	.599	.140	.234	2	13
Iron range	All	SV = .052 + .976GV	.894	.117	.130	3	10
All	1	SV = 0.87 + 435GV	.741	.169	.228	NAp	50
All	2	SV = .082 + 561GV	.862	.141	.163	NAp	53
All	All	SV = .084 + .496GV	.800	.157	.197	4	103
Vert. SV versus Vert. GV:							
Coal	1	SV = .048 + .771GV	.928	.063	.068	5	26
Do	2	SV = .070 + 1.124GV	.880	.335	.335	6	62
Do	All	SV = .044 + 1.131GV	.892	.286	.320	NAp	88
Construction	1	SV = .112 + .230GV	.568	.127	.223	7	11
Do	2	SV = .090 + .529GV	.859	.233	.271	8	7
Do	All	SV = .054 + .424GV	.741	.193	.260	NAp	18
All	1	SV = .035 + .738GV	.905	.208	.230	NAp	37
All	2	SV = .115 + .942GV	.896	.364	.406	NAp	69
All	All	SV = .073 + .907GV	.893	.330	.370	NAp	106
Max.H midwall, SV versus Max.H GV:							
Coal	1	SV = .154 + 1.347GV	.927	.228	.246	9	47
Do	2	SV = .153 + 1.636GV	.920	.358	.389	10	53
Do	All	SV = .146 + 1.534GV	.918	.310	.337	NAp	100
Construction	1	SV = .191 + .300GV	.754	.121	.160	NAp	8
Do	2	SV = .170 + .928GV	.754	.202	.268	NAp	7
Do	All	SV = .269 + .275GV	.524	.194	.371	11	15
Quarry	All	SV = .025 + 1.106GV	.886	.202	.228	12	19
Iron range	All	SV = .029 + 2.546GV	.722	.147	.203	13	16
All	1	SV = .196 + .904GV	.868	.331	.382	NAp	77
All	2	SV = .218 + 1.181GV	.776	.498	.642	NAp	82
All	All	SV = .217 + 1.002GV	.803	.431	.537	NAp	159
Coal, single home:							
Max.H SV versus MaxH GV	2	SV = .114 + .472GV	.894	.114	.161	14	35
H_1 SV versus H_1 GV	2	SV = .114 + .472GV	.894	.144	.161	NAp	35
H_2 SV versus H_2GV	2	SV = .019 + .370GV	.906	.091	.101	NAp	37
Max.H SV versus Max VEL H GV	2	SV = .128 + 2.451GV	.812	.189	.232	15	37
H_1 SV versus VELH_1GV	2	SV = .128 + 2.451GV	.812	.189	.232	NAp	37
H_2 SV versus VELH_2 GV	2	SV = .057 + 1.563GV	.854	.113	.132	NAp	38
Max.H SV versus TVS GV	2	SV = .110 + .299GV	.789	.143	.181	16	28
Max.HSV versus VELTVS GV	2	SV = .158 + 1.171GV	.763	.211	.276	NAp	29
Vert.SV versus Vert.GV	2	SV = .140 + 1.119GV	.852	.403	.472	17	33
Max.H midwall SV versus MaxH. GV	2	SV = .152 + 1.567GV	.905	.428	.472	18	28
Midwall H_1 SV versus H_1 GV	2	SV = .151 + 1.567GV	.905	.428	.472	NAp	28
Midwall H_2 SV versus H_2 GV	2	SV = .514 + 1.517GV	.830	.431	.519	NAp	37
Max.H SV versus PVS GV	2	SV = .092 + .267GV	.781	.128	.164	19	26

NAP = Not applicable.

[1] Symbols SV = Structure vibrations, in/sec (unless specified "midwall" all SV are corner vibrations).
GV = Ground vibration.
Max.H = Maximum horizontal component of vibration.
Vert. = Vertical component of vibration.
H_1 = Horizontal component of vibration best approximating radial.
H_2 = Horizontal component of vibration perpendicular to H_1.
VEL = Velocity exposure level (1-second integration, 1–12Hz).
TVS = True vector sum.
PVS = Pseudo vector sum.

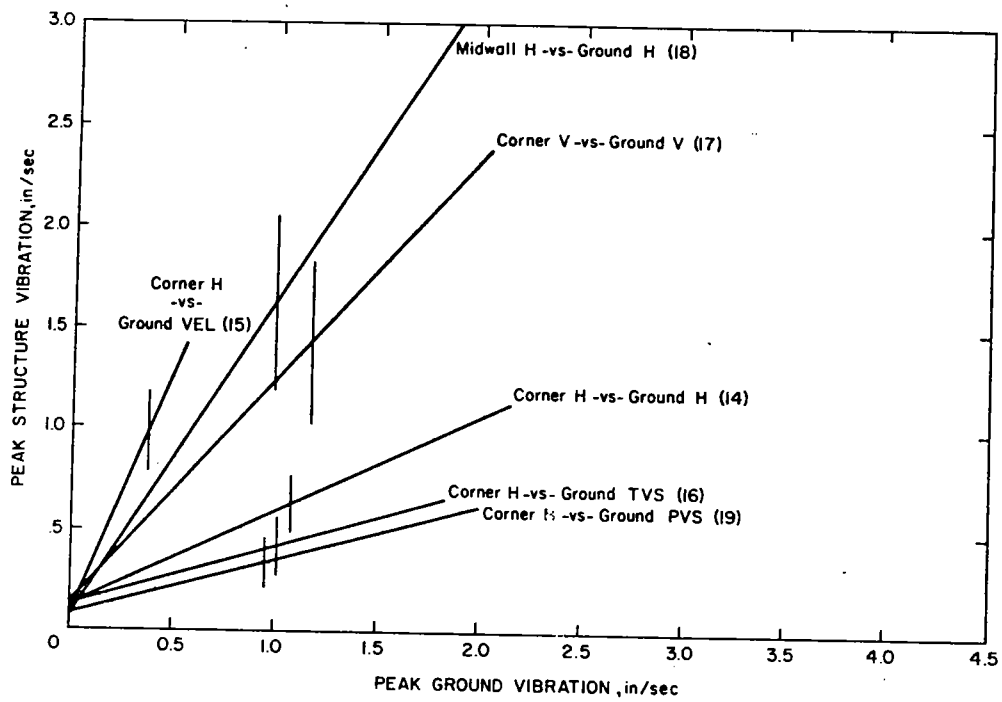


Figure 33.—Corner and midwall responses for a single structure (No. 19). Symbols, equations, and statistics are given in table 4.

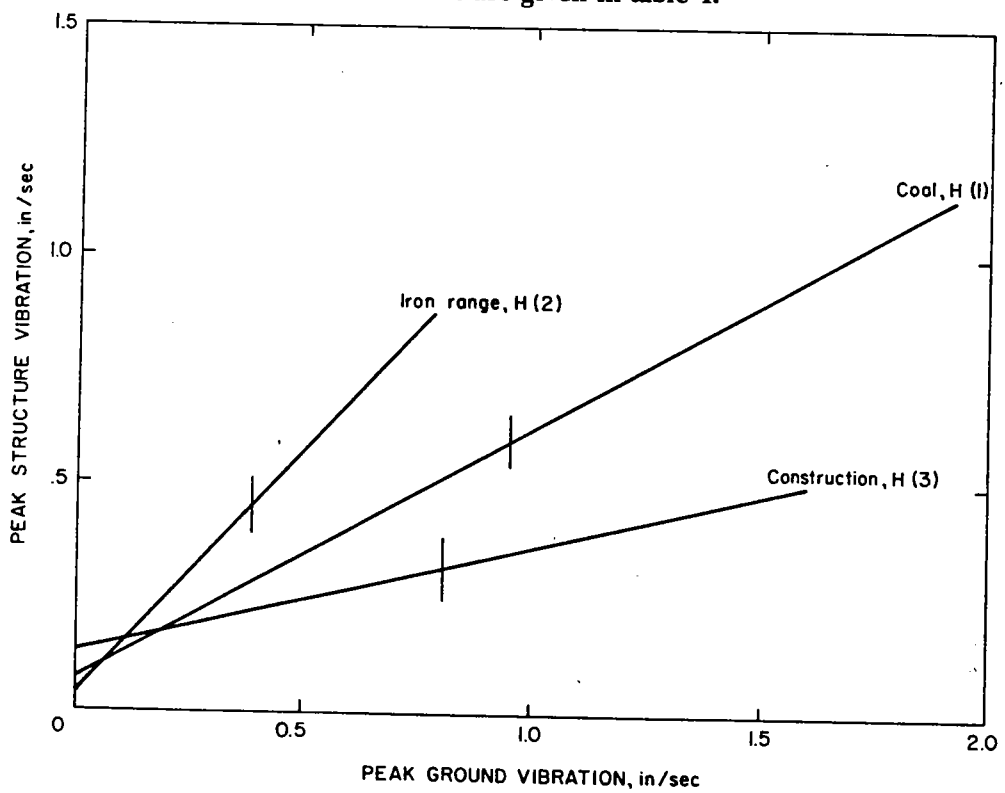


Figure 34.—Structure responses (corners) from peak horizontal ground vibrations, summary. Symbols, equations, and statistics are given in table 4.

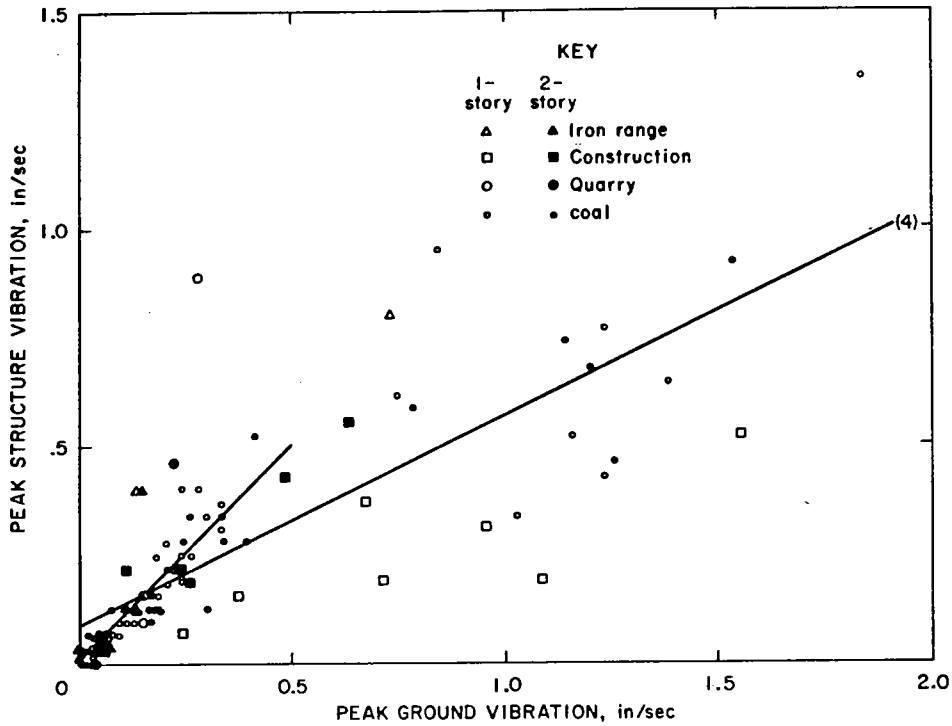


Figure 35.—Structure responses (corners) from peak horizontal ground vibrations with measured values. Equations and statistics are given in table 4.

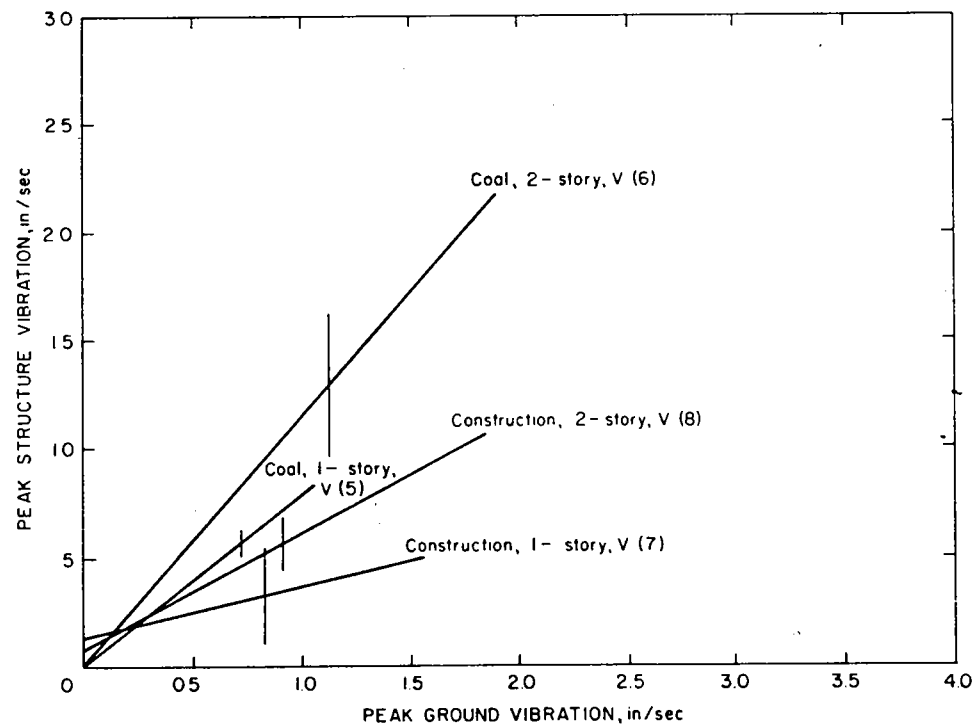


Figure 36.—Structure responses (corners) from peak vertical ground vibrations. Symbols, equations, and statistics are given in table 4.

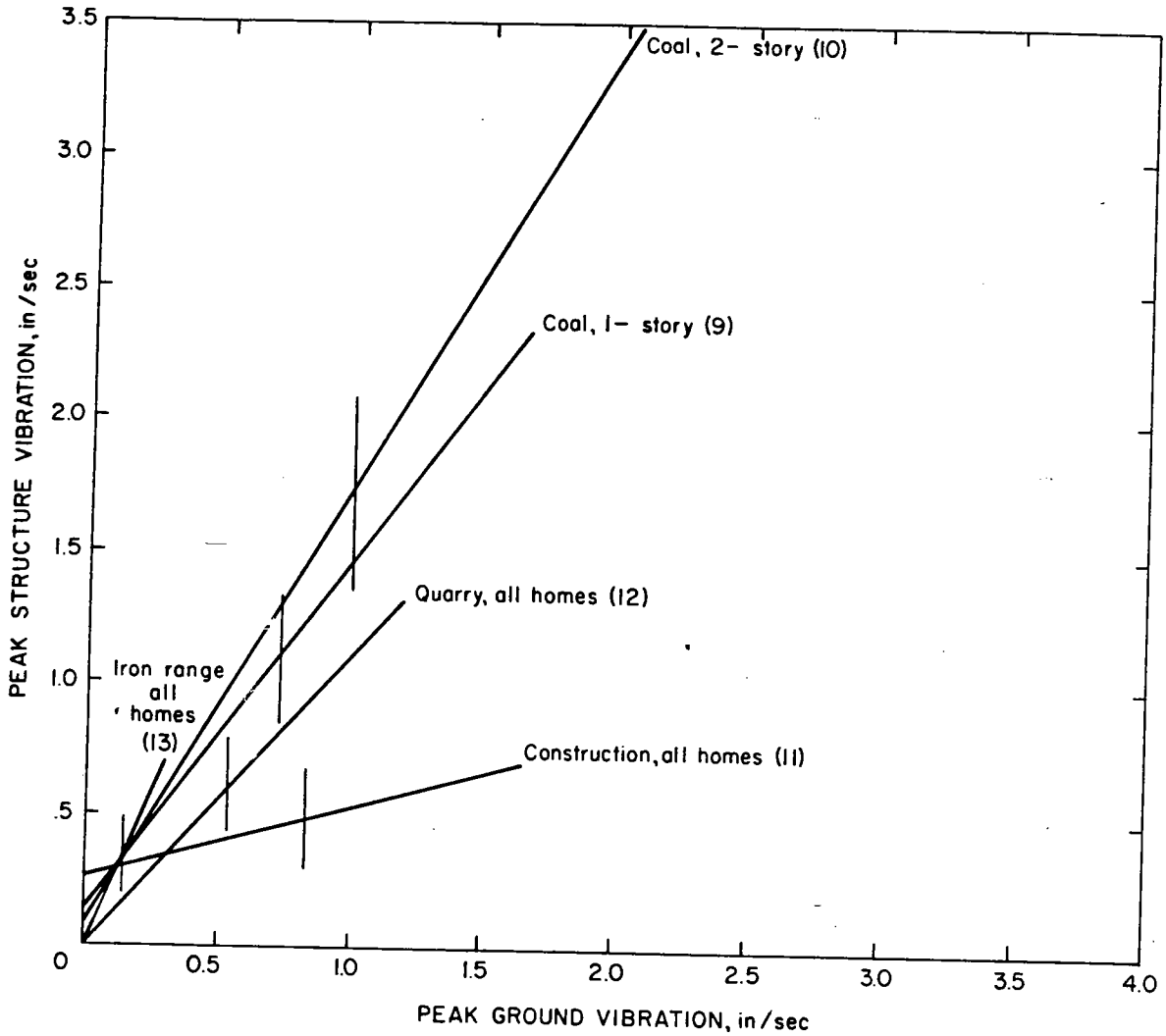


Figure 37.—Midwall responses from peak horizontal ground vibrations. Equations and statistics are given in table 4.

absolute, rather than relative, structure motions were measured, the responses at ground motion frequencies lower than the resonant frequencies theoretically should be unity; however, no ground motions with significant energy at frequencies lower than 5 Hz were encountered in this investigation. A summary of corner motion amplification factors for all of the homes studied is shown in figure 39. The highest amplifications were approximately 4, with 1.5 being a typical value. Ground motions above about 45 Hz produced little or no amplification of the corner-measured structure motion.

Midwall motion amplification factors are shown in figure 40. The maximum amplifications are greater than for the corners, with many responses occurring at higher frequencies, particularly up to 25 Hz. As with corner motions, amplification factors for ground motions above 45 Hz were less than unity.

These results suggest that frequencies below 10 Hz are most serious for potential damage from structure racking. Vibrations below about 25 Hz can excite high levels of midwall motion (typically wall motions are amplified 4 times that of the ground motions) and generate most of

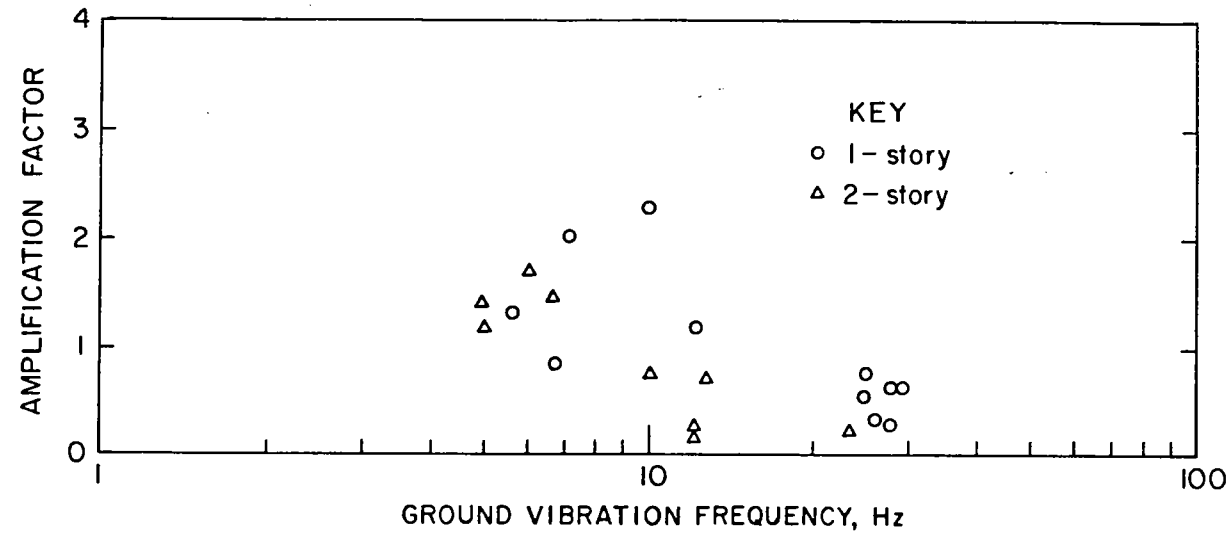


Figure 38.—Amplification factors for blast-produced structure vibration (corners) of a single 1-story and a single 2-story house.

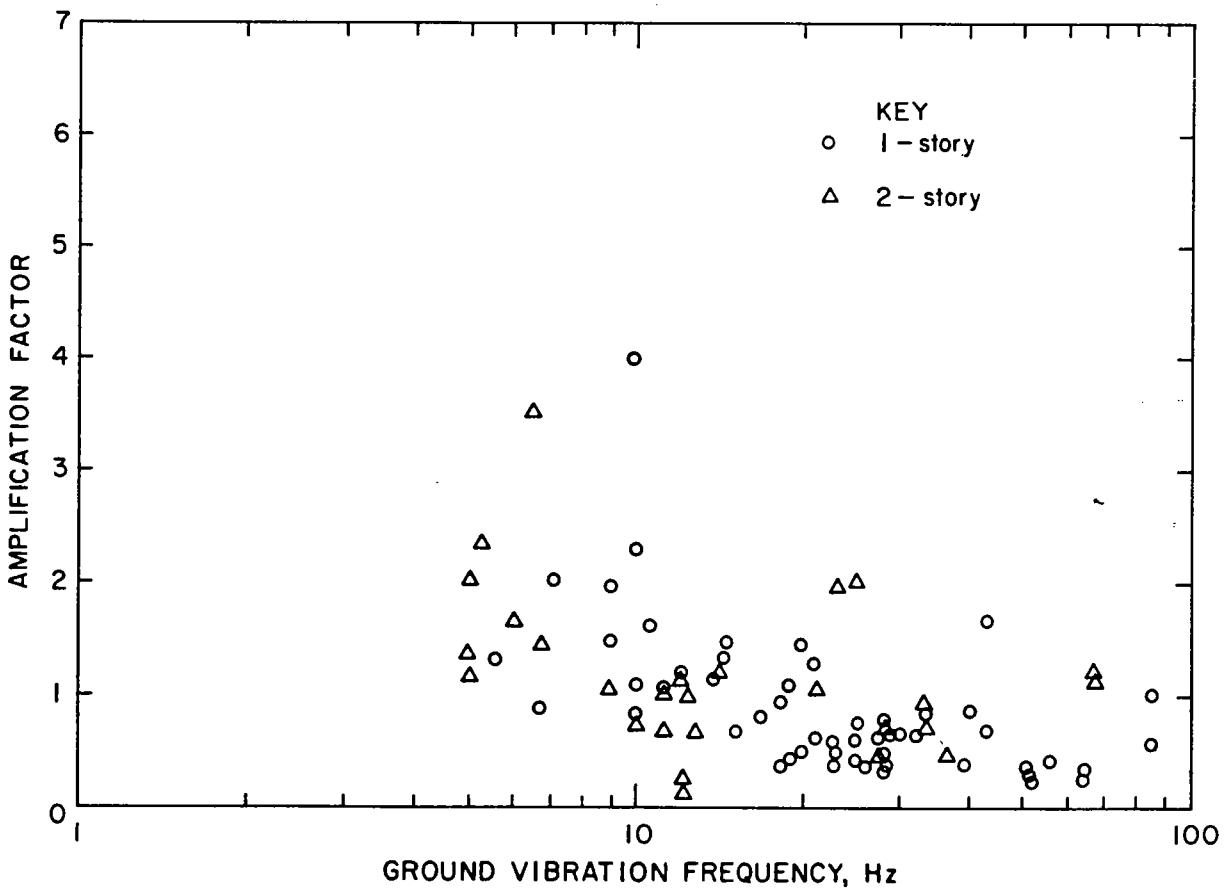


Figure 39.—Amplification factors for blast-produced structure vibration (corners), all homes.

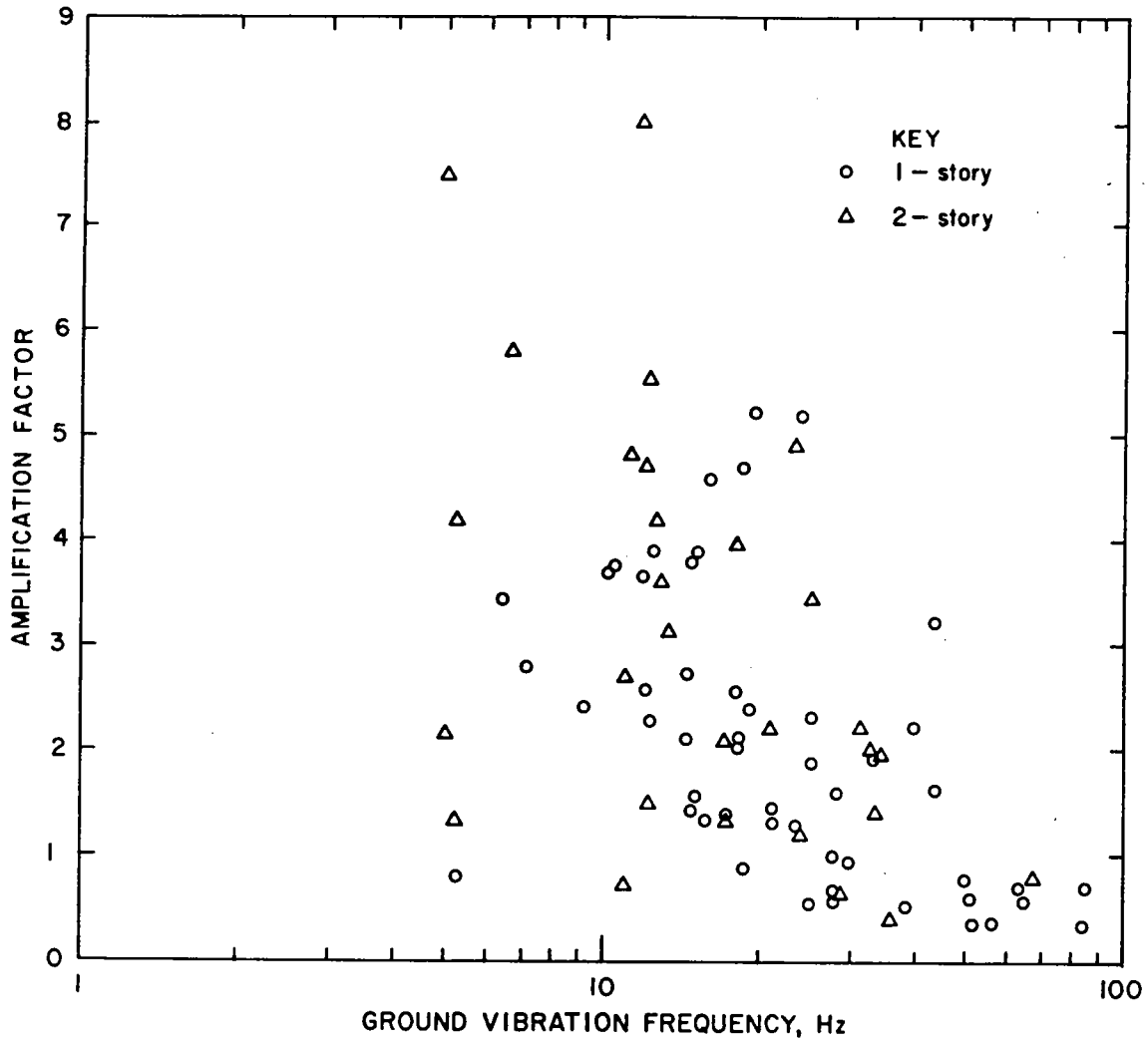


Figure 40.—Amplification factors for blast-produced midwall vibration, all homes.

the secondary noises, rattling, and other annoyances.

Kamperman studied transfer functions for residences subjected to quarry blasts (22). His concern was primarily with human response to midspan vertical floor motions, and an assessment of various airblast measurement descriptors. Kamperman made 23 comparisons between measured outside ground and inside floor motions from 18 blasts. He found amplification factors of 1.60 for vertical peak particle velocity and 1.04 for horizontal velocity (lateral or radial).

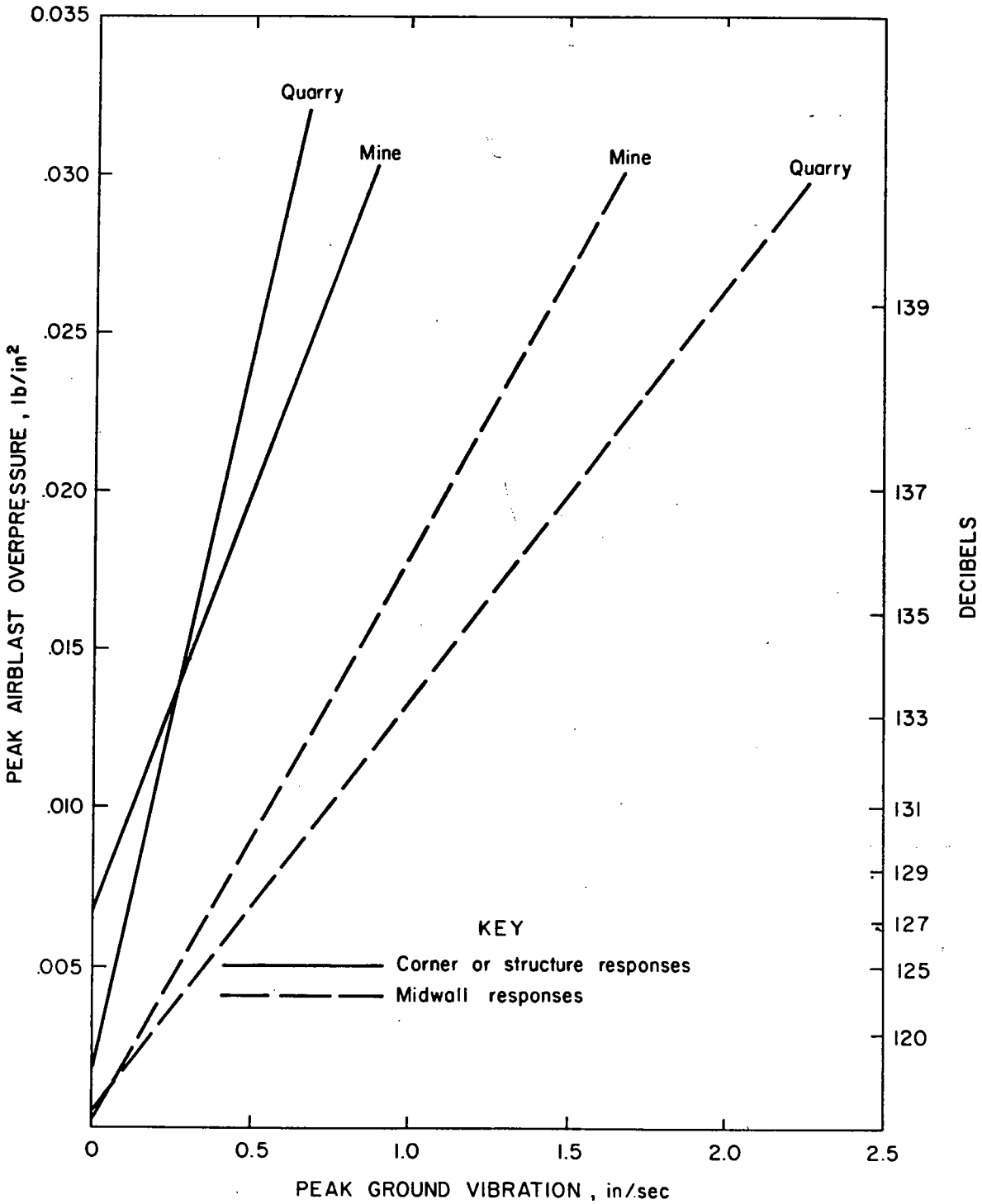


Figure 41.—Ground vibration and airblast that produce equivalent amounts of structure response, in frame residential structures of up to 2 stories.



Figure 42.—Test residential fatigue structure near surface coal mine. AYRSHIRE

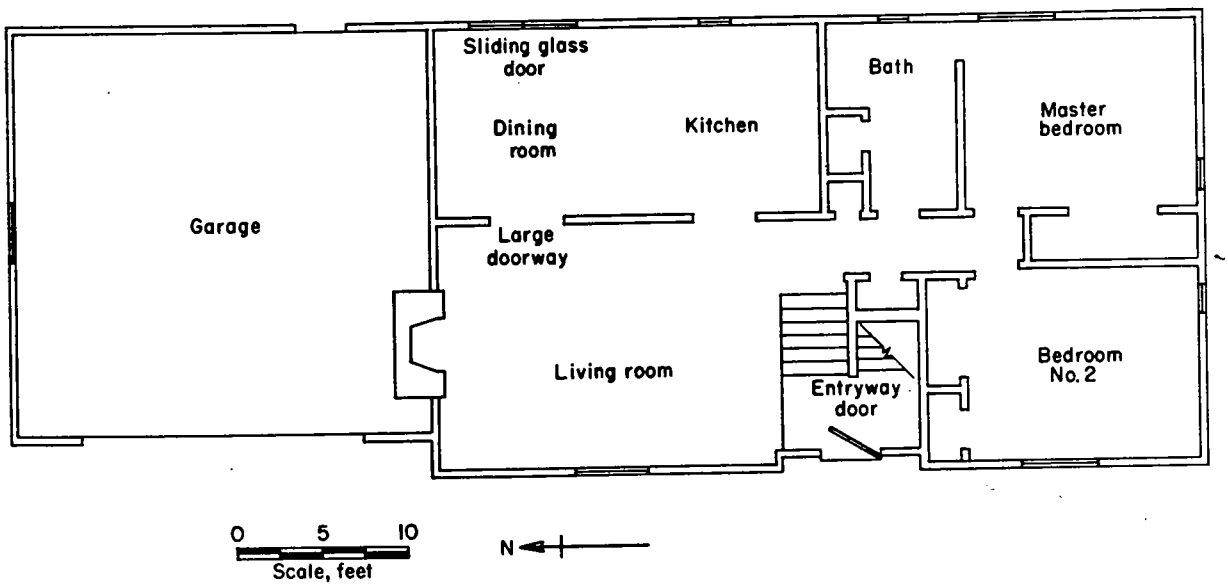


Figure 43.—Plan of main floor of test fatigue structure shown in figure 42.

Airblast Response

Structure responses from airblasts and sonic booms have been described in an extensive analysis of airblast from surface mine blasting (*46*). Levels of ground vibration and airblast that produce the equivalent structure motions are shown in figure 41, based on mean observed responses. The airblasts are those measured with 0.1-Hz low-frequency response systems. Typical 2- and 5-Hz commercial systems would give airblasts with sound levels in the range of 1 to 5 dB lower. Airblasts are relatively strong sources of midwall vibrations and poor sources of corner (whole-structure racking) vibration. The airblast levels producing the same amounts of corner vibration as 0.50 in/sec ground vibration are 0.020 to 0.024 lb/in^2 (137 to 138 dB). Relatively strong midwall vibrations are produced by airblasts, with only 0.007 to 0.009 lb/in^2 (128 to 130 dB) required to produce wall vibration equivalent to that from 0.50 in/sec ground vibration. From these equivalencies, airblast appears less likely to crack walls than ground vibration, as cracking occurs predominantly from shear and tensile wall strains that are produced by shearing rather than bending. Airblasts, however, are often responsible for the secondary rattling and annoyance effects produced by midwall motions (perpendicular to the planes of the wall surface).

Differences between mine and quarry blast-produced corner responses are not significant in the critical airblast range of 0.010 to 0.016 lb/in^2 (131 to 135 dB). By contrast, the midwall responses are very much different, probably because the relatively less confined quarry blasts produce more and higher frequency airblasts.

Structure Responses From Everyday Activities

Houses are subjected to a variety of vibrations and strains from human-produced transients and from slower processes of settlement from soil consolidation and changes in both the house and ground from natural environmental influences. The Bureau of Mines has measured strain and vibration from both human activities and from five mine blasts as the beginning of a study on fatigue effects in a residential structure.

The test structure and plan view are shown in figures 42 and 43. Strains were measured at critical places over windows and doorways using gages developed from a Northwestern University model (*11*). The maximums of the three strains measured at each location are given in table 5. The maximum principal strains would be slightly greater. Vibrations were measured in low and high corners, midfloors, and midwalls for both the blasts and the other activities (table 6).

Surprisingly high levels of strain and vibration were generated by the human activities. Comparisons between the blast- and human-produced effects suggests that house superstructures are continuously subjected to transients producing localized strains equivalent to ground vibrations of up to 0.50 in/sec. Additionally, it was found that effects produced in one part of the house (i.e., a front door slam) could produce significant strains all over the structure. No measurements have yet been made on the masonry facade or the basement floor or walls.

Table 5.—Strains in fatigue test structure from blasting and human activity

Strain locations	Maximum structure strains, μin/in						
				Door slams			
	Mine blasts	Jumps	Heel drops	Entrance	Sliding glass	Nail pounding	Walking
Over sliding glass door	[1]22,[2]15	24	9.2	13	22	21	Low
Over south window in master bedroom	[3]18	42	20	12	19	9.3	9.1
Over large doorway in living room	[4]24,[5]11	17	6.1	8.3	6.2	28	Low
Over picture window	[4]33	17	11	21	3.6	32	3.2
Over entrance door	[4]36,[3]43	13	5.8	140	Low	Low	Low

[1] From peak ground vibration of 0.300 in/sec, 129 dB airblast.
[2] From peak ground vibration of 0.210 in/sec, 124 dB airblast.
[3] From peak ground vibration of 0.290 in/sec, 124 dB airblast.
[4] From peak ground vibration of 0.470 in/sec, 131 dB airblast.
[5] From peak ground vibration of 0.320 in/sec, 125 dB airblast.

Table 6.—Structure vibrations in test fatigue structure from blasting and human activity

Vibration location	Mine blasts	Maximum structure vibrations, in/sec					
		Jumps	Heel drops	Door slams		Nail hammering	Walking
				Entrance	Sliding glass		
NW corner, low horizontal living room	[1]0.~~472~~.377 [2].483	0.190	0.055	0.220	0.110	0.100	0.056
NW corner, low vertical living room	—	.200	.069	.120	.041	.180	.180
NW corner, high horizontal living room	[1].316 [2].345	.170	.037	.260	.100	.064	.054
SE corner, low horizontal master bedroom	[5].227 [4].222	.310	.139	.182	.164	.508	.157
SE corner, low vertical master bedroom	[5]~~.392~~.314 [3].194	.286	.133	.121	.029	.118	.126
Midsouth wall, master bedroom	[5].508 [4].700	1.44	.783	1.29	.136	.241	.225
Mideast wall, master bedroom	—	2.63	1.42	.934	.111	3.81	.285
Midwest wall, living room	[1].964 [2]1.37	1.00	.486	1.05	.124	.365	.086
Midfloor, [illegible] room	—	5.58	4.08	1.25	.031	.063	1.49
Midfloor, living room	[1]1.18 [2].85	10.1	5.84	.453	.272	.067	.286

[1] From peak ground vibration of 0.470 in/sec, ~~111~~ 119 dB airblast.
[2] From peak ground vibration of 0.320 in/sec, 125 dB airblast.
[3] From peak ground vibration of 0.210 in/sec, 124 dB airblast.
[4] From peak ground vibration of 0.300 in/sec, 129 dB airblast.
[5] From peak ground vibration of 0.290 in/sec, 124 dB airblast.

FAILURE CHARACTERISTICS OF BUILDING MATERIALS

Most of the damage concern from the relatively low-level blasting vibrations involves cosmetic cracking of the interior walls of residences. Modern construction uses interior walls of gypsum plaster board (Drywall) with a covering of paint, wallpaper, or a plaster wash. Older homes often have interior walls of thick plaster over wood lath support. The strength of interior construction materials is not well understood, as they are not explicitly used as shear force resisting elements and homes tend to be nonengineered structures. However, it is evident that wall coverings stiffen their responses to forces acting in the planes of the walls. Early Bureau of Standards work on the strength of construction materials is discussed by Beck (*3*).

GYPSUM WALLBOARD FAILURE

Gypsum wallboard or Drywall consists of a panel of ⅜- to ⅝-in-thick gypsum plaster with a paper laminate covering on both sides. The 0.015-in-thick paper contributes greatly to the strength of the board and conceals cracking of the plaster core.

Strength tests on gypsum wallboard and plaster are summarized in table 7. Included are tests with and without paper laminates, preloaded static, and fatigue tests for various thicknesses of boards. Initial cracking could be seen on uncovered plaster but was masked by the laminate paper on covered wallboard.

Leigh studied plaster panels subjected to simulated sonic booms (*28*). In his fatigue study, he found only one failure out of 13 panels tested, and this he attributed to the experimental design. He also performed static failure tests.

Wiss measured strains on the walls of a home as part of his study of damage from blasting on the Mesabi Iron Range in Minnesota (*57*). His is the only failure strain measured under field blasting conditions. Wiss related his measured strains to peak ground particle velocities and found that 1.0 in/sec corresponded to interior strains of up to 50 μin/in, with 15 μin/in being a typical value. Drywall failure strains were also determined from laboratory tests of samples removed from the structure. Failure strains were very high but compare well with results of Bureau of Mines tensile tests on Drywall sections.

Table 7.—Failure characteristics of plaster and gypsum wallboard

Author and type for failure[1]	Strain, μin/in	Stress, lb/in²	Material	Thickness, in	Prestrain, μin/in	Cycles to failure
Leigh (*28*): Tensile	460	300	Plaster beam	NA	0	Static.
Do	365	300	Plaster panel	⅜	0	1
Do	260	200	---- do	⅜	0	10,000
Wiss and Nichols (*57*): Tensile	[2]1,230	[2]920	Gypsum wallboard with longitudinal section.	⅜	0	Static.
Do	[3]3,300	[3]1,460	---- do	⅜	0	Static.
Do	[2]1,100	[2]650	---- do	½	0	Static.
Do	[3]4,700	[3]1,100	---- do	½	0	Static.
Do	[2]840	[2]580	Gypsum wallboard with transverse section.	⅜	0	Static.
Do	[3]3,770	[3]785	---- do	⅜	0	Static.
Do	[2]910	[2]380	---- do	½	0	Static.
Do	[3]2,400	[3]580	---- do	½	0	Static.
Do (in situ)	1,162	NA	Gypsum wallboard	NA	NA	Blasting.
Dowding and Beck (*11*): Shear[4]	130	NA	Gypsum wallboard core with paper laminate removed.	⅝	0	Static.
Do	80	NA	---- do	⅝	0	1,000
Do	50	NA	---- do	⅝	0	18,000
Do	90	NA	---- do	⅝	26	330
Do	76	NA	---- do	⅝	26	1,900
Do	56	NA	---- do	⅝	26	8,500
Do	[2]340	NA	Gypsum wallboard	⅜	26	Static.
Do	[3]>1,400	NA	---- do	⅜	0	Static.
Bureau of Mines (this study):						
Tensile	[2]1,240	[2]175	---- do	⅜	0	Static.
Do	[3]3,400	[3]285	---- do	⅜	0	Static.
Do	[2]1,420	[2]170	---- do	½	0	Static.
Do	[3]3,210	[3]250	---- do	½	0	Static.
Do	[2]1,445	[2]140	---- do	⅝	0	Static.
Do	[3]3,450	[3]230	---- do	⅜	0	Static.
Shear	[2]5,000	[2]95	---- do	½	0	Static.
Do	[3]8,450	[3]156	---- do	½	0	Static.

NA = Not available.
[1] All laboratory tests except as noted in parentheses.
[2] Initial gypsum core failure.
[3] Ultimate failure, paper laminate damage.
[4] Beck's strains involved measurement on test sample. Others used platen displacement.

Beck sheared gypsum panels to failure, while investigating both fatigue behavior and the effects of preloading (*3, 11*). Most of his tests were on commercially cast panels from which the paper laminate had been removed. He found that after 5,000 cycles the panel would fail at about half the maximum strain that corresponds to static failure. Beck also found that preloading or prestraining reduced the number of cycles required for failure and also the failure strain.

The principal failure strains for this study and the two points from Wiss' study are plotted in figure 44, along with observed static failure levels. Large variances are shown for Drywall core failures (e.g., 340 to 1,200 μin/in), which can be attributed to experimental load setup, moisture differences, and method of strain determination. Additional fatigue testing of building materials is needed.

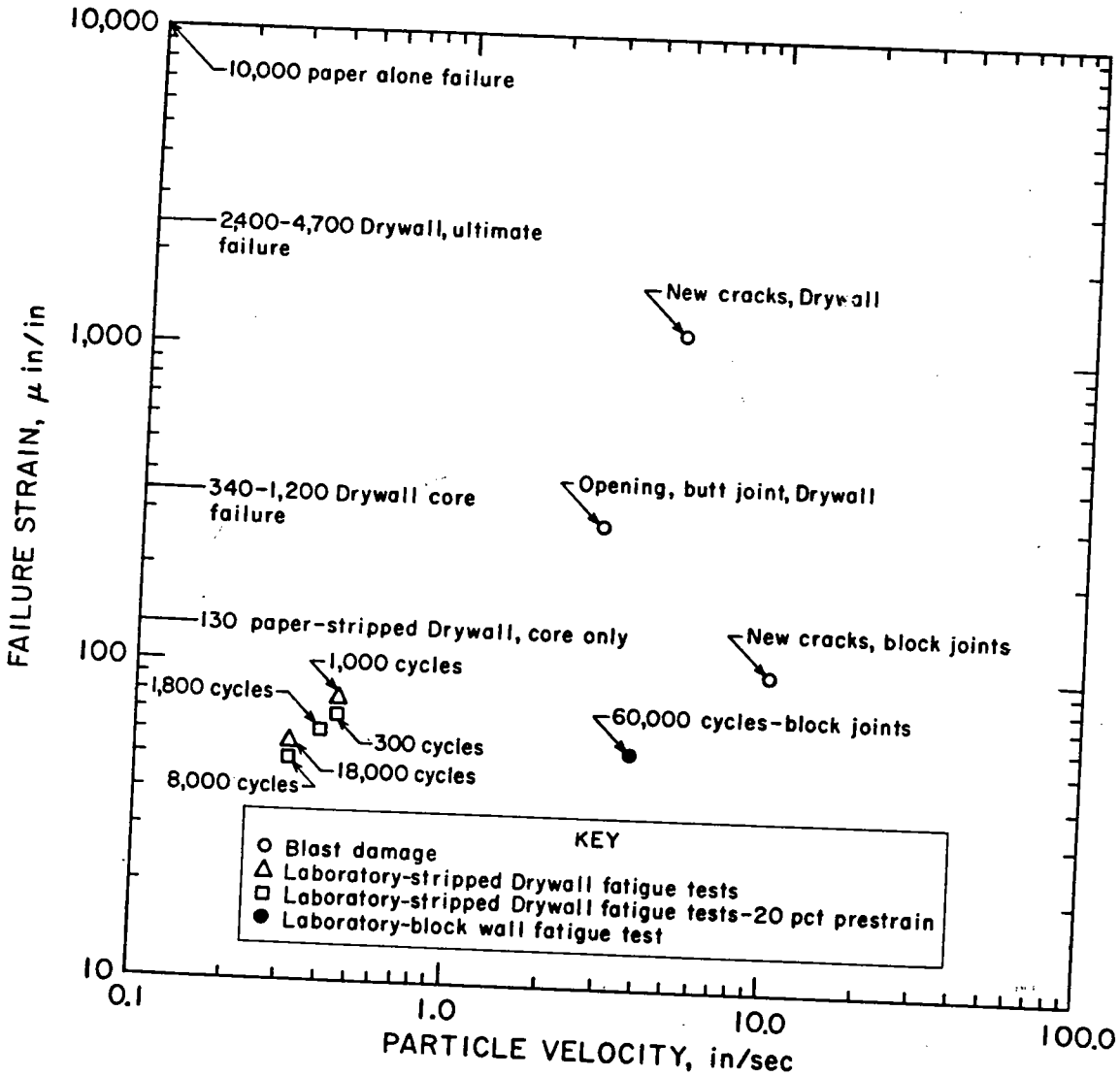


Figure 44.—Failure strains for residential construction materials from a variety of sources (tables 7 and 8).

The ultimate tensile failure strain for typical gypsum wallboard appears to be about 1,000 μin/in (*57*). Assuming that a stress concentration of 10 corresponds to the space above doorways or large windows, a shear deformation producing a uniform 100 μin/in would be potentially damaging. Projecting this over a typical house wall length (30 ft) gives peak differential displacements of approximately 0.036 in.

Complicating comparisons between different studies is that some measurements are made directly on the test specimens, while others are made using the machine platens. These values can differ by a wide margin.

MASONRY AND CONCRETE FAILURE

The two Canadian studies of blasting vibration damage included measurements of strains in basement walls of thick stone and mortar (table 8). Edwards and Northwood (*16*) found dynamic strains corresponding to initial cracking of > 375 μin/in and permanent induced strains of > 150 μin/in. Later measurements by Northwood found very much lower cracking thresholds of 45 μin/in (*38*).

Crawford and Ward studied masonry cracking induced by blasts in an 8- by 8-foot block and poured concrete box filled with sand (*9*). They found that poured concrete walls were much stronger than block walls and required high levels of both strain and particle velocity to induce cracking. The mortar joints of the concrete block wall failed at considerably lower strains, but the blocks themselves had the same ratio of strain to velocity as the concrete walls. The walls of concrete block and mortar did not act as monolithic bodies but as concentrated strains at the mortar joints. Crawford and Ward measured strain levels across the mortar joints that were 10 times those on the adjacent blocks (*9*).

Cracks appeared in the mortar joints when strains of 30 μin/in were measured on the blocks, consistent with Northwood's values (*38*). The strains across the joints were 300 μin/in. These results are consistent with the observations that cracks in the mortar between the blocks or bricks are the first signs of damage in masonry. Crawford and Ward recommended particle velocity as an index of damage independent of masonry type, with failure at 3 in/sec measured radially to the blasting and perpendicular to the block surface. This corresponds to surface strains of 35 to 40 μin/in on the blocks. Monolithic concrete, on the other hand, did not crack until particle velocities exceeded 10 in/sec and strains of 100 μin/in. Even then, the concrete cracked at the corners of the box. This location of cracking suggests that expanding gas pressures may have deformed the box and cracked the concrete at strain concentrations in the corners.

The measurement of strain is a useful engineering tool. It may provide the most appropriate method of assessing cracking potential for instances where locations of maximum strains can be predicted beforehand and material failure characteristics are understood.

Table 8.—Failure of masonry and concrete

Author and type of material	Dynamic strain at failure, μin/in	Particle velocity, in/sec	Type of cracking
Edwards and Northwood (*16*):			
On stone mortar basement walls, 18 to 24 in thick	375	3.1	Threshold.
Do	[1]150	3.1	Do.
Northwood, Crawford, and Edwards (*38*): On stone and mortar walls perpendicular to shot (radial)	40	3.4	None.
Do	45	4.5	Threshold.
Do	75	7	Minor.
Do	80	10	Major.
Crawford and Ward (*9*):			
8- and 10-in concrete block	30	3	Threshold.
Mortar joints	300	NAp	Do.
7- and 9-in poured concrete	100	10	Do.

NAp = Not applicable.
[1] This is permanent strain. All the remaining are dynamic.

FATIGUE

A very limited amount of work has been done on fatigue or damage from long-term repeated blasting. For engineered materials, fatigue strengths are typically a significant fraction of the ultimate strengths (e.g., 50 pct).

The U.S. Army Corps of Engineers, Civil Engineering Research Laboratory (CERL), conducted a fatigue damage test for the Bureau of Mines as the first phase of a full-scale fatigue study (*54*). An 8-foot-square by 8-foot-high test structure (model room) was built on the CERL 12- by 12-foot biaxial vibration table (fig. 45). This structure represented a typical residential room with a 7-foot doorway and two window openings. It was constructed of 2- by 4-inch wood studs and ⅜-inch-thick gypsum wallboard. Joints were taped and finished in the standard manner, with metal beads on the outside corners.

The vibration simulator that shook the base was programed with one of the horizontal components and the vertical component of an actual

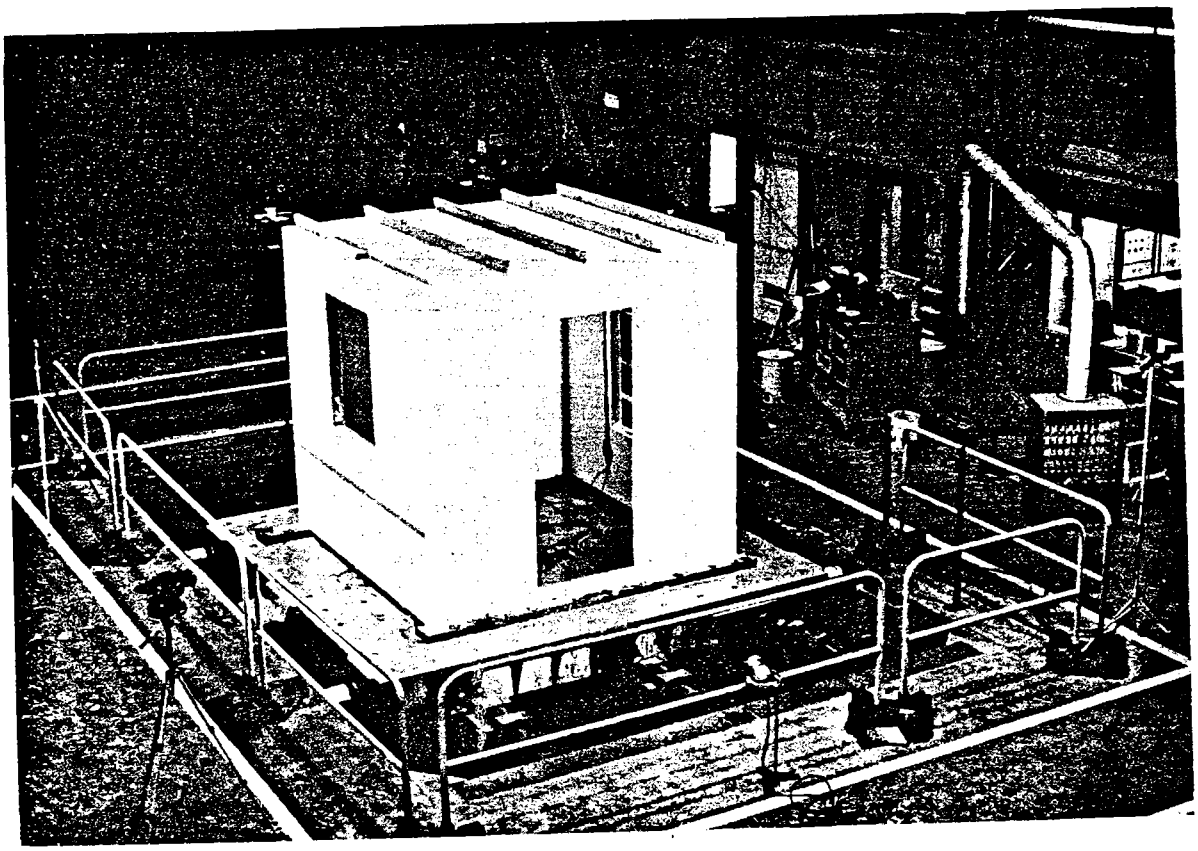


Figure 45.—Fatigue test model on biaxial vibrating table.

quarry blast from Bulletin 656 (*37*). The predominant horizontal and vertical component frequencies were 26 and 30 Hz, respectively. Testing consisted of a series of "blasts" at increasing platform vibration levels with inspections between each series. The sequence of number of events for each level of vibration was 1, 5, 10, 50, 100, and 500. The vibration levels run were 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, and 16.0 in/sec. The first damage was observed after six events (blasts) at 4.0 in/sec, when the Drywall pulled away from the bottom plate. After six events at 8.0 in/sec nails began to work out, and after 66 events the corners cracked. A level of 16 in/sec produced cracks at window openings. The vibration levels from this study cannot be directly related to the full-scale case, because the excitation motions were not scaled (e.g., the natural frequency of the model was too high because the mass was too low). However, the existence of fatigue was demonstrated as each new degree of damage was observed after several complete events at that vibration level.

Fatigue and cracking of masonry walls have been studied by Koerner (*23*). He subjected 1/10-scale block masonry walls to sinusoidal vibrations at their resonant frequencies of 40 to 50 Hz. Failure was observed after approximately 10,000 cycles at peak particle velocities of 1.2 to 2.0 in/sec. More cycles were required for damage at frequencies outside of resonance. Recent tests by Koerner on 1/4-scale block walls also found fatigue effects, including the cracking of three walls at particle velocities of 1.69 to 1.95 in/sec, requiring 60,000 to 400,000 vibration cycles. Koerner predicted that the prototype natural frequency values would be half those of his model walls, and that the failure particle velocities would then be double the model results (*23*). Applied to full scale, these results correspond to more than a thousand 1-sec-long, 40-Hz events. In addition to Koerner's study, other fatigue studies are in progress to quantify the failure potentials from long-term blasting as well as the other stress-producing environmental factors.

SAFE VIBRATION LEVELS FOR RESIDENTIAL STRUCTURES

There are a large number of publications on ground vibrations and blasting; however, few contain actual observations of damage[7] and corresponding measurements of ground motions. In 1962, the Bureau of Mines published RI 5968 by Duvall and Fogelson (*14*). This was a summary analysis of the three existing blasting damage studies, one from Canada (*16*), one from Sweden (*26*), and data from Bureau of Mines Bulletin 442 dating back to 1942 (*51*). RI 5968 was revolutionary in several respects. It recommended the use of a single motion descriptor, particle velocity, in place of displacement and acceleration. Based on the use of particle velocity, a single safe value damage criterion of 2.0 in/sec was recommended, which was frequency independent over the wide range of 2.5 to over 400 Hz.

In 1971, the Bureau of Mines published Bulletin 656, a comprehensive summary of the many problems of blasting, including generation, propagation, and damage from both ground vibration and airblast (*37*). The ground vibration damage data in Bulletin 656 were those collected for RI 5968. A single new point from a study by Wiss (*57*) was included, but no new statistical analysis was conducted to include studies made since the 1962 report. It later became evident that the Bureau-recommended vibration criterion was not applicable under some conditions and that damage was occurring below 2 in/sec. Consequently, in 1974 the Bureau of Mines started a new program to examine damage from blasting. This included an analysis of data that had become available since 1962, and also the collection of new damage data, particularly from large-scale blasting operations in coal mines.

Review of the RI 5968 indicated that low-frequency vibrations (e.g., 2.5 to 40 Hz) were a significant problem and required additional study, such as response spectrum analysis. The 2.0-in/sec safe level had been based on a mixture of both high- and low-frequency damage data. Consequently, the inferred 5-pct damage probability was somewhat artificial and depended on the relative amount of each kind of data available. Using any given number of standard deviations from the mean of the high- and low-frequency data separately would give widely differing safe values for the two cases. The derivation of 2.0 in/sec as the safe level was based on 2.0 standard deviations from the 5.4-in/sec mean of all the minor damage points. Five values for minor damage were outside the 2.0 standard deviation damage envelope (at approximately 1.2, 1.36, 1.24, 0.75, and 0.32 in/sec), all from Bureau of Mines shaker tests that only approximately modeled transient blast loads (*51*). The last of these values was dropped for statistical reasons. Because 2.0 in/sec was also lower than all the individual major damage points, and because it included all actual blasting damage data, it was recommended as a boundary between damage and nondamage.

The large amount of scatter in the summary analysis at low frequencies is undoubtedly caused by the presence of structure resonances and initial strain states. The lower frequency vibrations also result in large displacements (and strains), and it is strain that ultimately produces cracking. RI 5968 had not presented sufficient data for separate analyses of the low and high frequencies because it was based upon only three studies, one of which was not blasting. Since the 1962 report, four major sets of additional data have become available, including new damage data obtained from Bureau of Mines research. Three other studies have supplied a few new damage points each, bringing the total number of relevant studies to 10 (table 9). Direct statistical treatment of the type used in RI 5968, probability analysis, and response spectra analysis were all applied to quantify blasting damage potentials.

PREVIOUS DAMAGE STUDIES

Few studies have been made that actually produced data useful for determination of thresholds and probabilities of damage. Required are actual structures near enough to blasts for damage and careful preblast and postblast inspections. All homes are cracked from natural causes, including settlement and periodic changes of humidity, temperature, and wind. Soil moisture changes are notorious for causing foundation cracks (e.g., from tree roots). The widths of old cracks change seasonally and often daily; however, the number of cracks continues to increase with age, independent of blasting.

[7] The term "damage" is used in this report and those referenced (*14, 16, 26, 37, 51*) to refer to cracking of either interior superstructure walls or masonry. The special nature of the damage is discussed in later sections of this report (and in table 10); however, it is understood that the observed damage refers to cosmetic and superficial effects, and that the structural integrity of the homes is not being questioned here.

Table 9.—Studies of damage to residences from blasting vibrations

Study	Damage classifications	Types of damage	Overburden type	Structures studied	Distances to shots, ft	Shot sizes, lb/delay	Frequency range, Hz	Total shots	Damage observed, uniform classification				Instrumentation
									Non-damage	Threshold	Minor	Major	
Thoenen and Windes, Bureau of Mines (*51*).	Threshold and minor.	Plaster cracks and fall of plaster.	None	6 frame, brick, and stone, 1 to 3 story.	None	None	4–40	[1]163	103	26	34	0	Displacement.
Langefors, Westerberg, and Kihlstrom (*26*).	Minor and major.	do	Rock	NA	NA	NA[2]	48–420	105	57	0	32	16	NA.
Edwards and Northwood (*16*).	Threshold, minor, and major.	Cracks in masonry, bricks, or stone basement walls.	Soft, wet sand with clay 20 ft down, and well-consolidated glacial till.	6 total: 4 with 12-in brick and plaster interiors, 2 frame.	30–200	47–750	2.5–25	22	22	6	8	5	Displacement and acceleration measured on basement walls.
Northwood, Crawford, and Edwards (*38*).	do	Basement wall damage close in, and super-structure plus basement damage far out.	Glacial till and limestone overlain by thin till layer.	6 total: 1 frame, 1 stone, 4 9- to 12-in brick.	3–300	0.3–1,600	[3]7–120	60	51	10	4	5	Velocity, MB-120 gage, measured on basement walls.
Thoenen and Windes, Bureau of Mines (*51*).	Threshold and minor.	None	10 quarries	14 total	715–2,500	36–1,200	3–16	43	11	0	0	0	Displacement and acceleration.
Morris and Westwater (*31*).	Threshold	Plaster and partition cracks.	1 quarry and 1 surface coal mine.	2 stone with plaster interiors.	115–820	200–14,000	3.7–5.7	3	1	2	0	0	Displacement.
Dvorak (*15*)	Threshold, minor, and major.	Plaster and masonry cracks.	Semihard clay with sand lenses.	4 brick and masonry.	30–164	2.2–44	1.5–15	58	7	25	15	11	Do.
Wiss and Nicholls (*57*).	Minor	Drywall cracks	Glacial till	Single structure, rubble stone foundation.	35–200	1–85	NA	10	9	0	1	0	Velocity, MB-120 gage.
Jensen and Rietman (*57*).	do	do	Rock with 0 to 7 ft of soil overburden.	18 frame structures.	[4]30–185	1.75–12.75	[5]11–126	29	27	0	2	0	Do.
Bureau of Mines new data.	Threshold and minor.	Plaster, Drywall, and masonry cracks.	Various, usually with soil overburdens.	17 frame structures.	14–2,500	18–2,600	6.3–71	225	~~57~~ 76	~~23~~ 28	3	0	Do.

[1] Shaker tests.
[2] Excavation in rock, small shots.
[3] Predominantly 12 to 26 Hz for damage data.
[4] Plus 1 at 5 ft.
[5] Mostly >30 Hz.
NA = Not available.

Analysis of damage probabilities is particularly difficult because of the low probabilities being sought. For example, reliable determination of the 2-pct damage probability theoretically requires 49 nondamage measurements for every one of damage. Consequently, it is necessary to pool all the available data while avoiding the use of data that are clearly not similar to actual blasting. Examples of the latter are teleseismic blast vibrations and earthquakes, whose low-frequency content and long durations make them more likely to produce damage to structures. Thoenen and Windes' (*51*) early analyses recognized the nonapplicability of the Mercalli intensity scale developed for earthquakes, and Richter's observations on duration effects were discussed in the section on ground vibration characteristics. The shaker damage results of Thoenen and Windes are also questionably applicable, being of longer duration than actual blasting.

All the applicable blast-vibration damage studies are summarized in table 9, all involving preblast and postblast inspections. A detailed analysis of these studies is not made in this paper. Many are discussed in Bulletin 656 (*37*), and only the last two represent entirely new data. The first three studies in the table had been analyzed in RI 5968; summary results are in figure 3.4 of Bulletin 656 and figure 6 of RI 5968 (*14*). In some cases, measurements were made on foundation walls, and in others in the ground next to the structure. Obviously, uniform measurements are highly desirable. Stagg (*50*) discusses measurement methodology. The degrees of damage (threshold, minor, and major) are given in table 10.

The Canadian researchers made the second study of damage from blasting (*38*) published after RI 5968. This followed the Edwards and Northwood investigation (*16*), involved more shots and a wider range of both shot-to-house distances and shot sizes, and utilized similar experimental design.

Thoenen and Windes reported on a series of quarry blasts intended to study damage to residences (*51*). In the absence of damage, they used structure vibrators to induce cracking. The quarry nondamage data were not useful in the mean square analyses of damage thresholds performed for RI 5968; however, they are useful for probability analysis where numbers of damage and nondamage observations are compared.

Morris and Westwater described early studies on blast damage at a time when all measurements and damage criteria were based on ground displacements (*31*). In addition to discussing the Thoenen and Windes study, they describe three monitored blasts in Britain where inspections were made. They concluded that 0.040-in peak displacement would be a safe value criterion, and that a previously recommended maximum of 0.008 in had a considerable margin of safety. The damage data all involved low frequencies (3.7 to 5.7 Hz) with the 0.040-in displacement corresponding to a 1.0 in/sec particle velocity at 4 Hz, assuming simple harmonic motion. Prior to the use of particle velocity and going back to 1947, the State of Pennsylvania had a maximum safe blasting criterion of 0.030-in peak displacement for vibration frequencies below 10 Hz (*27*).

Dvorak (*15*) examined damage to masonry residences in a study published soon after RI 5968. Bulletin 656 discusses the Dvorak study, but did not include it in the summary analysis. The Bulletin raised questions about the old instrumentation used by Dvorak. It is not possible to verify the reliability or accuracy of any of the old studies, particularly those that published few of their actual data and for which the original time histories have been lost.

Recognizing the problems caused by old instrumentation, and particularly the low levels of damage observed by Dvorak, the analyses for this study were run both with and without the Dvorak data.

Table 10.—Damage classification

Uniform classification	Description of damage	Studies of blasting damage
Threshold	Loosening of paint; small plaster cracks at joints between construction elements; lengthening of old cracks.	Threshold: Dvorak (*15*); Edwards and Northwood (*16*); Northwood, Crawford, and Edwards (*38*). Minor: Thoenen and Windes (*51*).
Minor	Loosening and falling of plaster; cracks in masonry around openings near partitions; hairline to 3-mm cracks (0 to ⅛ in.); fall of loose mortar.	Minor: Dvorak (*15*); Edwards and Northwood (*16*); Northwood, Crawford, and Edwards (*38*); Jensen and Rietman (*21*); Langefors, Westerberg, and Kihlstrom (*26*). Major: Thoenen and Windes (*51*).
Major	Cracks of several mm in walls; rupture of opening vaults: structural weakening; fall of masonry, e.g., chimneys; load support ability affected.	Major: Dvorak (*15*); Edwards and Northwood (*16*); Northwood, Crawford, and Edwards (*38*); Langefors, Westerberg, and Kihlstrom (*26*).

Wiss and Nicholls (*57*) examined the blast damage characteristics of a single well-constructed residence on a soil type similar to that of the Canadian studies (*16, 38*). Their single damage observation was from a very high particle velocity for this damage-resistant, rubblestone foundation structure with gypsum Drywall. This point was shown in the Summary of Bulletin 656 (*37*, fig. 3.8) for comparison to the other three studies.

Jensen and Rietman measured vibration effects from construction blasts for the Bureau of Mines (*21*). The goal was to collect response data for residences from small-scale excavation blasting for comparisons of the relative responses from shots of widely differing frequency character. Damage observations were also made, and the resulting values were used in this study. One shot was so close to the foundation (5 ft) that damage was caused by permanent ground strain, or inelastic effects. This value was not used in the analyses.

Two recent studies in Sweden became available too late for the analyses in this paper (*4, 6*). They involved structures on solid rock, and their damage observations agreed with previous Swedish results (*26*). Bergling described a test of blast damage to a concrete and brick residence (*4*). Shots were in the range of 1 to 50 m distance, and the lowest level at which damage was observed was 110 mm/sec (4.33 in/sec). Bergling also discussed the strict German DIN 4150 Standards and British 117 (1970) Standards (appendix A). Bogdanoff described a house of similar construction, also directly founded on granite-gneiss bedrock (*6*). From 38 rounds at distances less than 100 m, he indicated no damage below a vertical peak particle velocity of 90 mm/sec. They concluded that 30 mm/sec was safe for this structure (and geology), since many nondamaging shots occurred at this level.

The Salmon nuclear blast generated damage and complaint data (*39*), as well as the structural responses discussed previously (*5*). The damage observed was at large distances and occurred at lower levels than those observed for blasting. Particle velocity was estimated to have been approximately 5 mm/sec in Hattiesburg, 34 km away from the blast. Complaints about damage were also very high, with 1 pct of all families complaining at particle velocities of 2 mm/sec (0.08 in/sec), and 10 pct at 10 mm/sec (0.40 in/sec). Little justification exists to applying the Salmon results to typical mine blasting. As discussed in the section on Ground Vibration Characteristics, the 90-sec-long, low-frequency wave is far more typical of earthquake ground motions than of blasting. As no preblast surveys were available, damage causation was impossible to determine.

J. F. Wall studied masonry structures in Mercury, Nev. (*53*). He tabulated rates of cracking and concluded that they were higher during times of blasting. He concluded that the nuclear blasts at 33 to 78 km, which produced peak particle velocities of 1 to 3 mm/sec, were generating 4 to 30 cracks in concrete block structures over the natural rate of 2.5 cracks/day (for all 43 structures). As in the Salmon study, there were no direct damage observations that could be attributed to the specific events. Also, as in the Salmon study, the vibration time histories were of character similar to teleseismic vibrations; that is, dispersed to long durations and dominated by low-frequency surface waves. Even if the damage observed were caused by the nuclear blasts, it provides no reliable insight into damage potentials from conventional blasts. Nelson (*36*) monitored crack widths in six of the Mercury structures. He observed that crack width changes during intervening periods (from wind, temperature, sun, and humidity variations) were larger than those attributed to the seismic events.

The Rulison 40-kiloton nuclear shot also provided damage data where the event durations (of 5.5 to 7 sec) were somewhat typical of mine or quarry blasting (*43*). Frequencies were probably again very low because of the long absolute distances. As with the other nuclear blast studies, no preblast inspections had been made and crack observations were based on postblast evaluations. Scholl's survey of five nearby towns found damage ratios of 3 to 6 pct at peak particle velocities of 0.79 to 1.07 in/sec, based only on postblast inspections. This is in fair agreement with the Bureau of Mines summary blast damage results discussed later in this report.

Scholl also studied the Handley nuclear blast and other similar events for complaints and damage (*42*). He related pseudo absolute accelerations and complaint ratios for these events of very low frequency ground motion, in the range of 0.25 to 1.5 Hz. No determinations were made of damage claim validity.

Esteves describes damage to a single concrete and tile residence near a quarry (*17*). The first damage observed was plaster cracks at 60 mm/sec (2.35 in/sec).

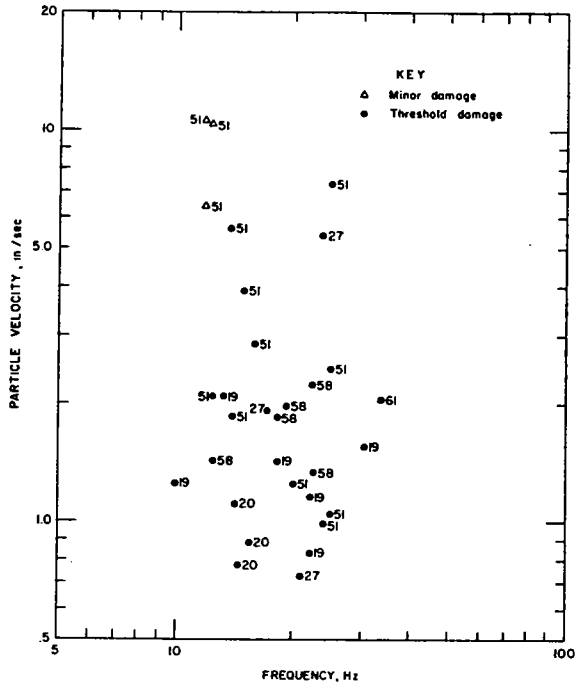


Figure 46.—Damage observations, new Bureau of Mines data from production blasting in surface mines. (Houses are listed by number in table 3.)

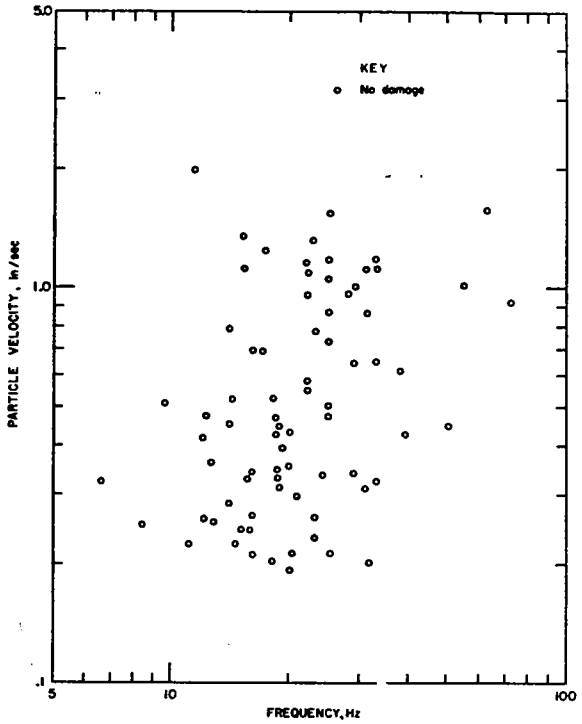


Figure 47.—Nondamage observations, new Bureau of Mines data from surface mine blasting.

NEW BUREAU OF MINES DAMAGE STUDIES

The Bureau conducted a series of field studies of ground vibration and airblast damage and responses from 1976 to 1979. Efforts were concentrated on actual measurements of wall, floor, and racking responses and the observations of damage that could be correlated to specific vibration events. A significant part of the work was done near large surface coal mines, with thick soil overburdens and large-diameter blastholes; cases of this sort had not been studied previously.

The production shots monitored for the damage analysis are listed in table 1. At five sites, houses were in the paths of the advancing mines and eventual damage was inevitable. Most of the homes, however, were not owned by the mines, and the blasts had been designed to protect them from damage. In all, 63 shots out of 225 produced useful high-level damage and nondamage data. Most of the other shots provided data on structural responses and airblast effects. Thirty-two of the shots (labeled "W" in table 1) were measured by Jensen and Rietman (*21*) under a Bureau of Mines contract. A total of 76 houses were studied (including 18 by Jensen and Rietman) and are listed in table 3. The houses that were subjected to high ground vibration levels and produced useful damage data are shown in figures 15–28.

Summaries of the damage and nondamage data from the high-level blasts are given in figures 46 and 47. Most of the damage was observed in homes with interior walls of plaster on wood lath (Nos. 19, 27, 51) and consisted of extensions of existing cracks and new hairline cracks. House 20 was notable in being a modern 1-story home with gypsumboard interior walls. Unfortunately, this structure was sold by the mine and moved before more than superficial cracking could be inflicted. The lowest level for observed damage in this structure was 0.79 in/sec (shot 48).

House 21 was also a modern 1-story residence and had been subjected to nine large blasts including six exceeding 1.0 in/sec. No damage was observed that could be correlated to specific blasts. However, this home had a significant number of cracks around windows and doors. The block basement wall on the mine side had been falling inward and was being supported by steel bracing. The foundation deformation un-

doubtedly contributed to the superstructure's cracking.

House 61 was also a modern 1-story structure with both gypsum wallboard and plaster interior walls. This home was subjected to a peak particle velocity of 2.23 in/sec, and several cracks propagated over windows and doors.

House 67 was also damaged (by shot W–17); however, the blast was within 5 feet and the cracking was likely produced by permanent ground strain rather than elastic energy. This shot was not considered useful for damage analysis.

Frequencies were determined directly from the vibration time histories and by real-time spectral analysis. In some cases, the records showed two dominant frequencies; high-frequency for the first few hundred milliseconds, and then a significantly longer low-frequency wave train. The values of amplitude and frequency used corresponded to the part of the vibration record that produced the larger structure response, which was invariably the low frequency (7 to 30 Hz).

Some long-term observations were made of numbers of cracks, and their widths and lengths. None of these parameters could be related quantitatively to the blasting. The number of cracks increased with time regardless of the vibration levels, and their widths varied irregularly from a variety of environmental stresses. Consequently, blast damage was assumed only when immediate preblast and postblast inspections found additional cracks or extensions.

In all cases, except three shown in figure 45, blast damage was superficial cracking of the same type as caused by natural settlement, drying of building materials (shrinkage), and variations in wind, temperature, humidity, and soil moisture. The three minor damage points in figure 46 represent cracks in masonry and large, new interior cracks exceeding 2 mm in width.

SUMMARY DAMAGE ANALYSIS

A summary analysis of damage was made using the 10 studies listed in table 9. To facilitate comparisons, a uniform classification of damage was adopted based on three levels of observed effects (table 10). The 10 studies of damage to residences from blasting produced a total of 553 observations, including 228 of various degrees of damage. These studies represent a variety of geologies, distances, and measurement methods. Data were analyzed in sets in order to group similar studies (table 11). Sets 1 and 3 were not unique enough to describe separately. Analysis involved both mean square fits and probability techniques.

Mean and Variance Analysis

The first analysis was made to determine mean and variance for the various damage classifications in terms of displacements as a function of frequency (figs. 48 to 52). This is analogous to the analyses performed for RI 5968 (*14*) and Bulletin 656 (*37*). A slope of minus 1 corresponds to a constant particle velocity, and a slope of minus 2 to a constant acceleration. A slope of zero is, of course, constant displacement.

Set 2 combines the two Canadian studies and that by Wiss, all giving similar results on glacial till. Sets 4 and 5 are the remainder of the low-frequency results with and without Dvorak's data, respectively. Set 6 is the high-frequency ground vibration data from Sweden (*26*) and from construction excavation (*21*). Set 7 is an overall summary of all the damage data.

Table 11.—Data sets used for damage analyses

Set and figures	Studies	Experimental conditions
1. (No plots) -------	Edwards and Northwood (*16*); Northwood, Crawford, and Edwards (*38*).	Low-frequency vibrations; glacial till soil/wallpaper on walls.
2. (Figs. 48, 53, and 55).	Edwards and Northwood (*16*); Northwood, Crawford, and Edwards (*38*); Wiss and Nicholls (*57*).	Do.
3. (No plots) -------	Morris and Westwater (*31*); Thoenen and Windes (*51*), quarry; Thoenen and Windes (*51*), shaker.	Low-frequency vibrations; walls stripped of wallpaper; plaster walls; shaker tests.
4. (Figs. 49 and 56).	Morris and Westwater (*31*); Thoenen and Windes (*51*), quarry; Thoenen and Windes (*51*), shaker, new Bureau of Mines (this study).	Do.
5. (Figs. 50, 53, and 57).	Dvorak (*15*); Morris and Westwater (*31*); Thoenen and Windes (*51*), quarry; Thoenen and Windes (*51*), shaker; new Bureau of Mines (this study).	As set 4 but with addition of masonry damage.
6. (Figs. 51, 53, and 58).	Jensen and Reitman (*21*); Langefors, Westerberg and Kihlstrom (*26*).	High-frequency vibrations.
7. (Figs. 52, 54, and 59).	Dvorak (*15*); Edwards and Northwood (*16*); Jensen and Reitman (*21*); Langefors, Westerberg, and Kihlstrom (*26*); Morris and Westwater (*31*); Northwood, Crawford and Edwards (*38*); Thoenen and Windes (*51*), quarry; Thoenen and Windes (*51*), shaker; new Bureau of Mines (this study).	Summary.

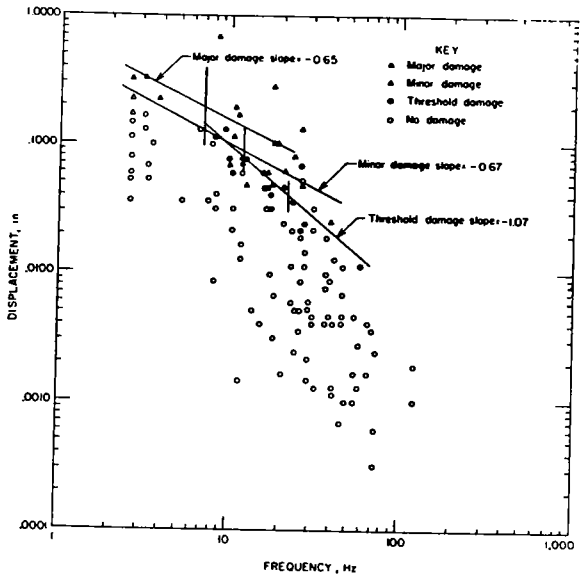
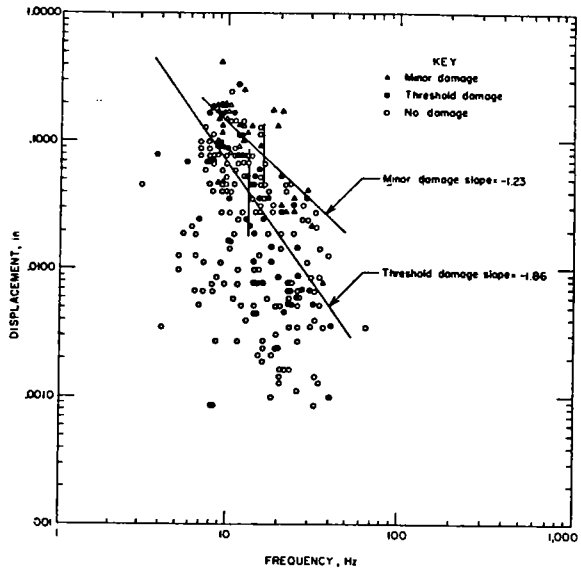


Figure 48.—Displacement versus frequency for low-frequency blasts in glacial till, set 2 mean and variance analysis.



F gure 49.—Displacement versus frequency fc.· low-frequency blasts and shaker tests, set 4 mean and variance analysis.

Damage data for set 2 are shown in figure 48. The three mean regressions approximate constant particle velocities, particularly for the threshold case. All the individual damage points correspond to levels over 3 in/sec, with 2 in/sec roughly equal to three standard deviations[8] below the threshold line. The minor and threshold lines cross because of the occurrence of some minor damage at levels below some of the threshold points observed from other shots.

Set 4 analysis shows the low-frequency data, consisting mainly of the old Bureau of Mines mechanical shaker damage and new coal mine blast damage (fig. 49). All the damage points are included, even that anomalous 0.001-in displacement, 40-Hz observation from the shaker experiment (equivalent to 0.31 in/sec).

[8] The use of these statistical techniques is based on the assumption of a Gaussian distribution about the mean square regression fit. For damage data, which have an increasing monotonic probability at increasing levels, this is not rigorously accurate. Since the observations were in categories (or degrees), the means are roughly halfway between the damage onset for that category and the onset of the next category. This makes the damage means somewhat approximate except for the open-ended "major" classification. Statistical theory puts the following probabilities on occurrences lying outside a given number of standard deviations:

Standard deviations	Total probability outside high and low limit,pct	Probability outside low limit only,pct
1	32	16
1.64	10	5.0
2	4.6	2.3
2.33	2.0	1.0
3	.4	.2

Problems involved in this type of statistical analysis were discussed in Bulletin 656 (37).

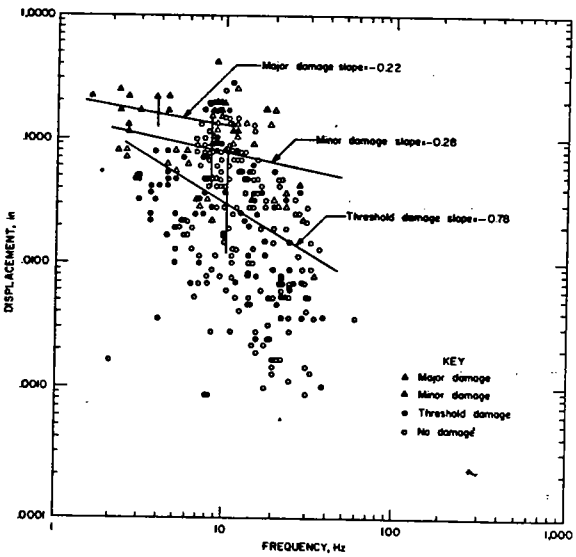


Figure 50.—Displacement versus frequency for low-frequency blasts, shaker tests, and masonry damage, set 5 mean and variance analysis.

Other than that single point, the lowest damage observed corresponded to approximately 0.72 in/sec, with quite a few points below 2 in/sec. The slopes are somewhat high, with the threshold line being almost equivalent to a constant acceleration that would have a slope of −2. The standard deviations are large, with 2

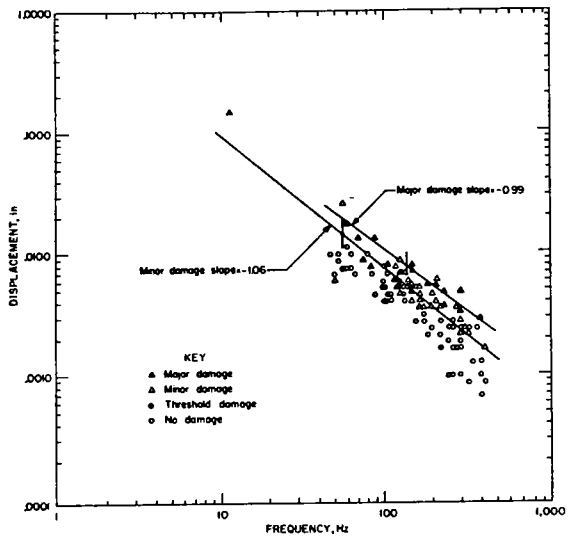


Figure 51.—Displacement versus frequency for high-frequency blasts, set 6 mean and variance analysis.

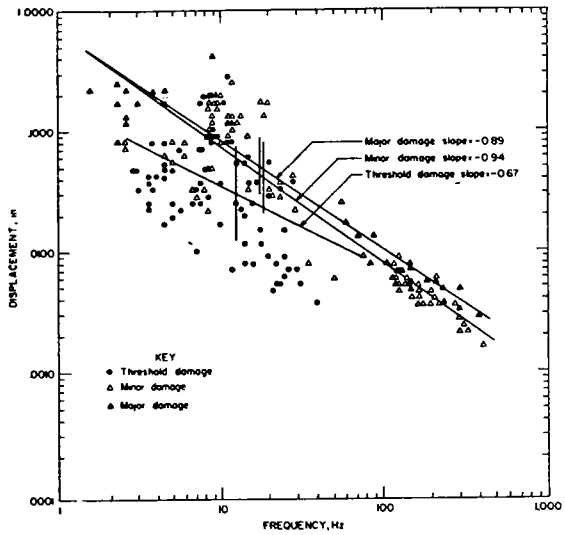


Figure 52.—Displacement versus frequency summary, set 7 mean and variance analysis.

and 3 deviations from the mean threshold giving approximately 0.7 and 0.3 in/sec, respectively.

Set 5 (fig. 50) is a rerun of set 4, but with the addition of Dvorak's data (*15*). Standard deviations increased as expected, but the slopes are reduced. The threshold line approximates a constant particle velocity of 2 in/sec, with 1 and 2 standard deviations corresponding to roughly 0.7 and 0.3 in/sec, respectively (1 standard deviation lower than the set 4 results). The lower limit of the cracking data is enveloped by the 0.51 in/sec, excluding the single maverick point. The shallow slopes suggest that these low-frequency data approximate a displacement-bound condition, which is consistent with the observation that low-frequency vibrations (e.g., 5 Hz) produce large displacements (and strains). As an example, 1 in/sec at 5 Hz is equivalent to 0.032-in displacement, which is twice the British recommended maximum of 0.016 in for vibrations below 5 Hz. The large amount of scatter in the low-frequency data is undoubtedly related to the structure response frequencies being in the same range. Between 4 and 25 Hz, the response, hence the damage for any given structure, will depend strongly on frequency. Therefore, the large amount of scatter is to be expected in a summary involving many shots and structures.

The high-frequency damage cases are shown by set 6 analysis (fig. 51), with the observation of only two classes of damage. Most notable are the minus 1 slopes (constant particle velocities), small scatter, and relatively high vibration levels for damage. No damage was observed below 2 in/sec. This level also corresponds to >3 standard deviations from the minor damage mean (lowest class of damage observed).

Set 7 (fig. 52) is an overall summary of all the damage data. The nondamage points have been omitted for clarity. This figure is analogous to the similar damage summaries in RI 5968 (*14*, fig. 6) and Bulletin 656 (*37*, fig. 3.4). The statistics corresponding to this summary analysis are somewhat arbitrary, being an artifact of the relative amount of high- and low-frequency data available. The large amount of scatter for the low frequencies shows that greater caution is required for equivalent damage probability as compared with that for high-frequency vibrations, those exceeding approximately 50 Hz. Regressions of the mean damage levels for the various sets have been plotted as particle velocities versus frequencies in figure 53, with the overall summary shown in figure 54. The maverick low point from figures 49 and 50 has been omitted as experimental error in the summary figures (figs. 52 and 54).

Probability Analysis

Probability analyses were also applied to the damage data as an alternative to regression analysis and were expected to produce more meaningful predictions. The number of damage observations within particle velocity intervals were plotted for the various sets of data. Four sampling methods were used on the damage and nondamage observations:

1. Simple counting of the numbers of points within an interval.
2. Smoothed sampling with variable-width particle velocity windows.
3. Assuming that every damage point excludes the possibility of higher level nondamage for that particular test with the reverse for nondamage.
4. Using only damage points and accumulated damage at increasing levels, and the same assumption for nondamage as for observation 3 above.

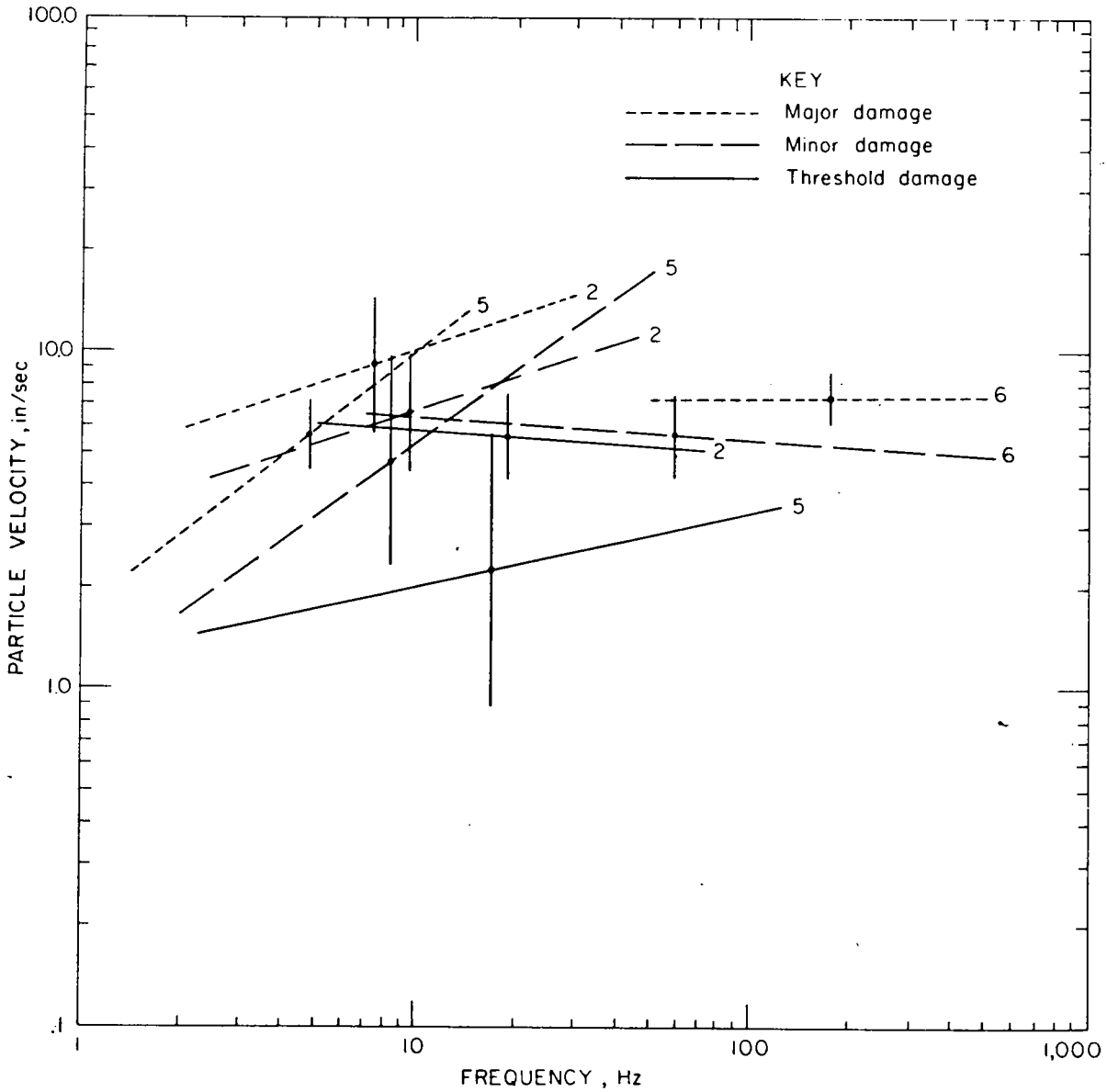


Figure 53.—Velocity versus frequency for the various damage data sets, mean and variance analysis. Sets are given in table 11.

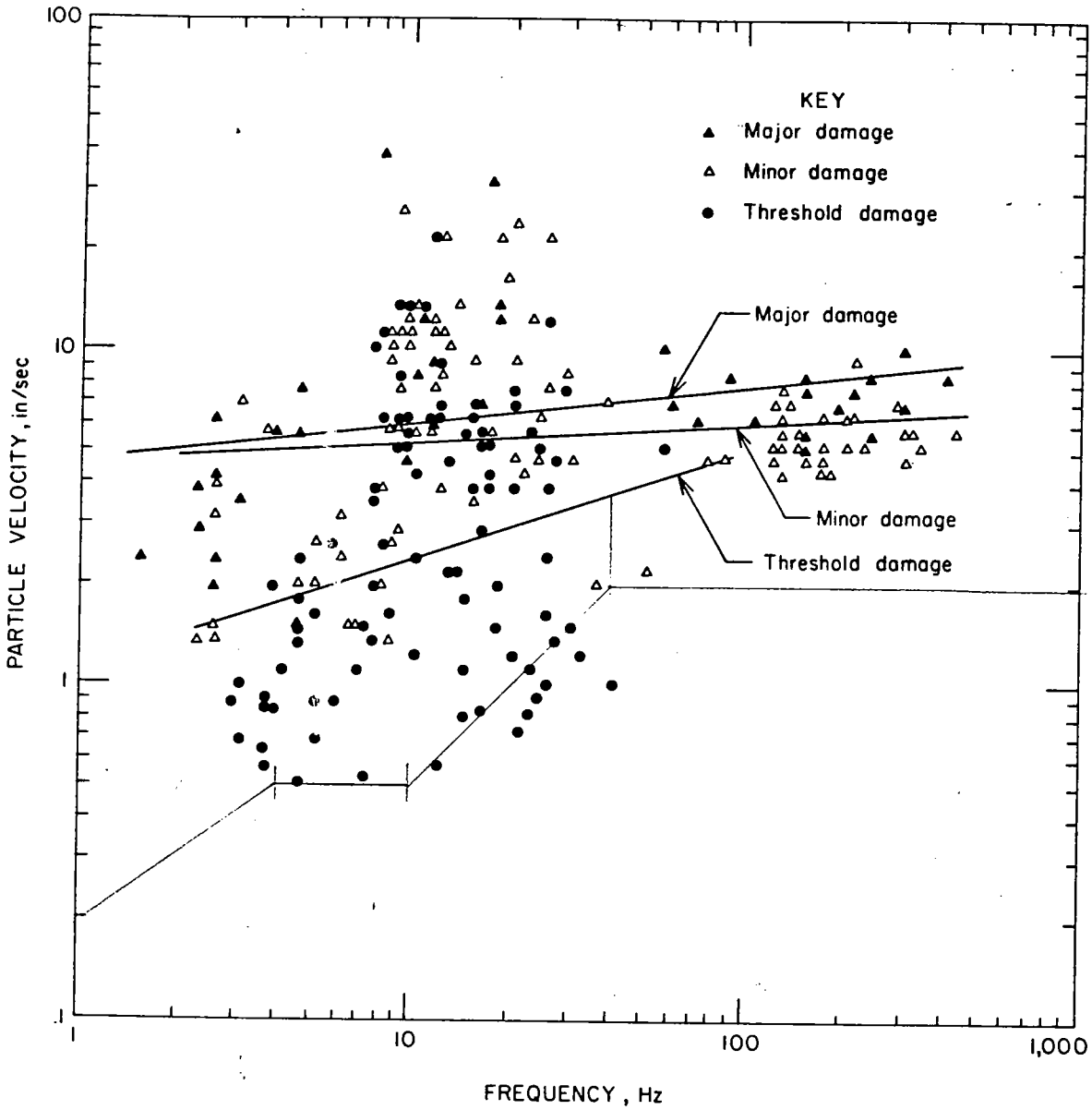


Figure 54.—Velocity versus frequency summary, set 7 mean and variance analysis.

All the sampling methods except the last violated one or more of the basic principles: (1) that the probability of damage must be independent of the sampling interval or (2) independent of the number of points (of damage or nondamage) in a given sample, and (3) that the number of new damage points must increase as levels increase. The first two principles are essential, that the probabilities concern the physics of the problem and are not a statistical artifact. The last is a result of the experimental design that involves steadily increasing levels of vibration until damage is observed. This places the observations on the upward curving part of the probability plot. When the cumulative damage was initially plotted on linear scales, they showed very little (essentially zero) damage at low levels and all damage (essentially 100 pct) at high levels. Between these extremes is the familiar S-shaped probability curve. On a log-normal ruled probability scale, the data plot as a straight line if they have the kind of log-normal distribution found for sonic boom glass breakage (*46*).

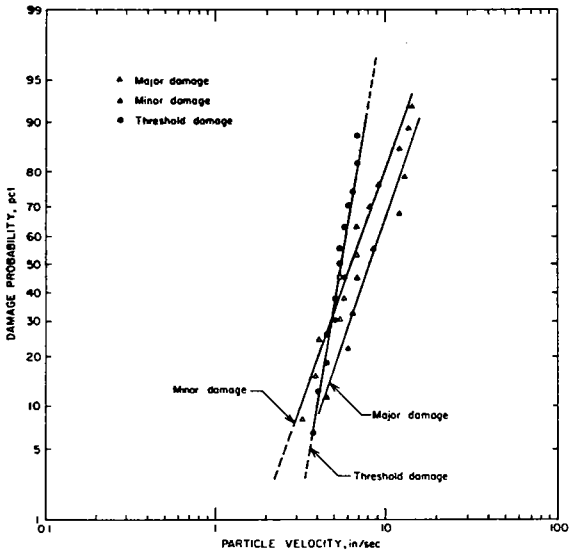


Figure 55.—Probability damage analysis for low-frequency blasts in glacial till, set 2.

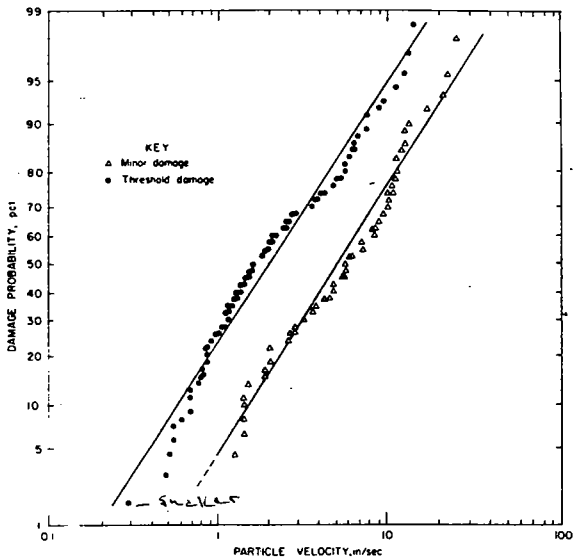


Figure 57.—Probability damage analysis for low-frequency blasts, shaker tests, and masonry damage, set 5.

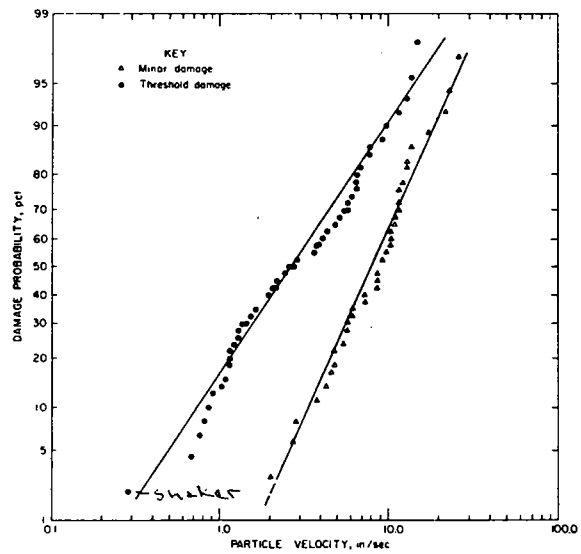


Figure 56.—Probability damage analysis for low-frequency blasts and shaker tests, set 4.

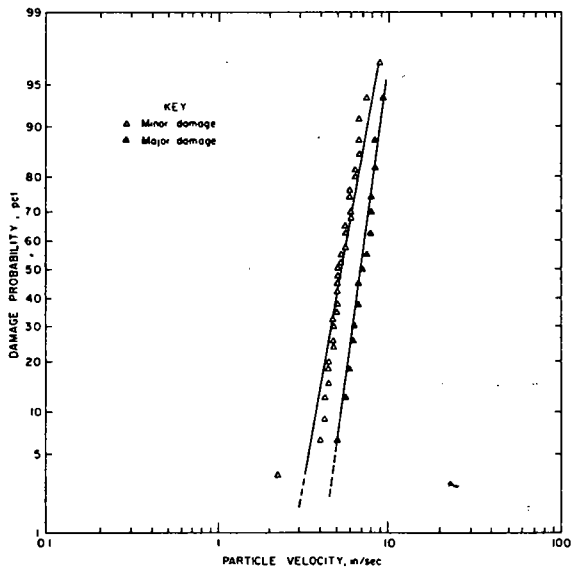


Figure 58.—Probability damage analysis for high-frequency blasts, set 6.

Log normal-scaled damage probability curves are shown in figures 55 to 59, for the same sets of studies analyzed for mean regressions. Data from the individual studies plotted as good straight-line fits, and even combining studies with apparent experimental differences still yielded high correlation coefficients.

The set 2 damage probabilities are shown in figure 55. This is primarily the two Canadian studies (*16*, *38*), and as with the analysis of mean and variance, the threshold and minor damage lines cross. Projection of the probability lines for these data shows a low probability of damage below 2.0 in/sec (2 pct or less).

Sets 4 and 5 are shown in figures 56 and 57, respectively. These are again the low-frequency damage cases and the early Bureau of Mines shaker data. Set 5 includes Dvorak's study (*15*).

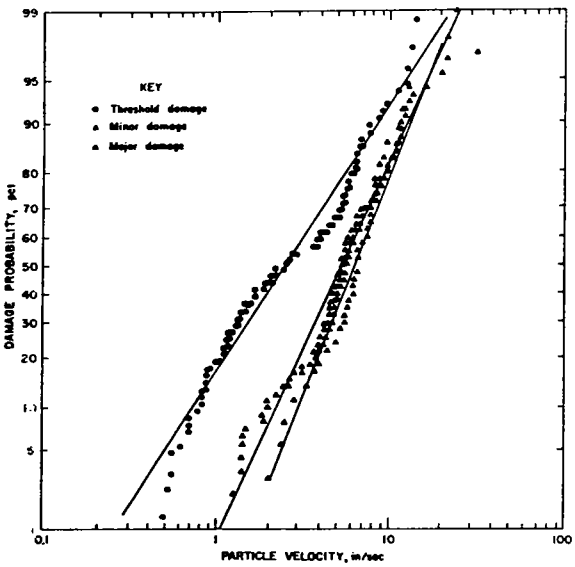


Figure 59.—Probability damage analysis summary, set 7.

The single very low valued maverick point is still included, and it produces the apparent discontinuity at the lowest vibration level. For both sets 4 and 5 probability plots, the mean line, and the trend from the individual points differ considerably at the lower probabilities. Statistical reliability increases results when the actual statistical points rather than the mean line is used for predictions. Consequently, the 5-pct damage probabilities from sets 4 and 5 are 0.80 and 0.53 in/sec, respectively.

The probability of damage from high-frequency vibrations is shown in figure 58 for set 6 data. By contrast to sets 4 and 5, data for set 6 form an excellent straight-line fit and have very steep slopes. The damage occurs over a narrow range of particle velocities, and as with the mean analysis of damage (fig. 51), it strongly supports the use of particle velocity. The vibration levels are again very high, exceeding approximately 2 in/sec for probabilities of 5 pct and below. The Swedish data alone would support a somewhat higher level, such as 3.5 in/sec for 5 pct and 3.0 in/sec for 1 pct.

The set 7 analysis (fig. 59) again represents the overall summary of all 10 sets of data. That single odd point was removed for the same reasons that it was dropped in the earlier analyses (*14, 37*).

Most notable is the downward turn of the damage probabilities at low vibration levels, suggesting a departure from log-normal predictions and some kind of asymptotic probability toward zero damage. However, precise predictions at increasingly lower levels must necessarily become less reliable. Accurate probability figures require a large number of observations, and even this summary analysis does not have excess data, particularly for each of the principal experimental variables.

SAFE BLASTING LEVELS

The damage statistics from figures 48–59 are summarized in table 12. Safe vibration levels are suggested by the three sets of values, two from statistical analyses and a third from the simple observation of the lowest level at which damage occurred. The mean and variance values are of limited use, owing to several problems with the data. They show (for set 2) that minor damage is predicted at lower vibration levels than threshold damage. This is caused by the crossing of the means and different relative magnitudes of the standard deviations. They also produced particle velocity levels that are frequency dependent for cases where the slopes do not approximate minus 1 (set 4, threshold; set 5, minor and major; set 2, minor and major). For predictive purposes, the probability analysis results are more reliable. The lowest values of damage actually observed correspond quite closely to the 5-pct damage probabilities, except for the high-frequency data (set 6).

Safe vibration levels for blasting are given in table 13, being defined as levels unlikely to produce interior cracking or other damage in residences. Implicit in these values are assumptions that the structures are sited on a firm foundation, do not exceed 2 stories, and have the dimensions of typical residences, and that the vibration wave trains are not longer than a few seconds.

A minimum safe level of 0.50 in/sec for blasting was adopted from table 12 based on the probit analyses of set 5 (low-frequency shots) and set 7 (overall summary). This assumes a 5-pct probability for very superficial cracking. However, this vibration level is also lower than the lowest level in cases where damage was observed. The almost-constant particle velocities for the lower damage probabilities of 2 and 1 pct (threshold, set 7) strongly suggest that the

Table 12.—Summary of damage statistics by data sets

Type of damage[1]	Peak particle velocities, in/sec						
	Mean and variance analysis, standard deviations			Probability analysis			Envelope of lowest observed damage
	1.64(5 pct)	2.05(2 pct)	2.33(1 pct)	5 pct	2 pct	1 pct	
Threshold:							
Set 2	3.4	3.0	2.8	3.5	[2]3.2	[2]3.0	3.8
Set 4	.88	.63	.50	.70	NA	NA	.72
Set 5	.46	.31	.24	.52	.32	NA	.51
Set 7	.54	.36	.28	[3].53	[3].48	[3].46	.51
Minor:							
Set 2	3.0	2.6	2.3	[2]2.5	[2]2.1	[2]1.7	3.1
Set 4	3.0	2.3	2.0	2.5	[2]2.0	NA	2.0
Set 5	1.3	.98	.80	1.3	[2]1.0	NA	1.4
Set 6	3.3	3.0	2.8	3.1	NA	NA	2.2
Set 7	1.6	1.2	1.0	1.4	[2]1.2	[2]1.1	1.4
Major:							
Set 2	2.6	1.9	1.6	[2]3.3	[2]2.7	[2]2.4	4.5
Set 5	2.6	2.2	2.1	NA	NA	NA	2.0
Set 6	5.0	4.6	4.2	4.8	4.4	NA	5.5
Set 7	2.3	1.9	1.6	2.3	1.8	1.6	2.0

NA = Not available.
[1] No threshold analysis exists for set 6; no major analysis exists for set 4.
[2] Extrapolated line.
[3] Maverick point was deleted.

0.50-in/sec level will provide protection from blast damage in > 95 pct of the cases. The damage probabilities realistically refer to numbers of homes being affected by a given shot rather than the number of shots required to damage a single home. This results from the much wider variation of damage susceptibilities among structures with various degrees of prestrain as compared with a time-dependent susceptibility for a given structure. Additional work on fatigue and special soil and foundation types may later justify stricter criteria.

Data are insufficient for a thorough analysis of the damage potentials in structures of various construction types. However, the values in table 13 are obviously dominated by houses that are susceptible to cracking. Most of the observed damage listed in table 9 involved plaster cracking in older structures. Modern Drywall (gypsumboard) interior-walled homes are apparently more capable of withstanding vibrations, since the paper-backed wallboard is relatively stiff and nonbrittle. Only two studies specifically examined Drywall damage from blasting, Wiss' (*57*) and the new Bureau of Mines measurements. The lowest vibration level corresponding to very minor crack extensions was 0.79 in/sec (structure 20), and many nondamage observations were made at levels exceeding 2.0 in/sec. Consequently, there is little justification in using the conservative 0.50 in/sec or anything lower for modern construction, and in this case 0.75 in/sec is a good minimum criterion. The conservative 2.0 in/sec is justified for the high-frequency blasts, even though the 5-pct value is 3.2 in/sec. This is based on the lowest observed damage value of 2.2 in/sec and the fact that no observations were made of damage corresponding to the "threshold" criteria of the other studies. Construction and excavation blasting will often fall in this high-frequency category.

Table 13.—Safe levels of blasting vibrations for residential type structures

Type of structure	Ground vibration—peak particle velocity, in/sec	
	At low frequency[1] (<40 Hz)	At high frequency (≥40 Hz)
Modern homes, Drywall interiors	0.75	2.0
Older homes, plaster on wood lath construction for interior walls	.50	2.0

[1] All spectral peaks within 6 dB (50 pct) amplitude of the predominant frequency must be analyzed.

Estimation of the predominant frequency is still a problem. Where the wave train is simple, the period corresponding to the peak level can be directly measured. Otherwise, some kind of spectral analysis is required. Complex vibration time histories consist of a variety of frequencies and amplitudes, so a visual estimate of frequency can be misleading. Occasionally, the peak level occurs early in the wave and at a high frequency, with a long-duration wave train of somewhat lesser amplitude following. The safest approach is to consider the low-frequency part of the time history separately, and where it is below 40 Hz, use the 0.75 in/sec or 0.50 in/sec criteria. If Fourier spectral analysis is used, any spectral peak occurring below 40 Hz and within

6 dB (half amplitude) of the peak at the predominant frequency justifies the use of the lower criteria.

A more complex scheme of assessing the damage potential of blast vibrations is possible, using a combination of particle velocity and displacement (appendix B). This permits higher levels for the intermediate-frequency cases (15 to 40 Hz) but requires lower particle velocities for the lowest frequencies (< 4 Hz). The measurement complexity will make this impractical for many situations.

RESPONSE SPECTRA ANALYSIS OF DAMAGE CASES

Damaging and nondamaging blast vibration time histories were examined for single degree of freedom response by Corser (*8*). Four old houses were analyzed, Wiss' single structure (*57*) and three from the new Bureau analysis (houses 19, 27, and 51). Corser found that the shapes of the response spectra were not noticeably different for those that produced damage and for similar blasts that did not, but they had higher pseudo velocities. The response spectra were mostly displacement-bound at the lower frequencies (less than 20 Hz), which includes the range of whole-structure response frequencies.

The lowest damage line was equivalent to structural displacements of roughly 0.012 to 0.014 in, consistent with the old British practice of taking special precautions where ground vibration levels exceed 0.016 in at frequencies below 5 Hz.

EXISTING STANDARDS FOR VIBRATIONS

A variety of vibration standards are in use or under consideration. They are intended to prevent damage to structures as well as to a great variety of other objects (e.g., computers), and also to control annoyance effects. Establishing safe and appropriate levels for all situations is well beyond the scope of this study. However, these blast vibration studies represent a major part of the research effort in this technical area. The results are often applied to situations far removed from cracking prediction in houses from short-duration, ground-transmitted vibrations. For this reason, existing blast vibration standards and reported vibration tolerances are presented in the section on Human Response and in appendix A.

HUMAN RESPONSE

The tolerance and reactions of humans to vibrations are important when standards are based on annoyance, interference, work proficiency, and health. Humans notice and react to blast-produced vibrations at levels that are lower than the damage thresholds. Similar problems also exist for annoyance from sonic booms and airblasts, and these are discussed in a related study of airblasts (*46*). The technical problem of quantifying responses is complicated by the simultaneous presence of both ground vibration and airblast and the many secondary effects of wall-produced window, dish, and bric-a-brac rattling. Persons inside buildings will hear and feel the predominantly 5- to 25-Hz structure midwall and midfloor response vibrations (*45*). Ground vibrations are occasionally blamed for house vibrations when long-range airblasts propagating under favorable weather conditions are responsible. The very infrasonic airblast itself cannot be heard, but the house responds as if subjected to a ground vibration.

Critical to levels of response are the vibration characteristics (duration, peak level, vibration frequency, and frequency of occurrence), reaction descriptors (startle, fright, fear of damage, sleep, or other interference), and tolerance descriptors (health and safety endangered, work or proficiency, and comfort or annoyance boundaries). Running like a thread through the already complex fabric are social, economic, and legal factors, typified by the importance of the vibration source to the Nation, community, or individuals involved. Examples are the temporary or indefinite nature of this environmental intrusion, beliefs in the inevitability of the source, and the social consciousness of the blaster (as shown by his public relations program and blast design efforts that minimize ground vibrations and airblast).

Most studies of human tolerance to vibrations have been of steady-state sources or those of relatively longer duration than typical mine, quarry, and construction blasting. In the absence of data on tolerance to impulsive vibrations, these results have been assumed to be applicable to blasting. Additionally, most useful data are from tests involving human subjects directly, when not in their homes. The duration and frequency of occurrence of the events are obviously critical. The vibration limits required for reasonable comfort from a long-term vibration source (e.g., air conditioning, machinery, building elevators, and vehicle traffic) are certainly more restrictive than for sources of short duration and infrequent occurrence.

The classical study of subjective human tolerance to vibratory motion was done by Reiher and Meister in 1931 (*40*). They subjected 15 people to 5-min duration vertical and horizontal vibrations in a variety of body positions and established levels of perception and comfort. Responses of "slightly perceptible" occcurred at 0.010 to 0.033 in/sec, and the threshold of "strongly perceptible" was 0.10 in/sec, all essentially independent of frequency over the range 4 to 25 Hz.

More recent research on the effects of vibration on man have produced results similar to those of Reiher and Meister (*2, 18, 55*). Goldman analyzed human response to steady-state vibration in the frequency range of 2 to 50 Hz (*18*). His results were converted to particle velocities and presented in Bulletin 656 (*37*, fig. 3.9), where the lines represent means within each response category. One standard deviation of the reactions was at approximately half the level of the means. Goldman's "slightly perceptible" and "strongly perceptible" (unpleasant) levels at 1.65 standard deviations (including all but 5 pct at the low end) are approximately 0.0086 and 0.074 in/sec, respectively, at 10 Hz. Taking these as thresholds, they agree quite well with Reiher and Meister's data.

Several researchers recognized that the duration of the vibration was critical to its undesirability. Most evident was that a higher level could be tolerated if the event was short. Consequently, steady-state vibration data could not be realistically applied to blasting, except for events that exceed several seconds' duration. A good example of a long event was the Salmon nuclear blast (*37, 39*). This was technically a transient; however, the 90-sec-long, low-frequency wave train produced at large distances resulted in numerous complaints (10 pct of all families at 0.40 in/sec). This duration exceeds that of any kind of mining blasts. Chang analyzed the human vibration response literature with particular attention to event durations (*7*). He noted that Reiher and Meister's responses could be multiplied by a factor of 10 for short events. Atherton studied impact- and walking-

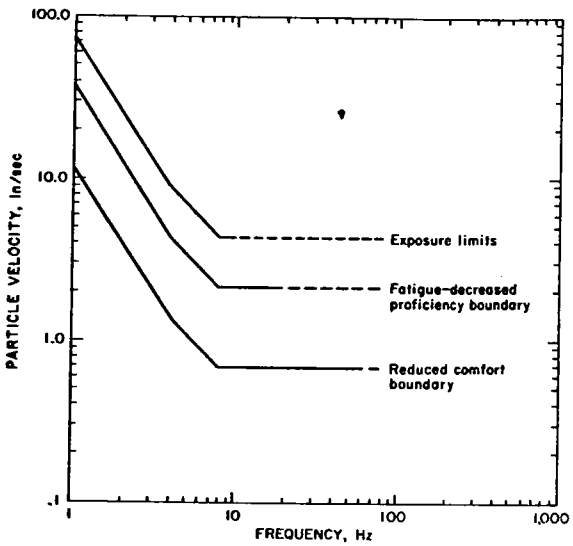


Figure 60.—Human tolerance standards for rms vibrations exceeding 1-minute-duration ISO 2631.

produced floor motions. His impact tests consisted of 3 to 5 cycles of motion at 19 Hz (the floor resonance), or events of approximately 200-msec duration. His "disturbing" level mean was 3.5 to 4.4 in/sec, or over 5 times Goldman's steady-state "intolerable" level of 0.77 in/sec at 20 Hz.

The International Standards Organization (ISO) published tolerable levels for whole body vibration in 1978 (*19*). The scope of their standard included durations of 1 min and longer, frequencies of 1 to 80 Hz, three-axis vibrations, and human tolerances for comfort, working efficiency, fatigue, and health and safety. Their recommendations for 1-min-duration events are shown in figure 60, having been converted from accelerations to particle velocities and corresponding to the worst-case body orientation (longitudinal or Z-axis). All values are rms and are constant particle velocities for frequencies above 8 Hz. Peak values would be larger by a factor of 1.4 to 3. The dashed part of the lines in figure 60 represent peak accelerations in excess of 1 g.

Wiss and Parmelee studied the responses of 40 people to transient vibrations consisting of damped 5-sec sinusoidal pulses (*58*). Damping ranged from zero to 16 pct and frequencies from 2.5 to 25 Hz. All subjects were standing on an open platform and subjected to vertical vibrations. They found that responses depended on vibration levels and damping but were independent of frequency, when plotted in units of frequency times displacement (velocity). Their results, and the two steady-state vibration studies, are shown in figure 61. The various experimental factors for the three studies are listed in table 14. The reaction descriptors were different, a sign of the subjective nature of this kind of work. "Thresholds" correspond to the responses of the most sensitive people tested. "Means" are the responses of the "average subject" within each response descriptor category. Between Goldman's "unpleasant" and "intolerable" (G–2 and G–3) lies the ISO "reduced comfort boundary". Wiss and Parmalee's results were reanalyzed for duration-of-vibration effects, with damping, frequency and duration being interrelated. It was assumed that the vibration duration is the time during which the vibration level exceeds 10 pct of the peak (−20 dB). The following relationship was derived:

$$\tau = \frac{0.467}{f\beta} + 0.018$$

where τ is the duration (sec), f the frequency (Hz), β is the damping ratio, and 0.018 the average input rise time (sec). Application of this equation to Wiss and Parmelee's test runs allows durations to be calculated for the various reactions that become slightly frequency dependent when plotted as particle velocities (fig. 62), and very much so when plotted as accelerations (fig. 63).

Table 14.–Studies of human response to vibration

Authors	Vibration duration, sec	Curve representations, response descriptors, and curve label for data plotted in figure 61
Goldman (*18*):		Mean values of subject response:
Various body positions, 5 sources	5	Perceivable (curve G–1).
Do	5	Unpleasant (curve G–2).
Do	5	Intolerable (curve G–3).
Reiher and Meister (*40*):		Thresholds:
Standing with vertical vibration	300	Barely noticeable (curve R–1).
Do	300	Objectionable (curve R–2).
Do	300	Uncomfortable (curve R–3).
Wiss and Parmalee (*58*):		Mean values of subject response:
Standing with vertical vibration	5	Barely perceptible (curve W–1).
Do[1]	5	Distinctly perceptible (curve W–2)
Do[1]	5	Strongly perceptible (curve W–3).
		Thresholds:
Do[1]	5	Barely perceptible (curve W–4).
Do[2]	5	Distinctly perceptible (curve W–5).
Do[2]	5	Strongly perceptible (curve W–6).
Do[2]	5	Severe (curve W–7).

[1] Transient with 1 pct damping, 5-sec duration is maximum.
[2] Zero damping.

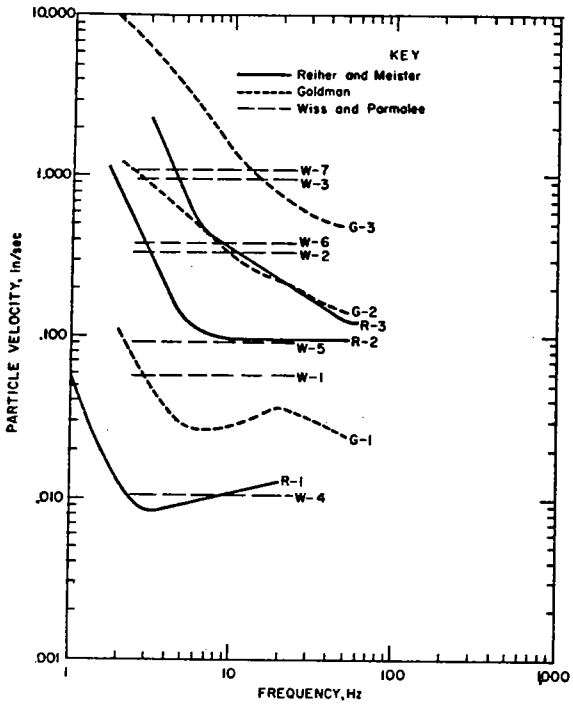


Figure 61.—Human response to steady-state and transient vibrations. Labels refer to measurements listed in table 14.

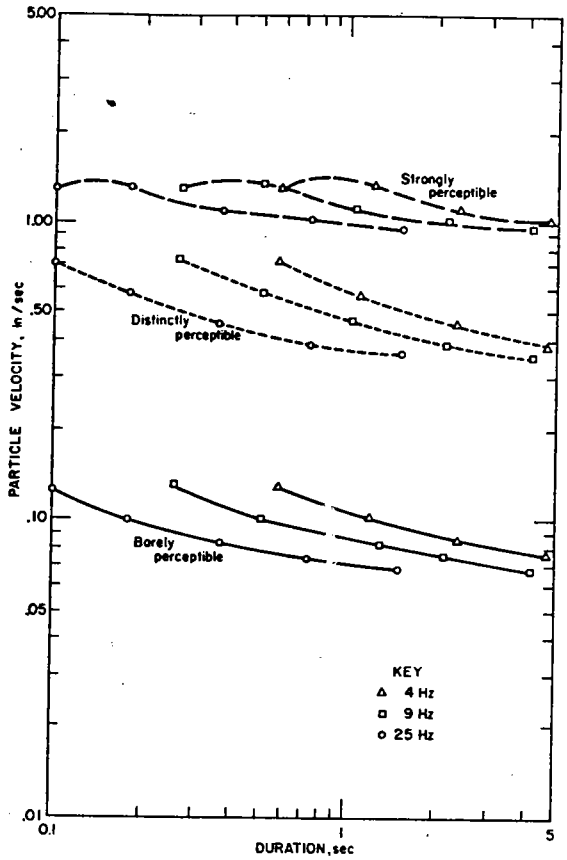


Figure 62.—Human response to transient vibration velocities of various durations.

T. M. Murray investigated human reactions to vibrations of concrete floors (*33*). His summary of 91 observations of acceptable versus unacceptable cases indicated strong influences for amplitude times frequency (same units as particle velocity) and damping levels. He derived the following relationship for an acceptable concrete floor:

$$\beta \geq 35Af_0 + 2.5$$

where β is percent of critical damping (damping ratio × 100), A is initial amplitude from a heel-drop impact (in), and f_0 is the first natural frequency (Hz). Murray's data were converted to peak particle velocities and are shown in figure 64. The line represents the equation above and is Murray's eyeball separation between acceptable and unacceptable cases. Acceleration and displacement plots were also made from Murray's data and, unlike the particle velocity data, they showed a strong frequency influence.

As with Wiss' data, Murray's 91 points were converted into duration-amplitude form using the relationship:

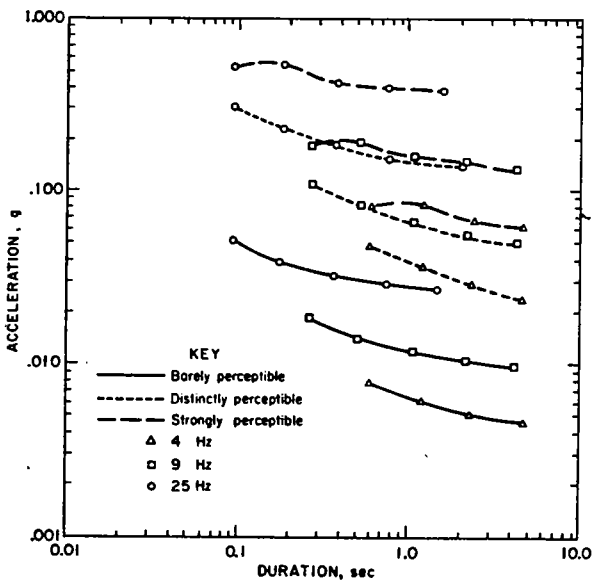


Figure 63.—Human response to transient vibration accelerations of various durations.

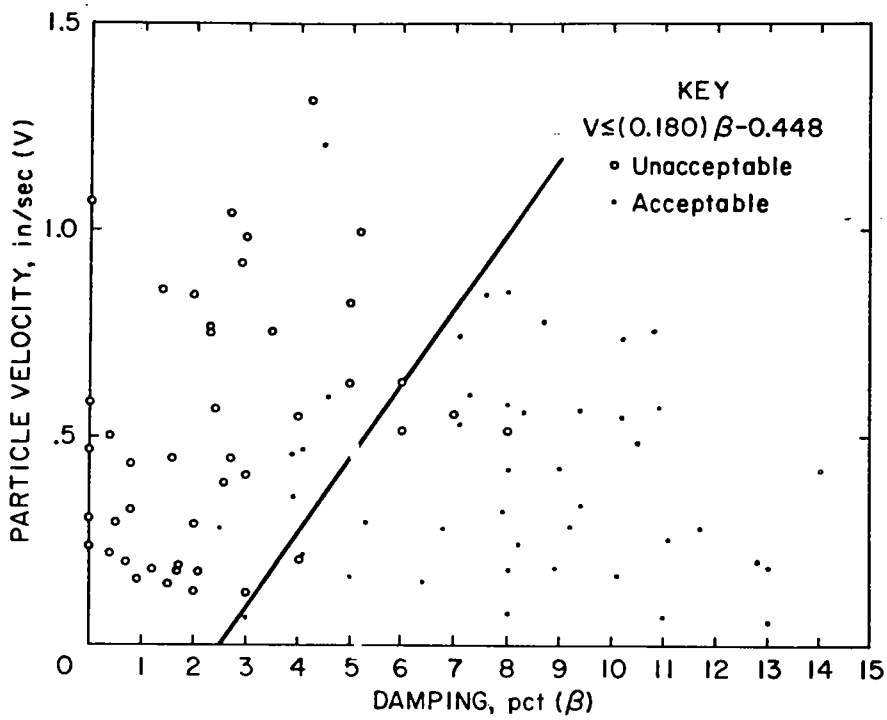


Figure 64.—Human response to vib ations of damped concrete floors, after Murray (*33*). Equatior defines acceptable zone.

$$\tau = \frac{36.7}{\beta f}$$

where β is the percentage of critical damping.

The results, given in figure 65, show a strong influence on acceptability of both floor velocity and vibration duration. As in Murray's analysis, a separation of cases was derived by visual means and produced the following acceptability criterion:

$$V \leq 0.415\ \tau^{-1.29}$$

where V is the peak floor vibration (in/sec) and τ is the time (sec) from the peak to the minus 20-dB level (or 10 pct of peak amplitude). The amplitude-duration acceptability line shows a better defined separation of cases than Murray's original amplitude-damping version.

As with Murray's damping version of the data, the duration version did not produce simple relationships when plotted as accelerations and displacements, with frequency factors and nonlinear plots required. Murray suggests that his acceptability criteria for concrete floors may be conservative compared with that for wooden floors, where a greater amount of vibration is normally expected.

Human reactions to events of varying durations are summarized in figure 66, with the values given in table 15. In cases where "distinctly perceptible" applies (i.e., infrequent and short-duration events), these results suggest that levels of over 0.5 in/sec could be tolerated. The barely perceptible levels are still below 0.1 in/sec; consequently, it is impractical for blasting ever to be totally unobtrusive.

The studies just discussed all involve people in a test situation rather than in their own homes. None of the problems of damage fear, startle, house rattle, and other secondary effects were present. Undoubtedly, the addition of such effects lowers the thresholds at which people react. Relationships have been developed for people subjected to sonic booms and airblasts in their "normal" environment (*46*).

An estimate of annoyance from indoor-perceived ground vibration can be made by comparing airblast and ground vibration-produced midwall response (fig. 41), and the annoyance curves from airblast study. Estimated ground-vibration-produced human reactions are given in figure 67 based on the airblast responses from figure I–1 of RI 8485 (*46*). These are for coal mining; quarry levels are 20 pct higher. The three lines of the figure show the distribution

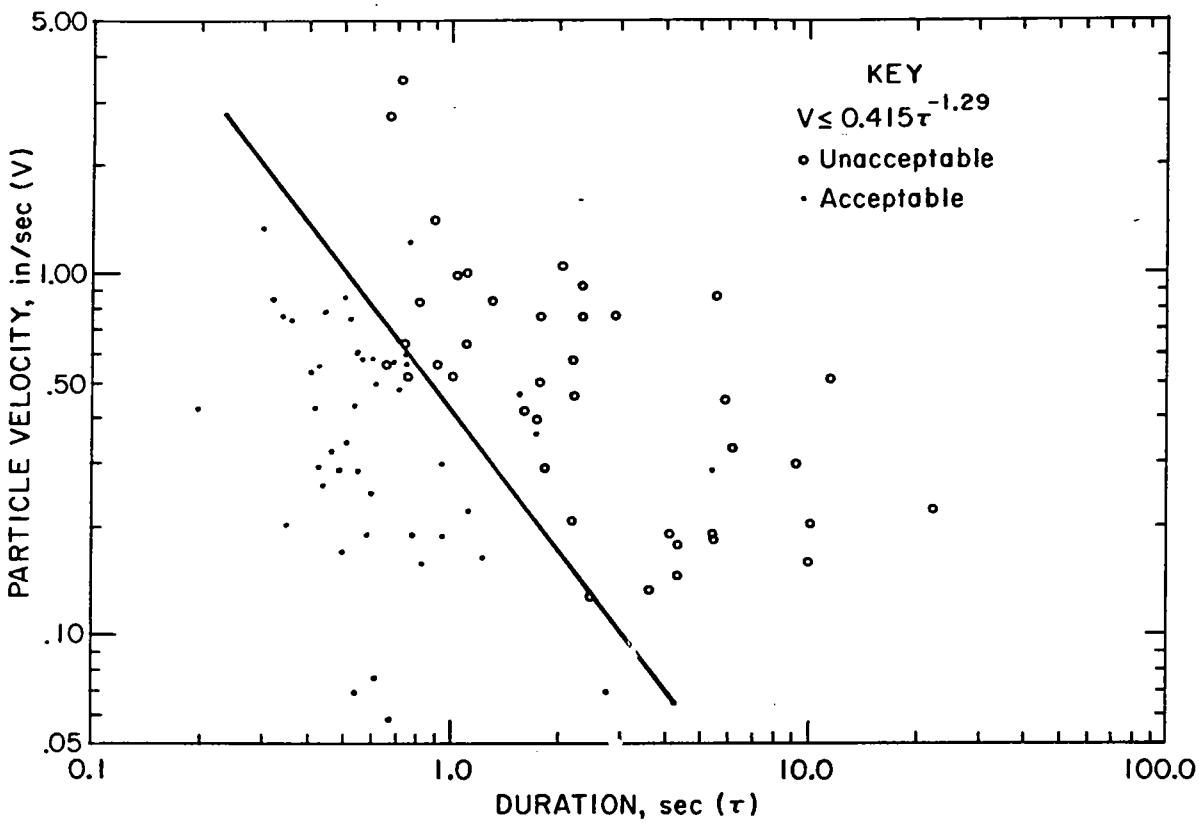


Figure 65.—Human response to concrete floor vibrations of various durations. Equation defines acceptable zone.

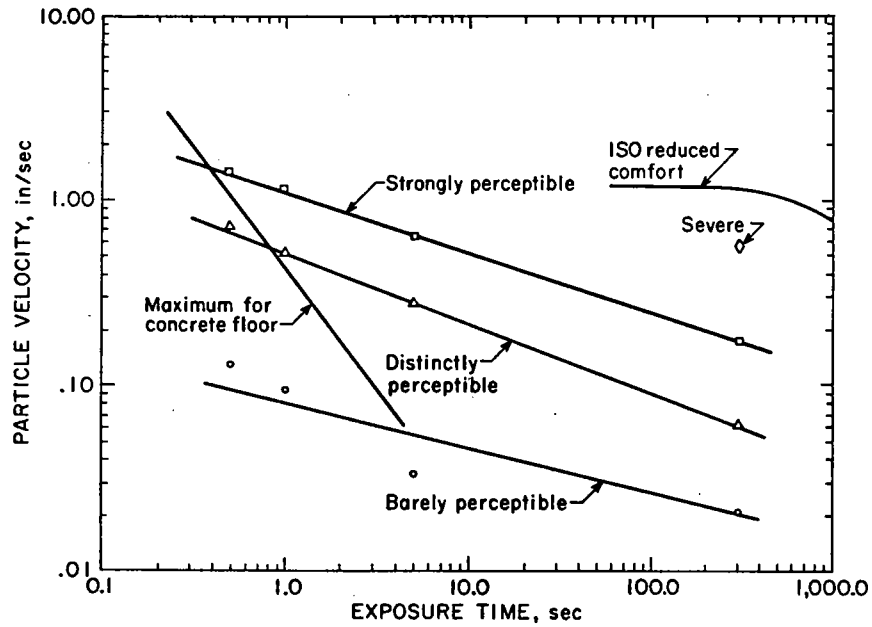


Figure 66.—Human response to vibrations of various durations, summary. ISO values are from Standard 2631.

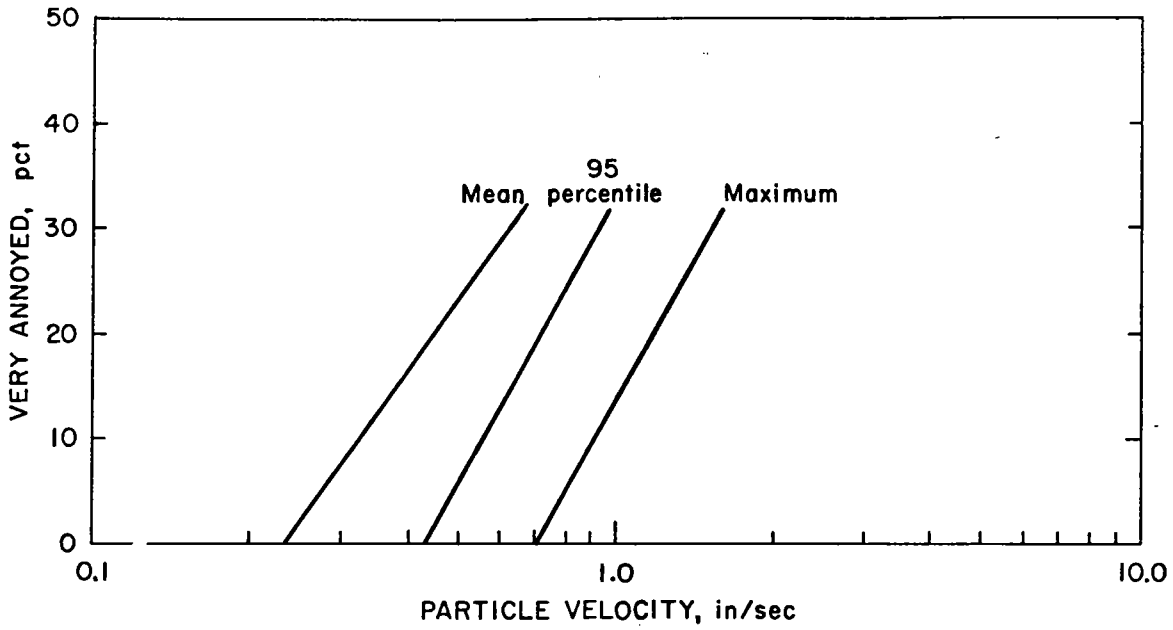


Figure 67.—Reactions of persons subjected to blasting vibration in their homes.

of the particle velocities. Since reactions are most likely from stronger events, actual public reaction would occur somewhere between that corresponding to the mean vibration level and the maximum, probably close to the 95th percentile. Exact determination of the airblast-produced human reactions (and also those produced by ground vibration) is not possible without knowing how closely the reported subjective reactions correspond to various levels of sonic boom experienced during the three test periods. It is possible and even likely that those interviewed reacted more to the higher level booms (e.g., maximum values). More work is needed to quantify reactions and specific levels. The potential for ground vibrations to produce strong public reaction is evident from figure 67. In the absence of a public relations program, it is expected that a mean ground vibration level of 0.50 in/sec in a community will produce 15 to 30 pct "very annoyed" neighbors. The 95-pct line gives 5 pct very annoyed at 0.5 in/sec. The blaster must convince the nearby homeowners that the rattling is to be expected and is not damaging. He can also demonstrate his sincerity by blasting as unobtrusively as possible, and using the best blast design principles.

Table 15.—Subjective responses of humans to vibrations of various durations

Type of response	Duration, sec	Particle velocity, in/sec	Source
Barely perceptible:			
Mean	0.5	0.130	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	1	.095	Do.
Do	5	.033	Do.
Do	300	.020	Reiher and Meister (*40*).
Threshold	5	.011	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	300	.011	Reiher and Meister (*40*).
Distictly perceptible:			
Mean	.5	.700	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	1	.500	Do.
Do	5	.280	Do.
Do	300	.060	Reiher and Meister (*40*).
Threshold	.5	.300	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	1	.230	Do.
Do	5	.100	Do.
Do	300	.033	Reiher and Meister (*40*).
Strongly perceptible:			
Mean	.5	1.400	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	1	1.150	Do.
Do	5	.630	Do.
Do	300	.170[1]	Reiher and Meister (*40*).
Threshold	.5	.910	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	1	.810	Do.
Do	5	.390	Do.
Do	300	.102	Reiher and Meister (*40*).
Severe:			
Mean	300	.550[1]	Do.
Threshold	5	1.13	Wiss and Parmelee (*58*).
Do	300	.301	Reiher and Meister (*40*).
Acceptable	0.2–4	$\leq 0.415\tau^{1.29}$	Murray (*33*).[2]

[1] At 9 Hz.
[2] τ = duration (sec).

CONCLUSIONS

The problems of blasting vibration damage to residential structures and human tolerance to vibrations have been analyzed using data from a wide variety of studies. Statistical techniques of mean and variance analysis and probability plots have both been applied to the damage data from the 10 studies and demonstrated the following:

1. Particle velocity is still the best single ground motion descriptor.

2. Particle velocity is the most practical descriptor for regulating the damage potential for a class of structures with well-defined response characteristics (e.g., single-family residences).

3. Where the operator wants to be relieved of the responsibility of instrumenting all shots, he could design for a conservative square root scale distance of 70 ft/lb$^{1/2}$. The typical vibration levels at this scaled distance would be 0.08 to 0.15 in/sec.

4. Damage potentials for low-frequency blasts (< 40 Hz) are considerably higher than those for high-frequency blasts (> 40 Hz), with the latter often produced by close-in construction and excavation blasts.

5. Home construction is also a factor in the minimum expected damage levels. Gypsumboard (Drywall) interior walls are more damage resistant than older, plaster on wood lath construction.

6. Practical safe criteria for blasts that generate low-frequency ground vibrations are 0.75 in/sec for modern gypsumboard houses and 0.50 in/sec for plaster on lath interiors. For frequencies above 40 Hz, a safe particle velocity maximum of 2.0 in/sec is recommended for all houses.

7. All homes eventually crack because of a variety of environmental stresses, including humidity and temperature changes, settlement from consolidation and variations in ground moisture, wind, and even water absorption from tree roots. Consequently, there may be no absolute minimum vibration damage threshold when the vibration (from any cause, for instance slamming a door) could in some case precipitate a crack about to occur.

8. The chance of damage from a blast generating peak particle velocities below 0.5 in/sec is not only small (5 pct for worst cases) but decreases more rapidly than the mean prediction for the entire range of vibration levels (almost asymptotically below about 0.5 in/sec).

9. Human reactions to blasting can be the limiting factor. Vibration levels can be felt that are considerably lower than those required to produce damage. Human reaction to vibration is dependent on event duration as well as level. Particle velocities of 0.5 in/sec from typical blasting (1-sec vibration) should be tolerable to about 95 pct of the people perceiving it as "distinctly perceptible". Relevant to whole-body vibration reaction is the degree that the vibration interferes with activity (sleep, speech, TV viewing, reading), presents a health hazard, and affects task proficiency. For people at home, the most serious blast vibration problems are house rattling, fright (fear of damage or injury), being startled, and for a few, activity interference. Complaints from these causes can be as high as 30 pct at 0.5 in/sec, and this is where good public relations attitudes and an educational program by the blaster are essential.

REFERENCES

1. Ashley, C. Blasting in Urban Areas. Tunnels and Tunneling, v. 8, No. 6, September/October 1976, pp. 60–67.
2. Atherton, G. H., A. Polensek, and S. E. Corder. Human Response to Walking and Impact Vibration of Wood Floors. Forest Prod. J., v. 26, No. 10, October 1976, pp. 40–47.
3. Beck, W. K. Fatigue Cracking of Drywall to Model Blast Loading. M.S. Thesis, Dept. Civil Eng., Northwestern Univ., Evanston, Ill., June 1979, 131 pp.
4. Bergling, J. O., K. Eklund, and C. Sjoberg. A Villa Built of Light Concrete and Concrete Exposed to Vibrations From Blasting. Swedish Council for Bldg. Res., Bldg. Res. Summaries, R 32, 1977, 85 pp.
5. Blume, John A. and Associates, Research Division. Response of Tall Industrial and Residential Structures to an Underground Nuclear Detonation. VELA Uniform Program, Project Dribble, Salmon Event RPT, VUF–1031. Final Rept. to the Advanced Res. Agency of the Department of Defense and the Atomic Energy Commission, Nov. 15, 1965, 31 pp.
6. Bogdanoff, I., T. Larson, and R. Nilsson. Lightweight Concrete Buildings Exposed to Vibrations From Blasting Operations. Swedish Council for Bldg. Res., Bldg. Res. Summaries, R 42, 1975, 47 pp.
7. Chang, F. Human Response to Motions in Tall Buildings. Proc. ASCE, v. 99, No. 2, June 1973, pp. 1259–1272.
8. Corser, P. Wall Cracking in Residential Structures From Surface Mining and Hard Rock Construction Blasts. M.S. Thesis, Dept. Civil Eng., Northwestern Univ., Evanston, Ill., August 1979, 199 pp.
9. Crawford, R., and H. S. Ward. Dynamic Strains in Concrete and Masonry Walls. Div. Bldg. Res., National Res. Council, Ottawa, Canada, Bldg. Res. Note 54, December 1965, 13 pp.
10. Dowding, C. H. Response of Buildings to Ground Vibrations Resulting From Construction Blasting. Ph.D. Thesis, Univ. Illinois, Urbana, Ill., 1971, 204 pp.
11. Dowding, C. H., W. K. Beck, and D. K. Atmatzidis. Blast Vibration Implications of Cyclic Shear Behavior of Model Plaster Panels. Geotechnical Testing J., ASTM, v. 3, No. 2, June 1980.
12. Dowding, C. H., and P. G. Corser. Cracking and Construction Blasting. Importance of Frequency and Free Response. J. Construction Div., ASCE, March 1981 (in press).
13. Dowding, C. H., P. D. Murray, and D. K. Atmatzidis. Dynamic Properties of Residential Structures Subjected to Blasting Vibrations. J. Structural Div., ASCE, 1981 (in press).
14. Duvall, W. I., and D. E. Fogelson. Review of Criteria for Estimating Damage to Residences From Blasting Vibrations. BuMines RI 5968, 1962, 19 pp.
15. Dvorak, A. Seismic Effects of Blasting on Brick Houses. Prace geofyrikeniha Ustance Ceskoslovenski Akademie Ved. No. 169. Geofysikalni Sbornik, 1962, pp. 189–202.
16. Edwards, A. T., and T. D. Northwood. Experimental Studies of the Effects of Blasting on Structures. The Engineer, v. 210, Sept. 30, 1960, pp. 538–546.
17. Esteves, J. M. Control of Vibrations Caused by Blasting. Laboratorio National De Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, Memoria 498, 1978, 11 pp.
18. Goldman, D. E. A Review of Subjective Responses of Vibrating Motion of the Human Body in the Frequency Range, 1 to 70 Cycles per Second. Naval Medical Res. Inst., Proj. NM 004001, Rept. 1, Mar. 16, 1948, 17 pp.
19. International Standards Organization. Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ISO 2631–1978 (E), 1978, 15 pp.
20. Jackson, M. W. Thresholds of Damage Due to Ground Motion. Proc. Internat. Symp. on Wave Propagation and Dynamic Properties of Earth Materials, Univ. New Mexico, Albuquerque, N. Mex., Aug. 23, 1967, pp. 961–969.
21. Jensen, D. E., and J. D. Rietman. Collection of Ground and Structure Vibration Data Generated From Small Charge Residentially Adjacent Construction Blasting. Woodward-Clyde Consultants, Proj. 410741. Final report to the Bureau of Mines, Nov. 9, 1978, 71 pp.; available for consultation at the Twin Cities Research Center, Bureau of Mines, Twin Cities, Minn.
22. Kamperman. G., and M. A. Nicholson. The Transfer Function of Quarry Blast Noise and Vibration Into Typical Residential Structures. Kamperman Associates, Inc. Final Report to the Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA 550/9–77–351, February 1977, 43 pp.; National Technical Information Service, Springfield, Va., PB 288 892.
23. Koerner, R. M., J. N. Deisher, and R. P. Scheller. Laboratory Study of Cracking in Model Block Masonry Walls. Proc. 3d Ann. Conf. on Explosives and Blasting Techniques, Soc. Explosive Eng., Pittsburgh, Pa., Feb. 23, 1977, pp. 227–237.
24. Langan, R. T. The Use of Single-Degree-of-Freedom System as a Dynamic Model for Low-Rise Residential Structures Subjected to Blast Vibrations. M.S. Thesis, Northwestern Univ., Evanston, Ill., 1980, 79 pp.
25. Langefors, U., and B. K. Kihlstrom. Rock Blasting. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1963, 405 pp.
26. Langefors, U., B. Kihlstrom, and H. Westerberg. Ground Vibrations in Blasting. Water Power, February 1958, pp. 335–338, 390–395, 421–424.
27. Leet, D. L. Vibrations From Construction Blasting. Hercules Powder Co., Wilmington, Del., 1960, 24 pp.
28. Leigh, B. R. Lifetime Concept of Plaster Panels Subjected to Sonic Boom. Univ. Toronto, Canada, UTIAS–TN–191, July 1947, 78 pp.
29. Lucole, S., and C. H. Dowding. Statistical Analysis of Blast Emission. Records From Quarrying, Mining, and Construction Operations in the State of Illinois. Illinois Inst. of Nat. Res., Doc. 79/02, Proj. 30.013, January 1979, 200 pp.
30. Medearis, K. The Development of Rational Damage Criteria for Low-Rise Structures Subjected to Blasting Vibrations. Kenneth Medearis Associates, Final Rept. to National Crushed Stone Assn., Washington, D.C., August 1976, 93 pp.
31. Morris, G., and R. Westwater. Damage to Structures by Ground Vibrations Due to Blasting. Mine and Quarry Eng., April 1953, pp. 116–118.
32. Murray, P. D. Dynamic Properties of Residential Structures Subjected to Blasting Vibrations. M.S. Thesis, Dept. Civil Eng., Northwestern Univ., Evanston, Ill., June 1978, 142 pp.

33. Murray, T. M. Acceptability Criteria for Occupant-Induced Floor Vibrations. Sound and Vibration, v. 13, No. 11, November 1979, pp. 24–30.
34. Nadolski, M. E. Architectural Damage to Residential Structures From Seismic Disturbances. Bull. Seis. Soc. Am., v. 59, No. 2, April 1969, pp. 487–502.
35. Navarro, R. Old Reliable Mine Project Seismic Measurements. NOAA Tech. Memo, ERL ESL–19, July 1972, 17 pp.
36. Nelson. W. H. Movement of Building Element Cracks in Six Mercury Nevada Structures. John A. Blume and Associates, Research Div., San Francisco, Rept. NVO–99–20 to The Nevada Operations Office. U.S. Atomic Energy Comm., December 1957, 45 pp. (contract AT (26–1)–99).
37. Nicholls, H. R., C. F. Johnson, and W. I. Duvall. Blasting Vibrations and Their Effects on Structures. BuMines Bull. 656, 1971, 105 pp.
38. Northwood, T. D., R. Crawford, and A. T. Edwards. Blasting Vibrations and Building Damage. The Engineer, v. 215, No. 5601, May 31, 1963, pp. 973–978.
39. Power, D. V. A Survey of Complaints of Seismic Related Damage to Surface Structures—Salmon Event. Bull. Seis. Soc. Am., v. 56, No. 6, December 1966, pp. 1413–1428.
40. Reiher, H., and F. J. Meister. (The Effect of Vibration on People.) Forschung auf dem Gebeite des Ingenieurwesens (Germany), v. 2, No. 11, 1931, p. 381; transl. by Headquarters Air Material Command, Wright Field, Ohio, Rept. F–TSL–616–RE, 1946.
41. Richter, C. F. Elementary Seismology. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1958, 768 pp.
42. Scholl, R. E. Low-Rise Building Damage From Low Amplitude Ground Motions. John A. Blume and Associates, Research Div., San Francisco, Rept. JAB–99–117 to U.S. Atomic Energy Comm., April 1974, 22 pp. (contact AT(26–1)–99).
43. Scholl, R. E., and I. Farhoomand. Statistical Correlation of Observed Ground Motion With Low-Rise Building Damage. Bull. Seis. Soc. Am., v. 63, No. 5, October, 1973, pp. 1515–1537.
44. Seismore, C. J. Analyzing of Surface-Motion Data From Old Reliable Mine Blast. Lawrence Livermore Lab., Rept. UDIC–16314, July 19, 1973, 19 pp.
45. Siskind, D. E., V. J. Stachura, and K. S. Radcliffe. Noise and Vibrations in Residential Structures From Quarry Production Blasting. Measurements at Six Sites in Illinois. BuMines RI 8168, 1976, 17 pp.
46. Siskind, D. E., V. J. Stachura, M. S. Stagg, and J. W. Kopp. Structure Response and Damage Produced by Airblast From Surface Mining. BuMines RI 8485, 1980.
47. Skipp, B. O. Ground Vibration Instrumentation—A General Review. Instrumentation for Ground Vibration and Earthquakes. Proc., Conf. for Earthquake and Civil Eng. Dynamics, Keele, England, July 4, 1977, pp. 11–34.
48. Snodgrass, J. J., and D. E. Siskind. Vibrations From Underground Blasting. BuMines RI 7937, 1974, 31 pp.
49. Stachura, V. J., D. E. Siskind, and A. J. Engler. Airblast Instrumentation and Measurement Techniques for Surface Mine Blasting. BuMines RI 8508, 1981 (in press).
50. Stagg, M. S., and A. J. Engler. Ground Vibration Measurement and Seismograph Calibration. BuMines RI 8506, 1980 (in press).
51. Thoenen, J. R., and S. L. Windes. Seismic Effects of Quarry Blasting. BuMines Bull. 442, 1942, 83 pp.
52. Tynan, A. E. Ground Vibrations, Damaging Effects to Buildings. Australian Road Res. Bd., Spec. Rept. 11, 1973, 61 pp.
53. Wall, J. F., Jr. Seismic-Induced Architectural Damage to Masonry Structures at Mercury, Nevada. Bull. Seis. Soc. Am., v. 57, No. 5, October 1967, pp. 991–1007.
54. Wendler, B. H., M. J. Rosenfield, J. B. Gambill, W. E. Fischer, R. G. Merritt, and J. A. Gill. Shock Environment Test of Model Drywall Room (Bureau of Mines Test Package No. 1). U.S. Army Constr. Eng. Res. Lab., Champaign, Ill., Tech. Rept. M–152, August 1975, 81 pp.
55. Whiffin, A. C., and D. R. Leonard. A Survey of Traffic-Induced Vibrations. Road Res. Lab., Dept. Environment, Crowthorne, Berkshire, England, Rept. RRL LR 418, 1971, 58 pp.
56. Wiss, J. F., and P. Linehan (Wiss, Janney, Elstner and Associates, Inc.). Control of Vibration and Blast Noise From Surface Coal Mining. BuMines Open File Rept. 79–103, 1979, v. 1, 159 pp.; v. 2, 280 pp.; v. 3, 624 pp.; v. 4, 48 pp.; available for consultation at the BuMines libraries in Denver, Colo., Twin Cities, Minn., Pittsburgh, Pa., and Spokane, Wash.; U.S. Dept. Energy facilities in Carbondale, Ill., and Morgantown, W. Va.; Nat. Mine Health and Safety Academy, Beckley, W. Va.; and Nat. Library of Natural Resources, U.S. Dept. Interior, Washington, D.C. Contract JO 255022; Nat. Tech. Inf. Service, Springfield, Va., PB 299 886/AS.
57. Wiss, J. F., and H. R. Nicholls. A Study of Damage to a Residential Structure From Blast Vibrations. Res. Council for Performance of Structures, ASCE, New York, 1974, 73 pp.
58. Wiss. J. F., and R. A. Parmelee. Human Perception of Transient Vibrations. J. Structural Div., ASCE, v. 100, No. ST4, Proc. Paper 10495, April 1974, pp. 773–787.

APPENDIX A.—EXISTING VIBRATION STANDARDS AND CRITERIA TO PREVENT DAMAGE

The German vibration standards (DIN 4150) are intended to protect buildings but are so strict as to be unworkable (table A–1). Reportedly, they are not enforced, at least for blasting. No technical data have been given to justify the levels specified (*4*, *52*).[1]

The Australian standard (CA 23–1967) specifies maximums of

(1) 0.008-in displacement for frequencies less than 15 Hz and
(2) 0.75 in/sec resultant peak particle velocity for frequencies greater than 15 Hz.

The 0.008-in maximum displacement corresponds to 0.5 in/sec at 10 Hz and 0.25 in/sec at 5 Hz.

Skipp (*47*) lists a variety of national vibration limits, including the Czechoslovakian maximum code of 10 mm/sec (0.40 in/sec). Skipp states, "in countries without formal codes, good practice usually takes into account the intrusive element without specifying a particular damage state. In the U. K. for example for tunnel blasting, 10 mm/sec has been the aim in densely populated areas and 25 mm/sec in sparsely populated areas." The British Secretary of State specified that 12 mm/sec (0.47 in/sec) be used for surface coal mine blasts that generate frequencies below 12 Hz.

Bogdanoff's damage paper (*6*) summarizes safe values from the text "Rock Blasting," by Langefors and Kihlstrom (*25*), given in table A–2. The propagation velocity (c) is related to particle velocity (V) and ground strain (e) according to:

$$e = \frac{V}{c}$$

[1] Italic numbers in parentheses refer to items in the list of references preceding the appendixes.

Table A–1.—German vibration standards, DIN 4150

Type of construction	Peak pseudo vector sum particle velocity	
	mm/sec	in/sec
Ruins, ancient and historic buildings given antiquities protection	2	0.08
Buildings with visible damage and cracks in masonry	4	.16
Buildings in good condition, possibly with cracks in plaster	8	.32
Industrial and concrete structures without plaster	10–40	.39–1.56

Table A–2.—Damage levels from blasting, after Langefors and Kihlstrom (*25*)

Damage effects	Peak particle velocity					
	Sand, gravel, clay below water level; c = 1,000 – 1,500 m/sec[1]		Moraine, slate, or soft limestone; c = 2,000 – 3,000 m/sec		Granite, hard limestone, or diabase; c = 4,500 – 6,000 m/sec	
	mm/sec	in/sec	mm/sec	in/sec	mm/sec	in/sec
No noticeable crack formation	18	0.71	35	1.4	70	2.8
Fine cracks and falling plaster threshold	30	1.2	55	2.2	100	~~3.9~~ 4.3
Crack formation	40	1.6	80	3.2	~~150~~ 160	~~5.9~~ 6.3
Severe cracks	60	2.4	115	4.5	~~225~~ 230	~~8.9~~ 9.1

[1] Propagation velocity in media is given by c.

Table A–3.—Limiting safe vibration values of pseudo vector sum peak particle velocities, after Esteves (*17*)

Type of construction	Peak particle velocity					
	Incoherent loose soils, soft coherent soils, rubble mixtures: c < 1,000 m/sec[1] c < 3,300 ft/sec[1]		Very hard to medium consistence coherent soils, uniform or well-graded sand: c = 1,000–2,000 m/sec c = 3,300–6,600 ft/sec		Coherent hard soils and rock: c > 2,000 m/sec c > 6,600 ft/sec	
	mm/sec	in/sec	mm/sec	in/sec	mm/sec	in/sec
Special care, historical monuments, hospitals, and very tall buildings	2.5	0.10	5	0.20	10	0.40
Current construction	5	.20	10	.40	20	.80
Reinforced construction, e.g., earthquake resistant	15	.60	30	1.20	60	2.40

[1] Propagation velocity in media given by c.

Consequently, low-velocity materials will have higher ground strains (and potentials for failure) for a given particle velocity. Langefors and Kihlstrom did not give the experimental data to support their thresholds of table A–2. Esteves' study (*17*) includes safe values for a variety of conditions, including types of soil, construction, and frequency of blasting (table A–3). As with Langefors and Kihlstrom (table A–2), Esteves does not give the supporting experimental data. Ashley lists maximum particle velocities for a variety of structure types (*1*). Again, technical data to derive or support the recommended values are not given (table A–4).

Several survey papers have been written that combined nuclear blast, earthquake, and blasting data without pointing to the variations among vibration characteristics and the resulting response and damage potentials (*20, 34*). The worst-case experimental data are from the Salmon nuclear blast and the Mercury, Nev., studies. These results are overly conservative for blasting, and their use cannot be justified on technical grounds.

Cases occasionally arise where blasting vibration is considered a potential problem to equipment, or concern is expressed about the vibration sources such as traffic. The safe level criteria established for blasting are often applied to these situations with little justification. Traffic is usually a steady-state source of low amplitude. Appropriate safe levels would have to be lower than for blasting, which is relatively infrequent and of shorter duration. The British criterion for architectural damage from steady-state sources is 5 mm/sec (0.20 in/sec) (*55*). Vibration standards for laboratory instruments are given in table A–5.

Table A–4.—Limiting safe vibration values, after Ashley (*1*)

Type of construction	Peak particle velocity	
	mm/sec	in/sec
Ancient and historic monuments	7.5	0.30
Housing in poor repair	12	.47
Good residential, commercial, and industrial structures	25	1.0
Welded gas mains, sound sewers, engineered structures	50	2.0

Table A–5.—Vibration limits for laboratory instruments, after Whiffin and Leonard (*55*)

Dimensional and electrical physical reference standards	g[1]	0.01
Do	in/sec	[2]0.031
Dimensional working standards	g	0.02
Do	in/sec	[2]0.062
Electrical, physical working standards	g	0.03
Do	in/sec	[2]0.093
General electronic apparatus	in/sec	0.19
Mettler analytical balance	in/sec	[2]0.0125
Sartorius analytical balance	in/sec	[2]0.10
Leeds—Northrup Reflection Galvanometer	in/sec	[2]0.0125
Photo microscope	in/sec	1.44
Phillips EM 300 electron microscope	in/sec	0.00013
HAAS standards barometer	in/sec	0.08

[1] g = acceleration of gravity 9.8 m/sec^2 (32.2 ft/sec^2).
[2] At 20 Hz.

APPENDIX B.—ALTERNATIVE BLASTING LEVEL CRITERIA

Safe blasting vibration criteria were developed for residential structures, having two frequency ranges and a sharp discontinuity at 40 Hz (table 13). There are blasts that represent an intermediate frequency case, being higher than the structure resonances (4 to 12 Hz) and lower than 40 Hz. The criteria of table 13 apply equally to a 35-Hz and a 10-Hz ground vibration, although the responses and damage potentials are very much different.

Using both the measured structure amplifications (fig. 39) and damage summaries (figs. 52 and 54), a smoother set of criteria was developed. These criteria have more severe measuring requirements, involving both displacement and velocity (fig. B–1).

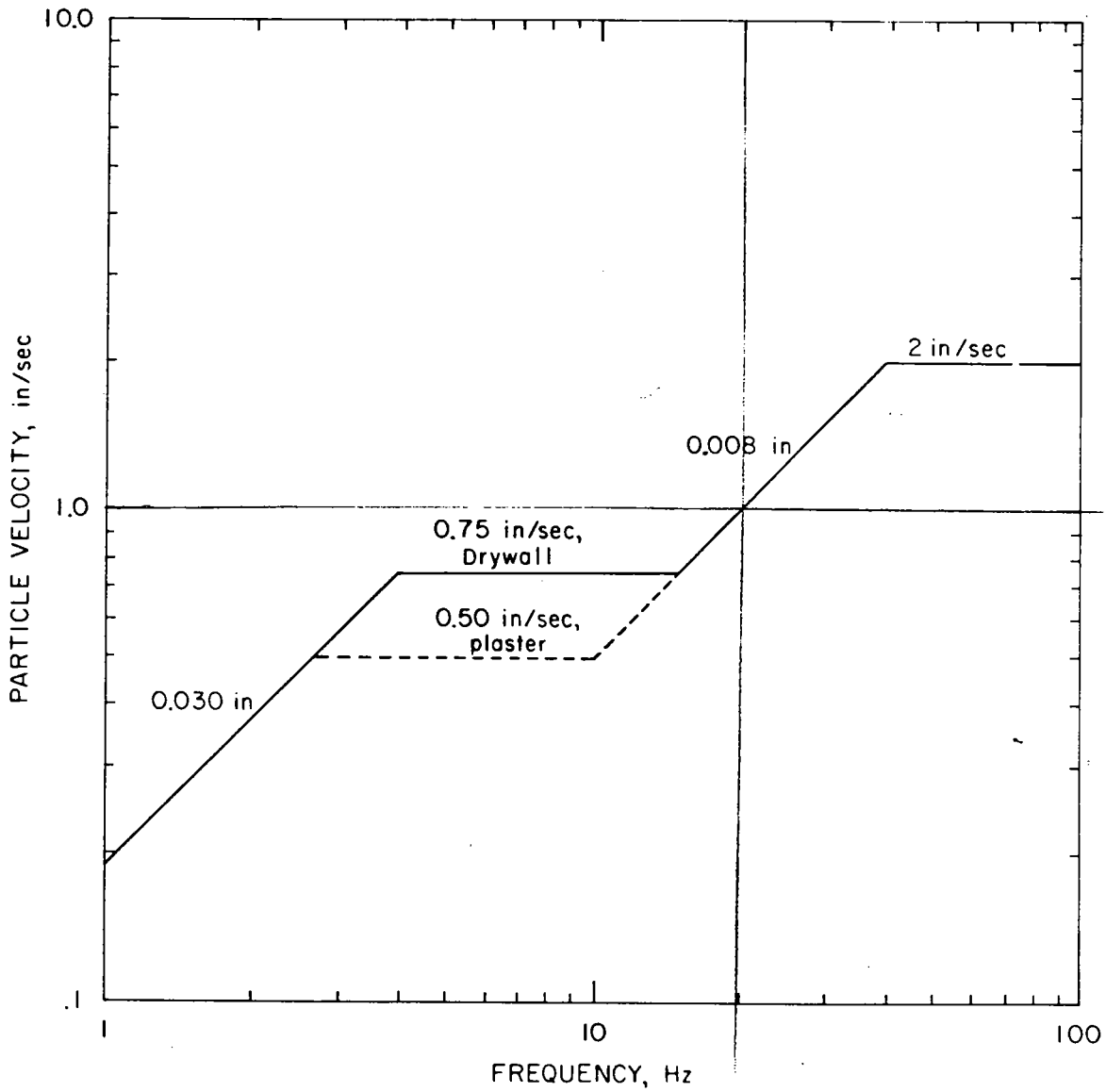


Figure B–1.—Safe levels of blasting vibration for houses using a combination of velocity and displacement.

Above 40 Hz, a constant peak particle velocity of 2.0 in/sec is the maximum safe value. Below 40 Hz, the maximum velocity decreases at a rate equivalent to a constant peak displacement of 0.008 in. At frequencies corresponding to 0.75 in/sec for Drywall, and 0.50 in/sec for plaster, constant particle velocities are again appropriate. An ultimate maximum displacement of 0.030 in is recommended, which would only be of concern where very low frequencies are encountered (< 4 Hz).

This scheme is based on the response and damage data, recognizes the displacement-bound requirement for house responses to blast vibrations, and provides a smooth transition for the intermediate frequency cases. This method of analyzing the damage potential of blasting vibrations has the disadvantage of possibly underestimating annoyance reactions. Midwall responses (fig. 40) do not decrease nearly as fast as structure (corner) responses as frequencies increase from 10 to 40 Hz. A very nearly linear decrease of velocity amplification was observed for the gross structure; however, the higher midwall response frequencies will make the 20- to 35-Hz vibrations relatively annoying if the maximum levels shown on figure B–1 are attained.

☆U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1983-705-020/105

INT.-BU.OF MINES,PGH.,PA. 25077

Bureau of Mines
Report of Investigations 8507

STRUCTURE RESPONSE AND DAMAGE PRODUCED BY GROUND VIBRATION FROM SURFACE MINE BLASTING

by

David E. Siskind, Mark S. Stagg,
John W. Kopp, and Charles H. Dowding

ERRATA

Page 1, line 14 should read "Safe levels" instead of "Save levels."

Page 3, footnote should read "Italic numbers" instead of "Underlined numbers."

Page 12 (table 1): Seven shots that were omitted are given on the attached page. In addition, for shot 134 "Peak ground vibration (H_2)" should be 0.32 instead of 0.36, and the column heading labeled "Sealed distance" should read "Scaled distance."

Page 19 (equation 2): Sign before $\frac{\beta}{\sqrt{1 - \beta^2}} =$ should be minus instead of plus.

Page 23 (table 3): Structures numbered 58 and above have some of the shots improperly indicated. The attached table shows the correct values, and is consistent with table 1.

Page 28, caption of figure 28 should be "Test structure 61, near a construction site."

Page 41 (table 5): Footnote 4 should show 119 dB airblast instead of 111 dB.

Page 42 (table 6): Values in "Mine blasts" column should read 0.377 instead of 0.472 and .314 instead of .392. Footnote 1 should have 119 dB airblast instead of 111 dB.

Page 48 (table 9): Jensen and Rietman reference number should be 21 instead of 57. Also, under "Damage observed, uniform classification," Nondamage and Threshold values for "Bureau of Mines new data" should be 76 and 28, respectively, not 37 and 23.

Page 71 (table A-2): Values in the "Granite, hard limestone, or diabase" column should be as follows:

mm/sec	in/sec
70	2.8
110	4.3
160	6.3
230	9.1

ADDITIONAL VALUES FOR TABLE 1 OF RI 8507

Production blasts and ground vibration measurements

Shot	Facility	Shot type	Total charge lb.	Lb per delay	Scaled distance ft/lb $^{1/2}$	Peak ground vibration, in/sec			Peak structure motion, in/sec							Structure number (table 3)	Structure type
									Low corner			High corner		Midwall			
						H_1	H_2	V	H_1	H_2	V	H_1	H_2	H_1	H_2		
155	Coal	Highwall..	5,400	120	43.0		0.43	0.55						0.84		44	1
156	Coal	....do....	3,600	80	41.0		0.96	0.57						0.76		44	1
173	Coal	....do....	2,150	86	27.0	0.59	0.96	1.01	0.56	0.66	1.19			0.74	2.55	51	2
176	Coal	....do....	3,550	71	6.9	5.58	2.34	2.61	2.85	1.32	4.09	3.43	1.41	9.14	2.69	51	2
177	Coal	....do....	3,240	36	9.7	3.90	2.44	1.65	2.13	2.2	2.60	3.53	2.28	7.06	2.82	51	2
209	Coal	....do....		80	19.0	4.50	1.17	1.[illegible]								58	1
W-17	Constr	Excavation	50	13	1.4	5.83	11.87	6.49	8.05	[illegible]	9.02	4.77	2.03	5.8	8.69	67	2

CORRECTIONS FOR TABLE 3 OF RI 8507

Test structures and measured dynamic properties

Structure	Shots (table 1)
57	201,202
58	203-209
59	W-1
60	W-2, W-3
61	W-4, W-5
62	W-6
63	W-7, W-8
64	W-9, W-10
65	W-11, W-12
66	W-13, W-14, W-15
67	W-16, W-17
68	W-18, W-19
69	W-20, W-21
70	W-22
71	W-23
72	W-24
73	W-25, W-26, W-27
74	W-28, W-29
75	W-30
76	W-31, W-32

ANNEXE

ANNEXE 6 CLIMAT VIBRATOIRE 2019-2020

RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET MINIER HORNE 5

COMPILATION ANNUELLE DES MESURES DU CLIMAT VIBRATOIRE POUR JUIN 2019 À JUIN 2020

ROUYN-NORANDA, QC

REF. WSP : 151-11330-09

DATE : 3 FÉVRIER 2021

CONFIDENTIEL



RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET MINIER HORNE 5

COMPILATION ANNUELLE DES MESURES DU CLIMAT VIBRATOIRE POUR JUIN 2019 À JUIN 2020

ROUYN-NORANDA, QC

CONFIDENTIEL

REF. WSP : 151-11330-09
DATE : 3 FÉVRIER 2021

RAPPORT FACTUEL (VERSION FINALE)

WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600, BOULEVARD RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9
CANADA

T : +1-514-340-0046
F : +1-514-340-1337

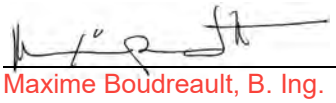
WSP.COM

GESTION DE LA QUALITÉ

VERSION	DATE	DESCRIPTION
01	2020-08-26	Version préliminaire
02	2020-12-07	Version préfinale
03	2020-12-21	Version finale
04	2021-02-03	Seconde version finale, corrections demandées par le client

SIGNATURES

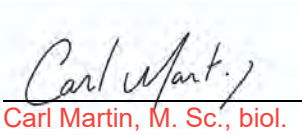
PRÉPARÉ PAR



Maxime Boudreault, B. Ing.
Coordonnateur, Département vibrations

RÉVISÉ PAR

Marc Deshaies, ing., M. Ing.
Chef d'équipe, Acoustique, Vibrations et Qualité de l'air



Carl Martin, M. Sc., biol.
Chargé de projet, Environnement

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Ressources Falco Ltée, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

Référence à citer :

WSP. 2021. *Projet minier Horne 5, Compilation annuelle des mesures du climat vibratoire pour juin 2019 à juin 2020, Rouyn-Noranda, Qc*. Rapport produit pour Ressources Falco Ltée. Réf. WSP : 151-11330-09. 12 pages et annexes.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou d'achever ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, comme qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente, Environnement et développement durable	Hélène Cartier, ing. LL.B., ASC
Technicienne senior en environnement	Marilyn Gagnon, B. Sc., biol.
Adjointe administrative	Nancy Thériault

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Coordonnateur, Département vibrations	Maxime Boudreault, B. Ing.
Chef d'équipe Acoustique, Vibrations et Qualité de l'air	Marc Deshaies, ing., M. Ing.
Chargé de projet, Environnement	Carl Martin, M. Sc., biol.
Assistants de projet	Rasoul Morteza Pouraghdam, M. Sc. A. Julien Bordeleau

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

2 MÉTHODOLOGIE 2

2.1 Identification des points de mesure 2

2.2 Équipements utilisés 6

2.3 Acquisition des données 6

3 DÉFINITIONS 8

3.1 Vitesse particulaire de crête 8

3.2 Somme vectorielle des vitesses de crête 8

3.3 Fréquence de passage à zéro 8

3.4 Indicateurs statistiques et indices fractiles 8

4 RÉSULTATS 9

5 CONCLUSION 10

5.1 Été 2019 10

5.2 Automne 2019 11

5.3 Hiver 2020 11

5.4 Printemps 2020 12

5.5 Ensemble des mesures 12

TABLEAU

TABLEAU 1 IDENTIFICATION ET POSITIONNEMENT DES SISMOGRAPHES DÉPLOYÉS 2

FIGURES

FIGURE 1 POINT DE MESURE VIB_01 (188, AVENUE PORTELANCE, ROUYN-NORANDA) 4

FIGURE 2 POINT DE MESURE VIB_02 (255, 5E RUE, ROUYN-NORANDA) 5

FIGURE 3 EXEMPLE D'HISTOGRAMME DE MESURE VIBRATOIRE TYPE 7

CARTE

CARTE 1 LOCALISATION DES POINTS DE MESURE ET DU PROJET MINIER HORNE 5 3

ANNEXES

A PRÉSENTATION DES RÉSULTATS – ANNUEL

A-1 Été 2019
A-2 Automne 2019
A-3 Hiver 2020
A-4 Printemps 2020
A-5 Année 2019-2020

B RAPPORTS MENSUELS

B-1 Juin 2019
B-2 Juillet 2019
B-3 Août 2019
B-4 Septembre 2019
B-5 Octobre 2019
B-6 Novembre 2019
B-7 Décembre 2019
B-8 Janvier 2020
B-9 Février 2020
B-10 Mars 2020
B-11 Avril 2020
B-12 Mai 2020
B-13 Juin 2020

1 INTRODUCTION

Ressources Falco Ltée a octroyé à WSP Canada Inc. (WSP) un mandat pour la mesure du climat vibratoire dans le quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda pour une période de 12 mois (juin 2019 à juin 2020).

Ces mesures ont pour objectifs :

- de connaître le niveau vibratoire actuel à deux points de mesure situés près de l'intersection de la 7e et de la 9e Rue, sélectionnés pour leur proximité du gisement Horne 5;
- de construire une base de référence vibratoire à ces points de mesure pour l'ensemble des conditions rencontrées dans un cycle annuel avant le début des activités d'exploitation minière du projet Horne 5;
- d'identifier les valeurs vibratoires maximales, minimales et moyennes selon des périodes de la journée, de la semaine et de l'année.

Ce document présente les résultats des mesures acquises entre le 21 juin 2019 et le 22 juin 2020.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 IDENTIFICATION DES POINTS DE MESURE

Les équipements de mesure ont été installés le 18 juin 2019. Pour les deux points de mesure, les géophones sont enterrés à une profondeur d'environ 20 cm et les axes transversal et longitudinal de chaque capteur sont orientés respectivement vers l'est et vers le nord. L'horizontalité des capteurs est validée à chaque enregistrement, soit une fois par jour de mesure.

Le positionnement des capteurs (Vib_01 et Vib_02) est résumé au tableau 1. La carte 1 présente la localisation des deux points de mesure par rapport au projet minier Horne 5 alors que les figures 1 et 2 présentent des photos des installations des systèmes d'acquisition des points de mesure.

Le 5 mai 2020, comme l'étalonnage annuel du sismographe UM 10615 installé au point de mesure Vib_01 devait être effectué, il a été remplacé par le sismographe UM 15739.

Tableau 1 Identification et positionnement des sismographes déployés

Point de mesure	N° série des sismographes	Positionnement	Latitude	Longitude
Vib_01	UM 10615	188, avenue Portelance	48°15'1.63"N	79° 1'5.79"O
	UM 15739			
Vib_02	UM 10614	255, 5e Rue	48°15'1.08"N	79° 0'49.49"O


79°2'0"
79°0'0"
48°16'0"
48°15'0"
Quartier résidentiel
Chemin du Golf
Poste de transformation d'énergie électrique de Rouyn (Hydro-Québec)
Rue Saguenay
Club de golf Noranda
Cimetière
Chemin Bradley
101
Bassin Nord-Osisko
Vib_01
188, Avenue Portelance
Vib_02
255, 5ième Rue
Quartier résidentiel
Station de mesure
Composantes du projet
Complexe minier Horne 5
Gisement Horne 5
Infrastructures
Limite du parc industriel Noranda-Nord
Voie ferrée existante
FALCO RESOURCES
Rapport mensuel des mesures du climat vibratoire – Juin 2019
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Localisation des points de mesure et du projet minier Horne 5
Source :
Imagerie ESRI
Données de projet, 2017
0 150 300 m
MTM, fuseau 10, NAD83
Carte 1
151-11330-09-suC1_wspT197_Vibration_190807.mxd
Août 2019
wsp



Figure 1 Point de mesure Vib_01 (188, avenue Portelance, Rouyn-Noranda)



Figure 2 Point de mesure Vib_02 (255, 5e Rue, Rouyn-Noranda)

2.2 ÉQUIPEMENTS UTILISÉS

Les données sont enregistrées par des sismographes Micromate du fabricant canadien Instantel. La fiche technique des équipements utilisés est présentée à l'annexe A de chaque rapport mensuel.

Les sismographes sont munis de systèmes de télémétrie et d'une source énergétique d'appoint qui leur permettent d'acquérir des données en continu pour les douze mois prévus de la campagne de mesure. Les équipements sont étalonnés par le fabricant sur une base annuelle.

2.3 ACQUISITION DES DONNÉES

Les vibrations présentées dans ce rapport ont été enregistrées entre le 21 juin 2019 et le 22 juin 2020. Un histogramme présentant la vitesse particulaire de crête pour chaque intervalle de 15 minutes est généré pour chaque journée de mesure. Ces histogrammes sont présentés à l'annexe B de chacun des rapports mensuels. Un exemple d'histogramme type est présenté à la figure 3.

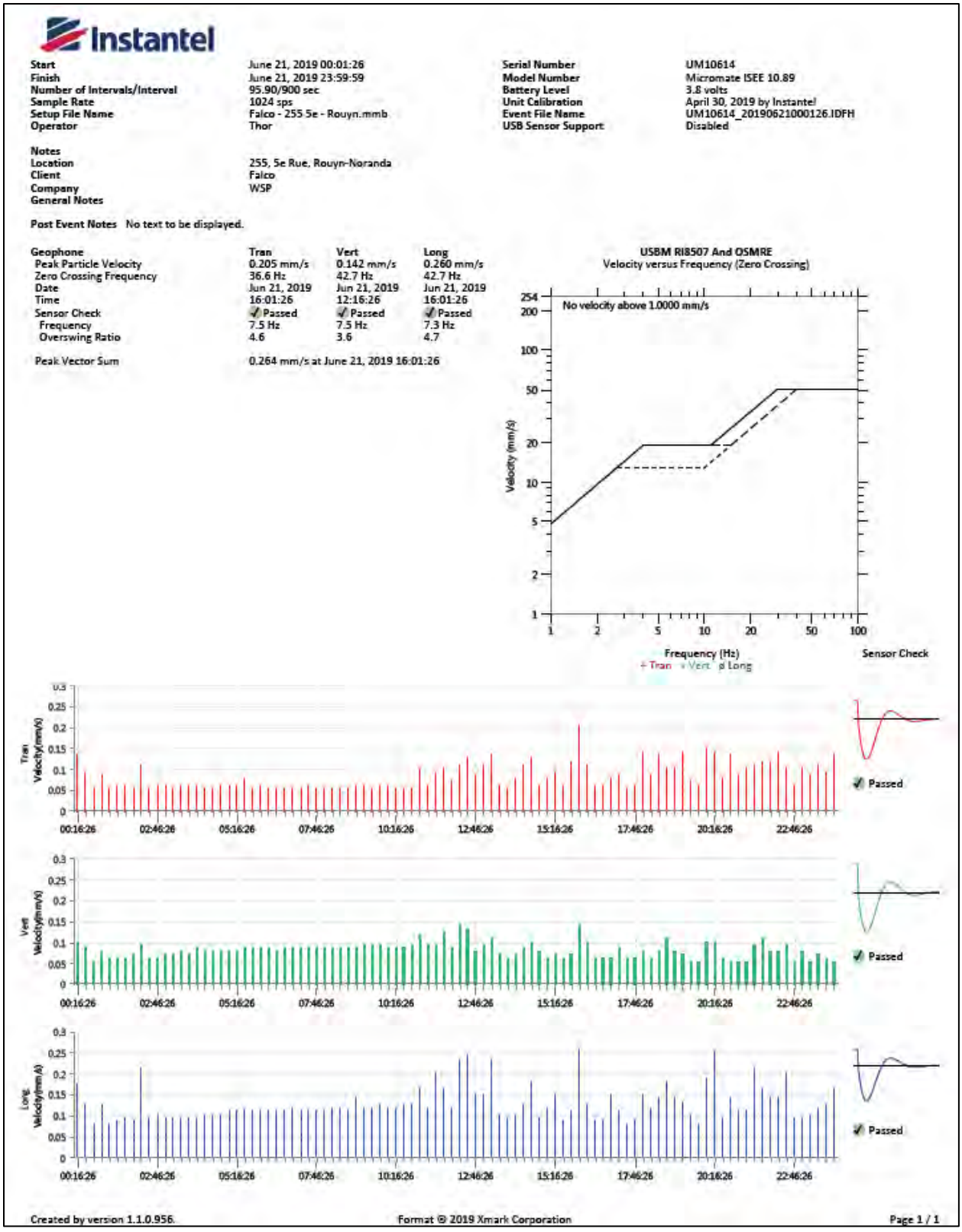


Figure 3 Exemple d'histogramme de mesure vibratoire type

3 DÉFINITIONS

Les définitions des termes techniques utilisés dans ce rapport sont résumées dans cette section.

3.1 VITESSE PARTICULAIRE DE CRÊTE

La vitesse particulaire de crête, en anglais *Peak Particle Velocity* (PPV), est la vitesse de déplacement maximale atteinte par une particule durant un intervalle de temps considéré. La vitesse particulaire de crête est exprimée en millimètres par seconde (mm/s). Elle est utilisée dans plusieurs normes nationales comme limite pour protéger bâtiments, ouvrages d'art et éléments structuraux vis-à-vis des vibrations. Les vitesses présentées dans ce document sont des vitesses particulaires de crête.

3.2 SOMME VECTORIELLE DES VITESSES DE CRÊTE

La somme vectorielle des vitesses de crête, en anglais *Peak Vector Sum* (PVS), est la somme vectorielle des vitesses de crête de chacun des trois axes de mesure mutuellement perpendiculaires. Cette valeur offre une appréciation de l'amplitude de la vibration selon les trois dimensions spatiales.

3.3 FRÉQUENCE DE PASSAGE À ZÉRO

La fréquence de l'onde vibratoire est estimée par le nombre de fois que le signal traverse l'axe des abscisses par seconde. La terminologie utilisée est la fréquence de passage à zéro, en anglais *Zero Crossing Frequency* (ZCF). Comme toutes les fréquences, cette valeur est exprimée en hertz (Hz).

3.4 INDICATEURS STATISTIQUES ET INDICES FRACTILES

Différents indicateurs sont utilisés pour représenter l'ensemble des mesures. En plus d'indicateurs statistiques courants comme la médiane, la moyenne, les valeurs maximale et minimale, des indices fractiles sont utilisés pour représenter les données.

Les indices fractiles Lx expriment le niveau de la vitesse particulaire de crête atteint ou dépassé pendant x % de la durée de la mesure.

L'indice L1 est le niveau atteint ou dépassé pendant seulement 1 % du temps, il représente donc les valeurs maximales enregistrées.

L'indice L95 est le niveau atteint ou dépassé 95 % du temps et représente les vibrations de fond.

4 RÉSULTATS

Les résultats sont regroupés selon des périodes types afin d'en analyser les tendances. Les mesures sont présentées par périodes de la journée, de la semaine et de l'année selon les limites présentées ci-dessous :

- Mesures en semaine : valeurs acquises entre le lundi 00:00 et le vendredi 24:00.
- Mesures de fin de semaine : valeurs acquises entre le samedi 00:00 et le dimanche 24:00.
- Mesures de jour : valeurs acquises entre 7:00 et 19:00.
- Mesures de soir et de nuit : valeurs acquises entre 19:00 et 7:00.
- Mesures d'été : valeurs acquises entre le 21 juin et le 22 septembre 2019.
- Mesures d'automne : valeurs acquises entre le 23 septembre et le 21 décembre 2019.
- Mesures d'hiver : valeurs acquises entre le 22 décembre 2019 et le 19 mars 2020.
- Mesures de printemps : valeurs acquises entre le 20 mars et le 20 juin 2020.

Une appréciation factuelle des niveaux vibratoires est présentée à la section suivante pour chaque saison et pour l'ensemble de l'année considérée, qui a débuté le 21 juin 2019 et s'est terminée le 20 juin 2020.

La représentation détaillée des indicateurs statistiques choisis, sous forme d'histogrammes, est présentée à l'annexe A du présent rapport.

5 CONCLUSION

L'objectif de cette campagne de mesures était :

- de connaître le niveau vibratoire ambiant actuel à deux points de mesure situés à proximité du gisement Horne 5;
- de construire une base de référence du niveau vibratoire à ces points pour l'ensemble des conditions rencontrées dans une année avant le début des activités d'exploitation minière du projet Horne 5;
- d'étudier l'ensemble des données de manière à faire ressortir les tendances selon les périodes et cycles quotidiens, hebdomadaires et annuels.

En considérant les deux points de mesure, un total de 280 320 valeurs sont enregistrées pour la période d'étude. Afin d'en faire ressortir les tendances, les statistiques présentées à la section 3 sont calculées pour chacune des périodes établies à la section 4 et ce, pour chacun des trois axes orthogonaux ainsi que pour la somme vectorielle des valeurs enregistrées dans la direction de ces axes.

Bien que les vibrations varient pendant les journées et les semaines et que des tendances y sont clairement observables, il n'a pas été jugé pertinent d'examiner la source des vibrations. Cette décision est justifiée d'une part par les très faibles valeurs vibratoires enregistrées tout au long de l'année et d'autre part parce que l'objectif de la campagne de mesures était de construire une base de référence du niveau vibratoire avant le début des activités d'exploitation du projet Horne 5 et non d'identifier l'origine des vibrations.

Cependant, comme les valeurs sont systématiquement plus élevées au point de mesure Vib_01 qu'au point de mesure Vib_02 et que des schémas récurrents sont observables dans le temps à ce point de mesure, alors qu'aucun ne l'est au second point de mesure, il est plausible d'émettre l'hypothèse que les activités ferroviaires à proximité du point Vib_01 sont plus importantes que celles sur les voies à proximité du point Vib_02. Cette hypothèse devrait cependant être validée, par exemple en étudiant les horaires de la circulation ferroviaire, avant de pouvoir statuer sur l'origine principale des vibrations observées.

Les sous-sections suivantes présentent les principales tendances obtenues par cette étude par saison et pour l'ensemble de l'année. Une représentation par histogramme est présentée à l'annexe A du présent rapport.

5.1 ÉTÉ 2019

Pour l'été 2019, les mesures acquises montrent que les niveaux vibratoires sont faibles. Les moyennes mesurées sont de l'ordre de 0,169 mm/s au point de mesure Vib_01 et de 0,092 mm/s au point de mesure Vib_02.

Au point de mesure Vib_01, les vibrations sont plus élevées en semaine qu'en fin de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont généralement enregistrées sur l'axe vertical entre 15:00 et 20:00.

Les histogrammes du point de mesure Vib_01 présentent un profil différent pour les mesures acquises en semaine que pour celles acquises le samedi ou le dimanche. Il est également possible d'observer une répétitivité des heures de la semaine pendant lesquelles les activités sont enregistrées. Plus particulièrement entre 17:00 et 21:00 l'activité vibratoire semble accrue. Les valeurs maximales ont été enregistrées un samedi de septembre en journée.

Au point de mesure Vib_02, les vibrations sont plus importantes en semaine que les fins de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées sur l'axe longitudinal en semaine de jour. La valeur la plus élevée fut enregistrée un mercredi du mois d'août durant la nuit.

Les histogrammes du point de mesure Vib_02 ne présentent pas de caractéristiques propres aux périodes de la semaine aussi distinctives et identifiables que dans les histogrammes du point de mesure Vib_01.

5.2 AUTOMNE 2019

Pour l'automne 2019, les mesures acquises montrent que les niveaux vibratoires sont faibles. Les moyennes mesurées sont de l'ordre de 0,184 mm/s au point de mesure Vib_01 et de 0,141 mm/s au point de mesure Vib_02. Ces moyennes sont légèrement plus élevées que celles obtenues pendant l'été 2019.

Au point de mesure Vib_01, les vibrations sont plus élevées en semaine qu'en fin de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont généralement enregistrées sur l'axe vertical entre 15:00 et 20:00.

Les histogrammes du point de mesure Vib_01 présentent un profil différent pour les mesures acquises en semaine que pour celles acquises le samedi ou le dimanche. Il est également possible d'observer une répétitivité des heures de la semaine pendant lesquelles les activités sont enregistrées. La valeur maximale a été enregistrée un mardi d'octobre en journée.

Au point de mesure Vib_02, les vibrations sont plus importantes en semaine que les fins de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées sur l'axe longitudinal en semaine de jour. La valeur maximale est apparue un samedi de décembre en journée.

Les histogrammes du point de mesure Vib_02 ne présentent pas de caractéristiques propres aux périodes de la semaine aussi distinctives et identifiables que dans les histogrammes du point de mesure Vib_01.

5.3 HIVER 2020

Pour l'hiver 2020, les mesures acquises montrent que les niveaux vibratoires sont faibles. Les moyennes mesurées sont de l'ordre de 0,156 mm/s au point de mesure Vib_01 et de 0,148 mm/s au point de mesure Vib_02.

Au point de mesure Vib_01, les vibrations moyennes sont plus élevées en semaine qu'en fin de semaine et plus fortes le soir ou la nuit que le jour. Les valeurs les plus importantes sont généralement enregistrées sur l'axe vertical en janvier les soirs et les nuits entre 15:00 et 20:00.

Les histogrammes du point de mesure Vib_01 présentent un profil différent pour les mesures acquises en semaine que pour celles acquises le samedi ou le dimanche. Il est également possible d'observer une répétitivité des heures de la semaine pendant lesquelles les activités sont enregistrées. Plus particulièrement entre 17:45 et 21:15, l'activité vibratoire semble accrue.

Au point de mesure Vib_02, les vibrations moyennes sont plus importantes en semaine que les fins de semaine et plus fortes le soir ou la nuit que le jour. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées sur l'axe vertical en semaine de jour. La valeur la plus élevée est apparue en janvier sur l'axe vertical.

Les histogrammes du point de mesure Vib_02 ne présentent pas de caractéristiques propres aux périodes de la semaine aussi distinctives et identifiables que dans les histogrammes du point de mesure Vib_01.

5.4 PRINTEMPS 2020

Pour le printemps 2020, les mesures acquises montrent que les niveaux vibratoires sont faibles. Les moyennes mesurées sont de l'ordre de 0,174 mm/s au point de mesure Vib_01 et de 0,118 mm/s au point de mesure Vib_02.

Au point de mesure Vib_01, les vibrations moyennes sont plus élevées en semaine qu'en fin de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont généralement enregistrées sur l'axe vertical.

Les histogrammes du point de mesure Vib_01 présentent un profil différent pour les mesures acquises en semaine que pour celles acquises le samedi ou le dimanche. Il est également possible d'observer une répétitivité des heures de la semaine pendant lesquelles les activités sont enregistrées. Plus particulièrement entre 12:45 et 20:15, l'activité vibratoire semble accrue.

Au point de mesure Vib_02, les vibrations moyennes sont plus importantes en semaine que les fins de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées sur l'axe longitudinal en semaine de jour.

Les histogrammes du point de mesure Vib_02 ne présentent pas de caractéristiques propres aux périodes de la semaine aussi distinctives et identifiables que dans les histogrammes du point de mesure Vib_01.

5.5 ENSEMBLE DES MESURES

Pour juin 2019 à juin 2020, les mesures acquises montrent que les niveaux vibratoires sont faibles. Les moyennes mesurées sont de l'ordre de 0,172 mm/s au point de mesure Vib_01 et de 0,122 mm/s au point de mesure Vib_02.

Au point de mesure Vib_01, les vibrations moyennes sont plus élevées en semaine qu'en fin de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont généralement enregistrées sur l'axe vertical.

Au point de mesure Vib_02, les vibrations moyennes sont plus importantes en semaine que les fins de semaine et plus fortes le jour que le soir ou la nuit. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées sur l'axe longitudinal en semaine de jour.

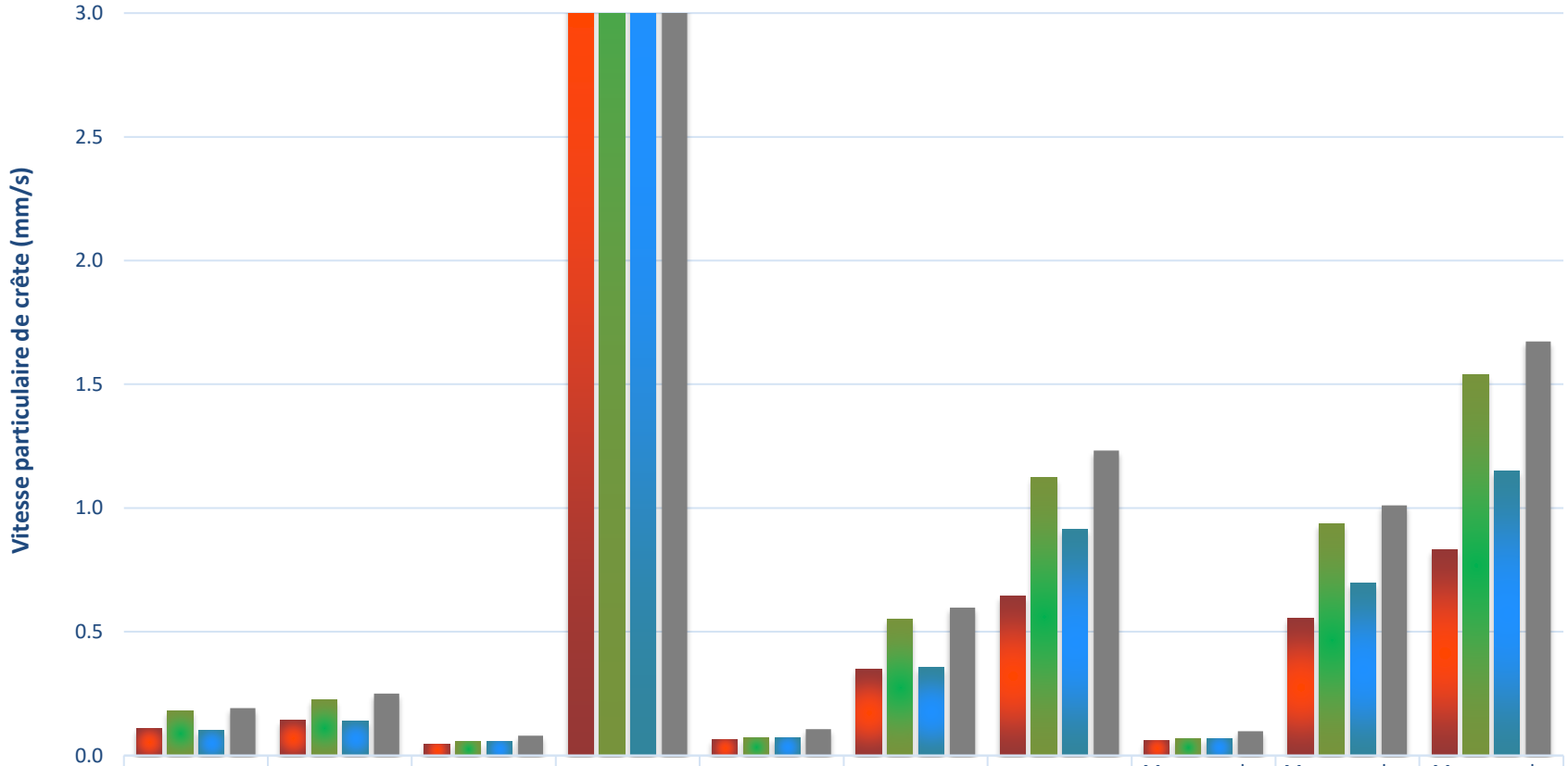
ANNEXE

A PRÉSENTATION DES RÉSULTATS – ANNUEL

ANNEXE

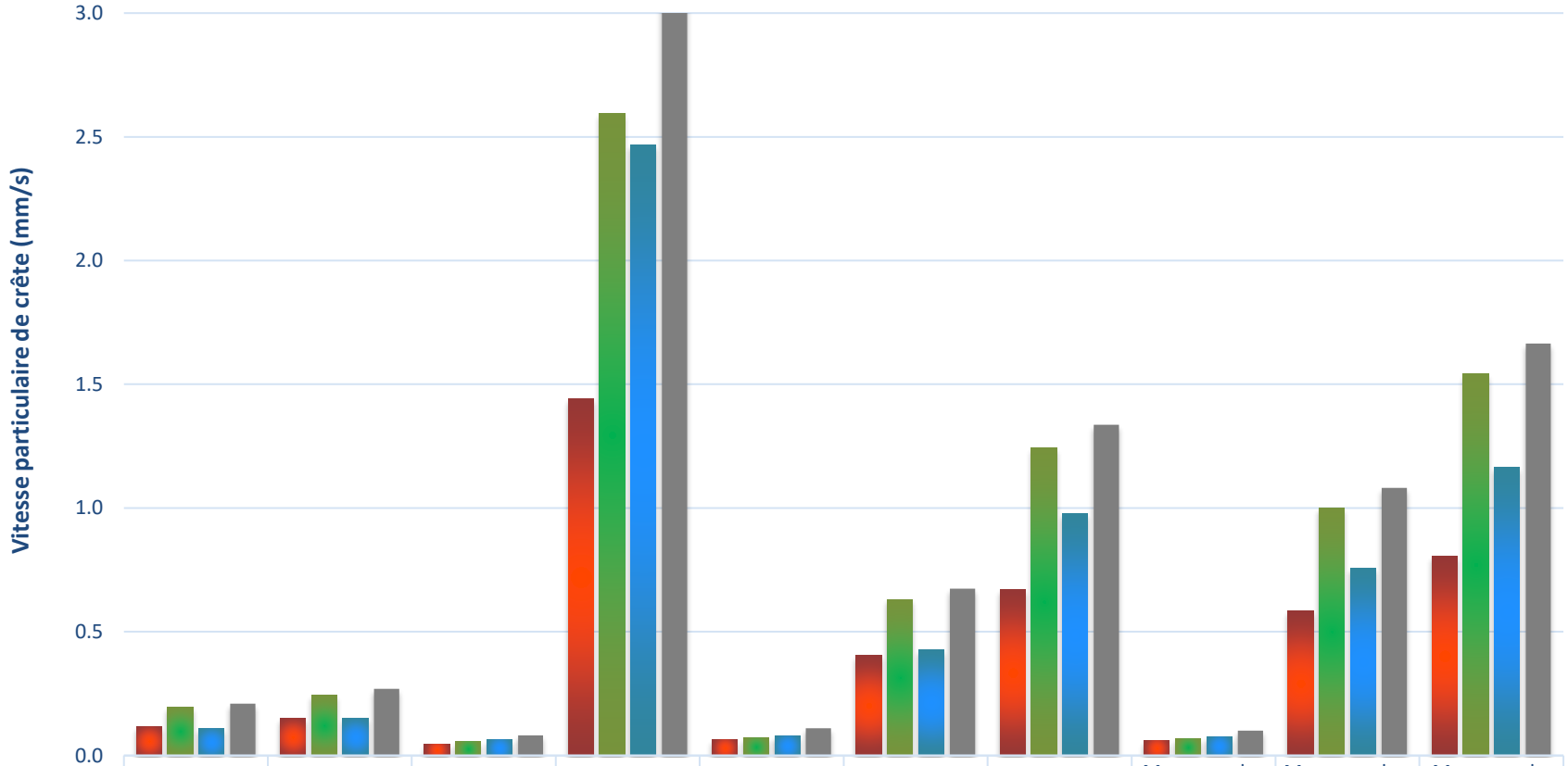
A-1 *ÉTÉ 2019*

Vib_01 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Ensemble des données



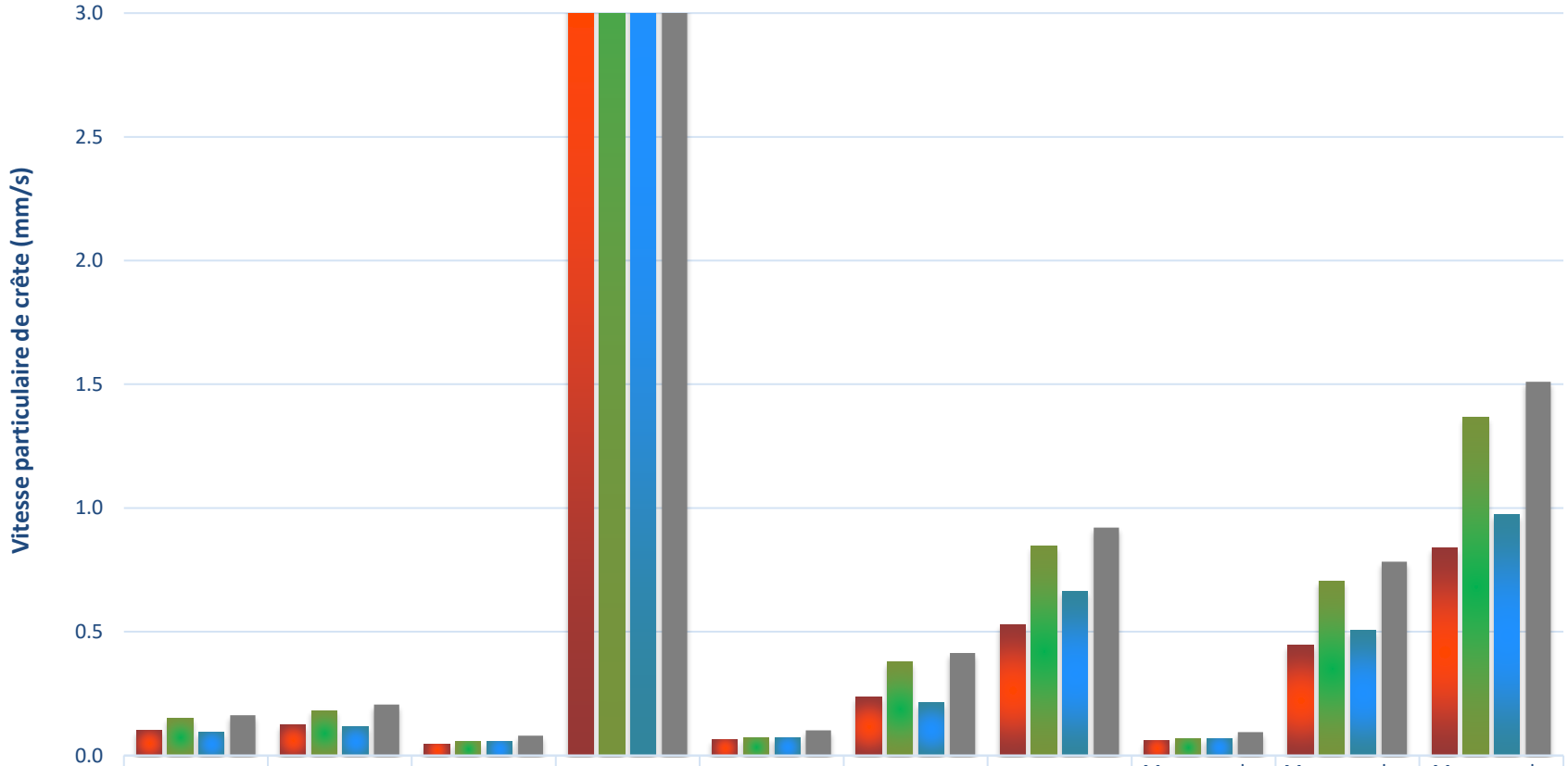
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.11	0.142	0.047	6.25	0.063	0.347	0.646	0.061	0.554	0.83
Axe vertical	0.181	0.225	0.055	10.191	0.071	0.551	1.125	0.068	0.936	1.539
Axe longitudinal	0.102	0.14	0.055	5.352	0.071	0.355	0.914	0.069	0.695	1.15
PVS	0.192	0.25	0.08	12.181	0.106	0.597	1.232	0.098	1.011	1.673

Vib_01 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Lundi au samedi



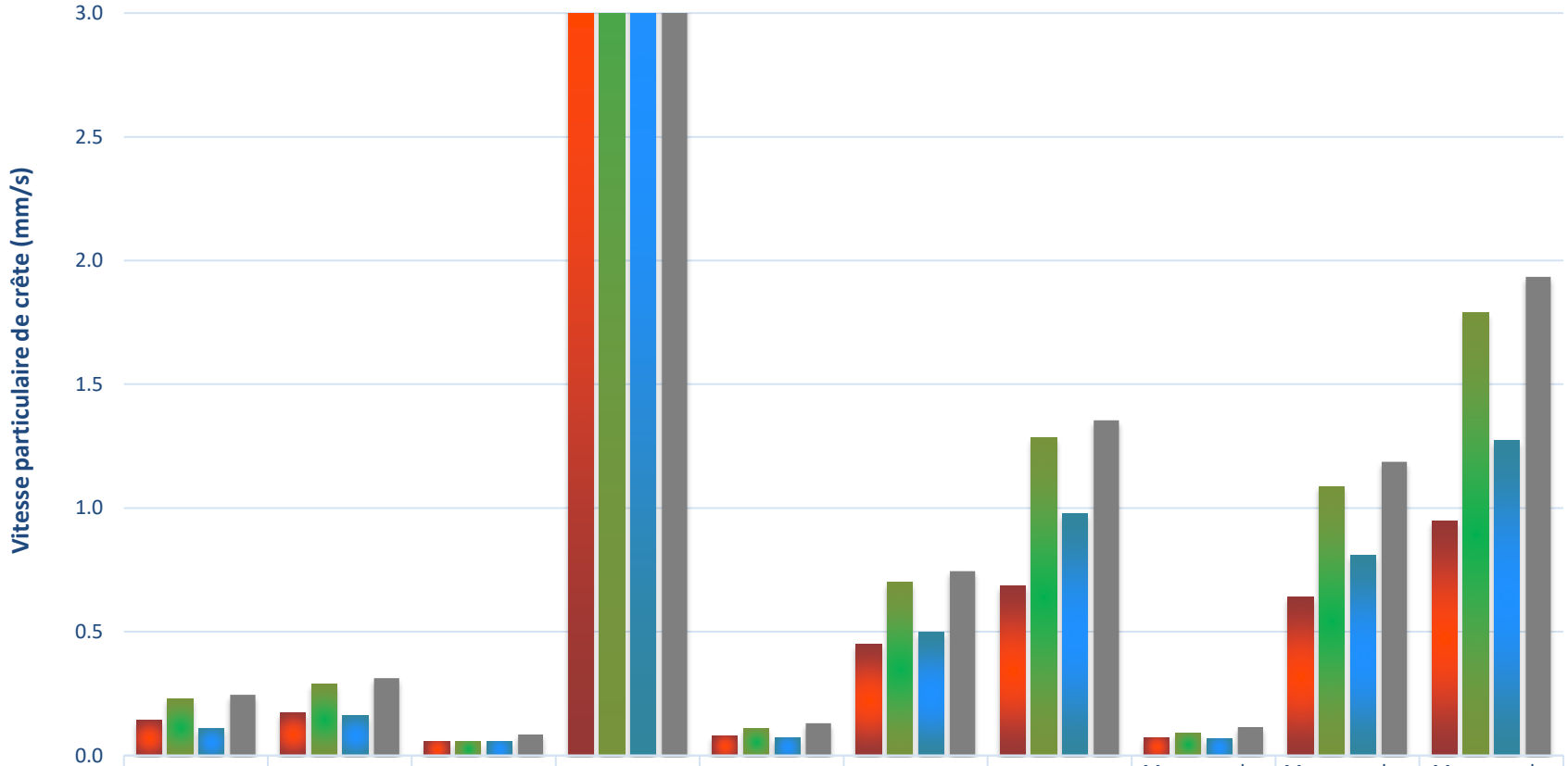
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.118	0.15	0.047	1.442	0.063	0.404	0.67	0.061	0.583	0.805
Axe vertical	0.197	0.243	0.055	2.593	0.071	0.631	1.242	0.068	1.001	1.543
Axe longitudinal	0.11	0.15	0.063	2.467	0.079	0.428	0.977	0.077	0.758	1.163
PVS	0.21	0.269	0.081	3.581	0.11	0.674	1.336	0.101	1.081	1.665

Vib_01 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Samedi et dimanche



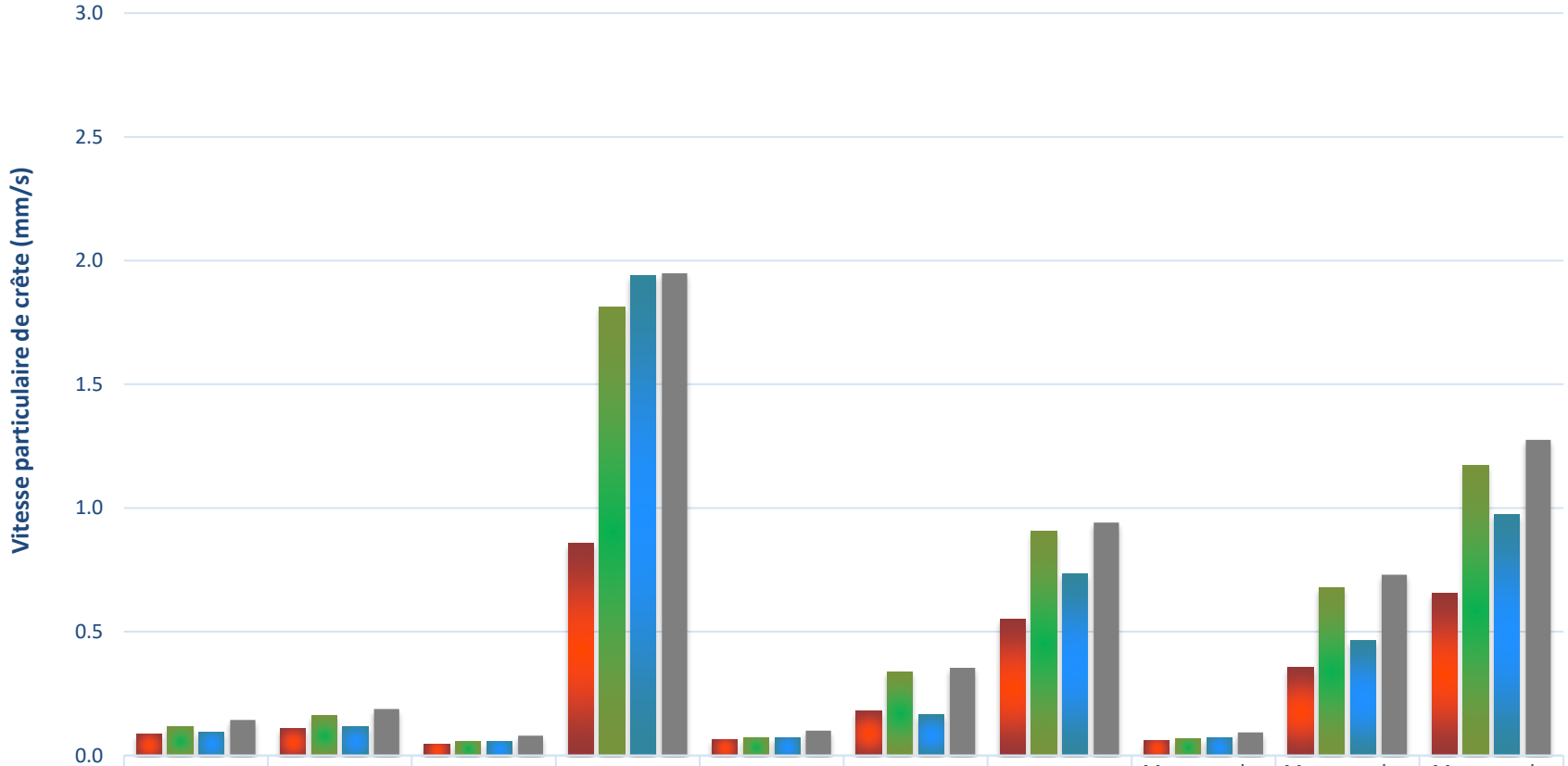
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.102	0.124	0.047	6.25	0.063	0.236	0.529	0.061	0.447	0.839
Axe vertical	0.15	0.182	0.055	10.191	0.071	0.378	0.845	0.068	0.705	1.366
Axe longitudinal	0.095	0.116	0.055	5.352	0.071	0.213	0.662	0.069	0.506	0.973
PVS	0.163	0.206	0.08	12.181	0.102	0.414	0.921	0.094	0.783	1.51

Vib_01 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Jour



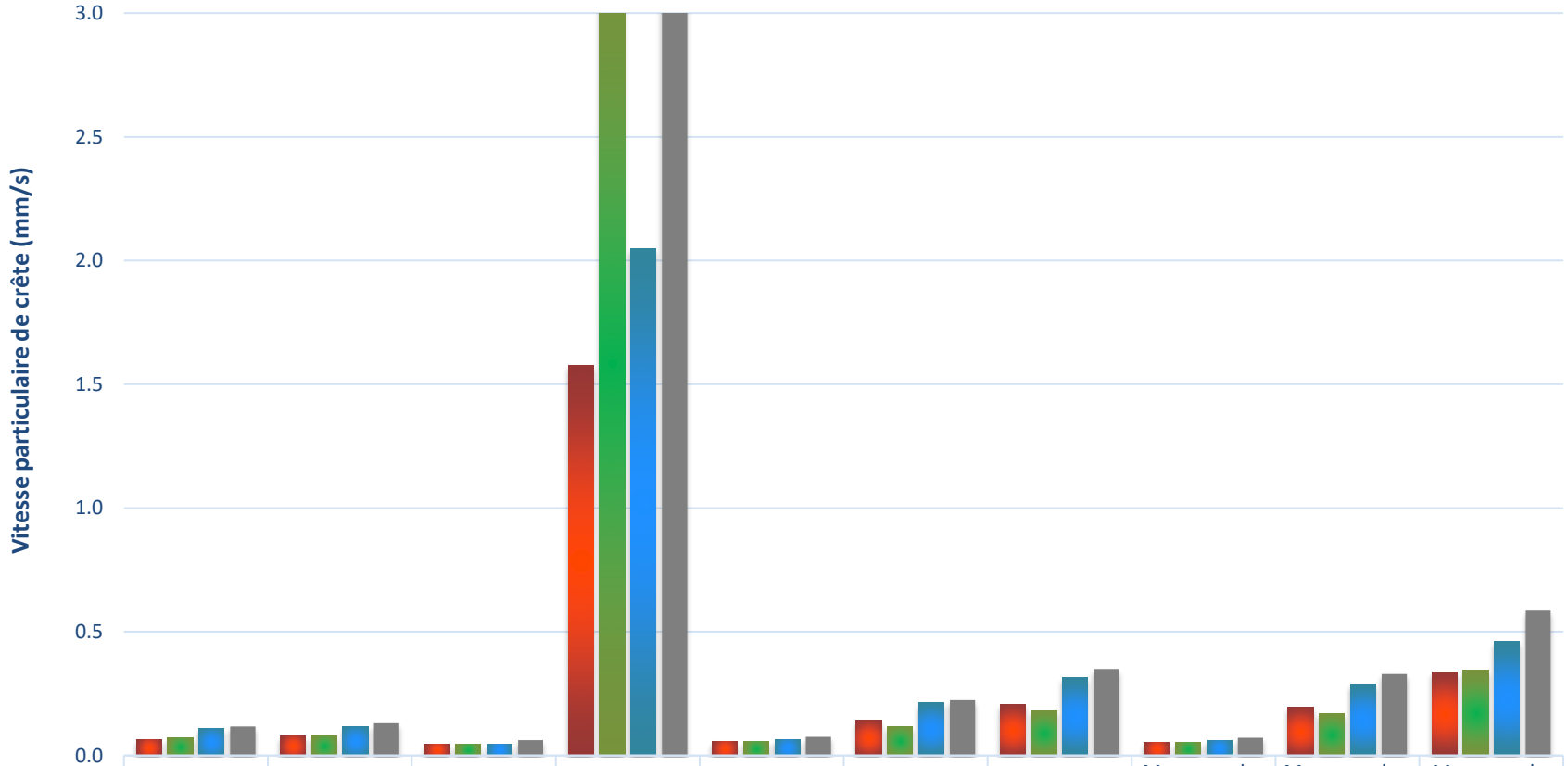
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.142	0.174	0.055	6.25	0.079	0.449	0.686	0.073	0.64	0.947
Axe vertical	0.229	0.29	0.055	10.191	0.11	0.701	1.284	0.092	1.087	1.789
Axe longitudinal	0.11	0.163	0.055	5.352	0.071	0.497	0.976	0.068	0.809	1.273
PVS	0.246	0.312	0.085	12.181	0.131	0.745	1.354	0.115	1.187	1.934

Vib_01 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Soir et nuit



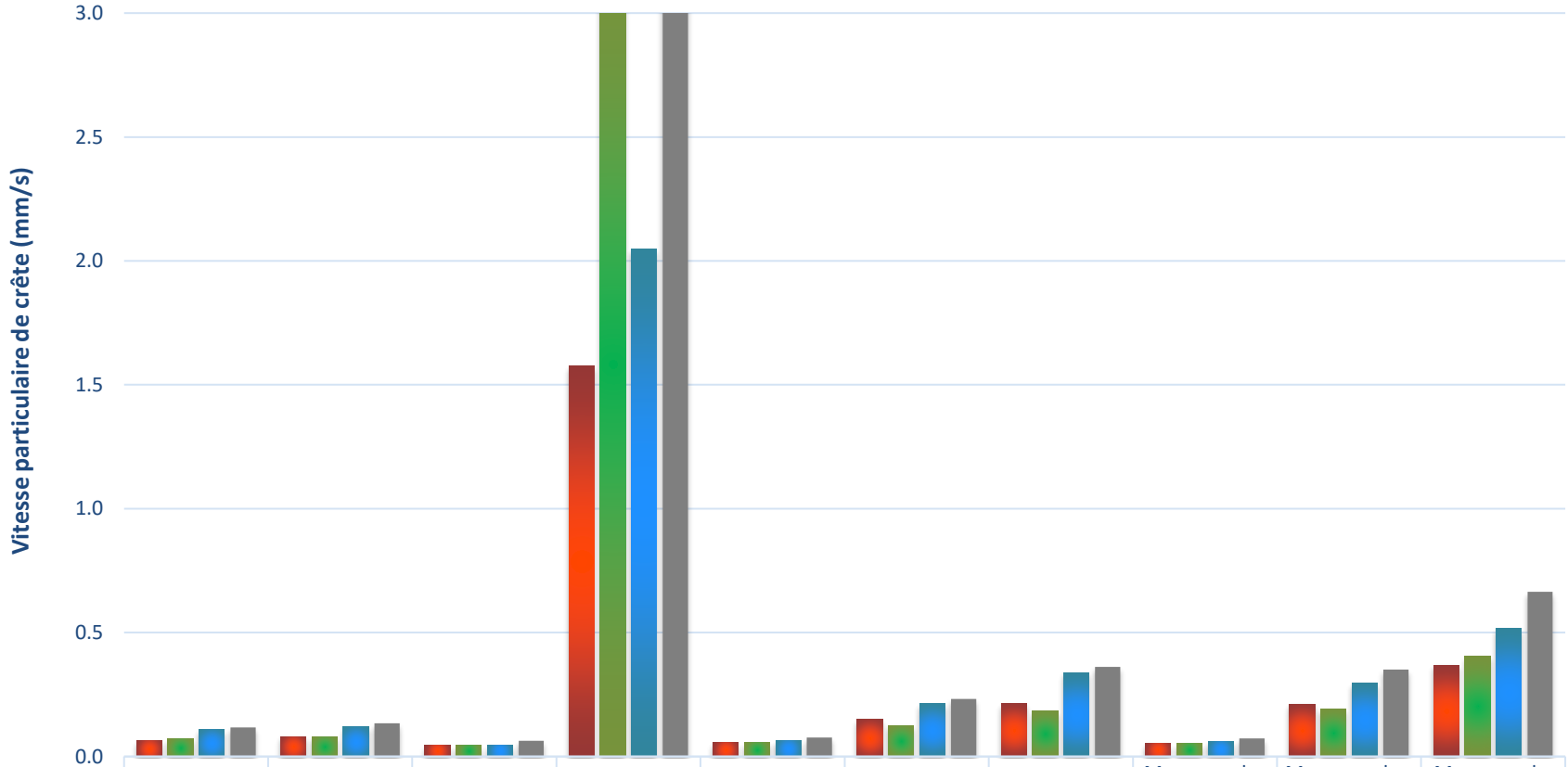
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.087	0.109	0.047	0.859	0.063	0.181	0.551	0.061	0.355	0.655
Axe vertical	0.118	0.16	0.055	1.813	0.071	0.339	0.905	0.068	0.679	1.172
Axe longitudinal	0.095	0.117	0.055	1.939	0.071	0.166	0.733	0.07	0.463	0.972
PVS	0.144	0.188	0.08	1.948	0.1	0.355	0.941	0.093	0.73	1.275

Vib_02 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Ensemble des données



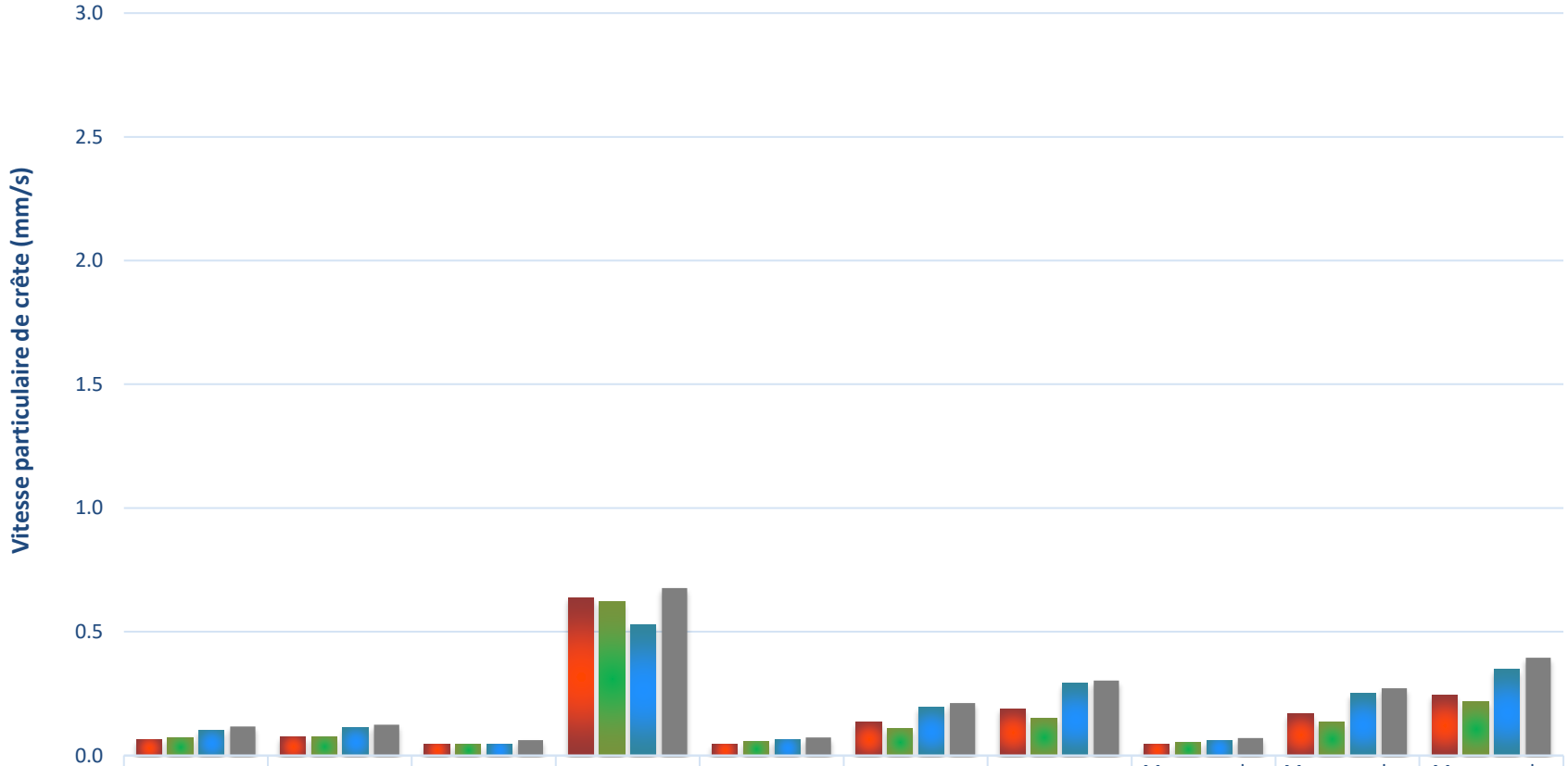
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.079	0.047	1.576	0.055	0.142	0.205	0.054	0.194	0.338
Axe vertical	0.071	0.078	0.047	3.168	0.055	0.118	0.181	0.054	0.169	0.344
Axe longitudinal	0.11	0.118	0.047	2.049	0.063	0.213	0.315	0.059	0.29	0.461
PVS	0.117	0.131	0.062	3.169	0.075	0.224	0.35	0.072	0.329	0.586

Vib_02 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Lundi au samedi



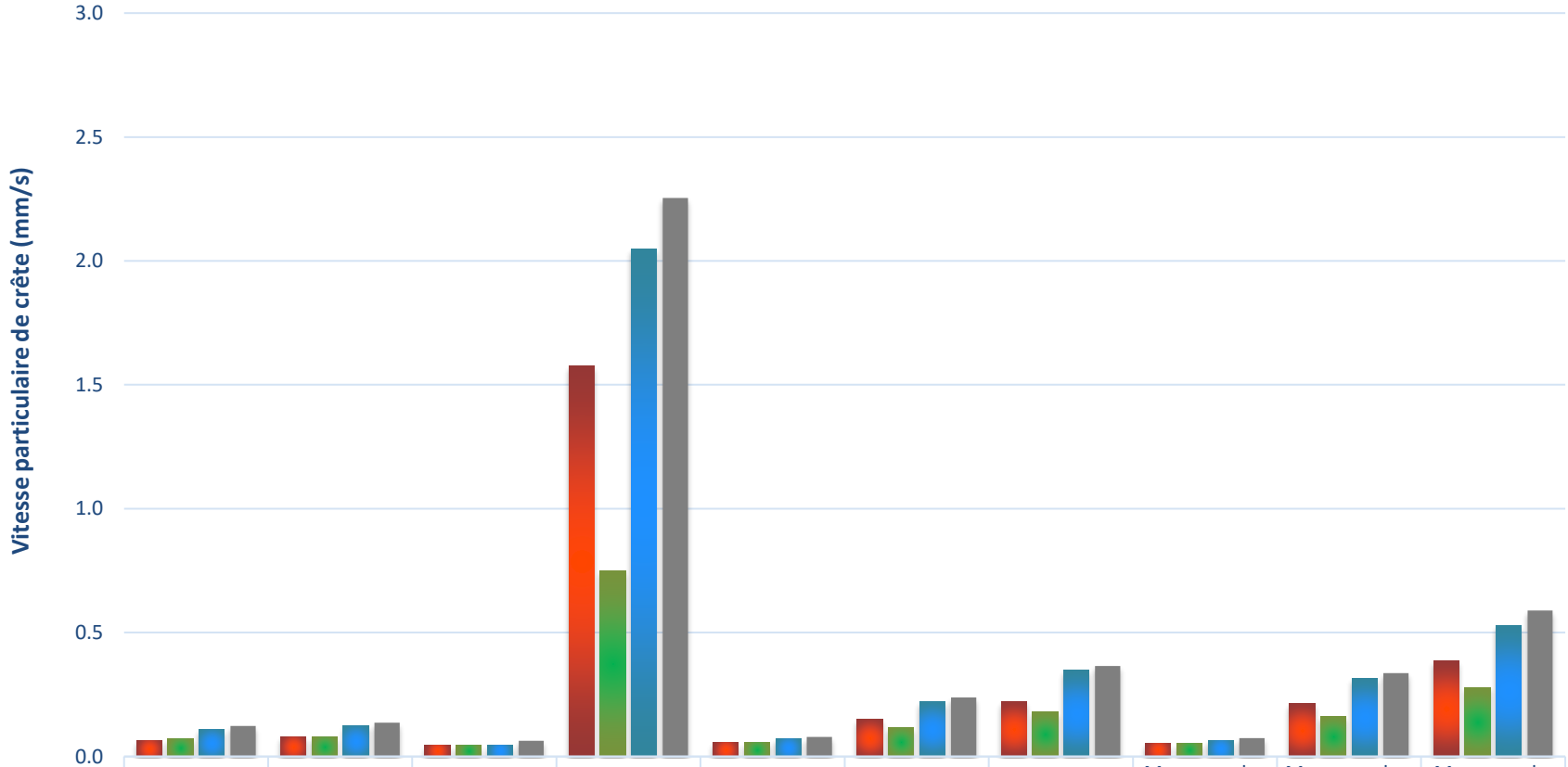
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.081	0.047	1.576	0.055	0.15	0.213	0.054	0.212	0.369
Axe vertical	0.071	0.08	0.047	3.168	0.055	0.126	0.185	0.054	0.191	0.406
Axe longitudinal	0.11	0.12	0.047	2.049	0.063	0.213	0.339	0.059	0.297	0.517
PVS	0.117	0.134	0.064	3.169	0.076	0.232	0.362	0.073	0.351	0.665

Vib_02 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Samedi et dimanche



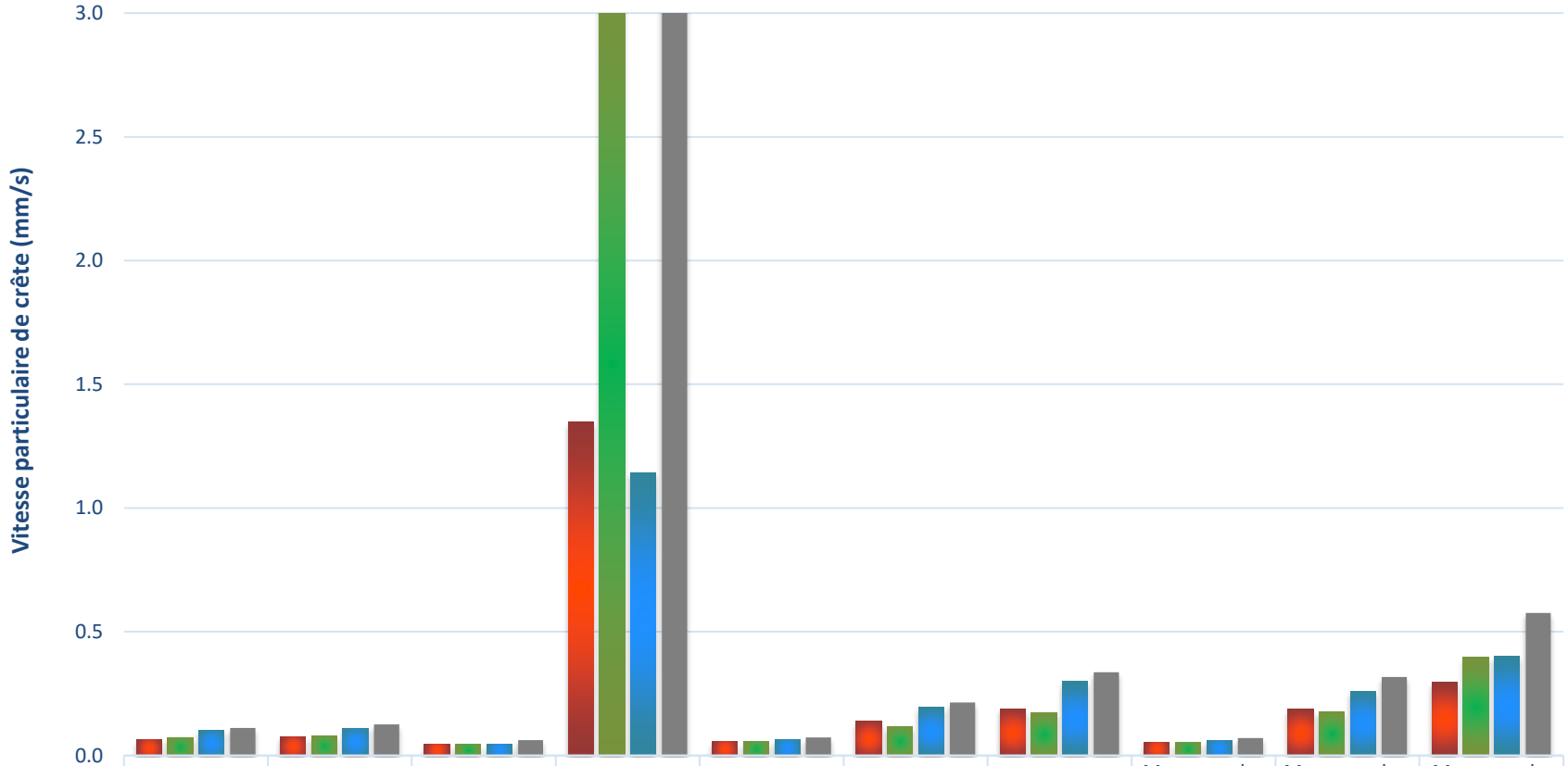
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.074	0.047	0.638	0.047	0.134	0.189	0.047	0.169	0.245
Axe vertical	0.071	0.075	0.047	0.623	0.055	0.11	0.15	0.054	0.135	0.216
Axe longitudinal	0.102	0.112	0.047	0.528	0.063	0.197	0.292	0.06	0.25	0.348
PVS	0.117	0.124	0.062	0.677	0.073	0.212	0.303	0.07	0.272	0.395

Vib_02 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Jour



	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.08	0.047	1.576	0.055	0.15	0.221	0.054	0.213	0.387
Axe vertical	0.071	0.079	0.047	0.749	0.055	0.118	0.181	0.054	0.162	0.279
Axe longitudinal	0.11	0.125	0.047	2.049	0.071	0.221	0.347	0.065	0.315	0.53
PVS	0.123	0.137	0.064	2.254	0.079	0.238	0.365	0.074	0.336	0.589

Vib_02 - Été 2019
(du 21 juin au 22 septembre)
Soir et nuit

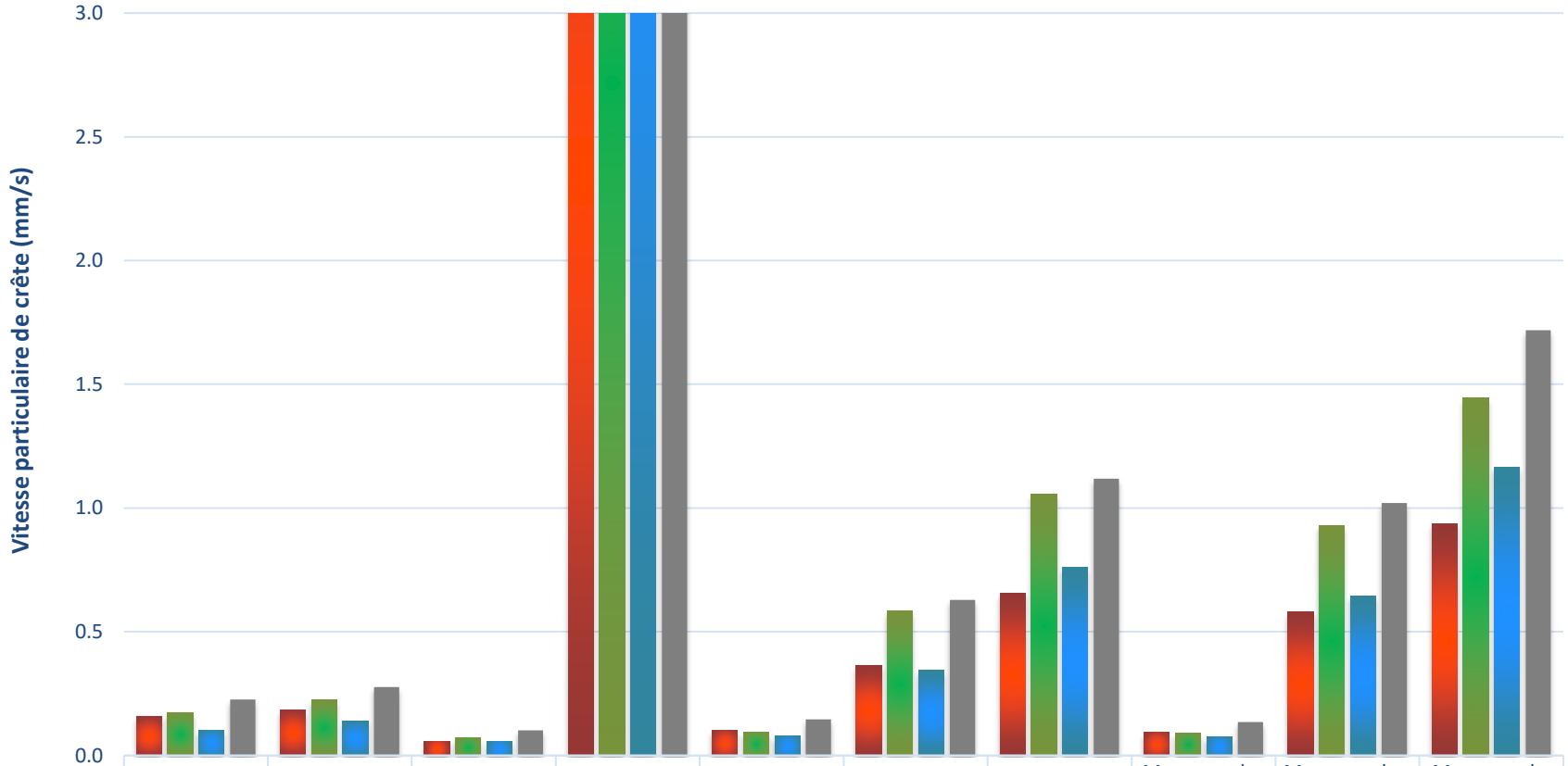


	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.077	0.047	1.348	0.055	0.138	0.189	0.054	0.186	0.296
Axe vertical	0.071	0.078	0.047	3.168	0.055	0.118	0.173	0.054	0.177	0.396
Axe longitudinal	0.102	0.111	0.047	1.143	0.063	0.197	0.3	0.059	0.26	0.403
PVS	0.111	0.126	0.062	3.169	0.073	0.214	0.336	0.07	0.317	0.576

ANNEXE

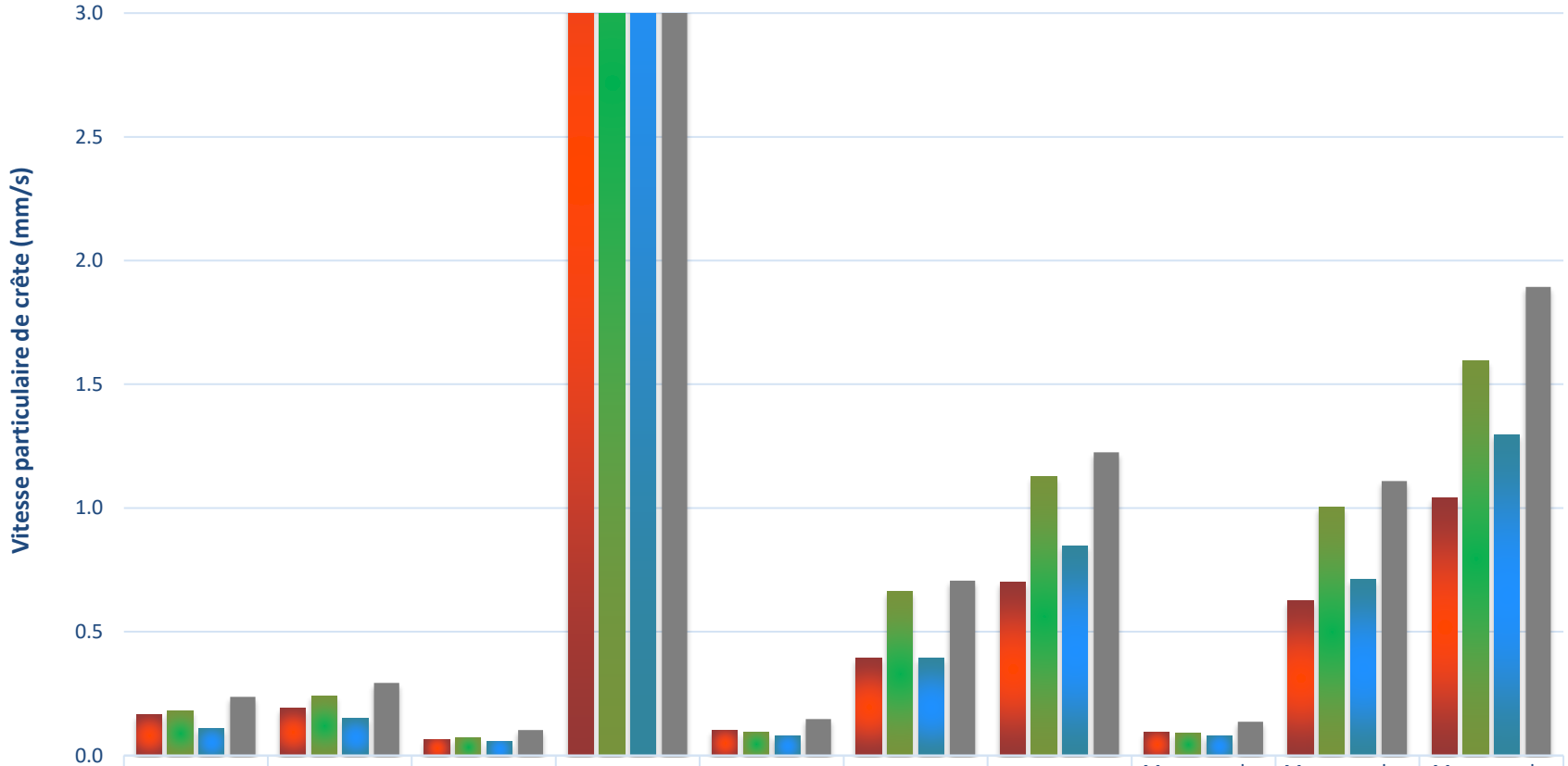
A-2 *AUTOMNE 2019*

Vib_01 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Ensemble des données



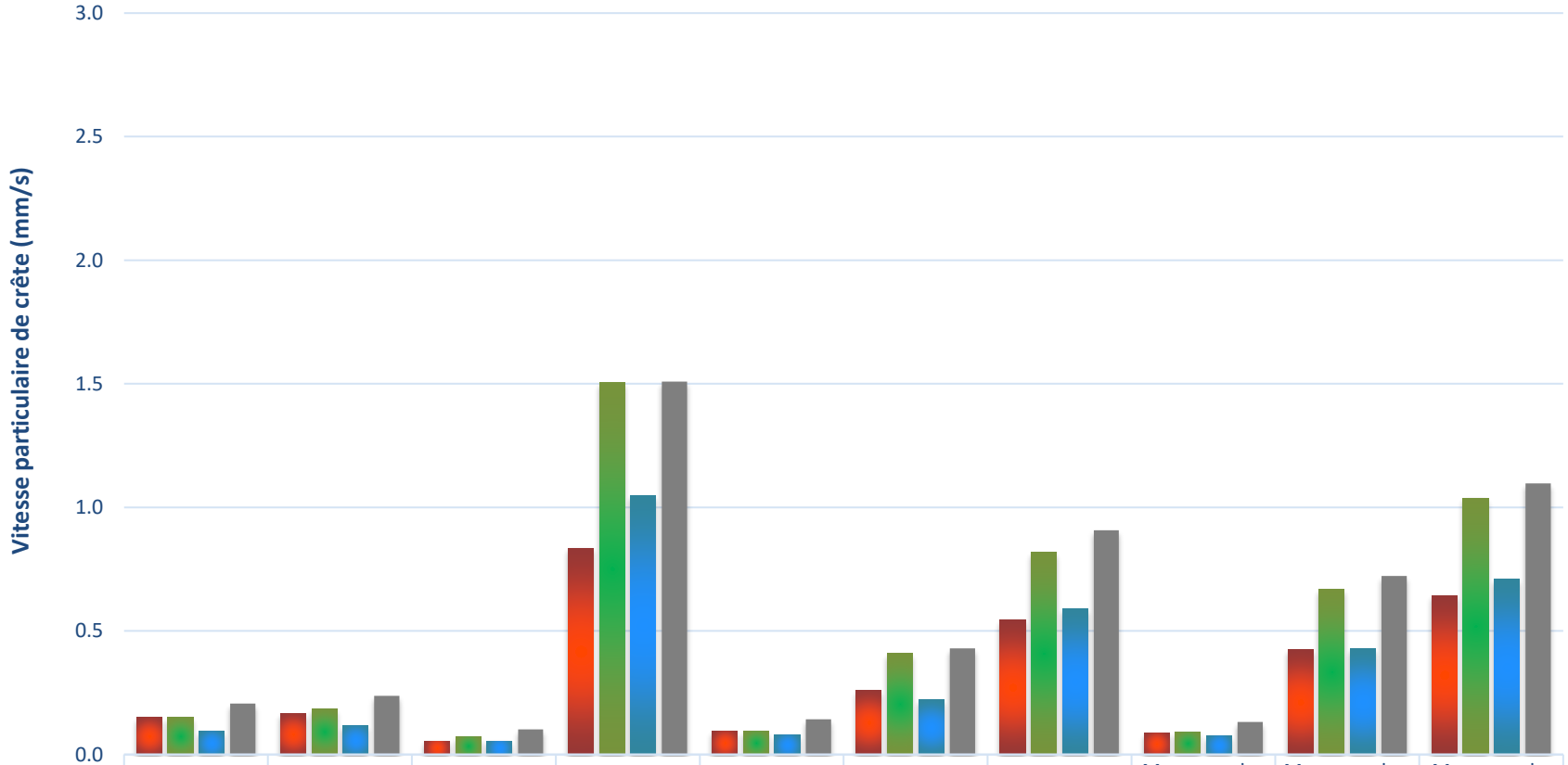
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.158	0.185	0.055	4.729	0.102	0.363	0.654	0.093	0.579	0.935
Axe vertical	0.173	0.227	0.071	5.438	0.095	0.583	1.056	0.091	0.928	1.445
Axe longitudinal	0.102	0.141	0.055	8.378	0.079	0.346	0.762	0.077	0.646	1.165
PVS	0.226	0.277	0.102	8.463	0.146	0.629	1.119	0.135	1.02	1.718

Vib_01 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Lundi à vendredi



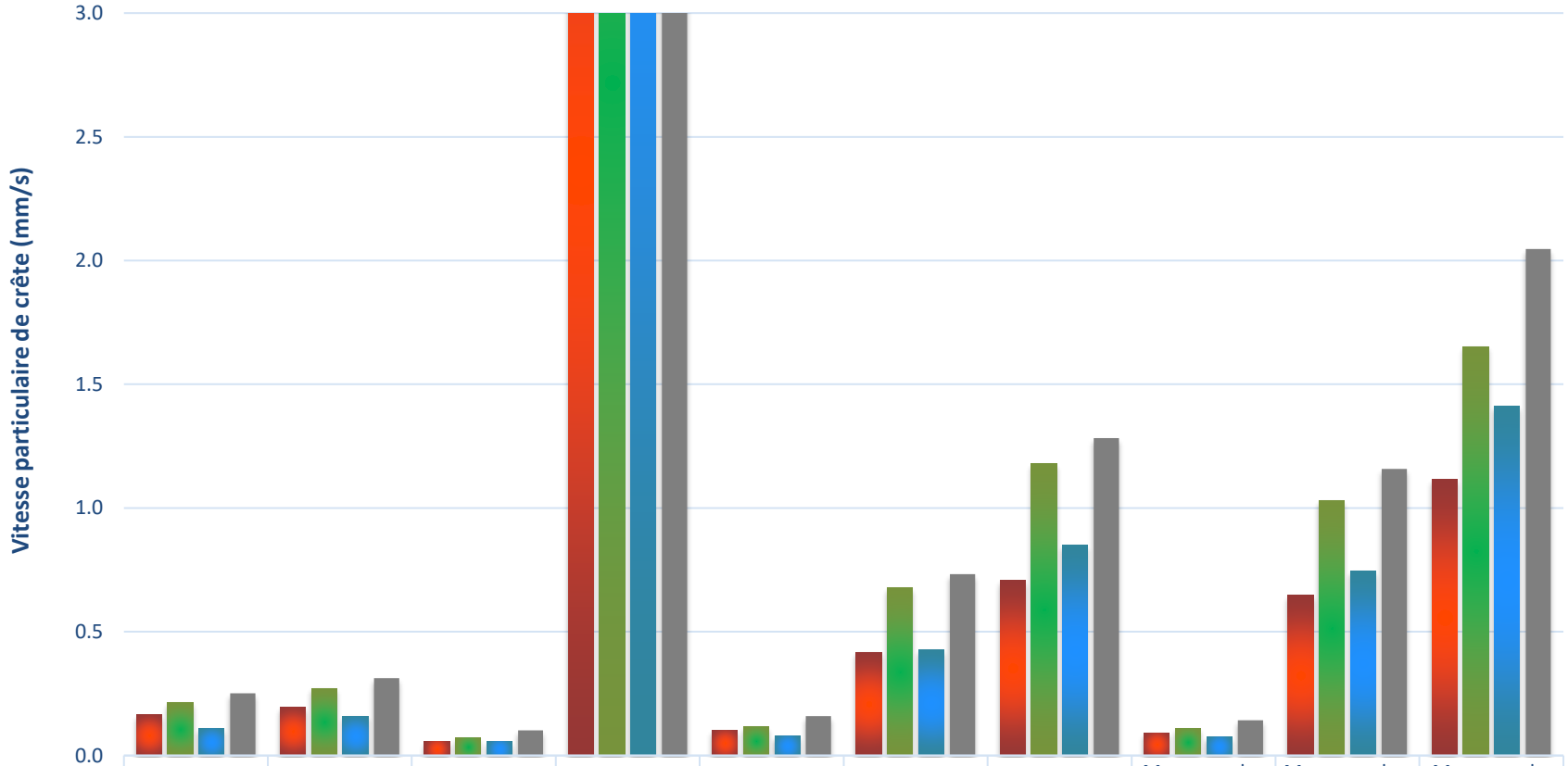
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.166	0.192	0.063	4.729	0.102	0.394	0.701	0.093	0.627	1.041
Axe vertical	0.181	0.242	0.071	5.438	0.095	0.662	1.127	0.091	1.003	1.594
Axe longitudinal	0.11	0.15	0.055	8.378	0.079	0.394	0.848	0.078	0.711	1.297
PVS	0.237	0.293	0.103	8.463	0.147	0.707	1.225	0.137	1.109	1.894

Vib_01 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Samedi et dimanche



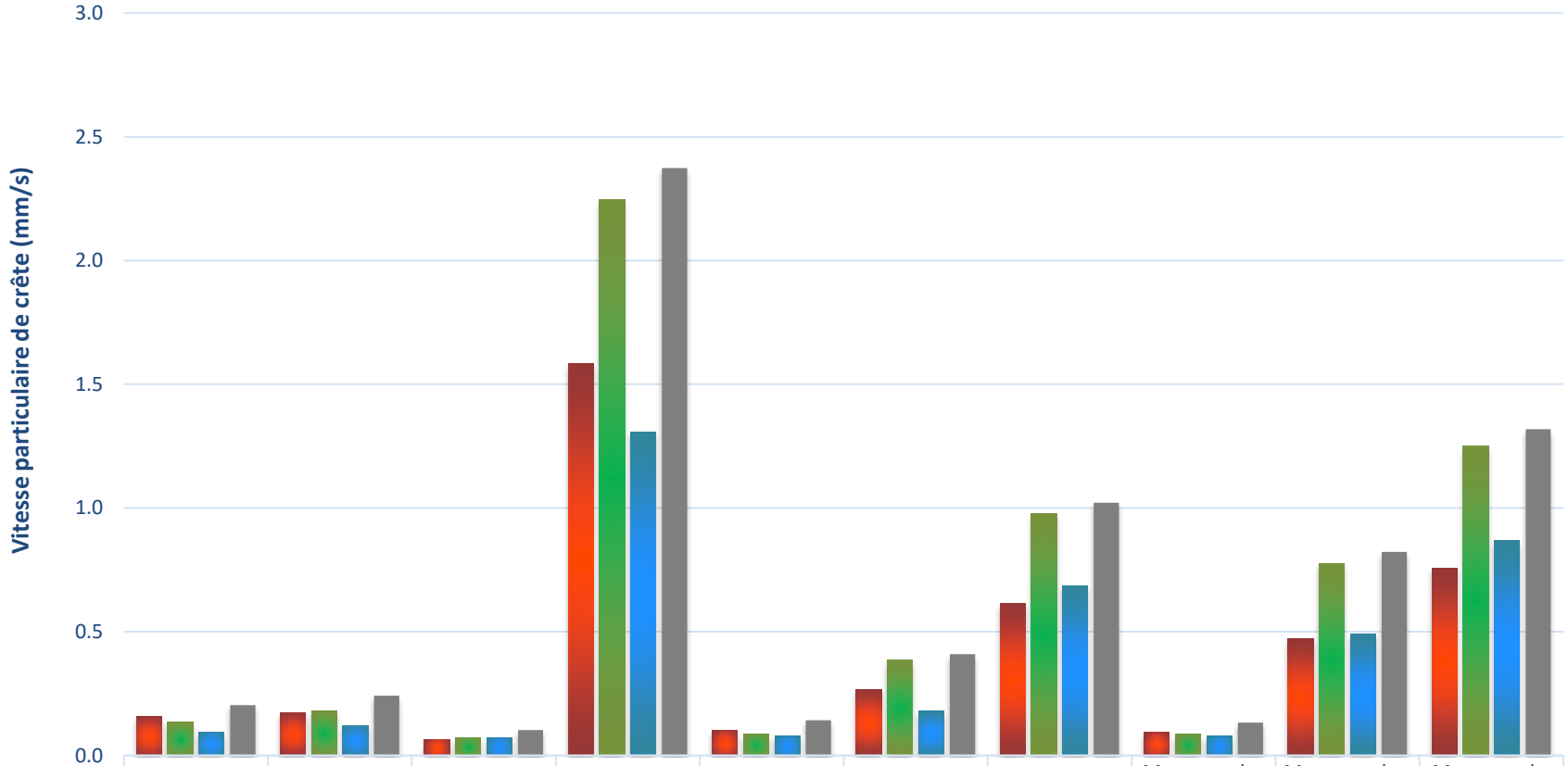
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.15	0.166	0.055	0.835	0.095	0.26	0.544	0.088	0.425	0.644
Axe vertical	0.15	0.186	0.071	1.505	0.095	0.41	0.82	0.092	0.669	1.038
Axe longitudinal	0.095	0.118	0.055	1.048	0.079	0.221	0.591	0.076	0.428	0.708
PVS	0.206	0.237	0.102	1.509	0.143	0.43	0.907	0.132	0.722	1.097

Vib_01 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Jour



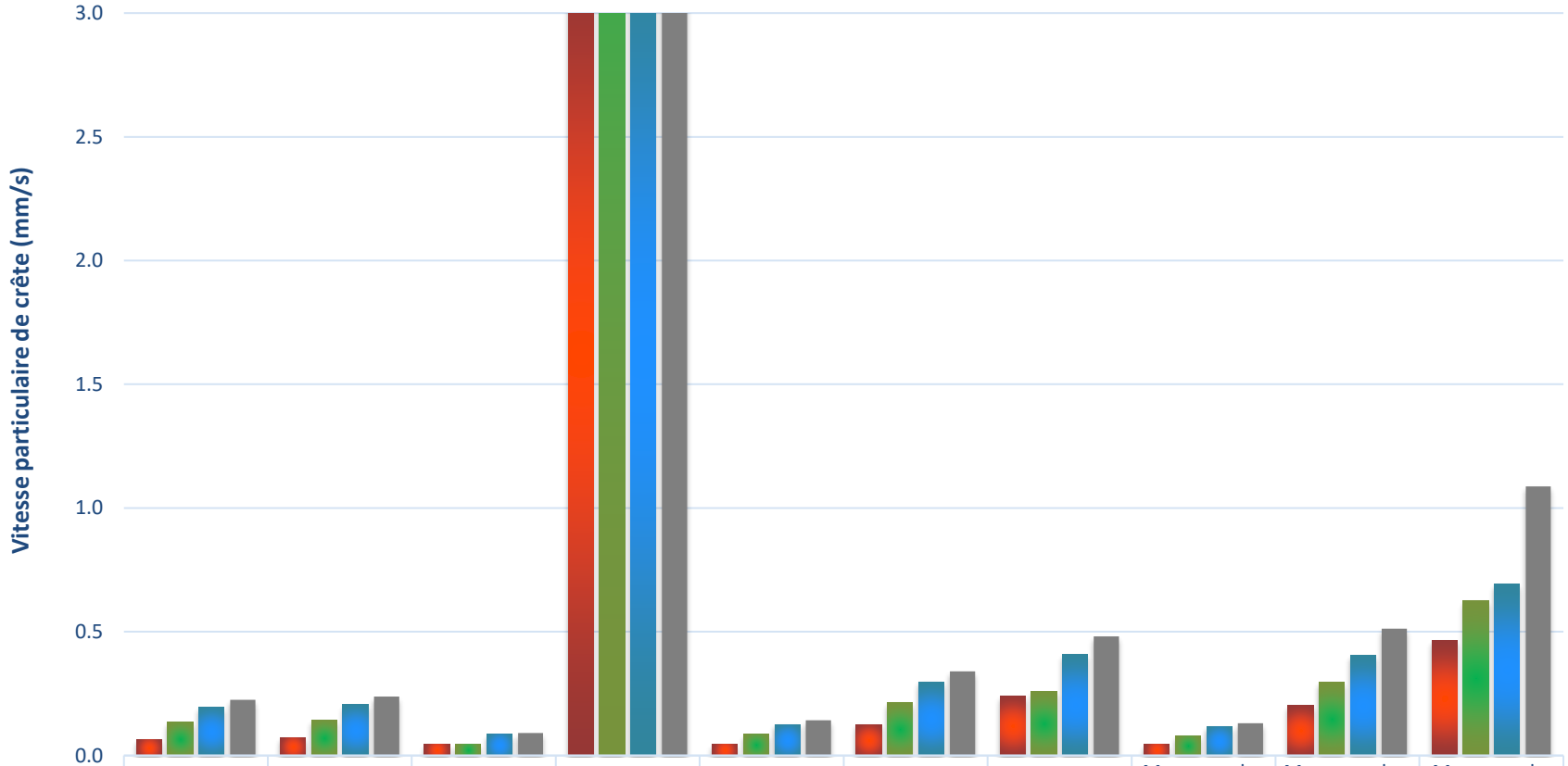
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.166	0.197	0.055	4.729	0.102	0.418	0.707	0.092	0.649	1.116
Axe vertical	0.213	0.272	0.071	5.438	0.118	0.678	1.18	0.108	1.029	1.653
Axe longitudinal	0.11	0.159	0.055	8.378	0.079	0.426	0.849	0.075	0.745	1.412
PVS	0.251	0.313	0.102	8.463	0.159	0.733	1.283	0.143	1.158	2.047

Vib_01 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Soir et nuit



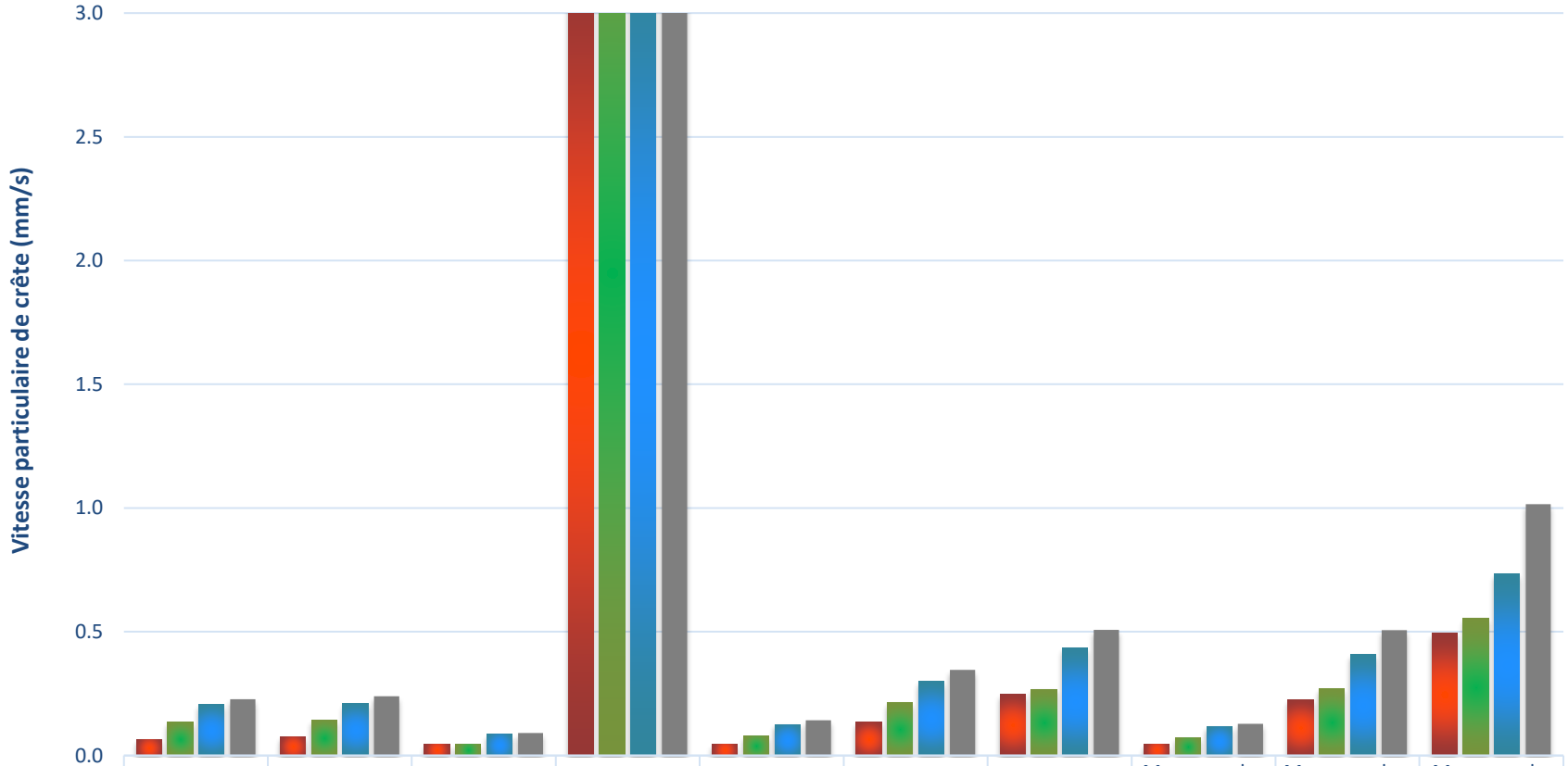
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.158	0.174	0.063	1.584	0.102	0.268	0.615	0.093	0.472	0.757
Axe vertical	0.134	0.181	0.071	2.246	0.087	0.386	0.977	0.085	0.774	1.252
Axe longitudinal	0.095	0.122	0.071	1.308	0.079	0.181	0.686	0.078	0.49	0.869
PVS	0.203	0.242	0.103	2.374	0.142	0.41	1.021	0.133	0.823	1.319

Vib_02 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Ensemble des données



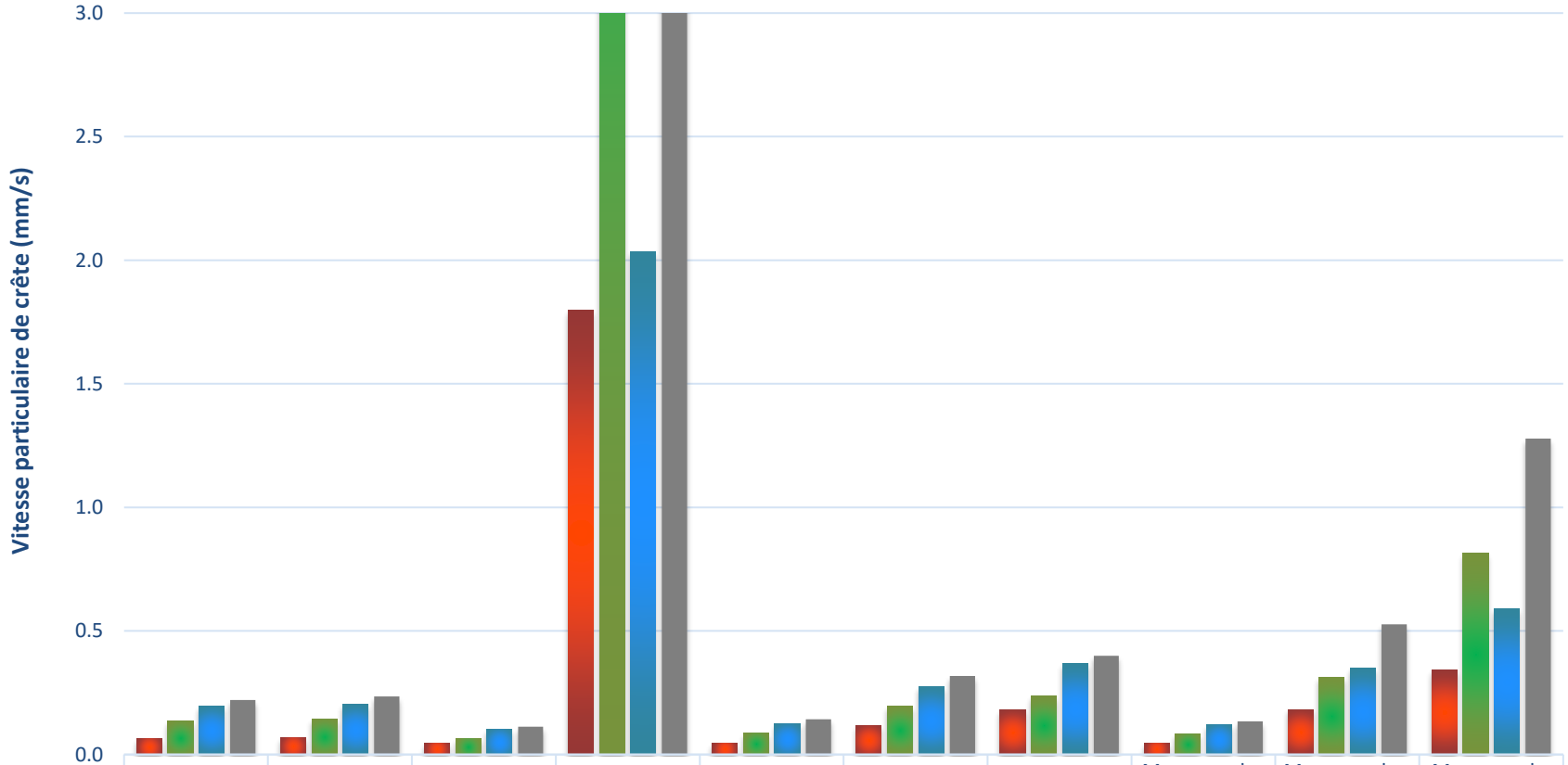
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.073	0.047	3.247	0.047	0.126	0.24	0.047	0.203	0.463
Axe vertical	0.134	0.143	0.047	9.411	0.087	0.213	0.26	0.08	0.295	0.626
Axe longitudinal	0.197	0.207	0.087	3.224	0.126	0.298	0.41	0.118	0.405	0.694
PVS	0.225	0.238	0.091	9.424	0.143	0.34	0.481	0.13	0.512	1.087

Vib_02 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Lundi à vendredi



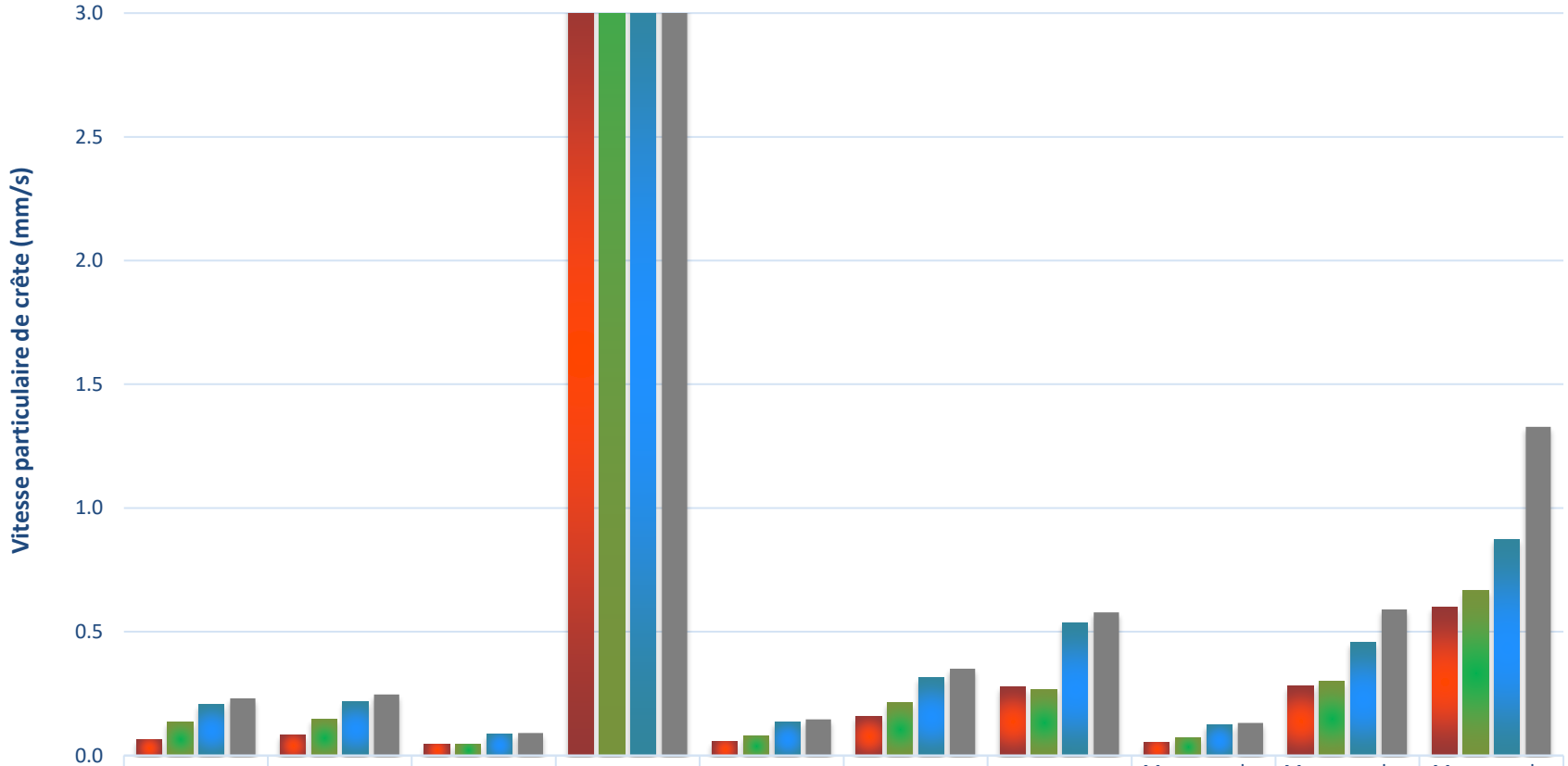
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.075	0.047	3.247	0.047	0.134	0.248	0.047	0.227	0.494
Axe vertical	0.134	0.143	0.047	3.902	0.079	0.213	0.268	0.072	0.27	0.553
Axe longitudinal	0.205	0.209	0.087	3.224	0.126	0.3	0.434	0.117	0.408	0.733
PVS	0.227	0.239	0.091	3.903	0.143	0.346	0.508	0.128	0.506	1.015

Vib_02 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Samedi et dimanche



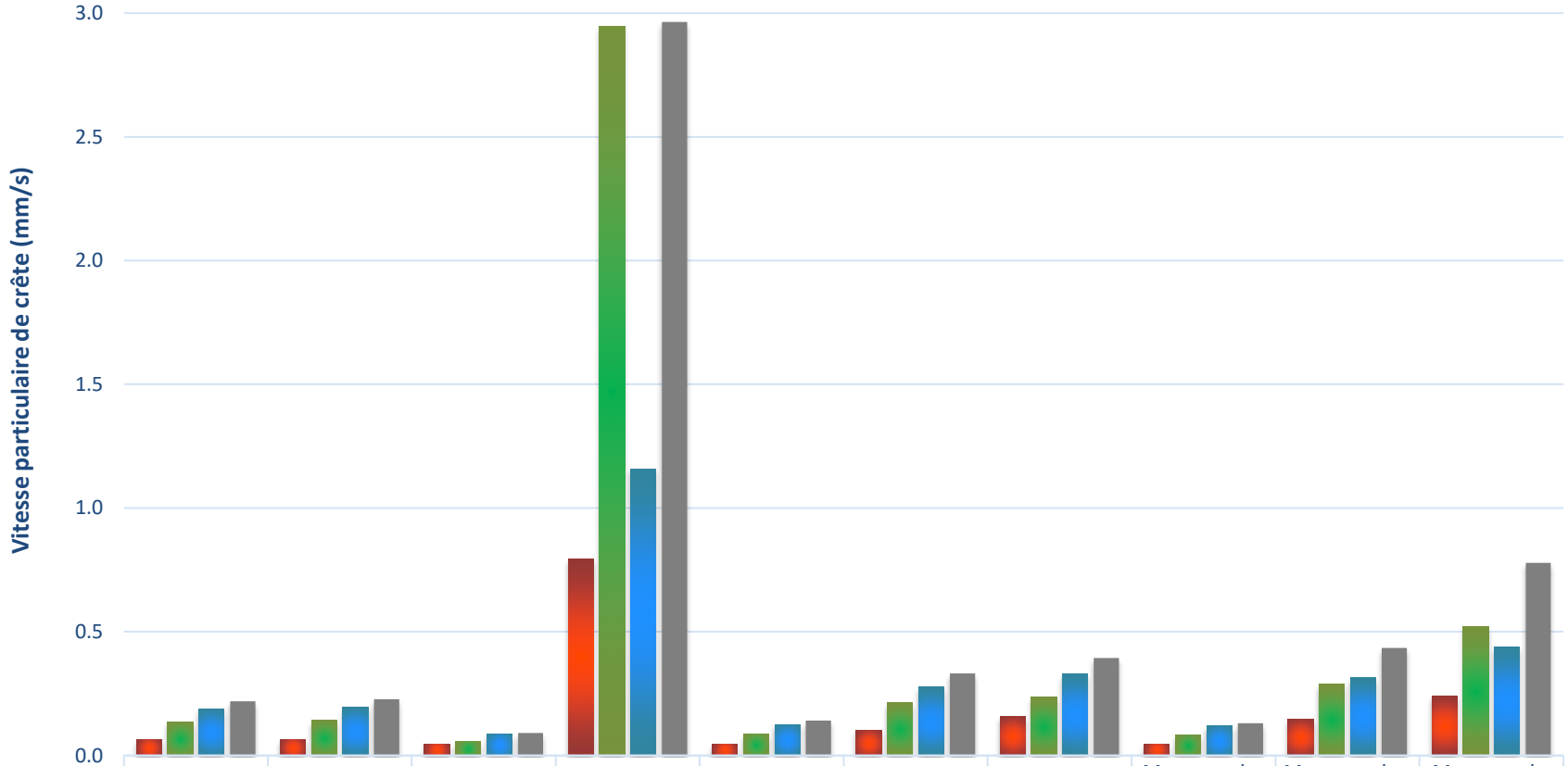
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.069	0.047	1.797	0.047	0.118	0.181	0.047	0.182	0.343
Axe vertical	0.134	0.144	0.063	9.411	0.087	0.197	0.236	0.083	0.311	0.814
Axe longitudinal	0.197	0.202	0.102	2.034	0.126	0.276	0.37	0.122	0.349	0.588
PVS	0.22	0.235	0.113	9.424	0.143	0.318	0.399	0.134	0.527	1.278

Vib_02 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Jour



	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.082	0.047	3.247	0.055	0.158	0.276	0.054	0.281	0.598
Axe vertical	0.134	0.145	0.047	9.411	0.079	0.213	0.268	0.072	0.3	0.667
Axe longitudinal	0.205	0.218	0.087	3.224	0.134	0.315	0.536	0.123	0.457	0.874
PVS	0.231	0.247	0.091	9.424	0.146	0.351	0.578	0.132	0.59	1.328

Vib_02 - Automne 2019
(du 23 septembre au 21 décembre)
Soir et nuit

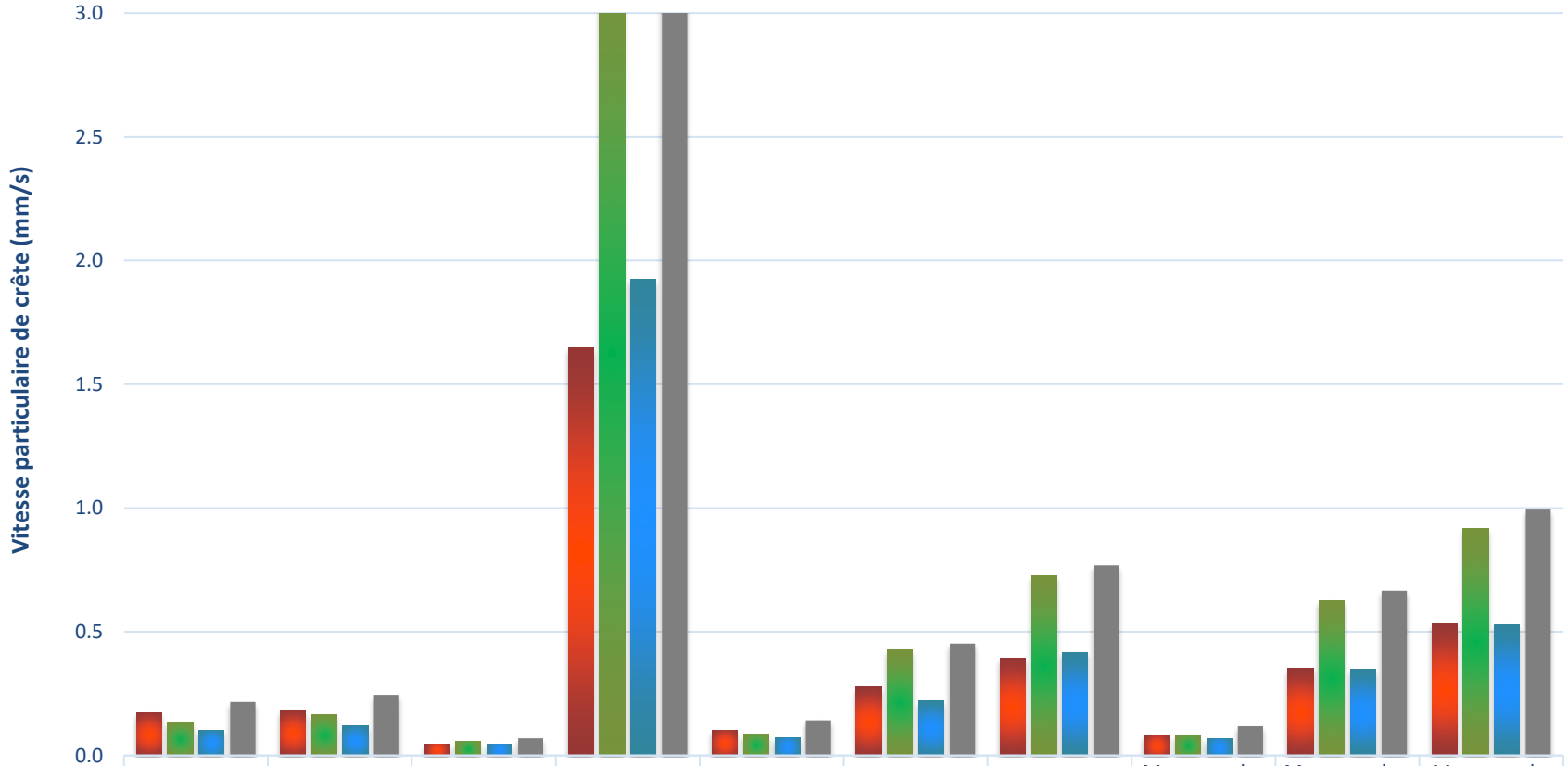


	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.063	0.065	0.047	0.796	0.047	0.102	0.158	0.047	0.148	0.242
Axe vertical	0.134	0.142	0.055	2.948	0.087	0.213	0.236	0.082	0.289	0.522
Axe longitudinal	0.189	0.197	0.087	1.159	0.126	0.276	0.331	0.119	0.314	0.44
PVS	0.219	0.228	0.091	2.964	0.141	0.332	0.394	0.13	0.435	0.778

ANNEXE

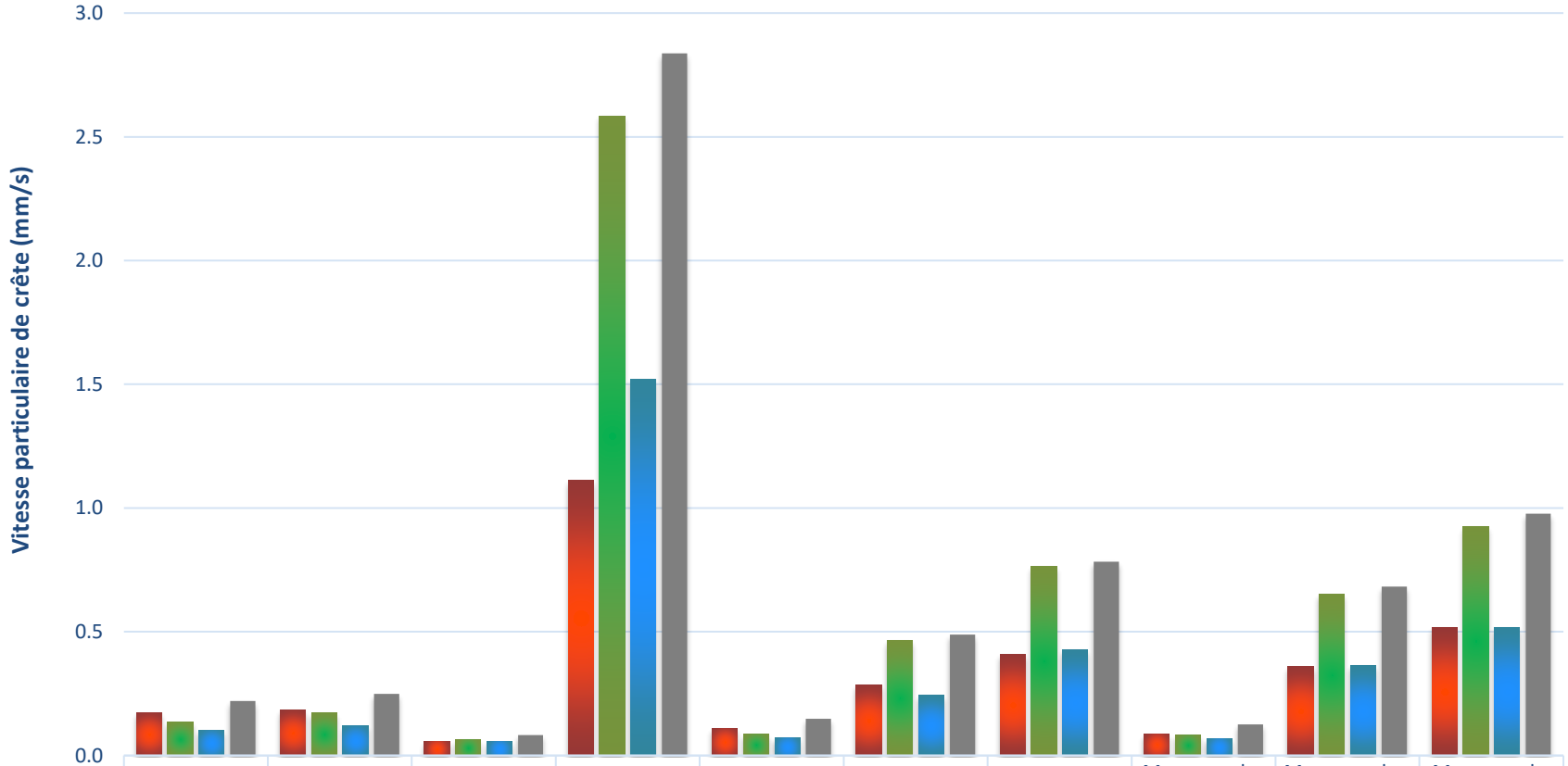
A-3 *HIVER 2020*

Vib_01 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Ensemble des données



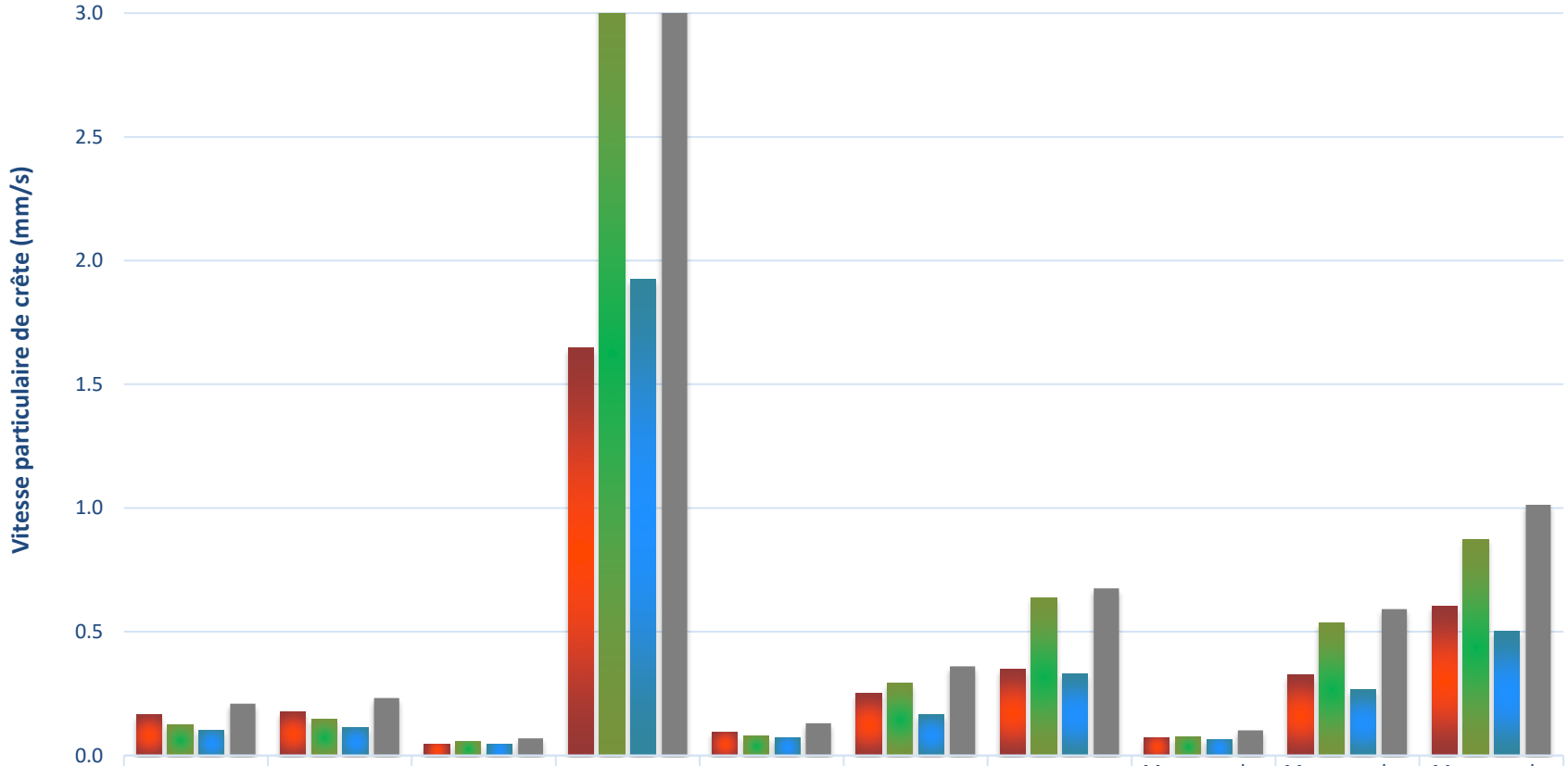
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.173	0.182	0.047	1.647	0.102	0.276	0.394	0.081	0.353	0.532
Axe vertical	0.134	0.166	0.055	3.255	0.087	0.426	0.725	0.083	0.627	0.918
Axe longitudinal	0.102	0.119	0.047	1.923	0.071	0.221	0.418	0.068	0.349	0.53
PVS	0.217	0.245	0.069	3.63	0.143	0.453	0.769	0.118	0.666	0.994

Vib_01 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Lundi au samedi



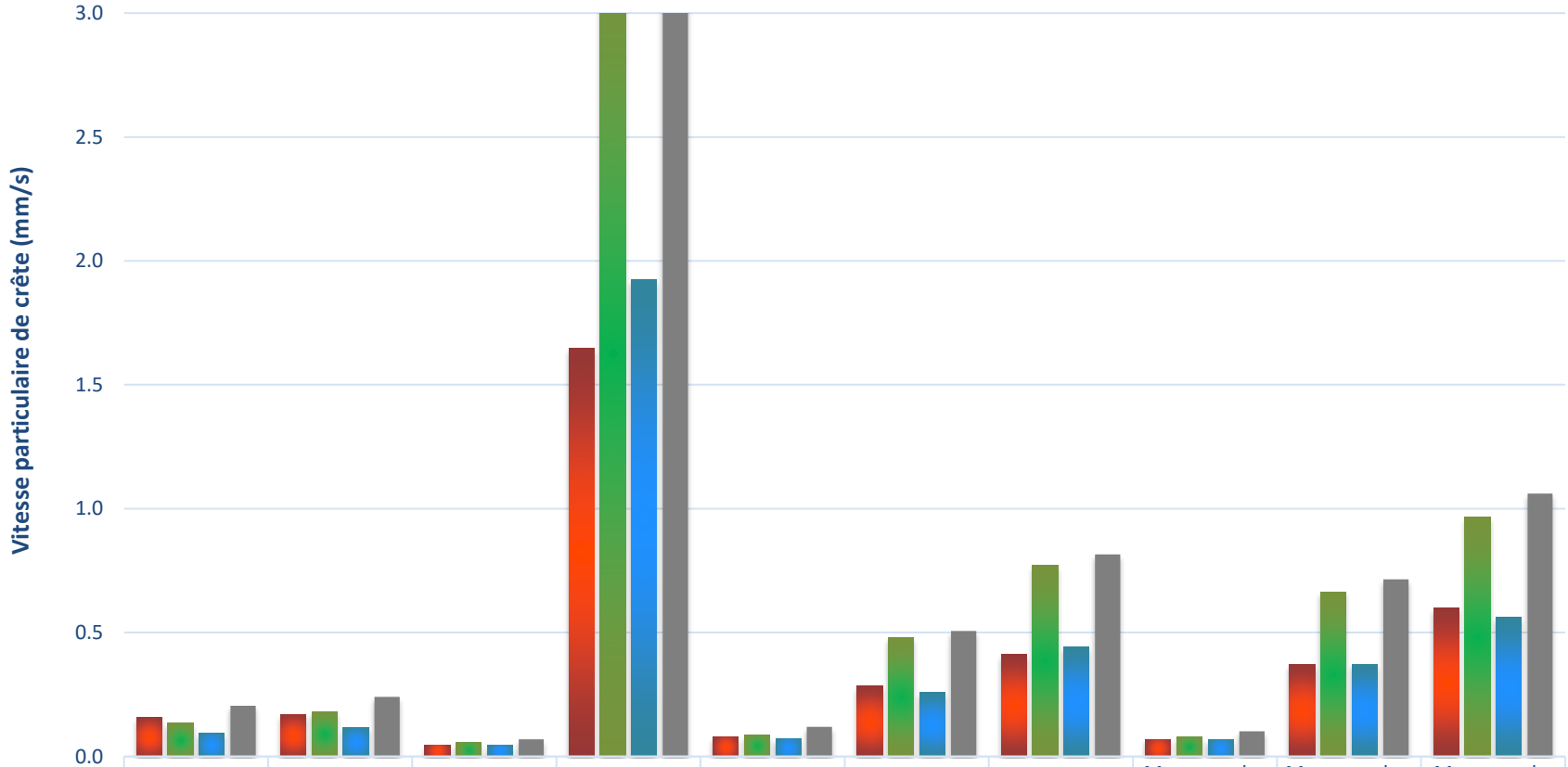
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.173	0.183	0.055	1.111	0.11	0.284	0.41	0.088	0.36	0.516
Axe vertical	0.134	0.172	0.063	2.585	0.087	0.465	0.765	0.084	0.651	0.924
Axe longitudinal	0.102	0.121	0.055	1.521	0.071	0.244	0.426	0.068	0.362	0.517
PVS	0.22	0.249	0.082	2.837	0.148	0.488	0.783	0.126	0.683	0.977

Vib_01 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Samedi et dimanche



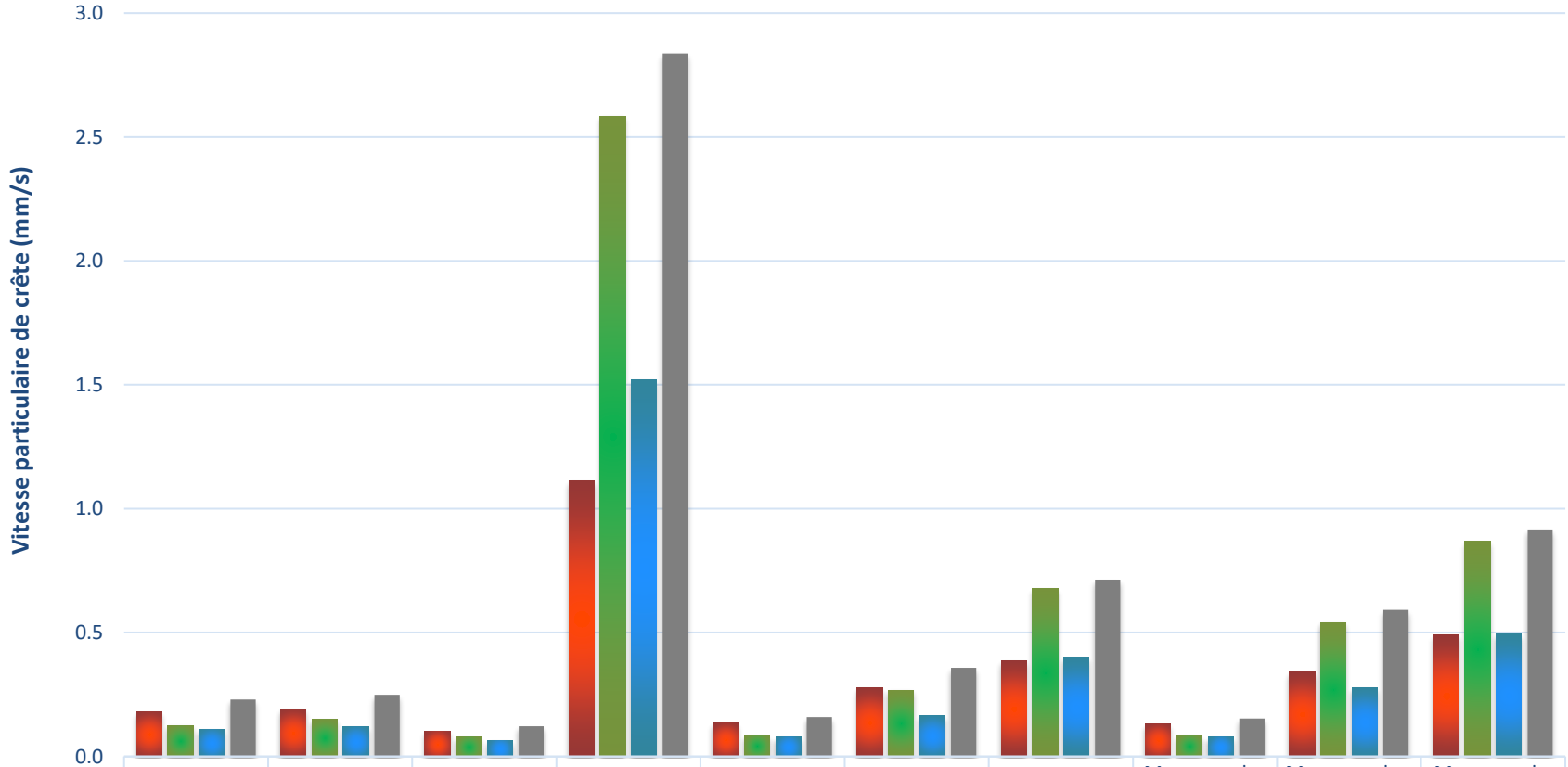
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.166	0.177	0.047	1.647	0.095	0.252	0.347	0.073	0.327	0.604
Axe vertical	0.126	0.148	0.055	3.255	0.079	0.292	0.638	0.074	0.535	0.874
Axe longitudinal	0.102	0.113	0.047	1.923	0.071	0.166	0.331	0.066	0.265	0.502
PVS	0.209	0.232	0.069	3.63	0.13	0.361	0.676	0.102	0.591	1.013

Vib_01 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Jour



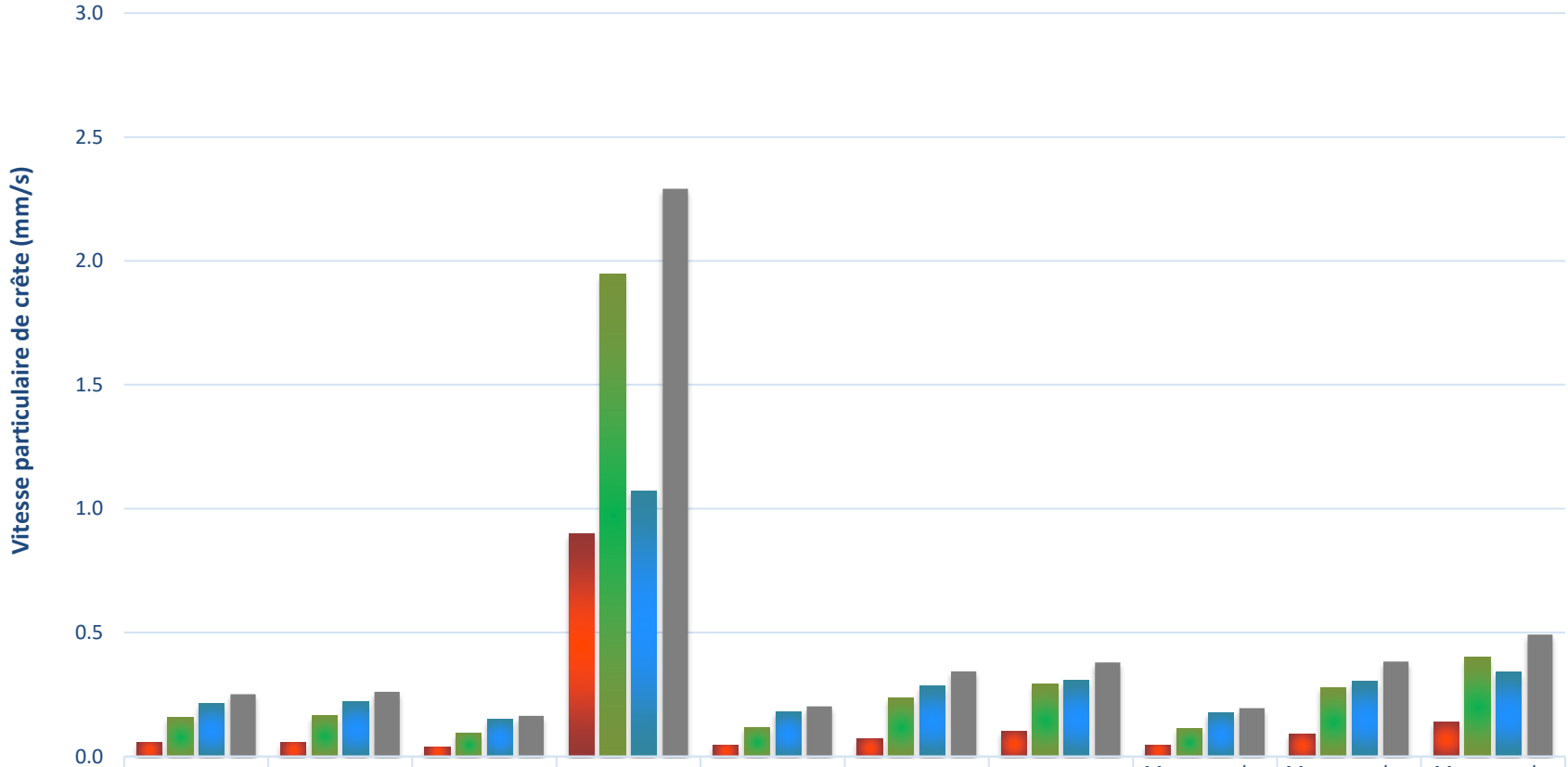
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.158	0.171	0.047	1.647	0.079	0.284	0.412	0.069	0.373	0.599
Axe vertical	0.134	0.181	0.055	3.255	0.087	0.481	0.772	0.08	0.665	0.965
Axe longitudinal	0.095	0.117	0.047	1.923	0.071	0.26	0.441	0.067	0.373	0.563
PVS	0.205	0.241	0.069	3.63	0.12	0.506	0.815	0.102	0.715	1.061

Vib_01 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Soir et nuit



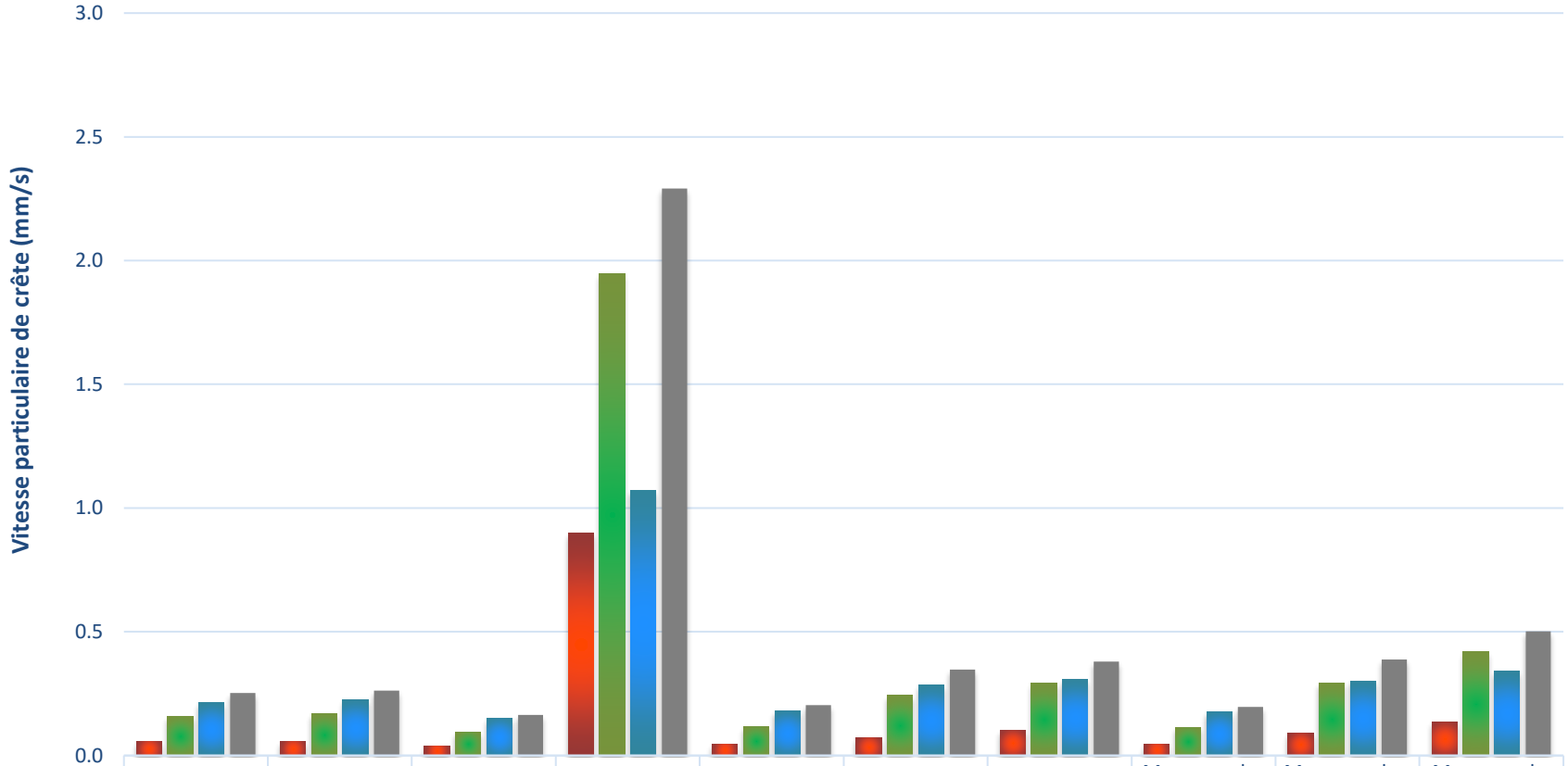
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.181	0.192	0.102	1.111	0.134	0.276	0.386	0.13	0.341	0.49
Axe vertical	0.126	0.151	0.079	2.585	0.087	0.268	0.678	0.086	0.541	0.868
Axe longitudinal	0.11	0.12	0.063	1.521	0.079	0.166	0.402	0.078	0.278	0.495
PVS	0.23	0.249	0.122	2.837	0.159	0.358	0.714	0.153	0.591	0.916

Vib_02 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Ensemble des données



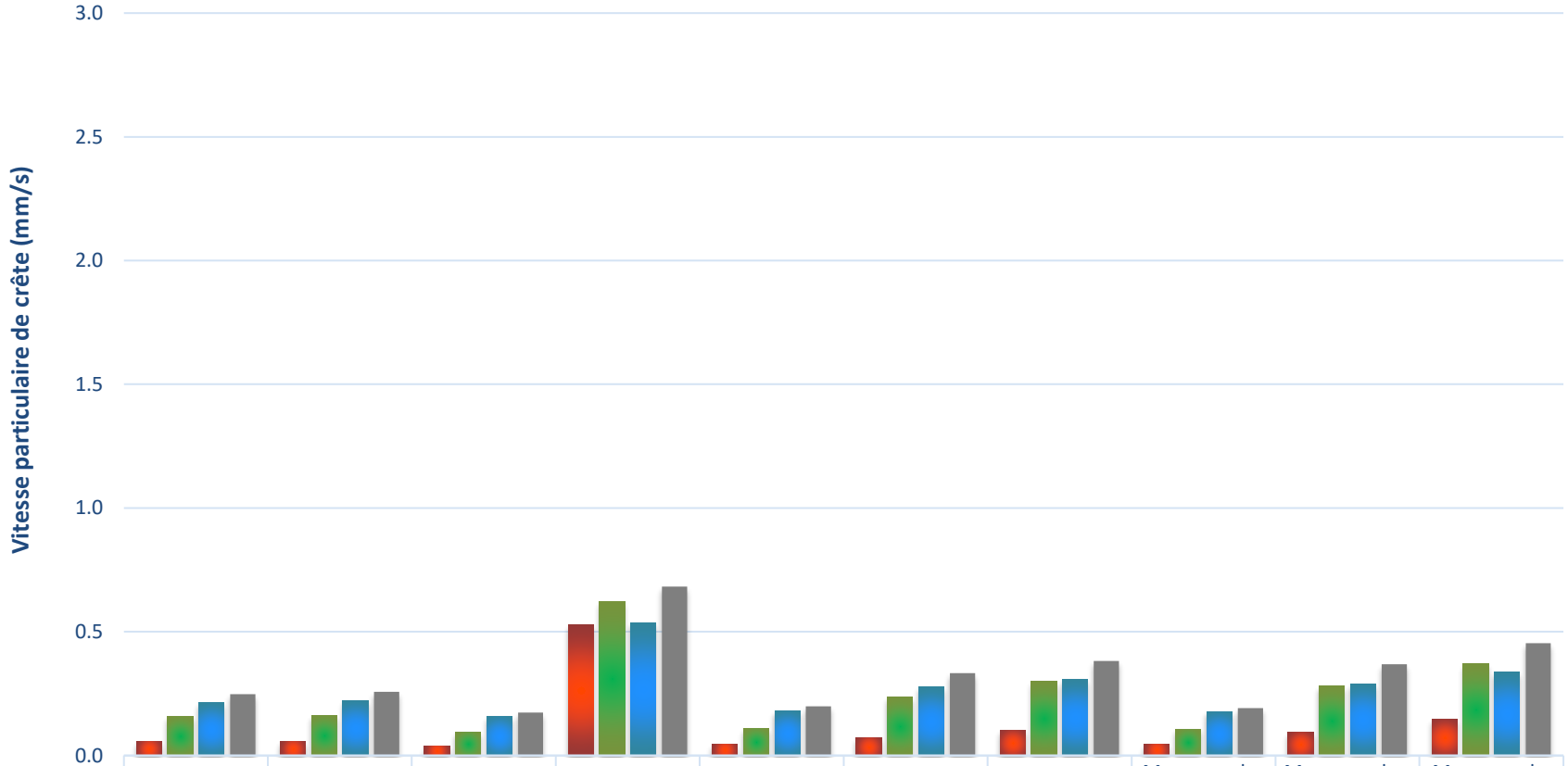
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.055	0.056	0.039	0.899	0.047	0.071	0.102	0.047	0.091	0.14
Axe vertical	0.158	0.166	0.095	1.947	0.118	0.236	0.292	0.114	0.279	0.402
Axe longitudinal	0.213	0.223	0.15	1.072	0.181	0.284	0.307	0.177	0.303	0.341
PVS	0.252	0.261	0.164	2.291	0.202	0.344	0.38	0.195	0.383	0.492

Vib_02 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Lundi au samedi



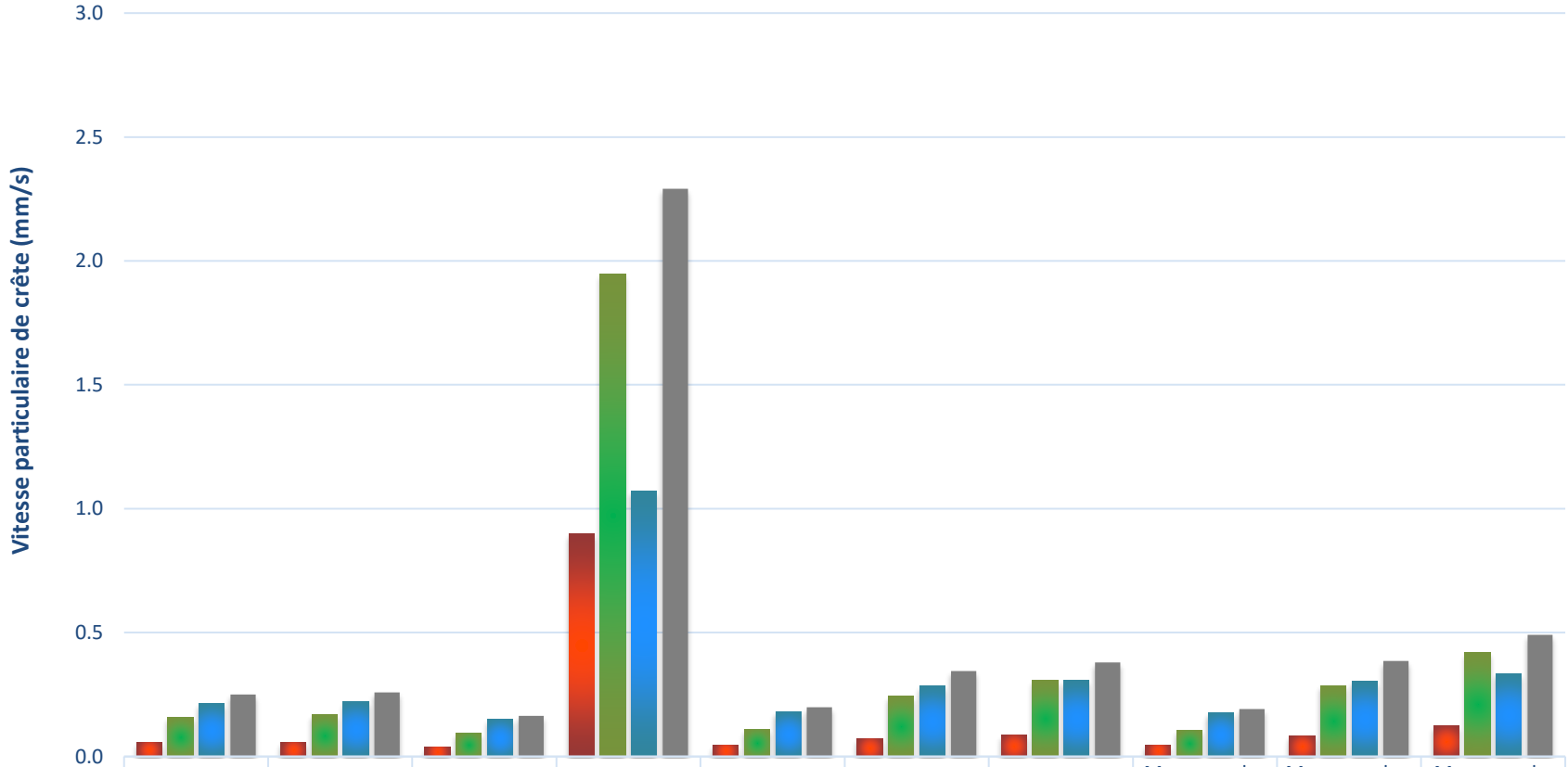
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.055	0.056	0.039	0.899	0.047	0.071	0.102	0.047	0.09	0.137
Axe vertical	0.158	0.168	0.095	1.947	0.118	0.244	0.292	0.114	0.294	0.419
Axe longitudinal	0.213	0.224	0.15	1.072	0.181	0.284	0.307	0.177	0.302	0.342
PVS	0.253	0.262	0.164	2.291	0.203	0.347	0.379	0.196	0.388	0.502

Vib_02 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Samedi et dimanche



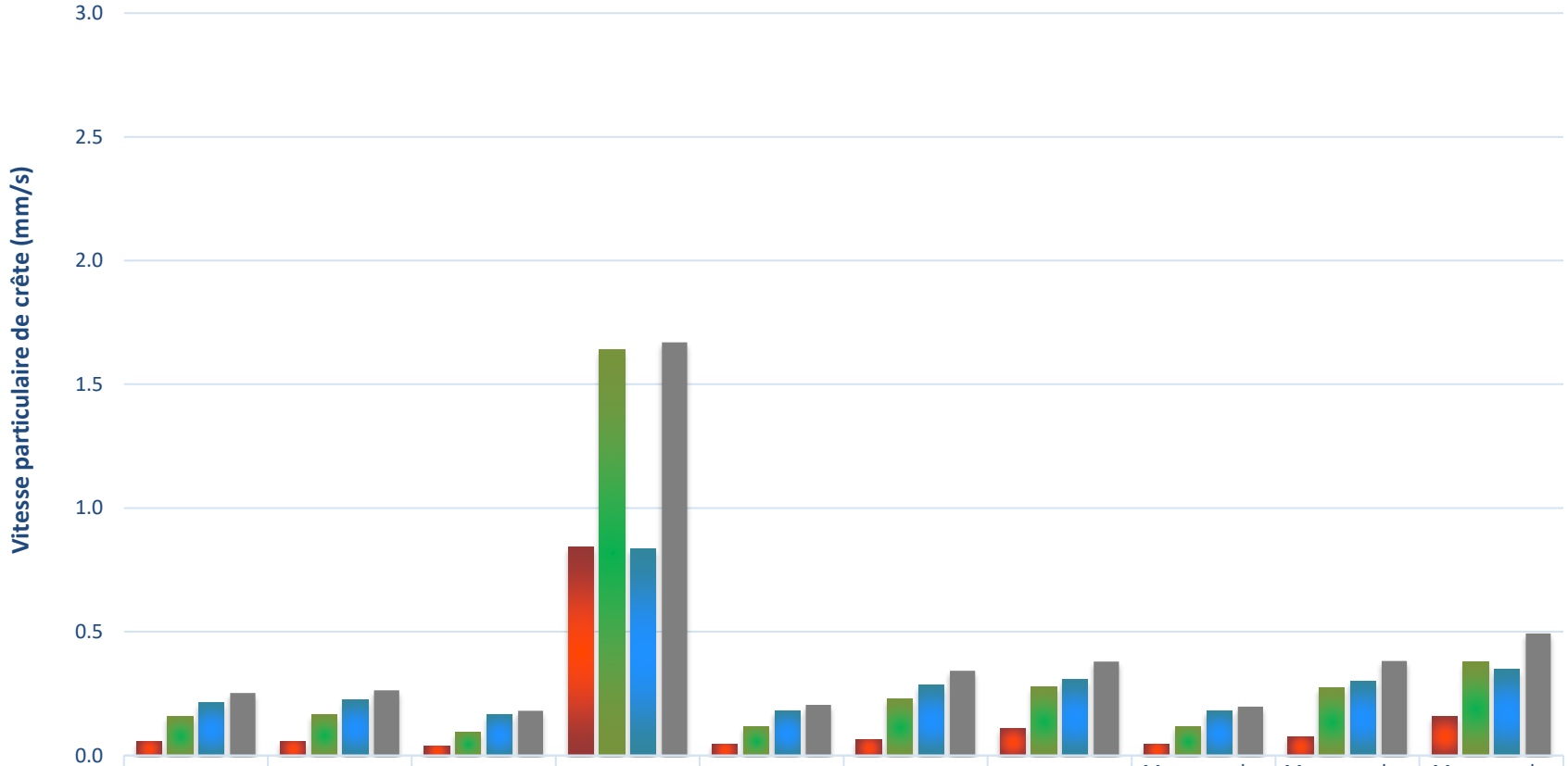
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.055	0.055	0.039	0.528	0.047	0.071	0.102	0.047	0.093	0.146
Axe vertical	0.158	0.163	0.095	0.623	0.11	0.236	0.3	0.107	0.281	0.371
Axe longitudinal	0.213	0.222	0.158	0.536	0.181	0.276	0.307	0.178	0.29	0.337
PVS	0.248	0.258	0.173	0.683	0.199	0.333	0.382	0.192	0.369	0.454

Vib_02 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Jour



	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.055	0.055	0.039	0.899	0.047	0.071	0.087	0.047	0.082	0.123
Axe vertical	0.158	0.169	0.095	1.947	0.11	0.244	0.307	0.107	0.287	0.421
Axe longitudinal	0.213	0.222	0.15	1.072	0.181	0.284	0.307	0.177	0.304	0.335
PVS	0.25	0.259	0.164	2.291	0.199	0.345	0.379	0.191	0.385	0.491

Vib_02 - Hiver 2020
(du 22 décembre au 19 mars)
Soir et nuit

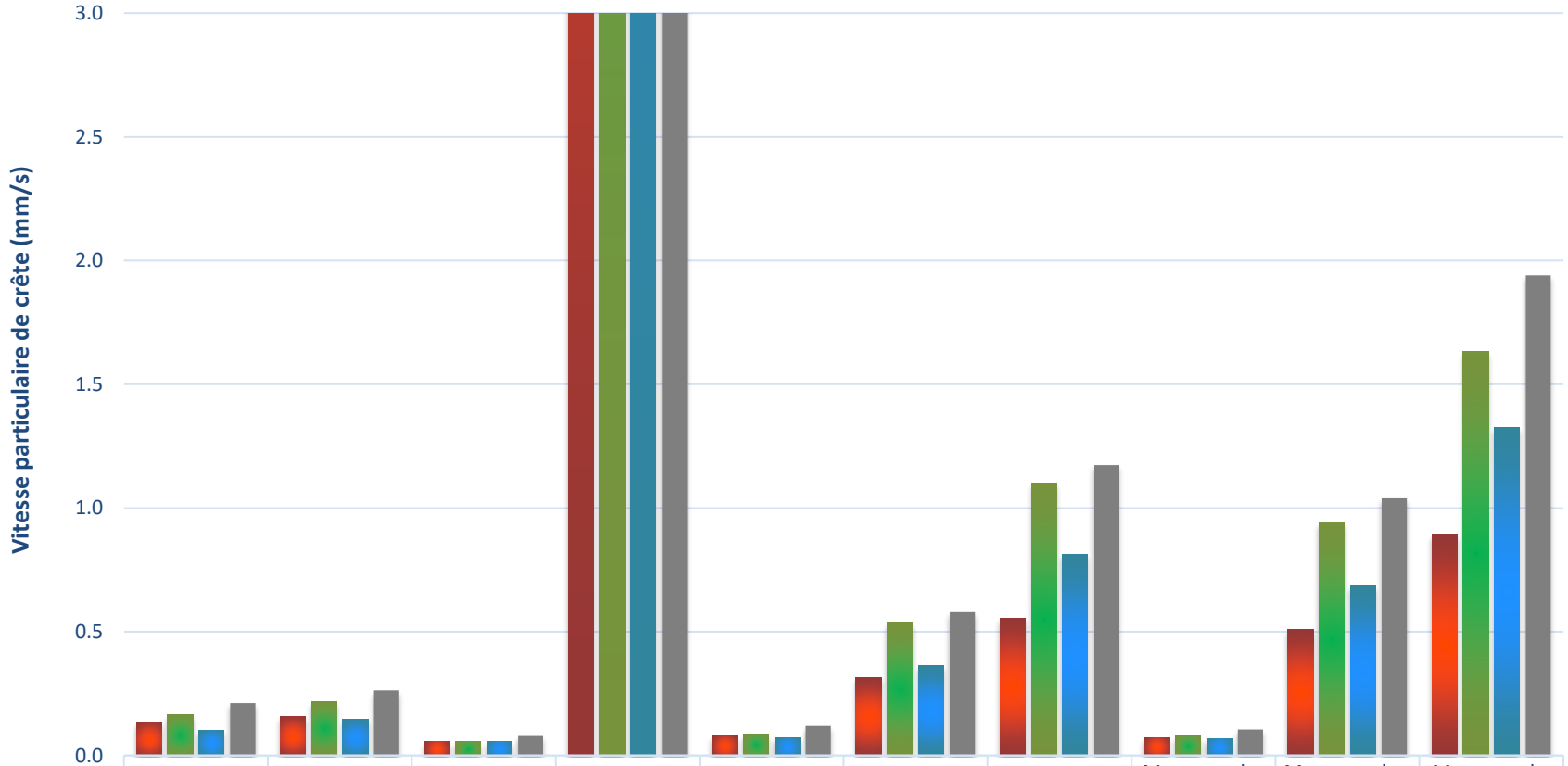


	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.055	0.056	0.039	0.843	0.047	0.063	0.11	0.047	0.074	0.157
Axe vertical	0.158	0.164	0.095	1.639	0.118	0.229	0.276	0.115	0.273	0.378
Axe longitudinal	0.213	0.225	0.166	0.835	0.181	0.284	0.307	0.179	0.301	0.348
PVS	0.253	0.263	0.181	1.669	0.205	0.343	0.379	0.198	0.382	0.493

ANNEXE

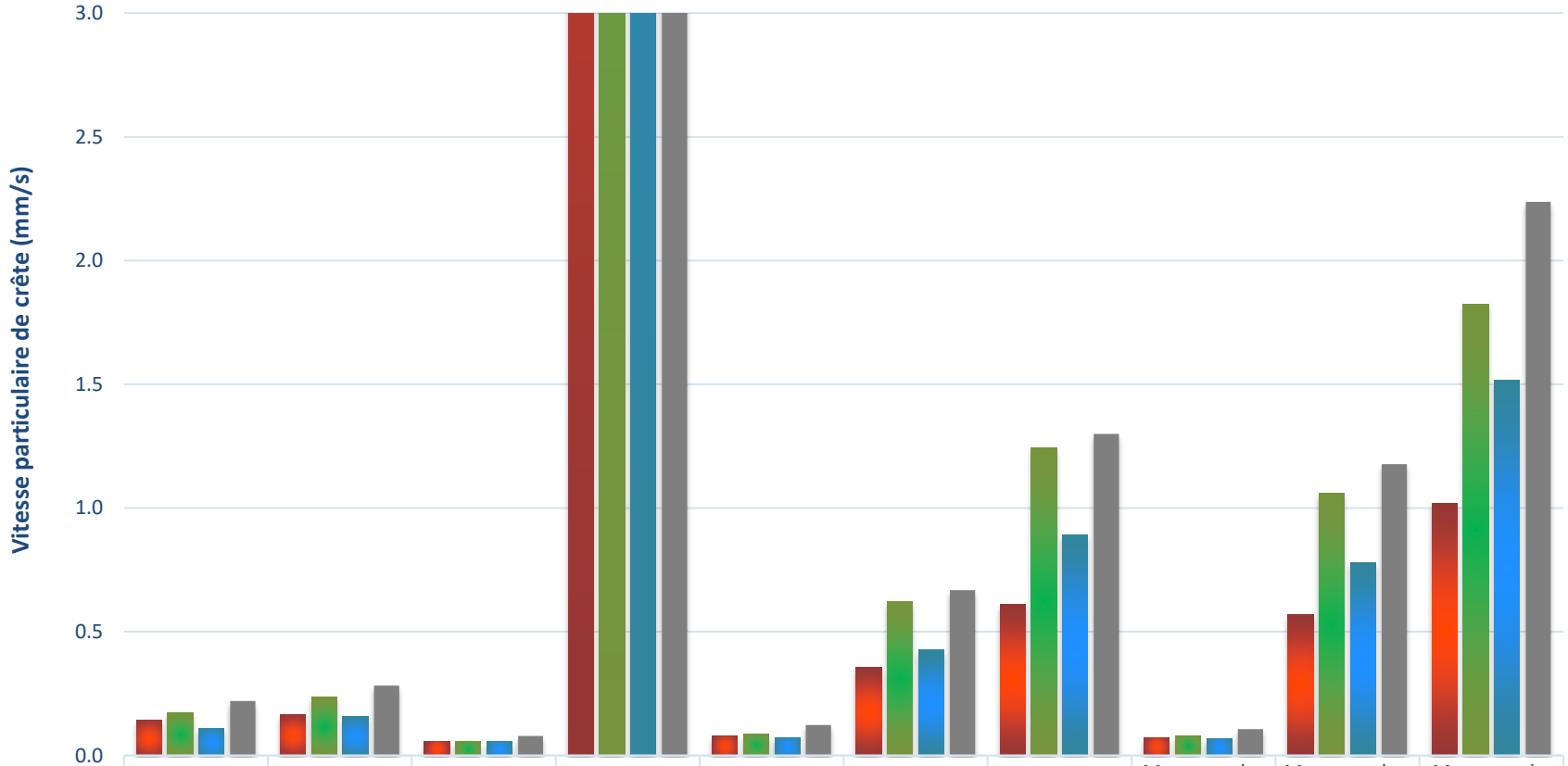
A-4 *PRINTEMPS 2020*

Vib_01 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Ensemble des données



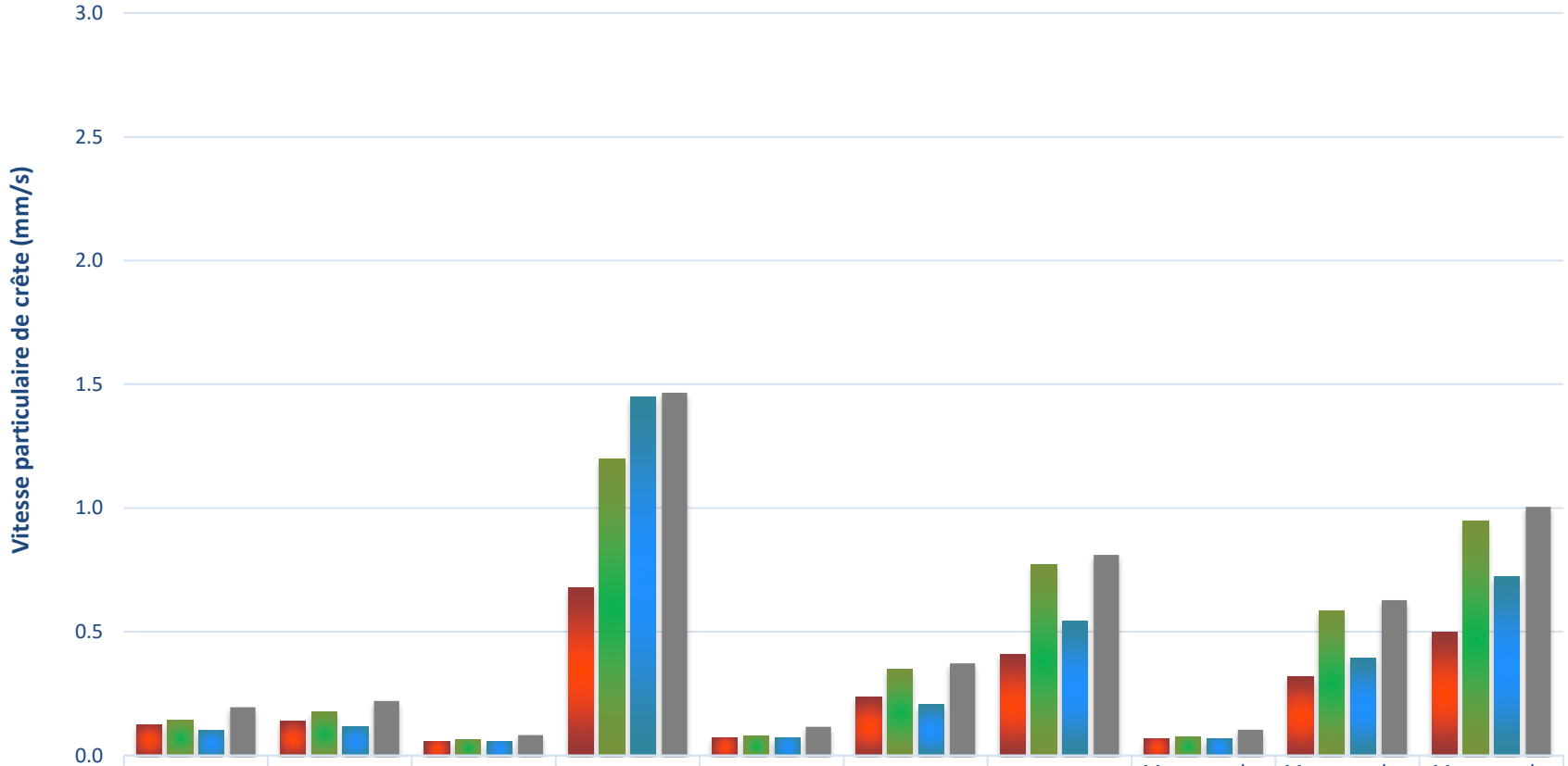
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.134	0.157	0.055	18.648	0.079	0.315	0.556	0.073	0.51	0.89
Axe vertical	0.166	0.219	0.055	19.405	0.087	0.536	1.1	0.079	0.94	1.634
Axe longitudinal	0.102	0.146	0.055	27.941	0.071	0.363	0.812	0.067	0.684	1.324
PVS	0.212	0.264	0.079	38.795	0.12	0.58	1.174	0.105	1.039	1.94

Vib_01 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Lundi au samedi



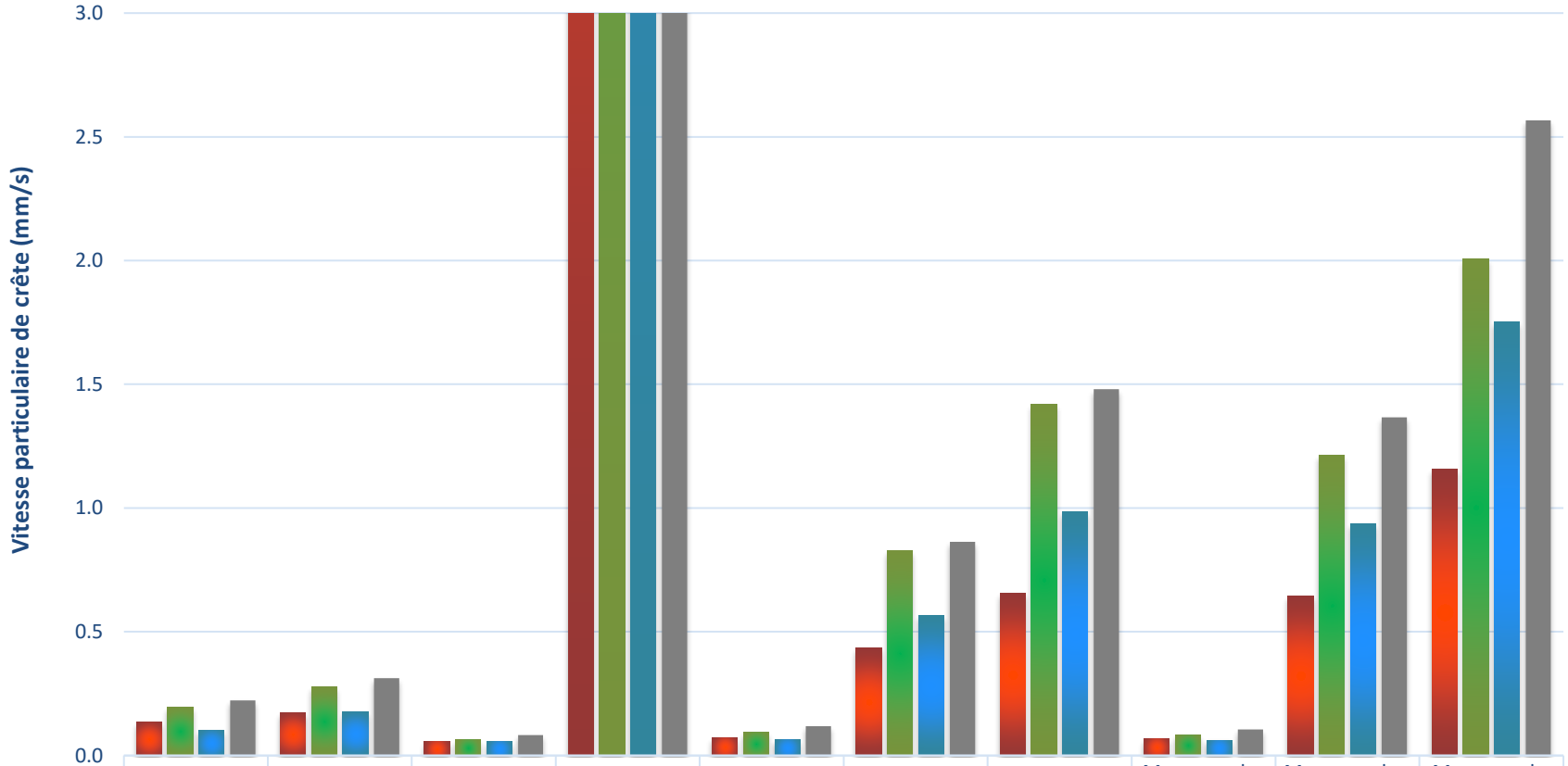
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.142	0.166	0.055	18.648	0.079	0.355	0.61	0.073	0.569	1.018
Axe vertical	0.173	0.236	0.055	19.405	0.087	0.623	1.245	0.079	1.059	1.824
Axe longitudinal	0.11	0.158	0.055	27.941	0.071	0.426	0.891	0.068	0.779	1.518
PVS	0.22	0.283	0.079	38.795	0.123	0.668	1.299	0.107	1.177	2.237

Vib_01 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Samedi et dimanche



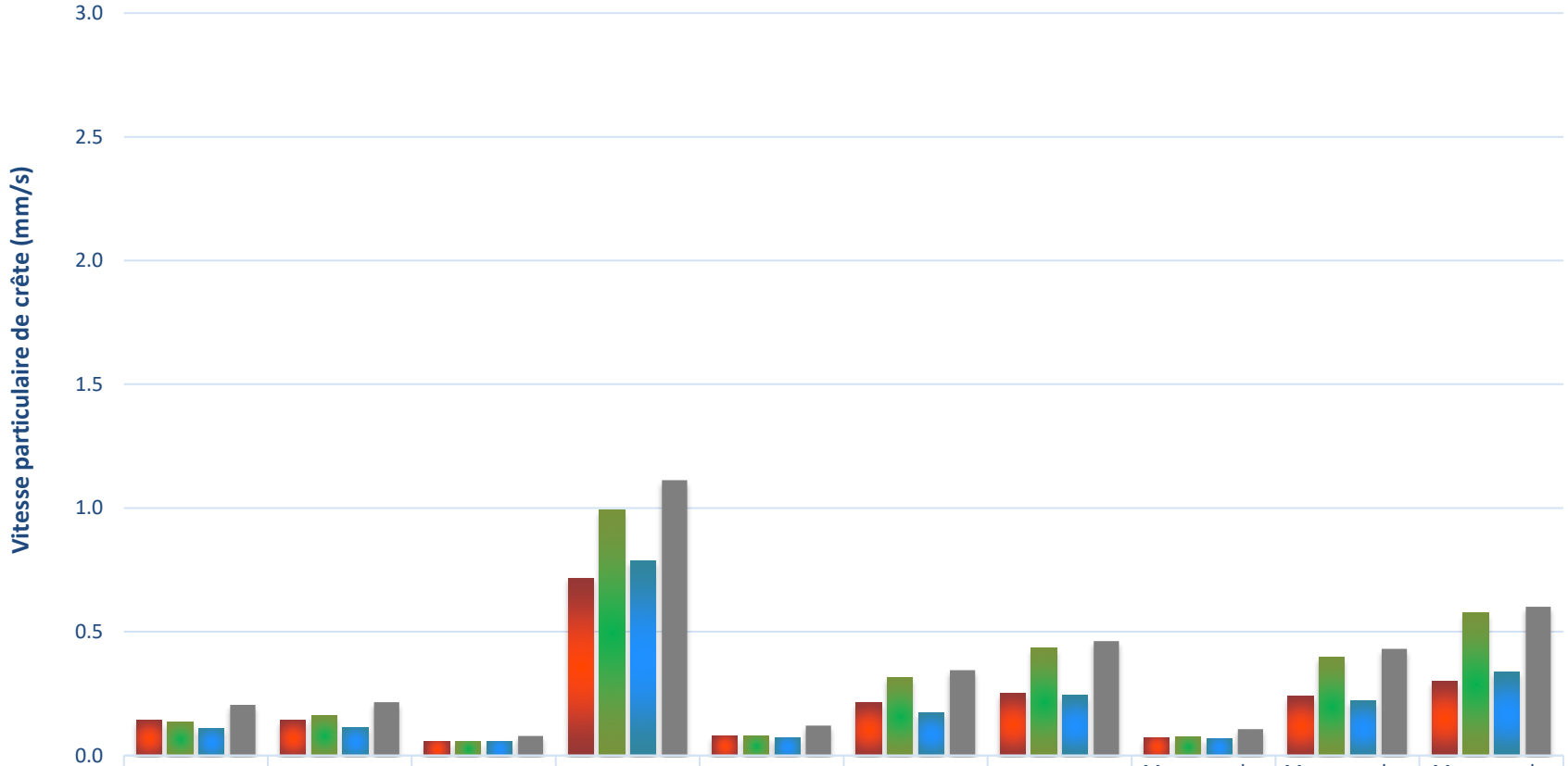
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.126	0.138	0.055	0.678	0.071	0.236	0.41	0.068	0.318	0.497
Axe vertical	0.142	0.177	0.063	1.198	0.079	0.347	0.773	0.075	0.585	0.946
Axe longitudinal	0.102	0.118	0.055	1.45	0.071	0.205	0.544	0.067	0.395	0.722
PVS	0.195	0.22	0.083	1.466	0.116	0.373	0.811	0.104	0.627	1.005

Vib_01 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Jour



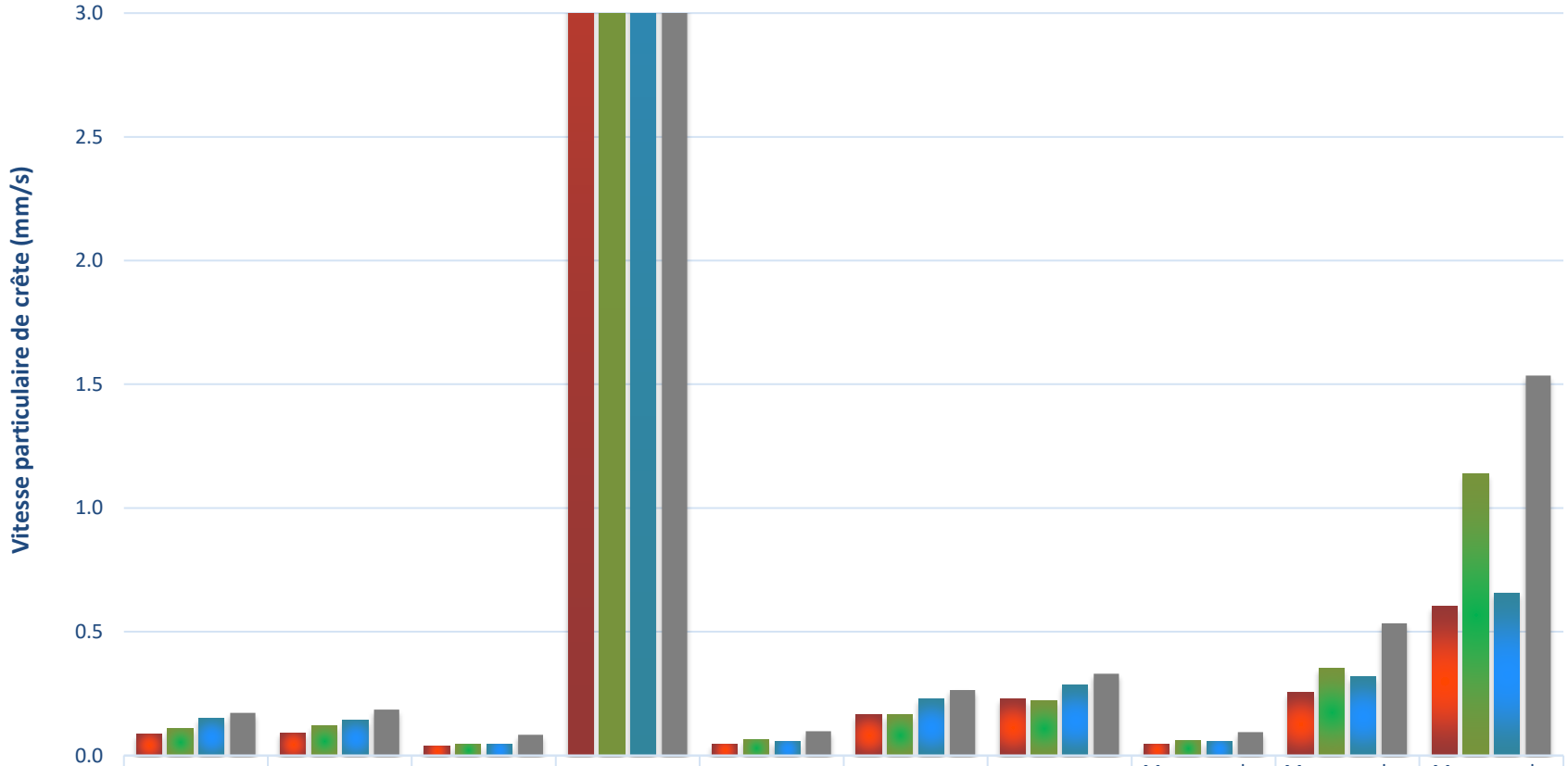
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.134	0.173	0.055	18.648	0.071	0.434	0.654	0.068	0.646	1.158
Axe vertical	0.197	0.277	0.063	19.405	0.095	0.828	1.419	0.084	1.213	2.005
Axe longitudinal	0.102	0.177	0.055	27.941	0.063	0.567	0.985	0.062	0.935	1.754
PVS	0.223	0.313	0.083	38.795	0.119	0.863	1.48	0.105	1.366	2.567

Vib_01 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Soir et nuit



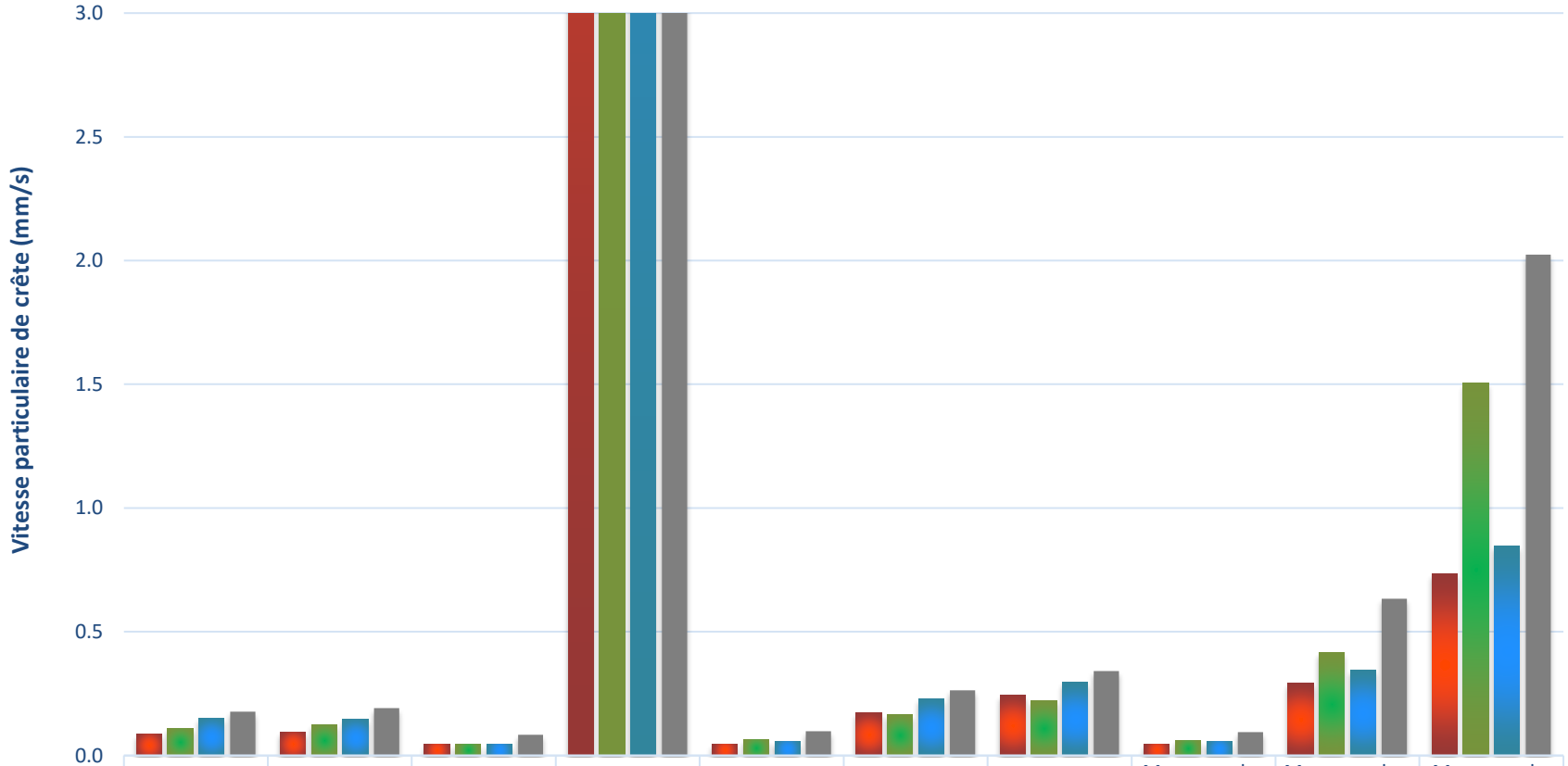
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.142	0.142	0.055	0.717	0.079	0.213	0.252	0.073	0.24	0.301
Axe vertical	0.134	0.161	0.055	0.993	0.079	0.315	0.434	0.074	0.398	0.578
Axe longitudinal	0.11	0.114	0.055	0.788	0.071	0.173	0.244	0.068	0.223	0.339
PVS	0.205	0.216	0.079	1.112	0.121	0.345	0.462	0.106	0.431	0.601

Vib_02 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Ensemble des données



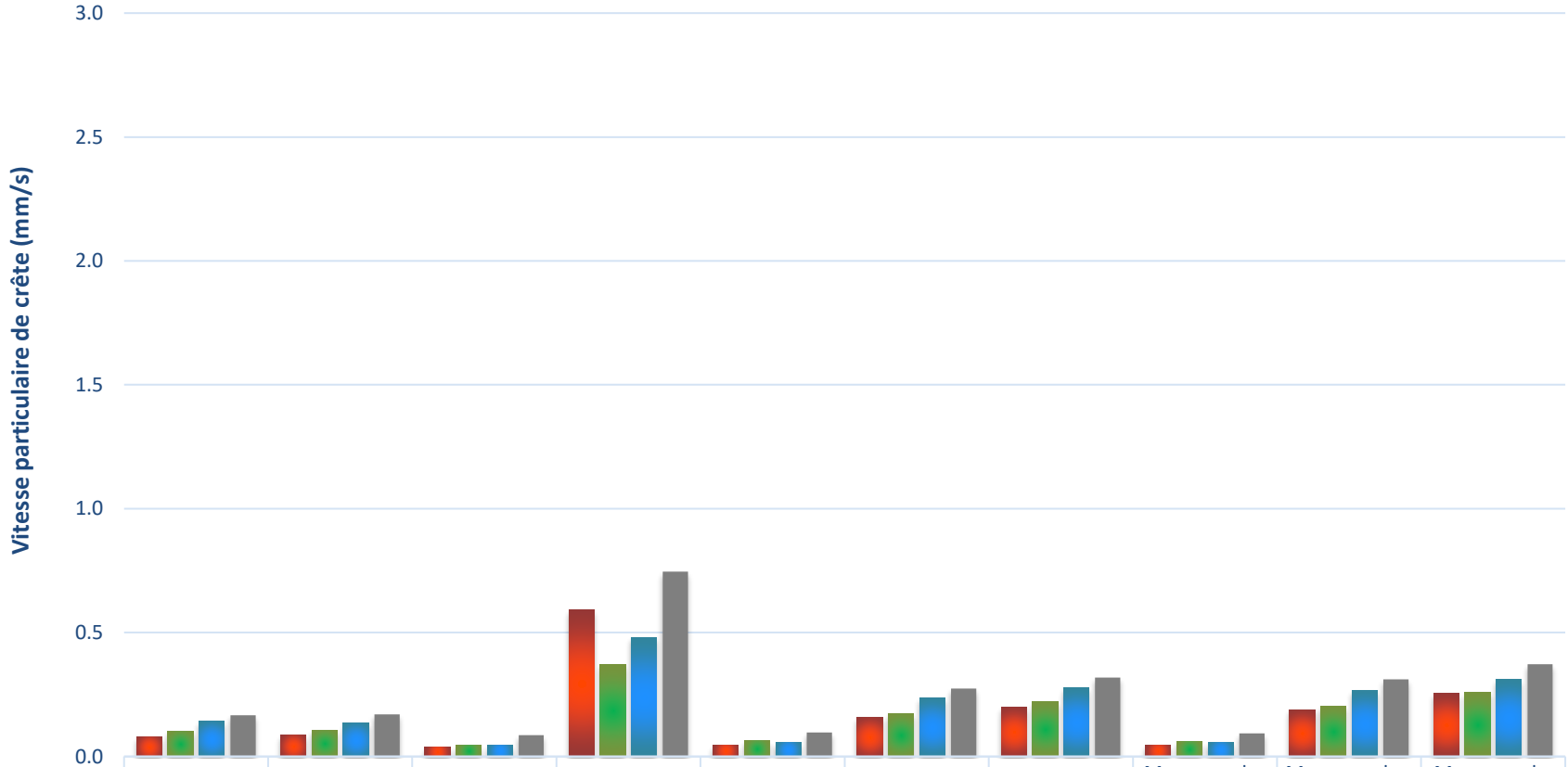
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.087	0.092	0.039	18.105	0.047	0.166	0.229	0.047	0.256	0.602
Axe vertical	0.11	0.119	0.047	84.099	0.063	0.166	0.221	0.06	0.353	1.138
Axe longitudinal	0.15	0.142	0.047	22.613	0.055	0.229	0.284	0.055	0.318	0.657
PVS	0.172	0.186	0.084	88.948	0.098	0.265	0.331	0.094	0.534	1.535

Vib_02 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Lundi au samedi



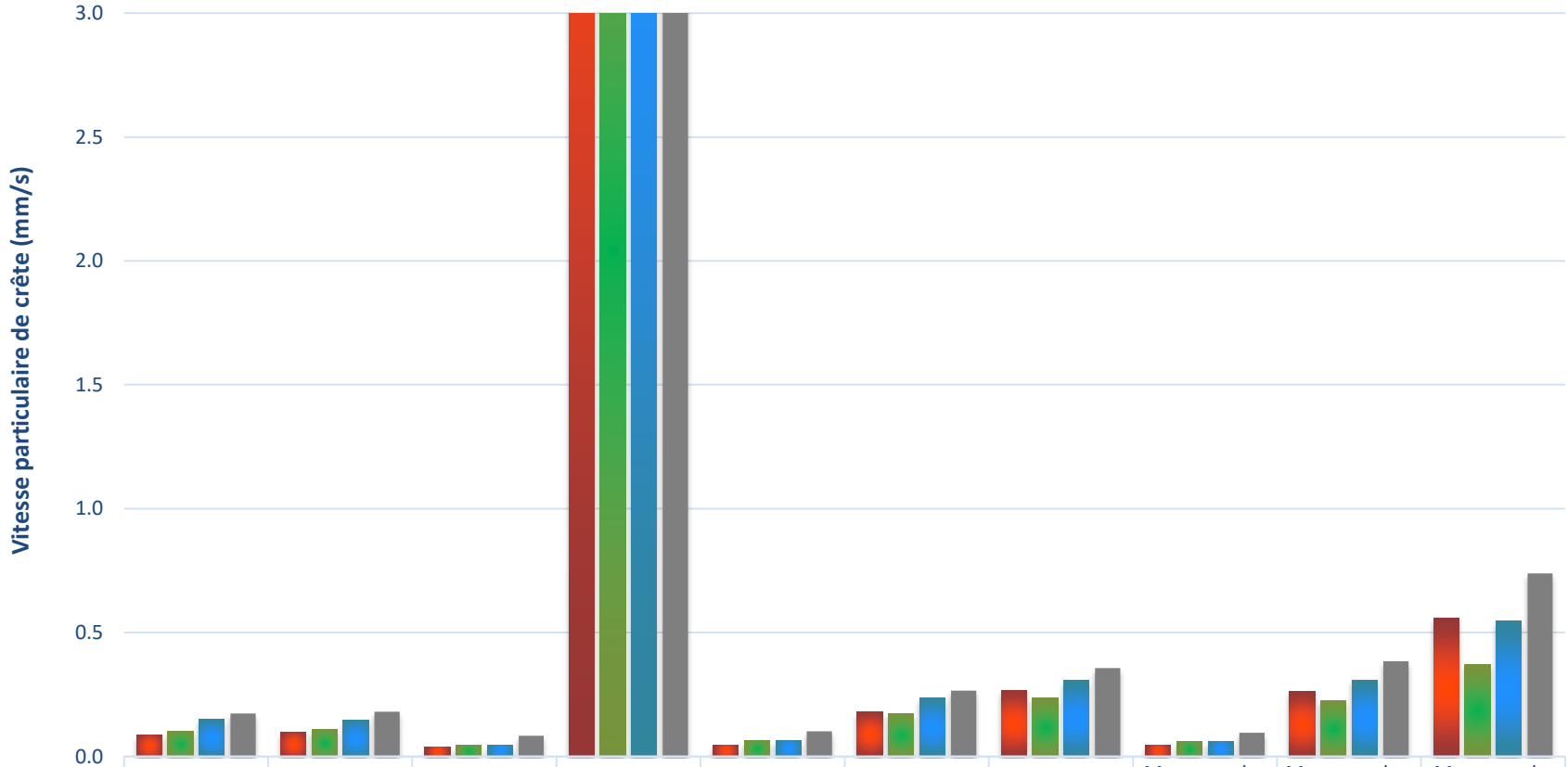
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.087	0.095	0.047	18.105	0.047	0.173	0.244	0.047	0.292	0.735
Axe vertical	0.11	0.124	0.047	84.099	0.063	0.166	0.221	0.06	0.415	1.504
Axe longitudinal	0.15	0.145	0.047	22.613	0.055	0.229	0.295	0.055	0.344	0.847
PVS	0.177	0.192	0.084	88.948	0.098	0.264	0.341	0.094	0.634	2.024

Vib_02 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Samedi et dimanche



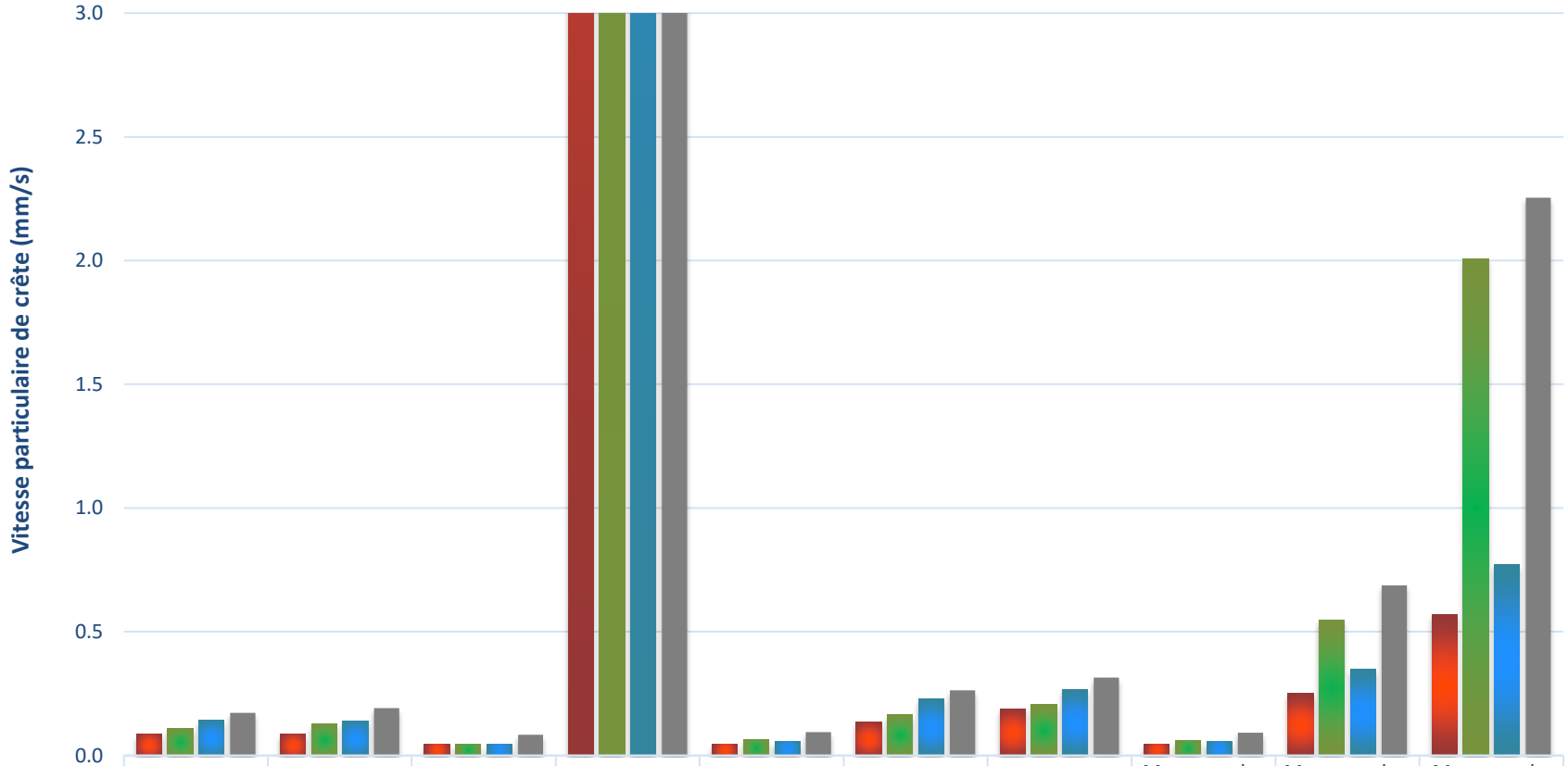
	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.079	0.085	0.039	0.591	0.047	0.158	0.198	0.047	0.189	0.254
Axe vertical	0.102	0.107	0.047	0.37	0.063	0.173	0.221	0.06	0.202	0.258
Axe longitudinal	0.142	0.134	0.047	0.481	0.055	0.236	0.276	0.055	0.265	0.31
PVS	0.166	0.17	0.086	0.746	0.097	0.274	0.319	0.093	0.311	0.372

Vib_02 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Jour



	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.087	0.099	0.039	9.521	0.047	0.181	0.268	0.047	0.262	0.557
Axe vertical	0.102	0.11	0.047	4.083	0.063	0.173	0.236	0.06	0.224	0.372
Axe longitudinal	0.15	0.146	0.047	7.819	0.063	0.236	0.307	0.06	0.309	0.547
PVS	0.174	0.181	0.084	12.08	0.102	0.266	0.357	0.096	0.384	0.739

Vib_02 - Printemps 2020
(du 20 mars au 20 juin)
Soir et nuit

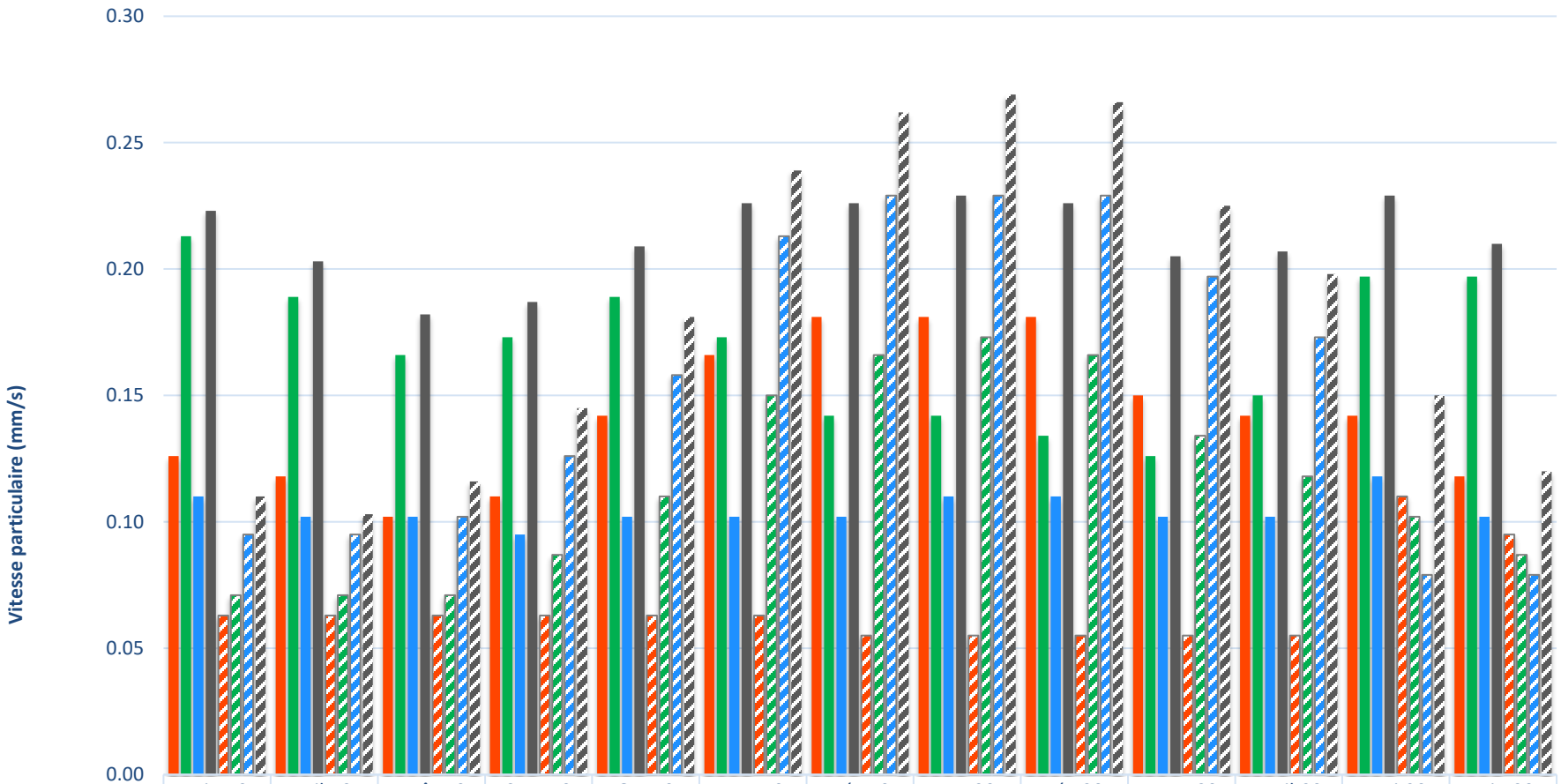


	Médiane	Moyenne	Minimum	Maximum	L95	L5	L1	Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles	Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées	Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées
Axe transversal	0.087	0.085	0.047	18.105	0.047	0.135	0.189	0.047	0.25	0.568
Axe vertical	0.11	0.128	0.047	84.099	0.063	0.166	0.205	0.06	0.549	2.008
Axe longitudinal	0.142	0.138	0.047	22.613	0.055	0.229	0.268	0.055	0.349	0.773
PVS	0.172	0.191	0.084	88.948	0.095	0.264	0.315	0.092	0.687	2.254

ANNEXE

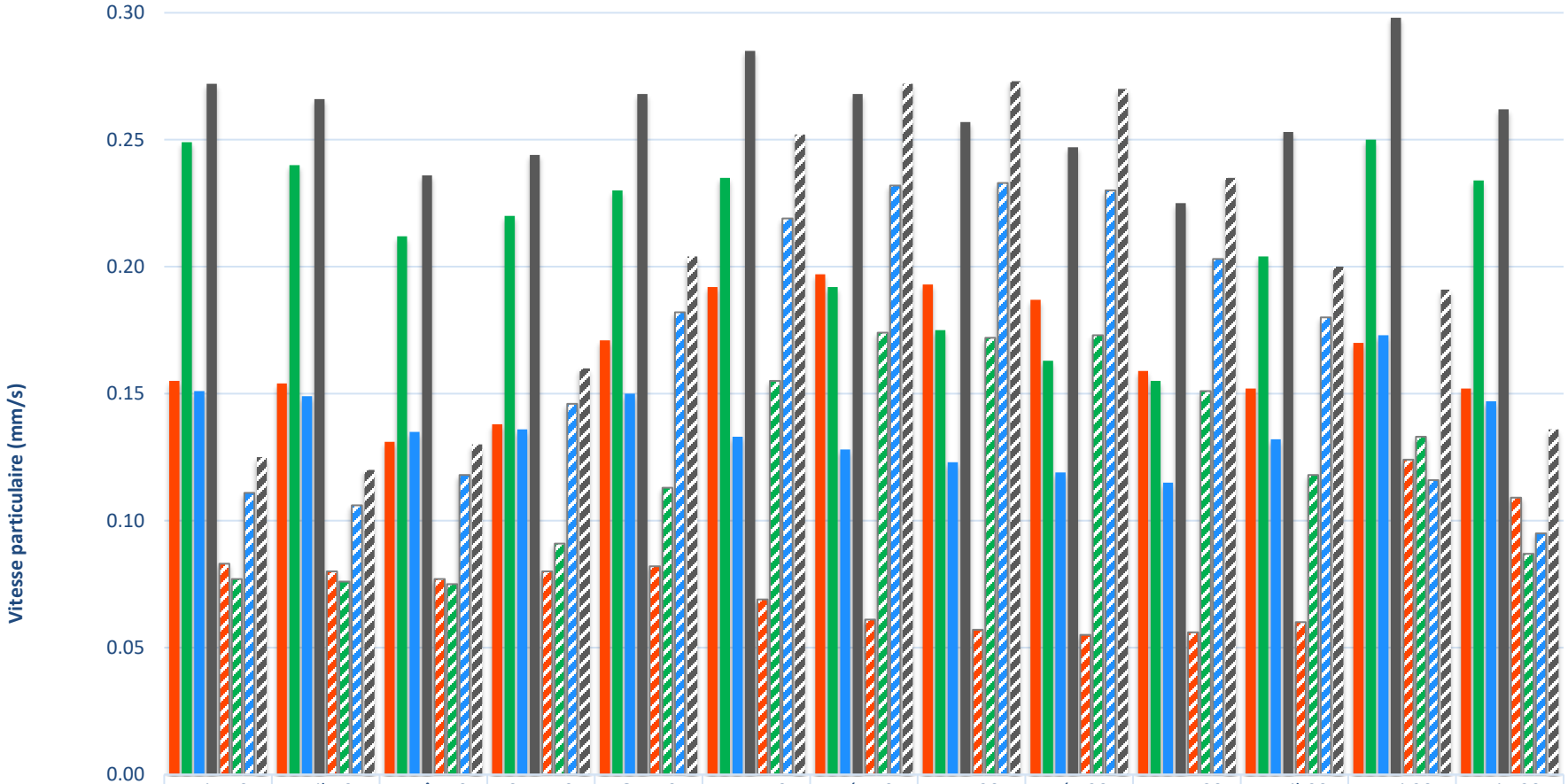
A-5 *ANNÉE 2019-2020*

Médiane des niveaux vibratoires (Ensemble des données)



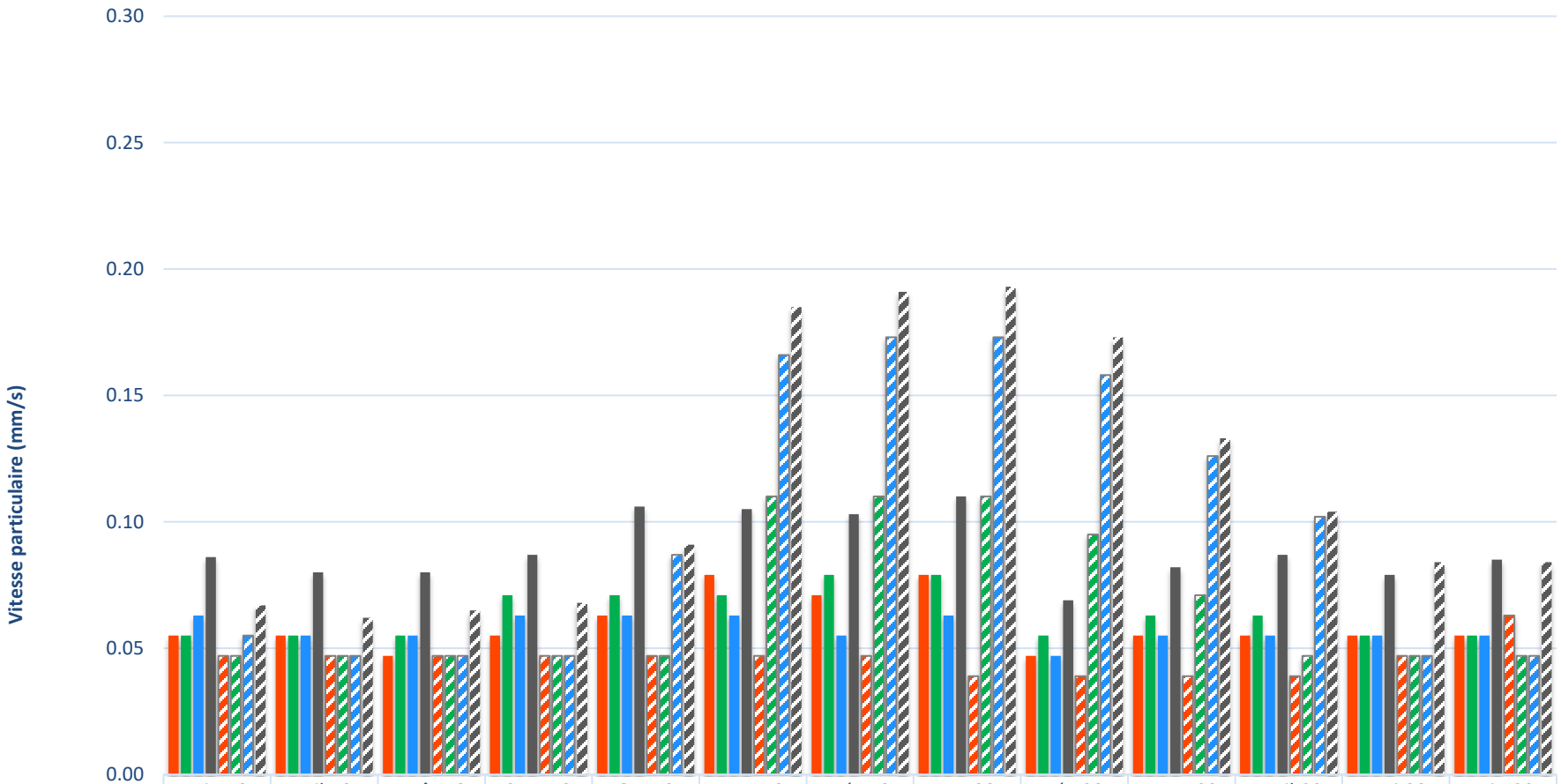
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.126	0.118	0.102	0.110	0.142	0.166	0.181	0.181	0.181	0.15	0.142	0.142	0.118
Axe V (Vib01)	0.213	0.189	0.166	0.173	0.189	0.173	0.142	0.142	0.134	0.126	0.15	0.197	0.197
Axe L (Vib01)	0.110	0.102	0.102	0.095	0.102	0.102	0.102	0.11	0.11	0.102	0.102	0.118	0.102
PVS (Vib01)	0.223	0.203	0.182	0.187	0.209	0.226	0.226	0.229	0.226	0.205	0.207	0.229	0.21
Axe T (Vib02)	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.11	0.095
Axe V (Vib02)	0.071	0.071	0.071	0.087	0.110	0.150	0.166	0.173	0.166	0.134	0.118	0.102	0.087
Axe L (Vib02)	0.095	0.095	0.102	0.126	0.158	0.213	0.229	0.229	0.229	0.197	0.173	0.079	0.079
PVS (Vib02)	0.110	0.103	0.116	0.145	0.181	0.239	0.262	0.269	0.266	0.225	0.198	0.15	0.12

Moyenne des niveaux vibratoires (Ensemble des données)



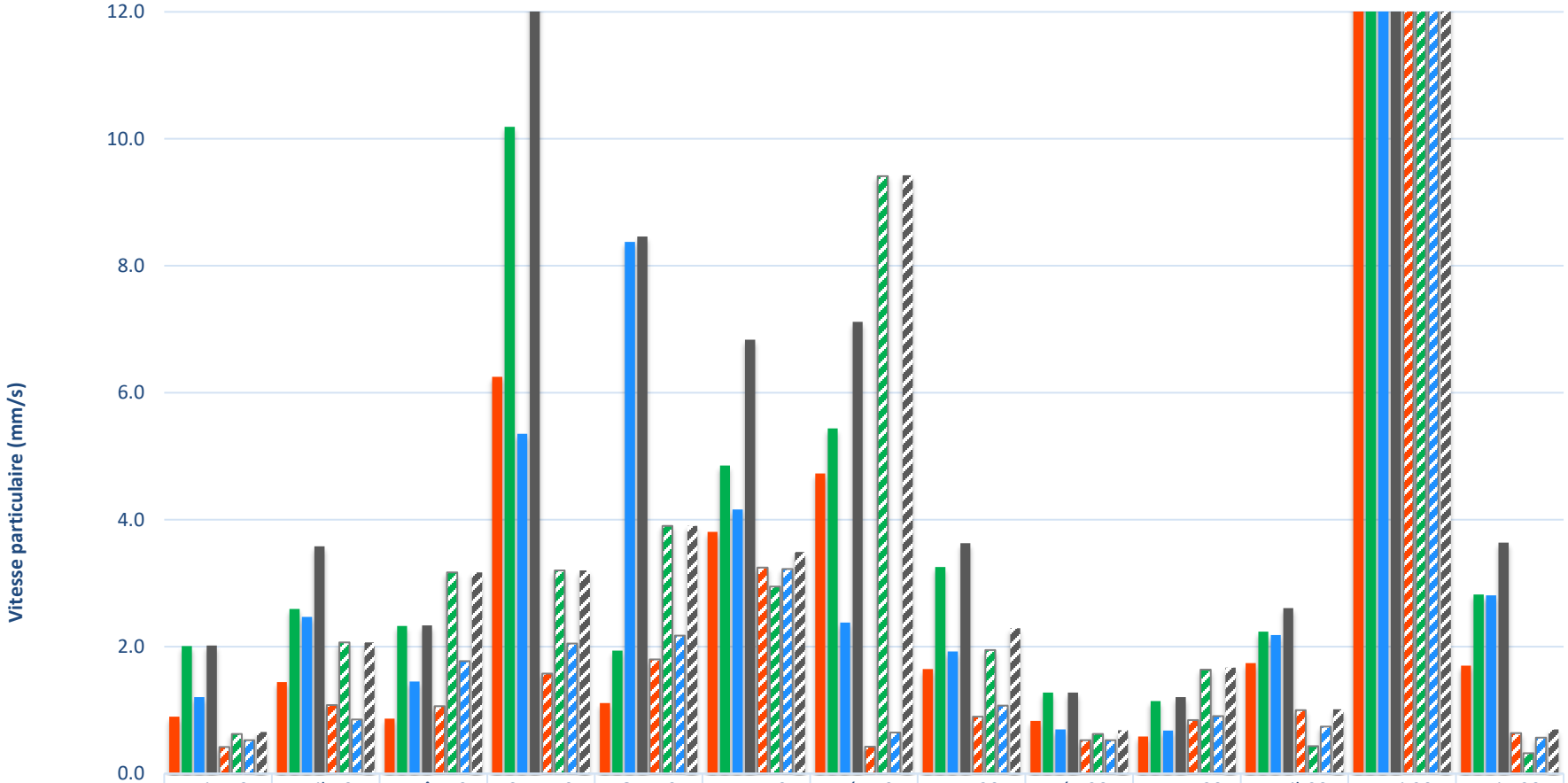
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.155	0.154	0.131	0.138	0.171	0.192	0.197	0.193	0.187	0.159	0.152	0.17	0.152
Axe V (Vib01)	0.249	0.240	0.212	0.220	0.230	0.235	0.192	0.175	0.163	0.155	0.204	0.25	0.234
Axe L (Vib01)	0.151	0.149	0.135	0.136	0.150	0.133	0.128	0.123	0.119	0.115	0.132	0.173	0.147
PVS (Vib01)	0.272	0.266	0.236	0.244	0.268	0.285	0.268	0.257	0.247	0.225	0.253	0.298	0.262
Axe T (Vib02)	0.083	0.080	0.077	0.080	0.082	0.069	0.061	0.057	0.055	0.056	0.06	0.124	0.109
Axe V (Vib02)	0.077	0.076	0.075	0.091	0.113	0.155	0.174	0.172	0.173	0.151	0.118	0.133	0.087
Axe L (Vib02)	0.111	0.106	0.118	0.146	0.182	0.219	0.232	0.233	0.23	0.203	0.18	0.116	0.095
PVS (Vib02)	0.125	0.120	0.130	0.160	0.204	0.252	0.272	0.273	0.27	0.235	0.2	0.191	0.136

Minimum des niveaux vibratoires (Ensemble des données)



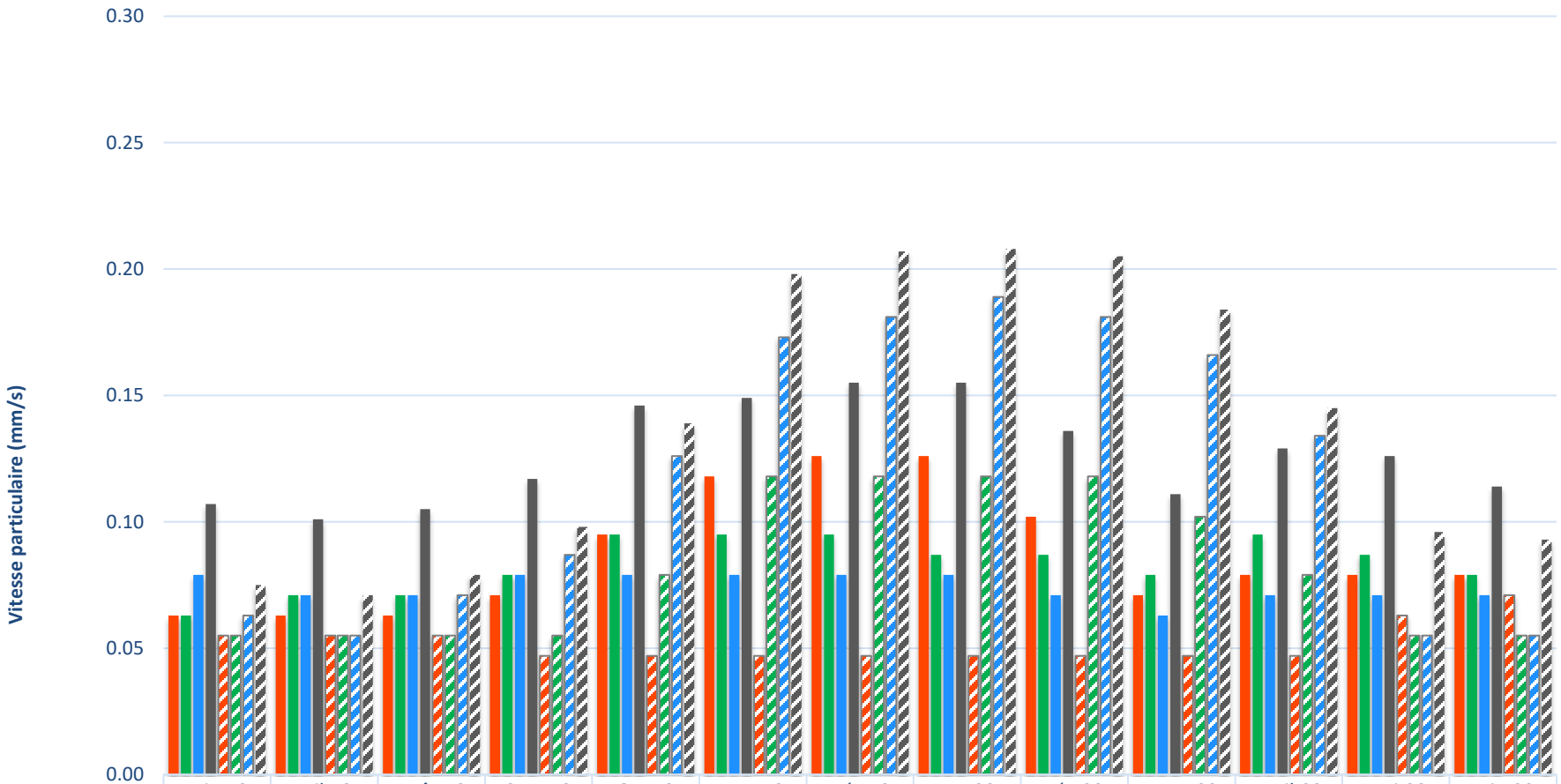
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.055	0.055	0.047	0.055	0.063	0.079	0.071	0.079	0.047	0.055	0.055	0.055	0.055
Axe V (Vib01)	0.055	0.055	0.055	0.071	0.071	0.071	0.079	0.079	0.055	0.063	0.063	0.055	0.055
Axe L (Vib01)	0.063	0.055	0.055	0.063	0.063	0.063	0.055	0.063	0.047	0.055	0.055	0.055	0.055
PVS (Vib01)	0.086	0.080	0.080	0.087	0.106	0.105	0.103	0.11	0.069	0.082	0.087	0.079	0.085
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.039	0.039	0.039	0.039	0.047	0.063
Axe V (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.110	0.110	0.11	0.095	0.071	0.047	0.047	0.047
Axe L (Vib02)	0.055	0.047	0.047	0.047	0.087	0.166	0.173	0.173	0.158	0.126	0.102	0.047	0.047
PVS (Vib02)	0.067	0.062	0.065	0.068	0.091	0.185	0.191	0.193	0.173	0.133	0.104	0.084	0.084

Maximum des niveaux vibratoires (Ensemble des données)



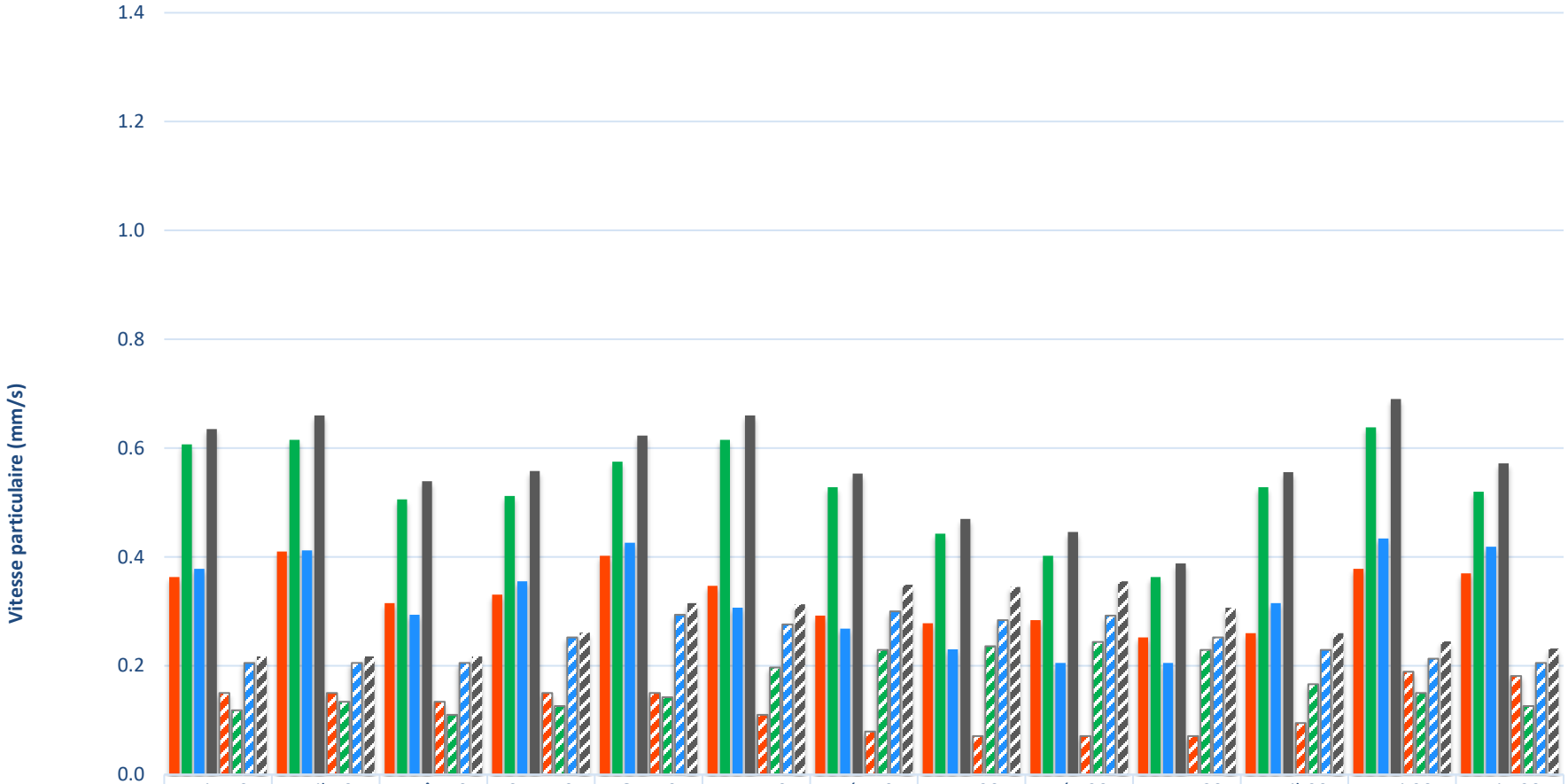
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.899	1.442	0.867	6.250	1.111	3.807	4.729	1.647	0.828	0.583	1.742	18.648	1.702
Axe V (Vib01)	2.010	2.593	2.325	10.191	1.939	4.855	5.438	3.255	1.277	1.143	2.238	19.405	2.822
Axe L (Vib01)	1.206	2.467	1.450	5.352	8.378	4.162	2.380	1.923	0.694	0.678	2.183	27.941	2.806
PVS (Vib01)	2.019	3.581	2.336	12.181	8.463	6.837	7.117	3.63	1.278	1.203	2.607	38.795	3.639
Axe T (Vib02)	0.418	1.080	1.064	1.576	1.797	3.247	0.426	0.899	0.528	0.843	1.001	18.105	0.638
Axe V (Vib02)	0.623	2.065	3.168	3.200	3.902	2.948	9.411	1.947	0.623	1.639	0.434	84.099	0.323
Axe L (Vib02)	0.528	0.851	1.773	2.049	2.175	3.224	0.646	1.072	0.528	0.906	0.741	22.613	0.567
PVS (Vib02)	0.656	2.065	3.169	3.201	3.903	3.490	9.424	2.291	0.683	1.669	1.013	88.948	0.695

Niveaux statistiques L95 (Ensemble des données)



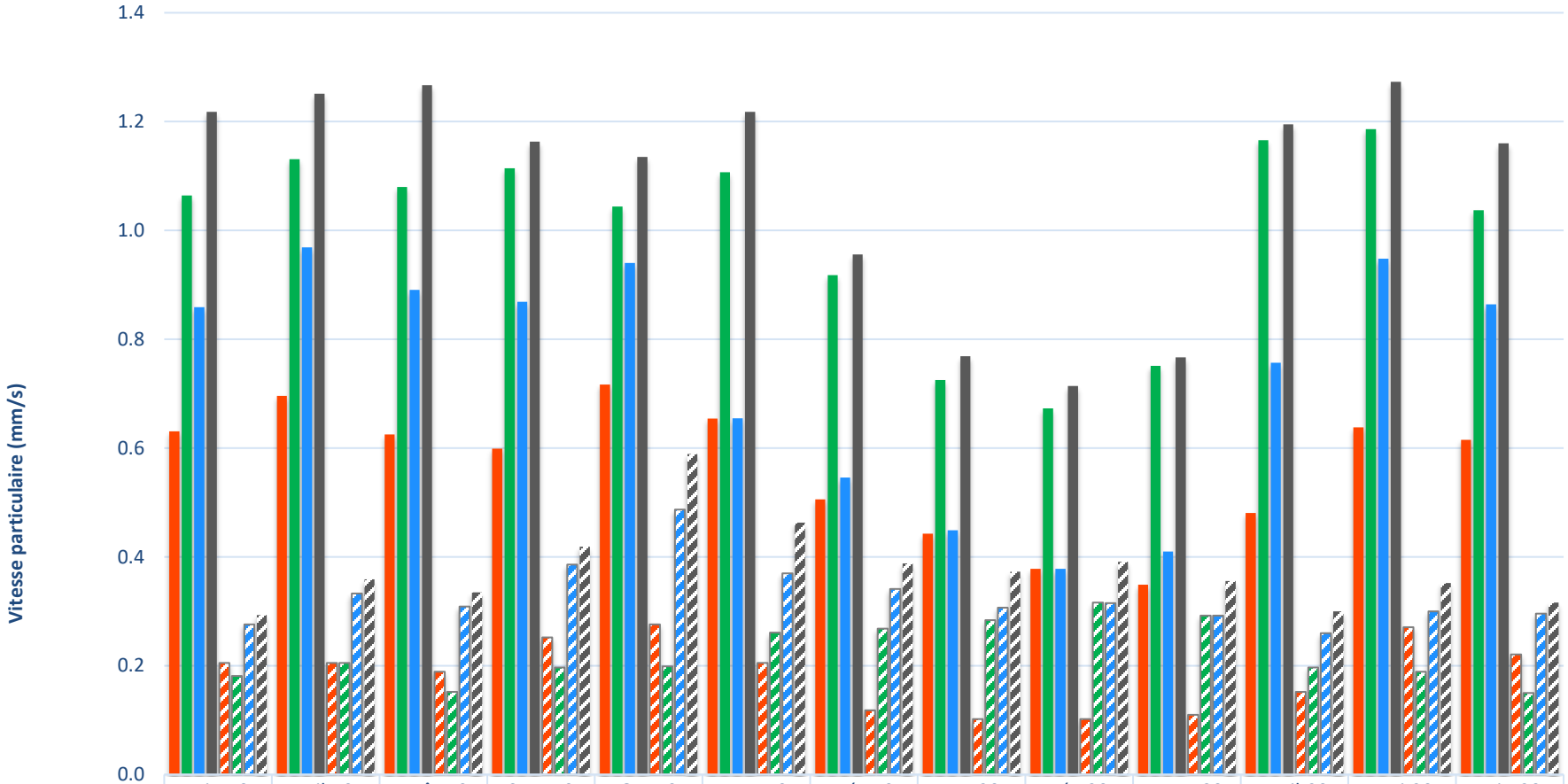
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.063	0.063	0.063	0.071	0.095	0.118	0.126	0.126	0.102	0.071	0.079	0.079	0.079
Axe V (Vib01)	0.063	0.071	0.071	0.079	0.095	0.095	0.095	0.087	0.087	0.079	0.095	0.087	0.079
Axe L (Vib01)	0.079	0.071	0.071	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.071	0.063	0.071	0.071	0.071
PVS (Vib01)	0.107	0.101	0.105	0.117	0.146	0.149	0.155	0.155	0.136	0.111	0.129	0.126	0.114
Axe T (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.063	0.071
Axe V (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.079	0.118	0.118	0.118	0.118	0.102	0.079	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.063	0.055	0.071	0.087	0.126	0.173	0.181	0.189	0.181	0.166	0.134	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.075	0.071	0.079	0.098	0.139	0.198	0.207	0.208	0.205	0.184	0.145	0.096	0.093

Niveaux statistiques L5 (Ensemble des données)



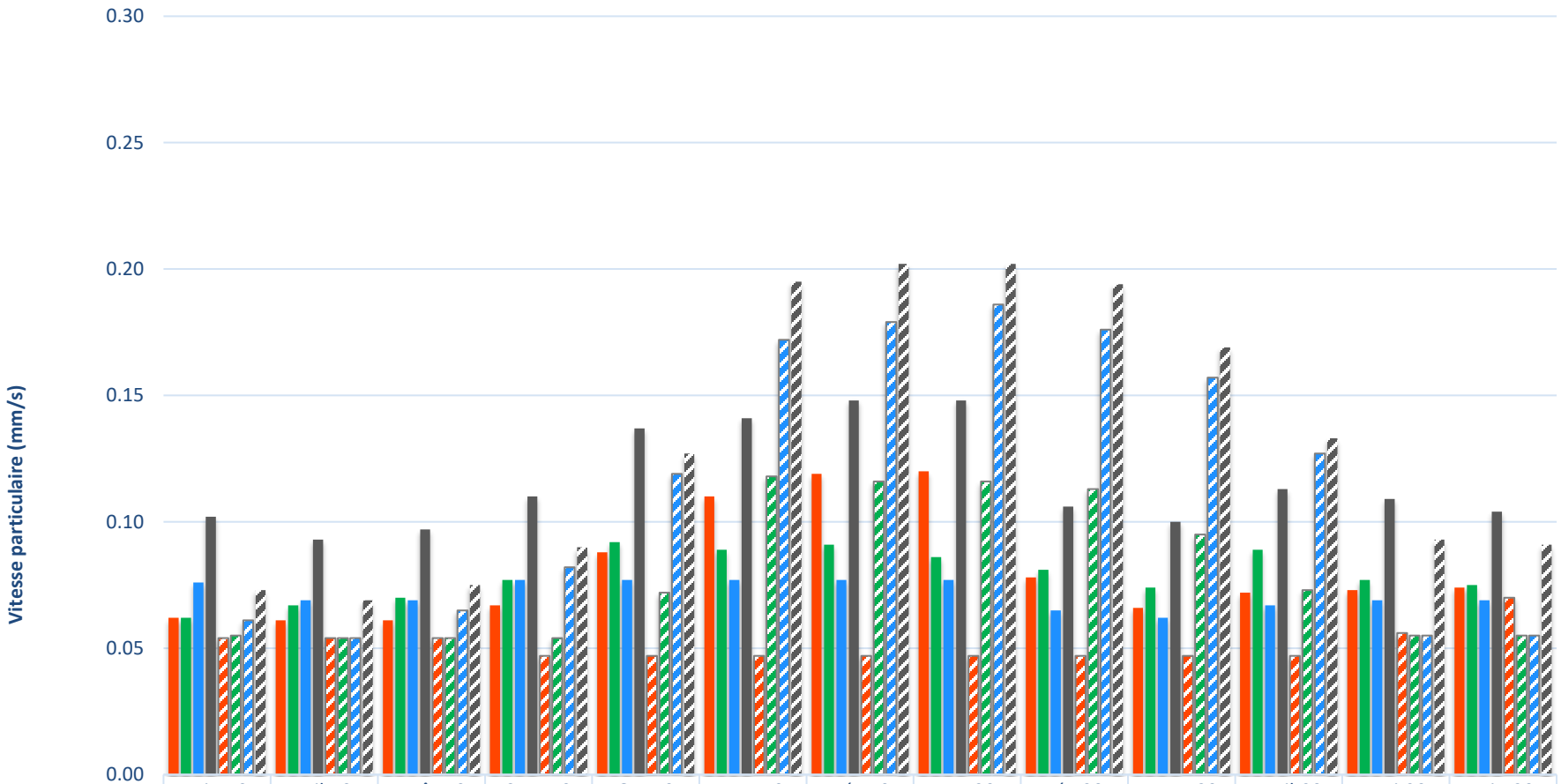
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.363	0.410	0.315	0.331	0.402	0.347	0.292	0.278	0.284	0.252	0.26	0.378	0.37
Axe V (Vib01)	0.607	0.615	0.506	0.512	0.575	0.615	0.528	0.443	0.402	0.363	0.528	0.638	0.52
Axe L (Vib01)	0.378	0.412	0.294	0.355	0.426	0.307	0.268	0.23	0.205	0.205	0.315	0.434	0.419
PVS (Vib01)	0.635	0.660	0.539	0.558	0.623	0.660	0.553	0.47	0.446	0.388	0.556	0.69	0.572
Axe T (Vib02)	0.150	0.150	0.134	0.150	0.150	0.110	0.079	0.071	0.071	0.071	0.095	0.189	0.181
Axe V (Vib02)	0.118	0.134	0.110	0.126	0.142	0.197	0.229	0.236	0.244	0.229	0.166	0.15	0.126
Axe L (Vib02)	0.205	0.205	0.205	0.252	0.294	0.276	0.300	0.284	0.292	0.252	0.229	0.213	0.205
PVS (Vib02)	0.217	0.217	0.217	0.261	0.315	0.313	0.349	0.345	0.355	0.307	0.26	0.245	0.232

Niveaux statistiques L1 (Ensemble des données)



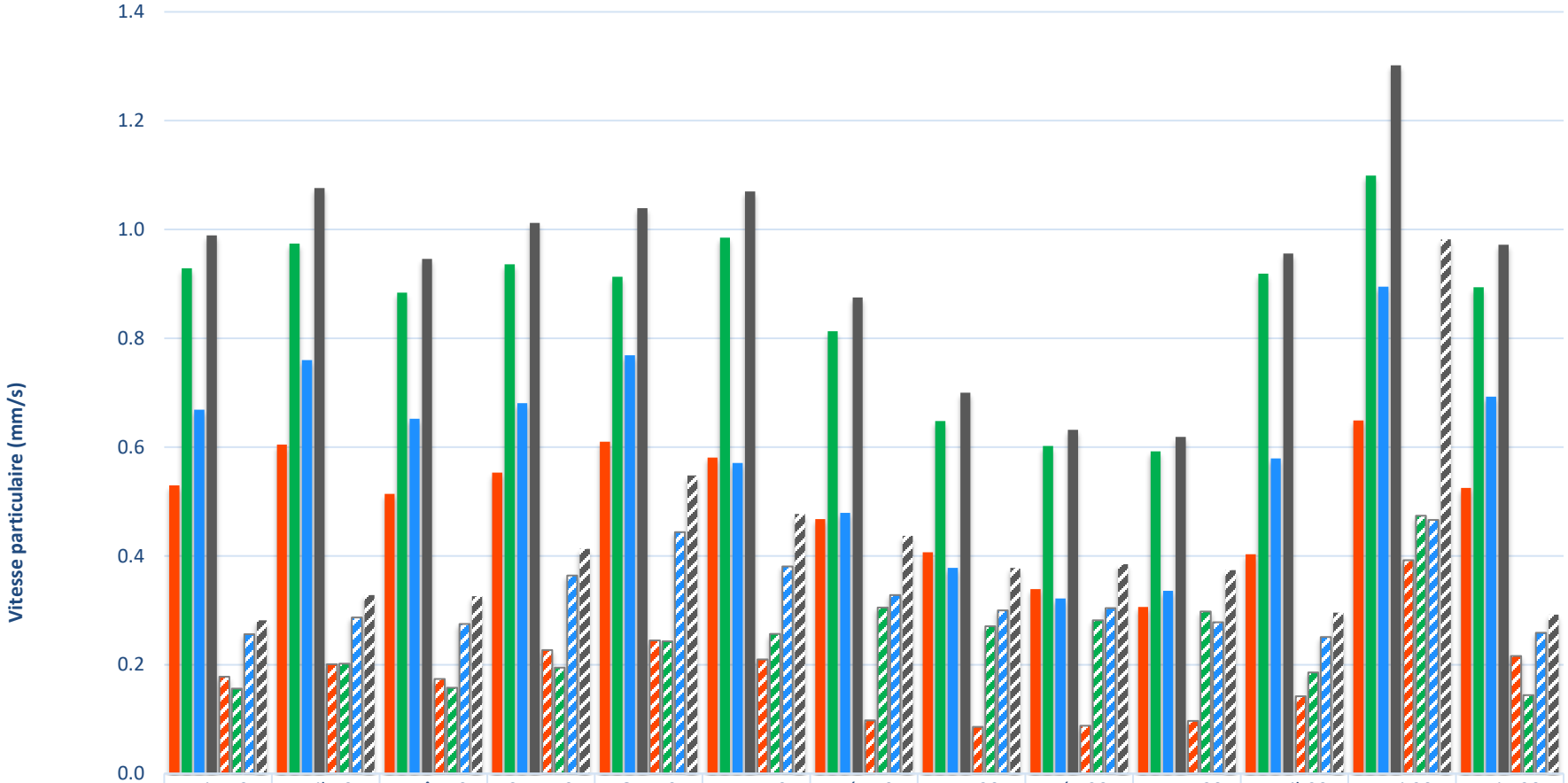
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.631	0.696	0.625	0.599	0.717	0.654	0.506	0.443	0.378	0.349	0.481	0.638	0.615
Axe V (Vib01)	1.064	1.131	1.080	1.114	1.044	1.107	0.918	0.725	0.673	0.751	1.166	1.186	1.037
Axe L (Vib01)	0.859	0.969	0.891	0.869	0.940	0.655	0.546	0.449	0.378	0.41	0.757	0.948	0.864
PVS (Vib01)	1.218	1.251	1.267	1.163	1.135	1.218	0.956	0.769	0.714	0.767	1.195	1.273	1.16
Axe T (Vib02)	0.205	0.205	0.189	0.252	0.276	0.205	0.118	0.102	0.102	0.11	0.152	0.271	0.221
Axe V (Vib02)	0.181	0.205	0.152	0.197	0.199	0.261	0.268	0.284	0.316	0.292	0.197	0.189	0.15
Axe L (Vib02)	0.276	0.333	0.309	0.386	0.487	0.370	0.341	0.307	0.315	0.292	0.26	0.3	0.296
PVS (Vib02)	0.293	0.359	0.335	0.419	0.589	0.463	0.388	0.373	0.391	0.356	0.3	0.352	0.316

Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles (Ensemble des données)



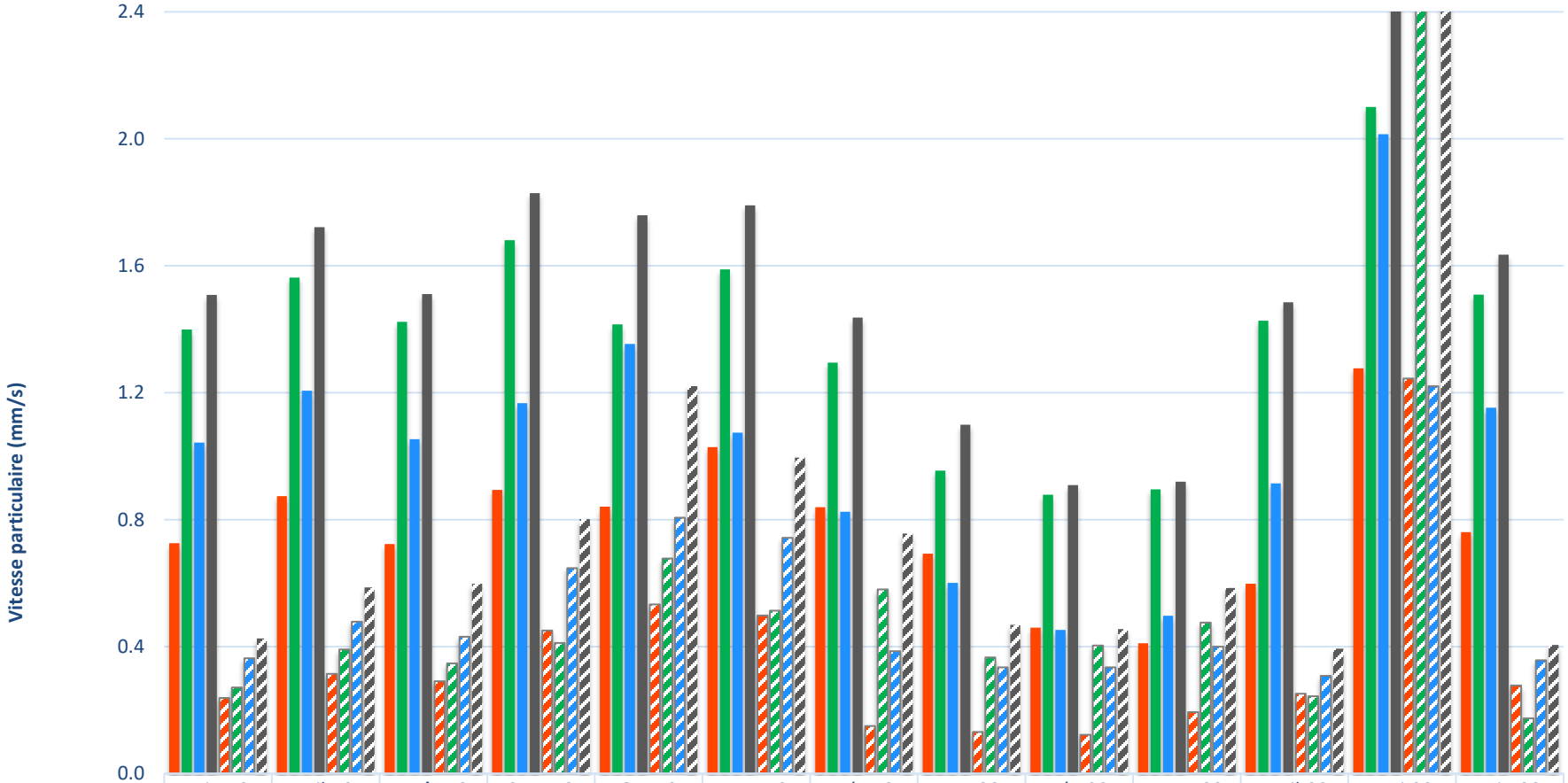
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.062	0.061	0.061	0.067	0.088	0.110	0.119	0.12	0.078	0.066	0.072	0.073	0.074
Axe V (Vib01)	0.062	0.067	0.070	0.077	0.092	0.089	0.091	0.086	0.081	0.074	0.089	0.077	0.075
Axe L (Vib01)	0.076	0.069	0.069	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.065	0.062	0.067	0.069	0.069
PVS (Vib01)	0.102	0.093	0.097	0.110	0.137	0.141	0.148	0.148	0.106	0.1	0.113	0.109	0.104
Axe T (Vib02)	0.054	0.054	0.054	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.056	0.07
Axe V (Vib02)	0.055	0.054	0.054	0.054	0.072	0.118	0.116	0.116	0.113	0.095	0.073	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.061	0.054	0.065	0.082	0.119	0.172	0.179	0.186	0.176	0.157	0.127	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.073	0.069	0.075	0.090	0.127	0.195	0.202	0.202	0.194	0.169	0.133	0.093	0.091

Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées (Ensemble des données)



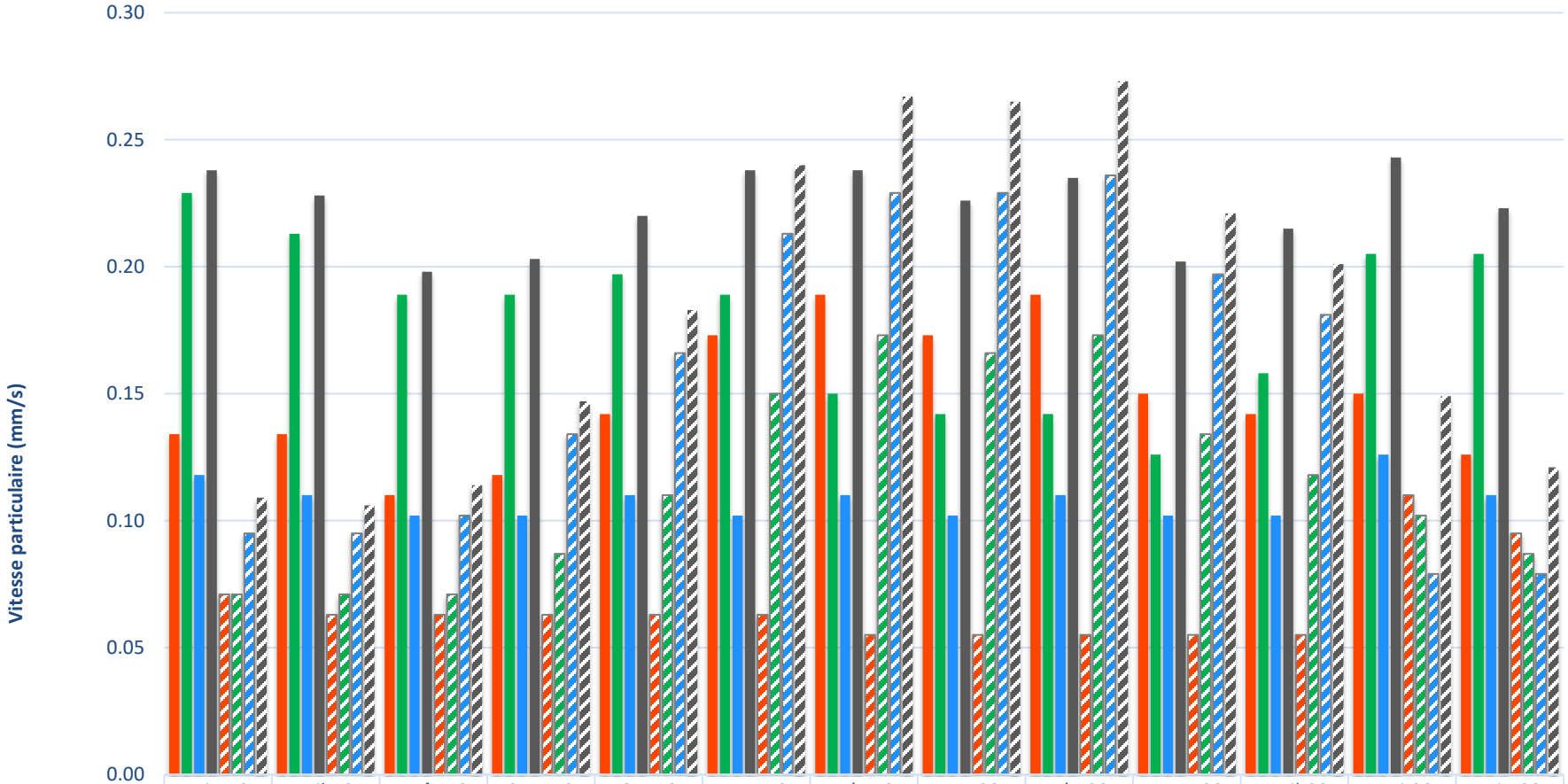
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.530	0.605	0.514	0.553	0.610	0.581	0.468	0.407	0.339	0.306	0.403	0.649	0.525
Axe V (Vib01)	0.929	0.974	0.884	0.936	0.913	0.985	0.813	0.648	0.602	0.592	0.919	1.099	0.894
Axe L (Vib01)	0.669	0.760	0.652	0.681	0.769	0.571	0.479	0.378	0.322	0.336	0.579	0.895	0.693
PVS (Vib01)	0.989	1.076	0.946	1.012	1.039	1.070	0.875	0.7	0.632	0.619	0.956	1.302	0.972
Axe T (Vib02)	0.178	0.201	0.174	0.227	0.245	0.210	0.098	0.086	0.088	0.097	0.142	0.392	0.216
Axe V (Vib02)	0.156	0.202	0.158	0.195	0.243	0.257	0.305	0.271	0.282	0.298	0.186	0.474	0.144
Axe L (Vib02)	0.256	0.287	0.275	0.364	0.444	0.381	0.328	0.3	0.304	0.278	0.251	0.466	0.259
PVS (Vib02)	0.282	0.328	0.326	0.413	0.548	0.477	0.437	0.378	0.385	0.374	0.296	0.982	0.292

Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées (Ensemble des données)



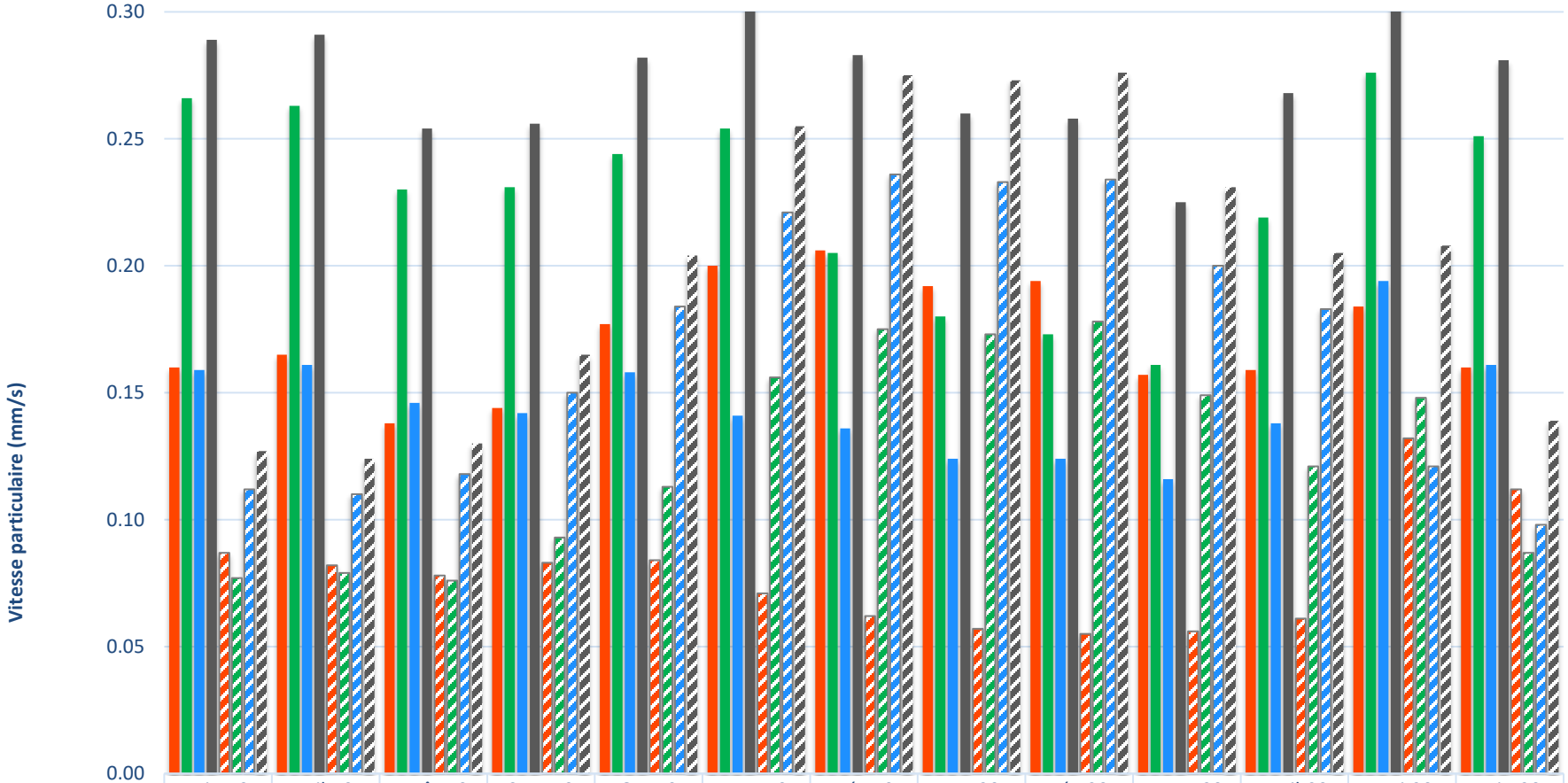
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.726	0.874	0.723	0.894	0.841	1.029	0.839	0.693	0.46	0.411	0.598	1.277	0.761
Axe V (Vib01)	1.399	1.563	1.423	1.681	1.415	1.589	1.295	0.955	0.879	0.896	1.427	2.1	1.509
Axe L (Vib01)	1.043	1.206	1.054	1.167	1.354	1.074	0.825	0.601	0.453	0.497	0.914	2.015	1.153
PVS (Vib01)	1.508	1.722	1.511	1.829	1.759	1.790	1.437	1.099	0.909	0.92	1.485	2.86	1.635
Axe T (Vib02)	0.238	0.314	0.291	0.451	0.533	0.498	0.150	0.131	0.122	0.194	0.252	1.245	0.278
Axe V (Vib02)	0.271	0.391	0.347	0.412	0.678	0.513	0.580	0.366	0.404	0.476	0.244	3.064	0.174
Axe L (Vib02)	0.363	0.479	0.431	0.647	0.806	0.743	0.386	0.335	0.335	0.4	0.308	1.221	0.357
PVS (Vib02)	0.426	0.587	0.598	0.802	1.221	0.996	0.756	0.469	0.455	0.585	0.394	3.79	0.405

Médiane des niveaux vibratoires (Lundi à vendredi)



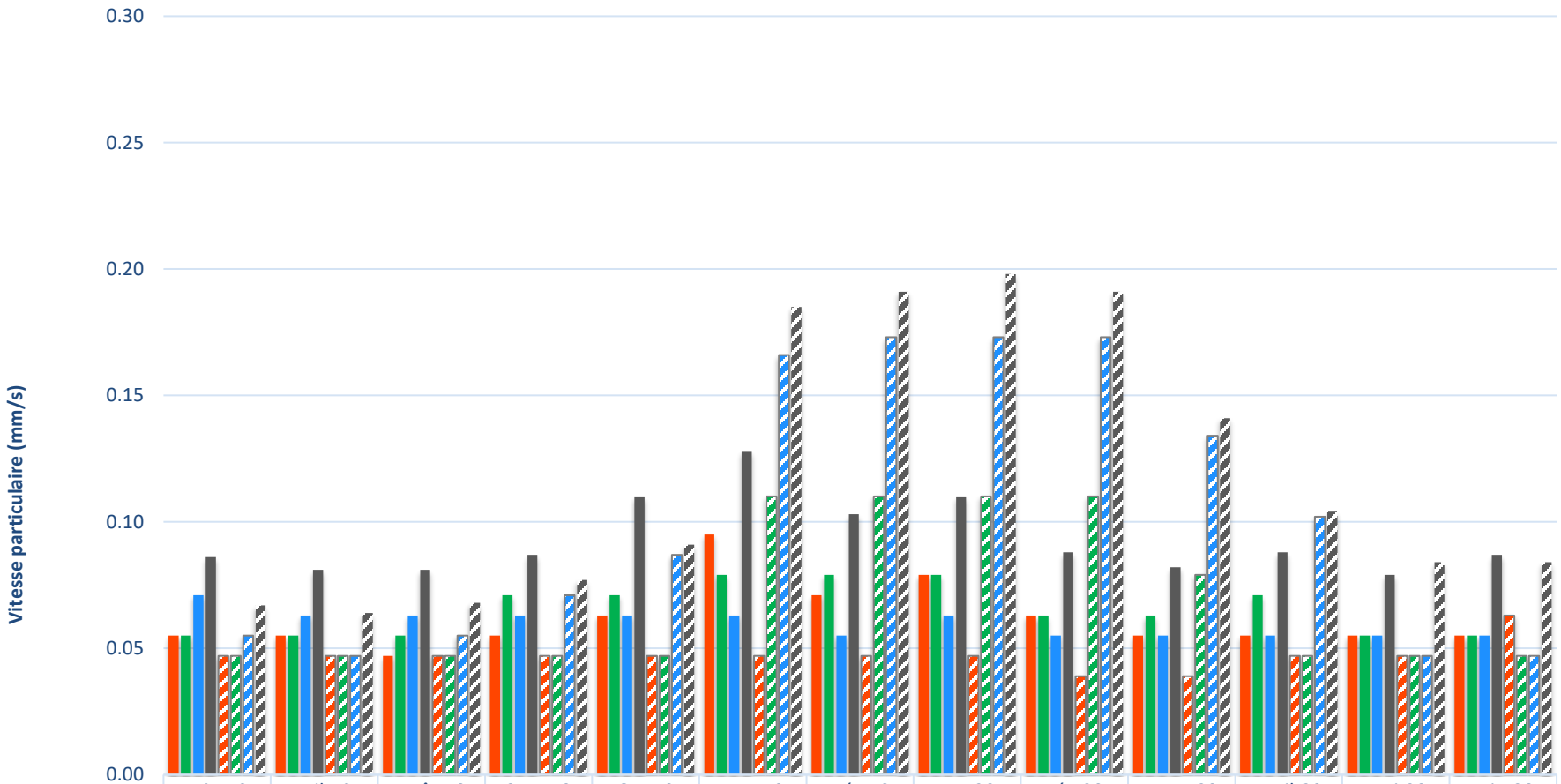
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.134	0.134	0.110	0.118	0.142	0.173	0.189	0.173	0.189	0.15	0.142	0.15	0.126
Axe V (Vib01)	0.229	0.213	0.189	0.189	0.197	0.189	0.150	0.142	0.142	0.126	0.158	0.205	0.205
Axe L (Vib01)	0.118	0.110	0.102	0.102	0.110	0.102	0.110	0.102	0.11	0.102	0.102	0.126	0.11
PVS (Vib01)	0.238	0.228	0.198	0.203	0.220	0.238	0.238	0.226	0.235	0.202	0.215	0.243	0.223
Axe T (Vib02)	0.071	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.11	0.095
Axe V (Vib02)	0.071	0.071	0.071	0.087	0.110	0.150	0.173	0.166	0.173	0.134	0.118	0.102	0.087
Axe L (Vib02)	0.095	0.095	0.102	0.134	0.166	0.213	0.229	0.229	0.236	0.197	0.181	0.079	0.079
PVS (Vib02)	0.109	0.106	0.114	0.147	0.183	0.240	0.267	0.265	0.273	0.221	0.201	0.149	0.121

Moyenne des niveaux vibratoires (Lundi à vendredi)



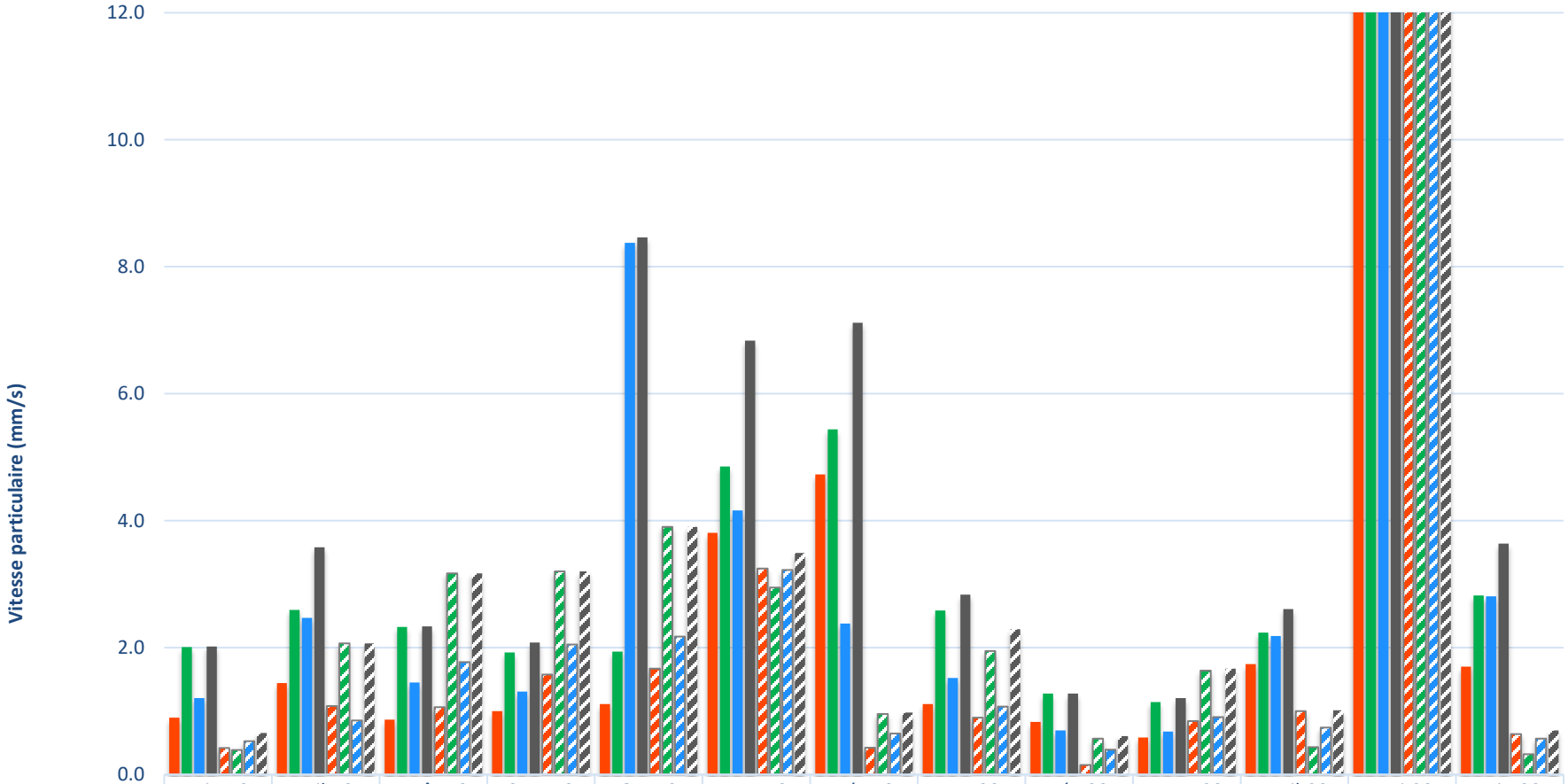
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.160	0.165	0.138	0.144	0.177	0.200	0.206	0.192	0.194	0.157	0.159	0.184	0.16
Axe V (Vib01)	0.266	0.263	0.230	0.231	0.244	0.254	0.205	0.18	0.173	0.161	0.219	0.276	0.251
Axe L (Vib01)	0.159	0.161	0.146	0.142	0.158	0.141	0.136	0.124	0.124	0.116	0.138	0.194	0.161
PVS (Vib01)	0.289	0.291	0.254	0.256	0.282	0.303	0.283	0.26	0.258	0.225	0.268	0.328	0.281
Axe T (Vib02)	0.087	0.082	0.078	0.083	0.084	0.071	0.062	0.057	0.055	0.056	0.061	0.132	0.112
Axe V (Vib02)	0.077	0.079	0.076	0.093	0.113	0.156	0.175	0.173	0.178	0.149	0.121	0.148	0.087
Axe L (Vib02)	0.112	0.110	0.118	0.150	0.184	0.221	0.236	0.233	0.234	0.2	0.183	0.121	0.098
PVS (Vib02)	0.127	0.124	0.130	0.165	0.204	0.255	0.275	0.273	0.276	0.231	0.205	0.208	0.139

Minimum des niveaux vibratoires (Lundi à vendredi)



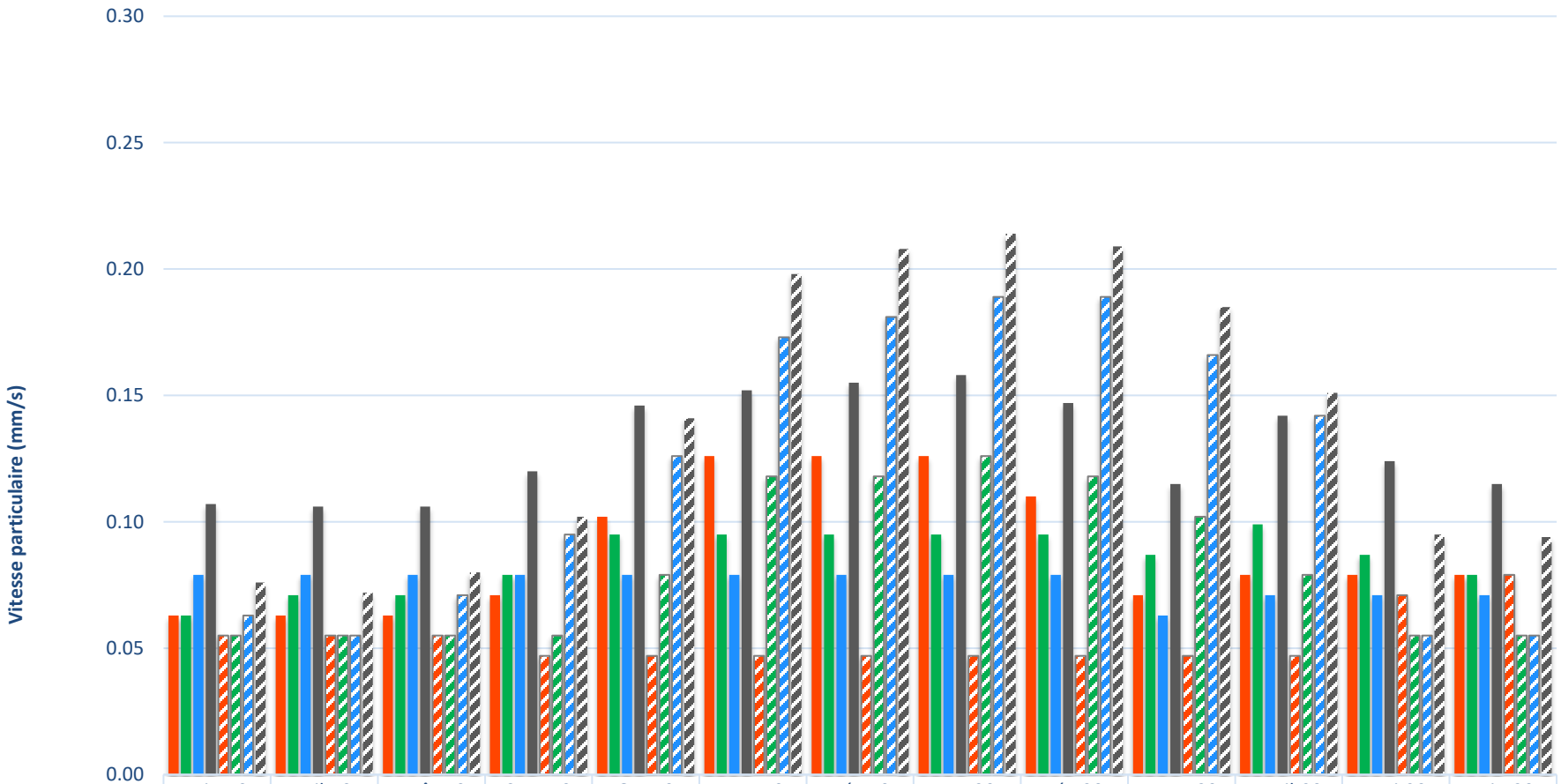
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.055	0.055	0.047	0.055	0.063	0.095	0.071	0.079	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055
Axe V (Vib01)	0.055	0.055	0.055	0.071	0.071	0.079	0.079	0.079	0.063	0.063	0.071	0.055	0.055
Axe L (Vib01)	0.071	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.055	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
PVS (Vib01)	0.086	0.081	0.081	0.087	0.110	0.128	0.103	0.11	0.088	0.082	0.088	0.079	0.087
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.039	0.039	0.047	0.047	0.063
Axe V (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.110	0.110	0.11	0.11	0.079	0.047	0.047	0.047
Axe L (Vib02)	0.055	0.047	0.055	0.071	0.087	0.166	0.173	0.173	0.173	0.134	0.102	0.047	0.047
PVS (Vib02)	0.067	0.064	0.068	0.077	0.091	0.185	0.191	0.198	0.191	0.141	0.104	0.084	0.084

Maximum des niveaux vibratoires (Lundi à vendredi)



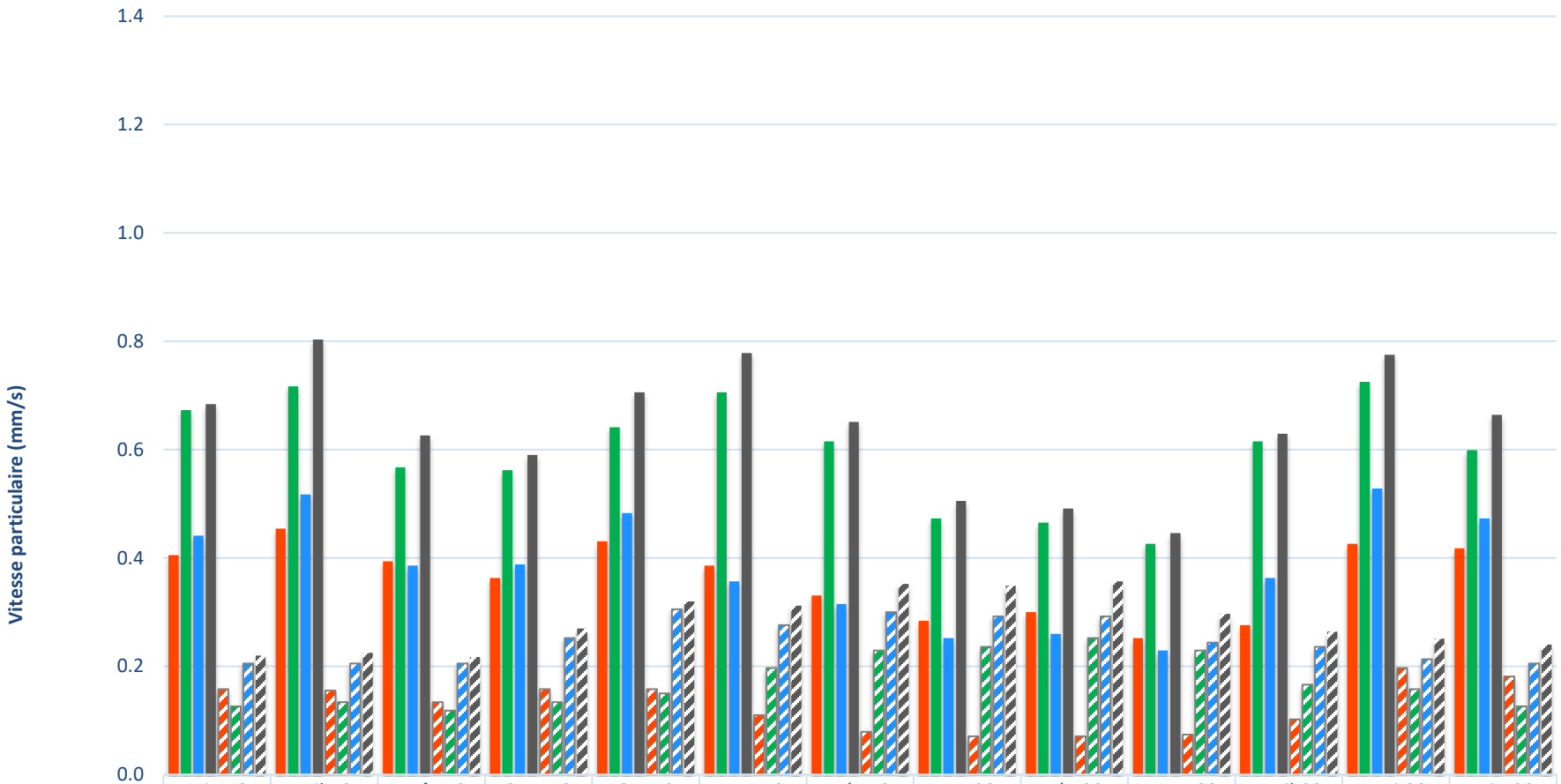
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.899	1.442	0.867	1.001	1.111	3.807	4.729	1.111	0.828	0.583	1.742	18.648	1.702
Axe V (Vib01)	2.010	2.593	2.325	1.923	1.939	4.855	5.438	2.585	1.277	1.143	2.238	19.405	2.822
Axe L (Vib01)	1.206	2.467	1.450	1.308	8.378	4.162	2.380	1.521	0.694	0.678	2.183	27.941	2.806
PVS (Vib01)	2.019	3.581	2.336	2.081	8.463	6.837	7.117	2.837	1.278	1.203	2.607	38.795	3.639
Axe T (Vib02)	0.418	1.080	1.064	1.576	1.671	3.247	0.426	0.899	0.15	0.843	1.001	18.105	0.638
Axe V (Vib02)	0.386	2.065	3.168	3.200	3.902	2.948	0.954	1.947	0.567	1.639	0.434	84.099	0.323
Axe L (Vib02)	0.528	0.851	1.773	2.049	2.175	3.224	0.646	1.072	0.394	0.906	0.741	22.613	0.567
PVS (Vib02)	0.656	2.065	3.169	3.201	3.903	3.490	0.979	2.291	0.606	1.669	1.013	88.948	0.695

Niveaux statistiques L95 (Lundi à vendredi)



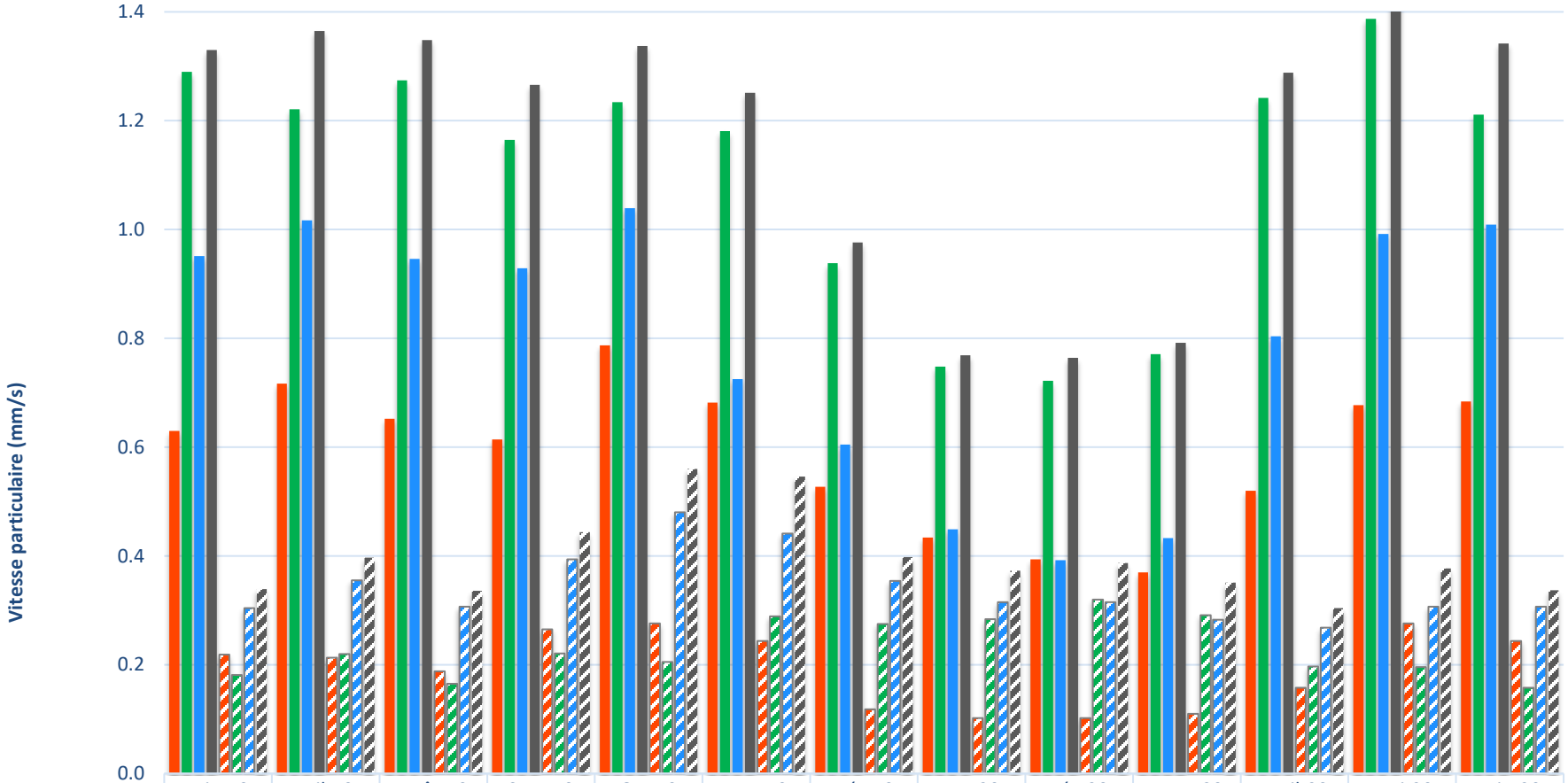
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.063	0.063	0.063	0.071	0.102	0.126	0.126	0.126	0.11	0.071	0.079	0.079	0.079
Axe V (Vib01)	0.063	0.071	0.071	0.079	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.087	0.099	0.087	0.079
Axe L (Vib01)	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.063	0.071	0.071	0.071
PVS (Vib01)	0.107	0.106	0.106	0.120	0.146	0.152	0.155	0.158	0.147	0.115	0.142	0.124	0.115
Axe T (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.071	0.079
Axe V (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.079	0.118	0.118	0.126	0.118	0.102	0.079	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.063	0.055	0.071	0.095	0.126	0.173	0.181	0.189	0.189	0.166	0.142	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.076	0.072	0.080	0.102	0.141	0.198	0.208	0.214	0.209	0.185	0.151	0.095	0.094

Niveaux statistiques L5 (Lundi à vendredi)



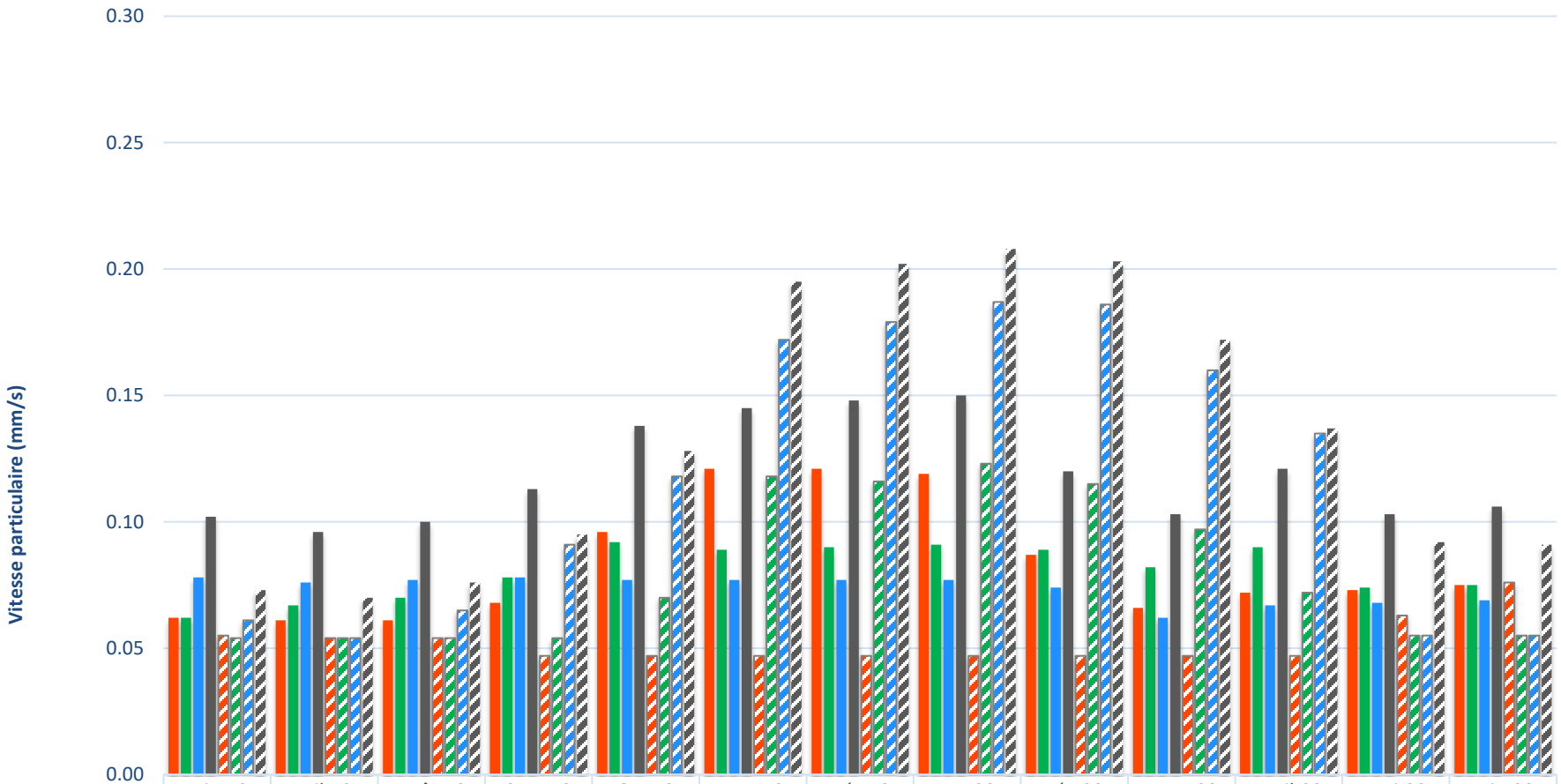
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.405	0.454	0.394	0.363	0.431	0.386	0.331	0.284	0.3	0.252	0.276	0.426	0.418
Axe V (Vib01)	0.673	0.717	0.567	0.562	0.641	0.706	0.615	0.473	0.465	0.426	0.615	0.725	0.599
Axe L (Vib01)	0.441	0.517	0.386	0.388	0.483	0.357	0.315	0.252	0.26	0.229	0.363	0.528	0.473
PVS (Vib01)	0.684	0.803	0.626	0.590	0.706	0.778	0.651	0.505	0.491	0.446	0.629	0.775	0.664
Axe T (Vib02)	0.158	0.155	0.134	0.158	0.158	0.110	0.079	0.071	0.071	0.074	0.102	0.197	0.181
Axe V (Vib02)	0.126	0.134	0.118	0.134	0.150	0.197	0.229	0.236	0.252	0.229	0.166	0.158	0.126
Axe L (Vib02)	0.205	0.205	0.205	0.252	0.305	0.276	0.300	0.292	0.292	0.244	0.236	0.213	0.205
PVS (Vib02)	0.220	0.225	0.217	0.270	0.320	0.312	0.352	0.349	0.357	0.297	0.264	0.251	0.24

Niveaux statistiques L1 (Lundi à vendredi)



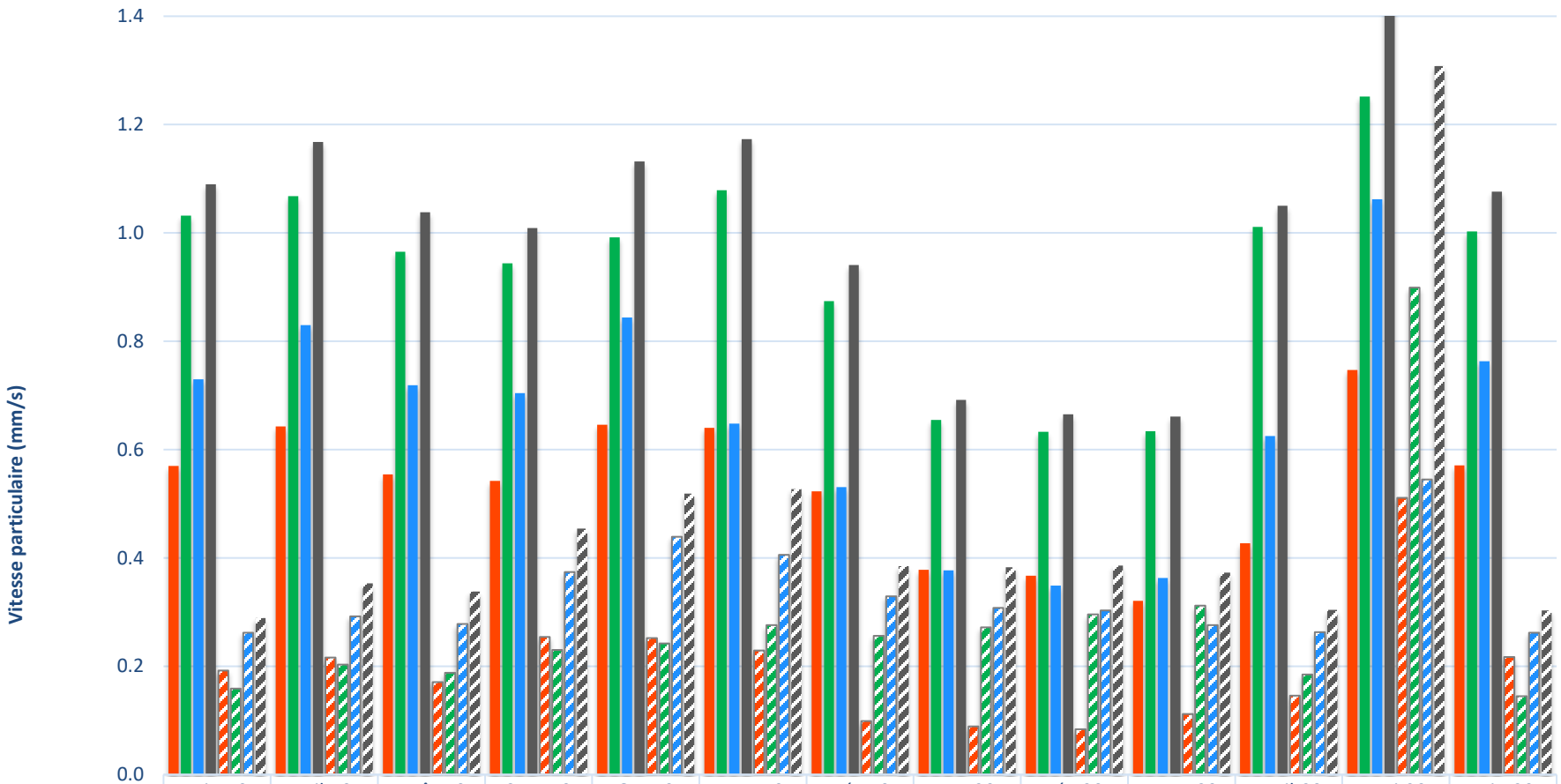
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.630	0.717	0.652	0.614	0.787	0.682	0.527	0.434	0.394	0.37	0.52	0.677	0.684
Axe V (Vib01)	1.290	1.221	1.274	1.165	1.234	1.181	0.938	0.748	0.722	0.771	1.242	1.387	1.211
Axe L (Vib01)	0.951	1.017	0.946	0.929	1.039	0.725	0.605	0.449	0.392	0.433	0.804	0.992	1.009
PVS (Vib01)	1.330	1.365	1.348	1.266	1.337	1.251	0.976	0.769	0.764	0.792	1.288	1.499	1.342
Axe T (Vib02)	0.219	0.213	0.188	0.265	0.276	0.244	0.118	0.102	0.102	0.11	0.158	0.276	0.244
Axe V (Vib02)	0.181	0.220	0.165	0.221	0.205	0.289	0.275	0.284	0.32	0.291	0.197	0.196	0.158
Axe L (Vib02)	0.304	0.355	0.307	0.394	0.480	0.441	0.354	0.315	0.315	0.283	0.268	0.307	0.307
PVS (Vib02)	0.339	0.397	0.336	0.444	0.560	0.546	0.398	0.373	0.387	0.351	0.304	0.377	0.337

Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles (Lundi à vendredi)



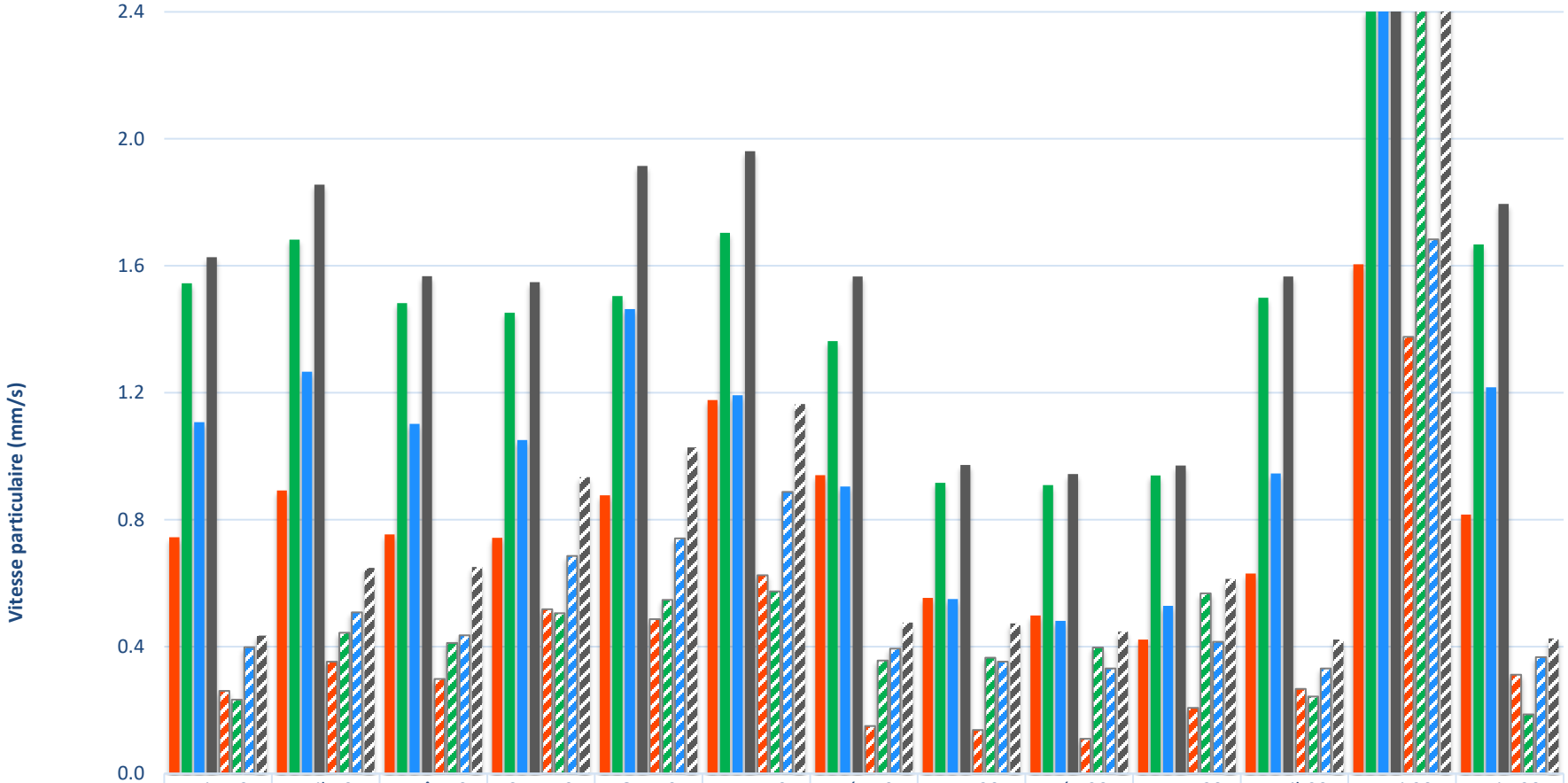
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.062	0.061	0.061	0.068	0.096	0.121	0.121	0.119	0.087	0.066	0.072	0.073	0.075
Axe V (Vib01)	0.062	0.067	0.070	0.078	0.092	0.089	0.090	0.091	0.089	0.082	0.09	0.074	0.075
Axe L (Vib01)	0.078	0.076	0.077	0.078	0.077	0.077	0.077	0.077	0.074	0.062	0.067	0.068	0.069
PVS (Vib01)	0.102	0.096	0.100	0.113	0.138	0.145	0.148	0.15	0.12	0.103	0.121	0.103	0.106
Axe T (Vib02)	0.055	0.054	0.054	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.063	0.076
Axe V (Vib02)	0.054	0.054	0.054	0.054	0.070	0.118	0.116	0.123	0.115	0.097	0.072	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.061	0.054	0.065	0.091	0.118	0.172	0.179	0.187	0.186	0.16	0.135	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.073	0.070	0.076	0.095	0.128	0.195	0.202	0.208	0.203	0.172	0.137	0.092	0.091

Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées (Lundi à vendredi)



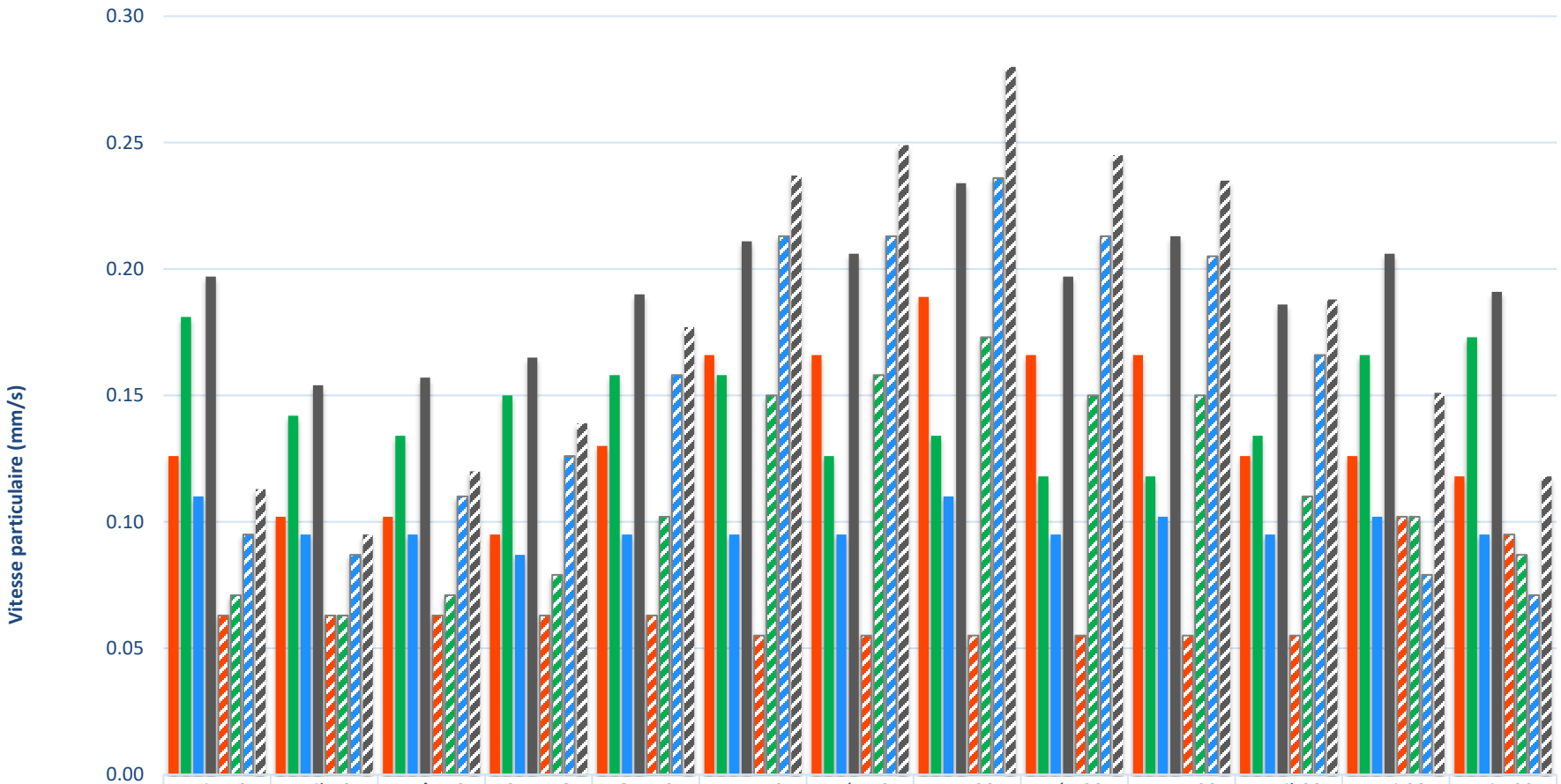
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.570	0.643	0.554	0.542	0.646	0.640	0.523	0.378	0.367	0.321	0.427	0.747	0.571
Axe V (Vib01)	1.032	1.068	0.965	0.944	0.992	1.079	0.874	0.655	0.633	0.634	1.011	1.252	1.003
Axe L (Vib01)	0.730	0.830	0.719	0.704	0.844	0.648	0.531	0.377	0.349	0.363	0.625	1.062	0.763
PVS (Vib01)	1.090	1.168	1.038	1.009	1.132	1.173	0.941	0.692	0.665	0.661	1.05	1.527	1.076
Axe T (Vib02)	0.192	0.216	0.171	0.254	0.252	0.229	0.099	0.089	0.084	0.112	0.146	0.511	0.217
Axe V (Vib02)	0.159	0.203	0.188	0.230	0.242	0.276	0.256	0.272	0.296	0.312	0.185	0.899	0.145
Axe L (Vib02)	0.262	0.292	0.278	0.374	0.439	0.406	0.329	0.308	0.303	0.276	0.263	0.545	0.262
PVS (Vib02)	0.289	0.353	0.338	0.454	0.519	0.527	0.385	0.383	0.386	0.373	0.304	1.308	0.303

Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées (Lundi à vendredi)



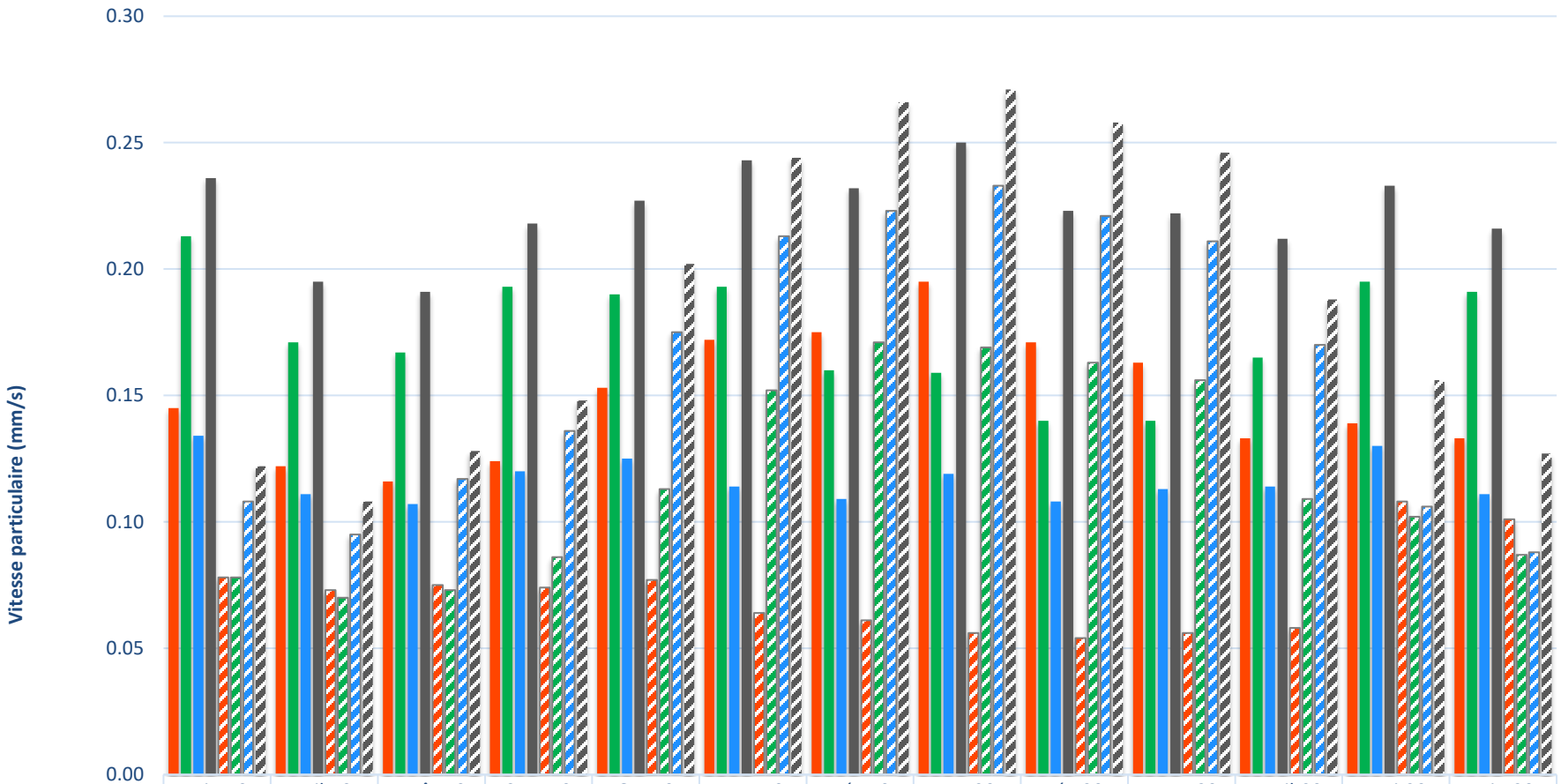
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.745	0.892	0.754	0.743	0.877	1.177	0.940	0.554	0.498	0.422	0.63	1.605	0.816
Axe V (Vib01)	1.545	1.682	1.482	1.452	1.505	1.704	1.363	0.916	0.909	0.939	1.499	2.401	1.667
Axe L (Vib01)	1.107	1.266	1.102	1.051	1.464	1.192	0.905	0.55	0.481	0.529	0.946	2.44	1.217
PVS (Vib01)	1.627	1.856	1.567	1.548	1.915	1.961	1.566	0.972	0.944	0.971	1.566	3.488	1.795
Axe T (Vib02)	0.261	0.353	0.298	0.518	0.487	0.625	0.150	0.137	0.11	0.207	0.267	1.376	0.312
Axe V (Vib02)	0.233	0.444	0.412	0.505	0.547	0.574	0.356	0.365	0.397	0.568	0.243	4.425	0.187
Axe L (Vib02)	0.398	0.508	0.436	0.686	0.741	0.888	0.394	0.353	0.331	0.415	0.331	1.683	0.367
PVS (Vib02)	0.435	0.648	0.651	0.934	1.028	1.164	0.476	0.473	0.447	0.613	0.422	5.235	0.426

Médiane des niveaux vibratoires (Samedi et dimanche)



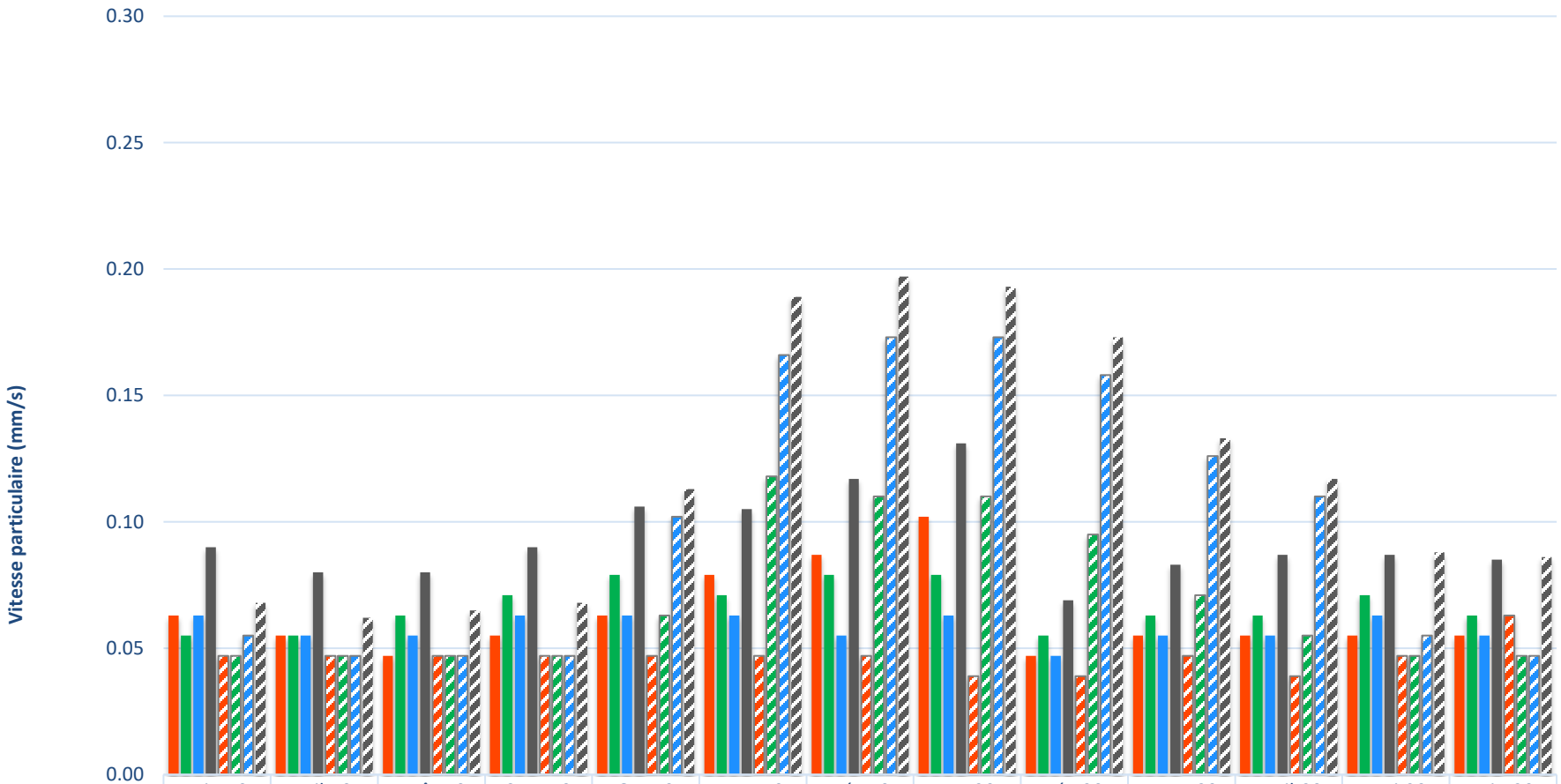
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.126	0.102	0.102	0.095	0.130	0.166	0.166	0.189	0.166	0.166	0.126	0.126	0.118
Axe V (Vib01)	0.181	0.142	0.134	0.150	0.158	0.158	0.126	0.134	0.118	0.118	0.134	0.166	0.173
Axe L (Vib01)	0.110	0.095	0.095	0.087	0.095	0.095	0.095	0.11	0.095	0.102	0.095	0.102	0.095
PVS (Vib01)	0.197	0.154	0.157	0.165	0.190	0.211	0.206	0.234	0.197	0.213	0.186	0.206	0.191
Axe T (Vib02)	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.102	0.095
Axe V (Vib02)	0.071	0.063	0.071	0.079	0.102	0.15	0.158	0.173	0.15	0.15	0.11	0.102	0.087
Axe L (Vib02)	0.095	0.087	0.110	0.126	0.158	0.213	0.213	0.236	0.213	0.205	0.166	0.079	0.071
PVS (Vib02)	0.113	0.095	0.120	0.139	0.177	0.237	0.249	0.28	0.245	0.235	0.188	0.151	0.118

Moyenne des niveaux vibratoires (Samedi et dimanche)



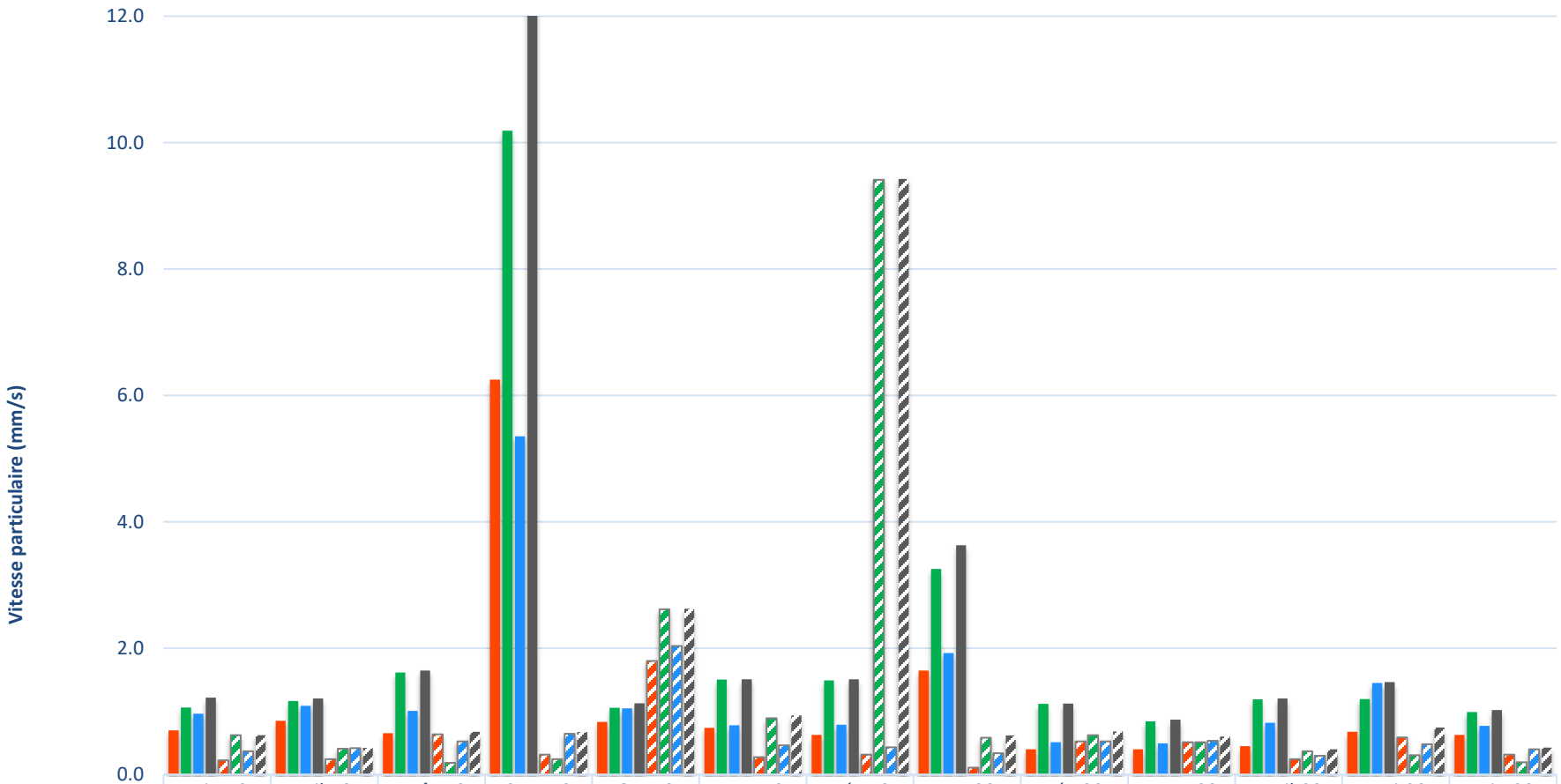
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.145	0.122	0.116	0.124	0.153	0.172	0.175	0.195	0.171	0.163	0.133	0.139	0.133
Axe V (Vib01)	0.213	0.171	0.167	0.193	0.190	0.193	0.160	0.159	0.14	0.14	0.165	0.195	0.191
Axe L (Vib01)	0.134	0.111	0.107	0.120	0.125	0.114	0.109	0.119	0.108	0.113	0.114	0.130	0.111
PVS (Vib01)	0.236	0.195	0.191	0.218	0.227	0.243	0.232	0.25	0.223	0.222	0.212	0.233	0.216
Axe T (Vib02)	0.078	0.073	0.075	0.074	0.077	0.064	0.061	0.056	0.054	0.056	0.058	0.108	0.101
Axe V (Vib02)	0.078	0.070	0.073	0.086	0.113	0.152	0.171	0.169	0.163	0.156	0.109	0.102	0.087
Axe L (Vib02)	0.108	0.095	0.117	0.136	0.175	0.213	0.223	0.233	0.221	0.211	0.17	0.106	0.088
PVS (Vib02)	0.122	0.108	0.128	0.148	0.202	0.244	0.266	0.271	0.258	0.246	0.188	0.156	0.127

Minimum des niveaux vibratoires (Samedi et dimanche)



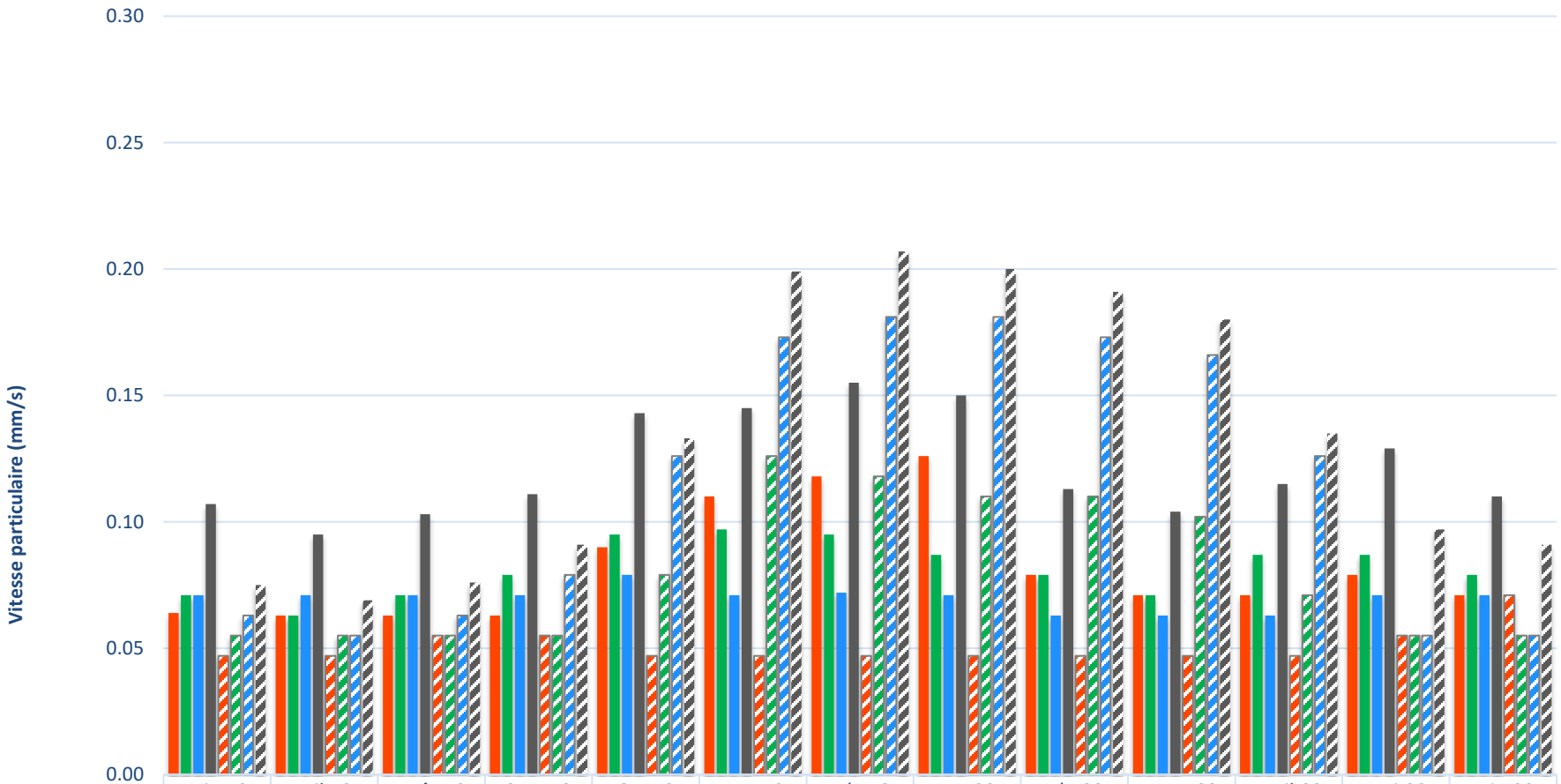
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.063	0.055	0.047	0.055	0.063	0.079	0.087	0.102	0.047	0.055	0.055	0.055	0.055
Axe V (Vib01)	0.055	0.055	0.063	0.071	0.079	0.071	0.079	0.079	0.055	0.063	0.063	0.071	0.063
Axe L (Vib01)	0.063	0.055	0.055	0.063	0.063	0.063	0.055	0.063	0.047	0.055	0.055	0.063	0.055
PVS (Vib01)	0.090	0.080	0.080	0.090	0.106	0.105	0.117	0.131	0.069	0.083	0.087	0.087	0.085
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.039	0.039	0.047	0.039	0.047	0.063
Axe V (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.063	0.118	0.110	0.11	0.095	0.071	0.055	0.047	0.047
Axe L (Vib02)	0.055	0.047	0.047	0.047	0.102	0.166	0.173	0.173	0.158	0.126	0.11	0.055	0.047
PVS (Vib02)	0.068	0.062	0.065	0.068	0.113	0.189	0.197	0.193	0.173	0.133	0.117	0.088	0.086

Maximum des niveaux vibratoires (Samedi et dimanche)



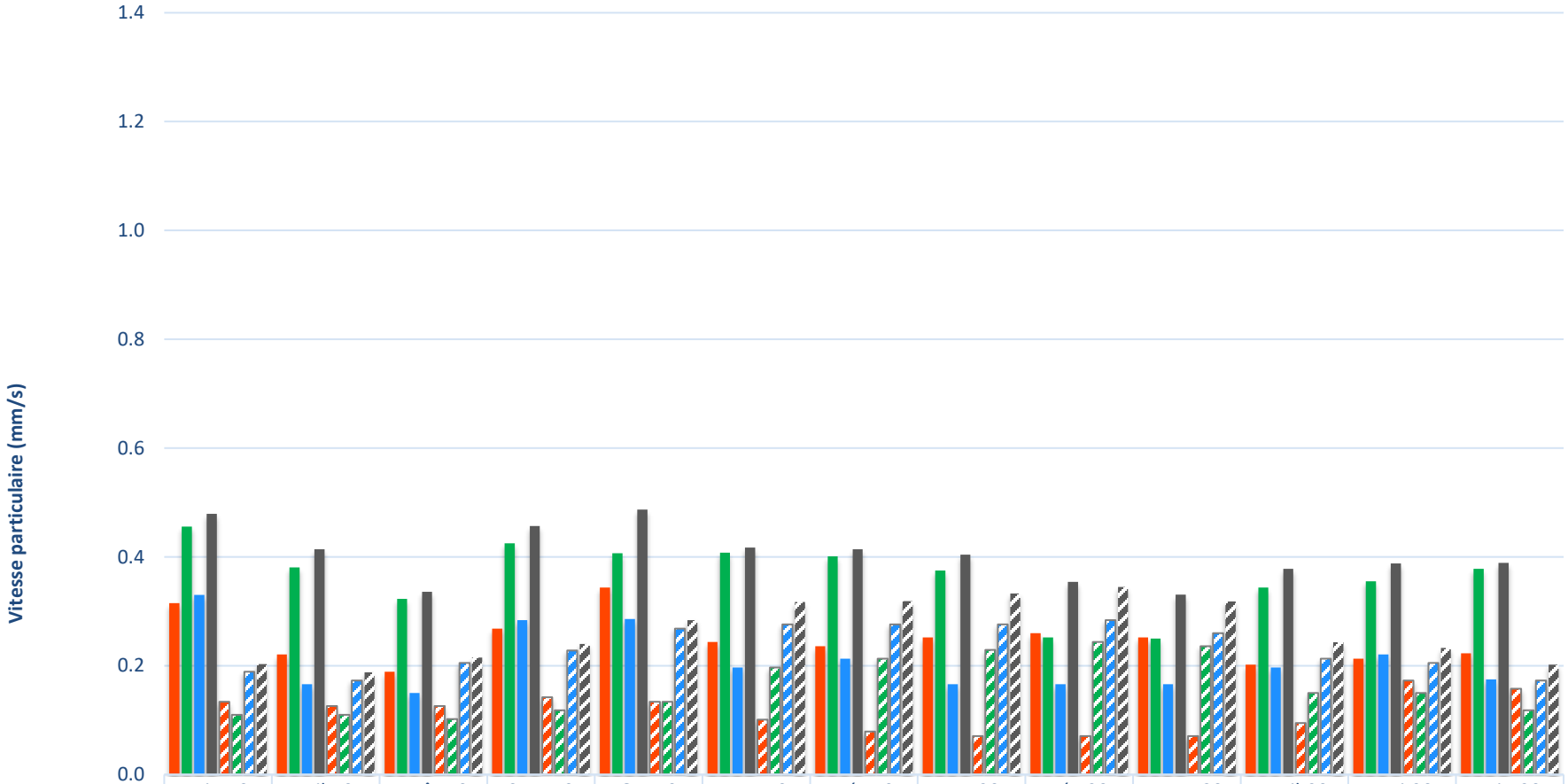
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.701	0.851	0.654	6.250	0.835	0.741	0.631	1.647	0.402	0.402	0.449	0.678	0.631
Axe V (Vib01)	1.064	1.167	1.616	10.191	1.056	1.505	1.490	3.255	1.119	0.843	1.19	1.198	0.993
Axe L (Vib01)	0.962	1.088	1.009	5.352	1.048	0.78	0.788	1.923	0.512	0.497	0.82	1.450	0.772
PVS (Vib01)	1.218	1.206	1.647	12.181	1.128	1.508	1.509	3.63	1.123	0.87	1.205	1.466	1.023
Axe T (Vib02)	0.229	0.244	0.638	0.315	1.797	0.276	0.315	0.11	0.528	0.512	0.244	0.591	0.315
Axe V (Vib02)	0.623	0.410	0.189	0.244	2.617	0.891	9.411	0.583	0.623	0.512	0.37	0.307	0.197
Axe L (Vib02)	0.370	0.418	0.528	0.646	2.034	0.465	0.434	0.339	0.528	0.536	0.3	0.481	0.402
PVS (Vib02)	0.623	0.425	0.677	0.673	2.623	0.938	9.424	0.621	0.683	0.602	0.402	0.746	0.428

Niveaux statistiques L95 (Samedi et dimanche)



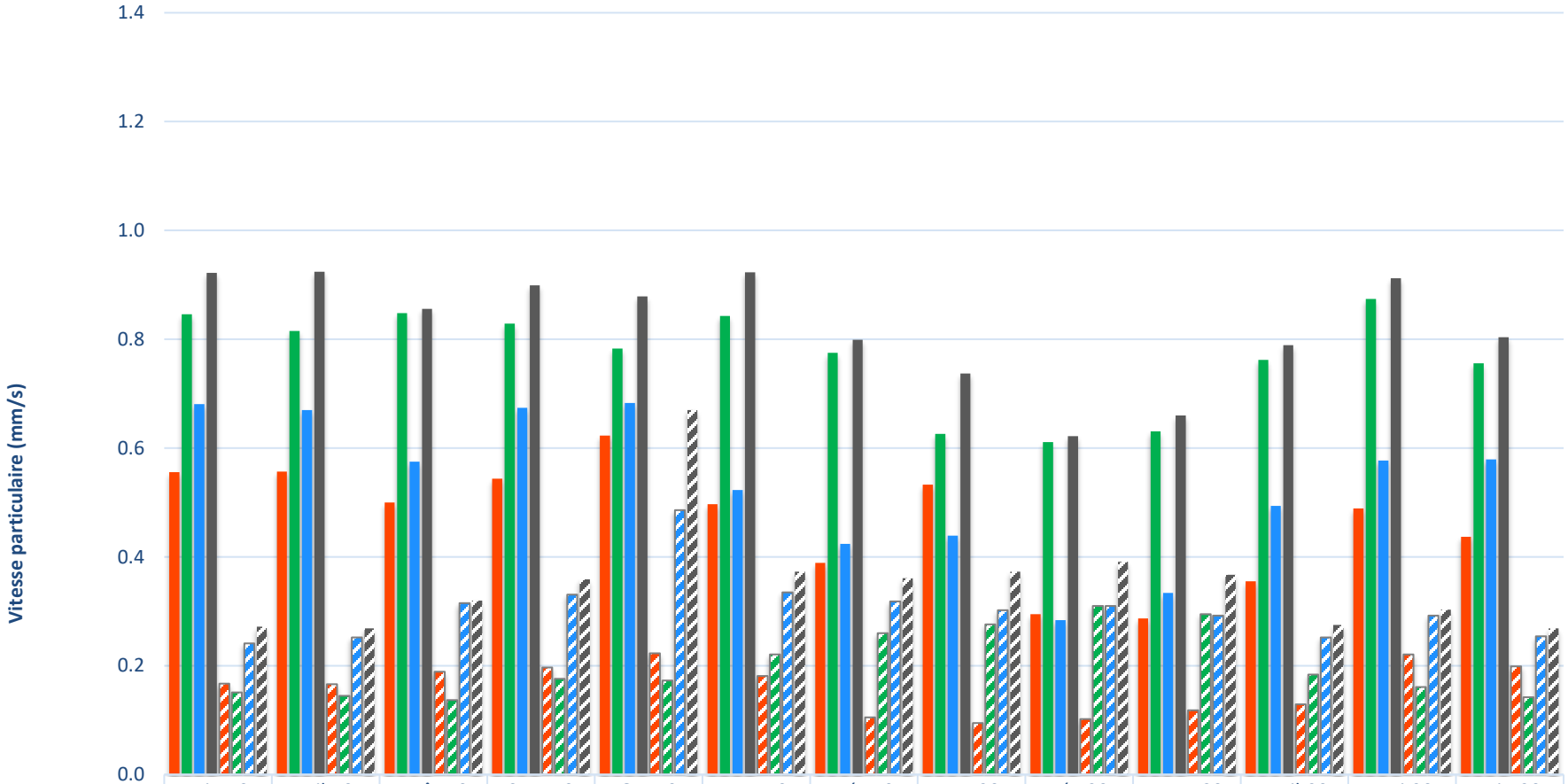
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.064	0.063	0.063	0.063	0.090	0.11	0.118	0.126	0.079	0.071	0.071	0.079	0.071
Axe V (Vib01)	0.071	0.063	0.071	0.079	0.095	0.097	0.095	0.087	0.079	0.071	0.087	0.087	0.079
Axe L (Vib01)	0.071	0.071	0.071	0.071	0.079	0.071	0.072	0.071	0.063	0.063	0.063	0.071	0.071
PVS (Vib01)	0.107	0.095	0.103	0.111	0.143	0.145	0.155	0.15	0.113	0.104	0.115	0.129	0.11
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.055	0.055	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.055	0.071
Axe V (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.079	0.126	0.118	0.11	0.11	0.102	0.071	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.063	0.055	0.063	0.079	0.126	0.173	0.181	0.181	0.173	0.166	0.126	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.075	0.069	0.076	0.091	0.133	0.199	0.207	0.2	0.191	0.18	0.135	0.097	0.091

Niveaux statistiques L5 (Samedi et dimanche)



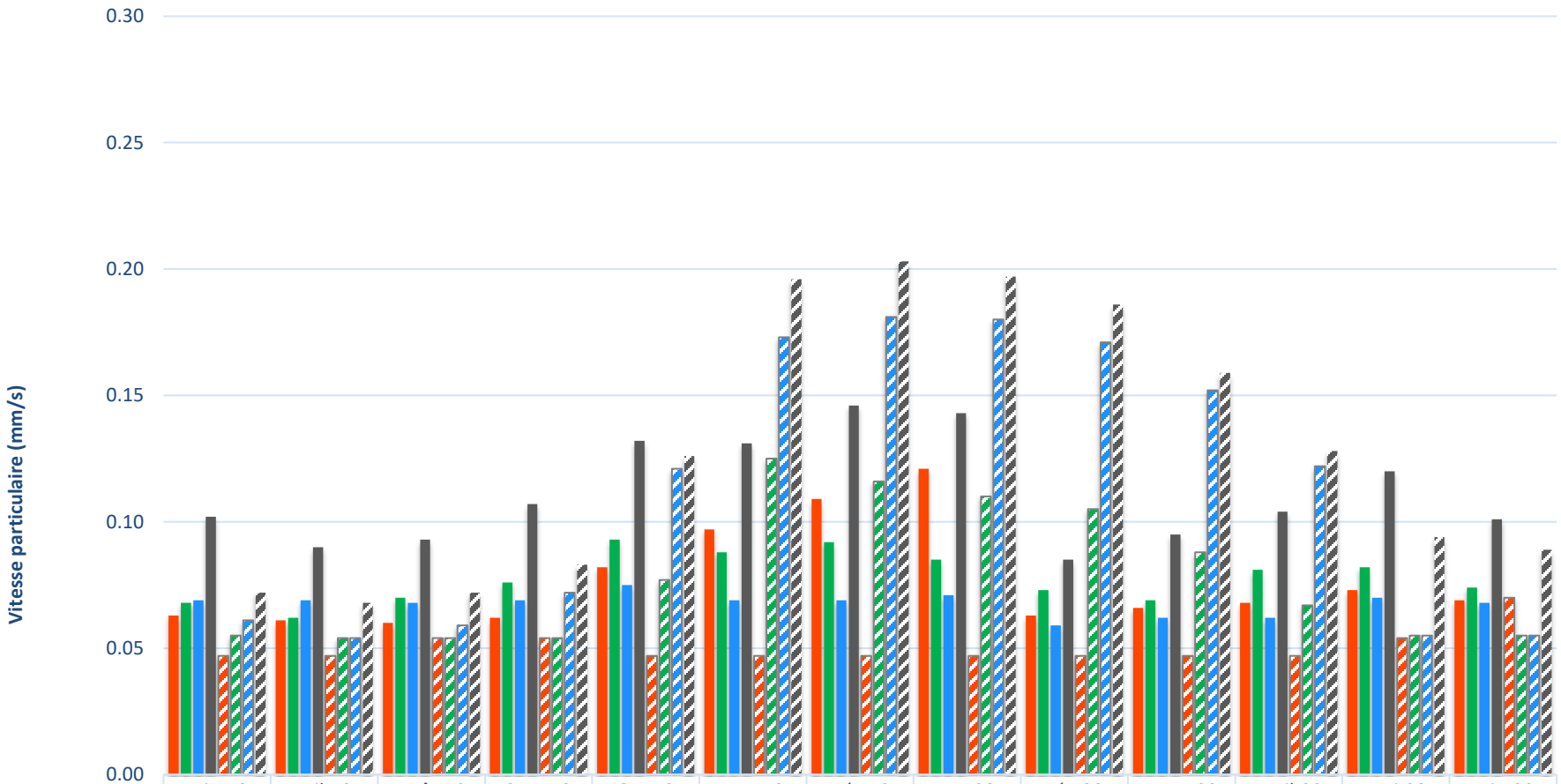
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.315	0.221	0.189	0.268	0.344	0.244	0.236	0.252	0.26	0.252	0.202	0.213	0.223
Axe V (Vib01)	0.456	0.381	0.323	0.425	0.407	0.408	0.401	0.375	0.252	0.25	0.344	0.355	0.378
Axe L (Vib01)	0.330	0.166	0.150	0.284	0.286	0.197	0.213	0.166	0.166	0.166	0.197	0.221	0.175
PVS (Vib01)	0.479	0.414	0.336	0.457	0.487	0.417	0.414	0.404	0.354	0.331	0.378	0.388	0.389
Axe T (Vib02)	0.134	0.126	0.126	0.142	0.134	0.101	0.079	0.071	0.071	0.071	0.095	0.173	0.158
Axe V (Vib02)	0.110	0.110	0.102	0.118	0.134	0.197	0.213	0.229	0.244	0.236	0.15	0.150	0.118
Axe L (Vib02)	0.189	0.173	0.205	0.228	0.268	0.276	0.276	0.276	0.284	0.26	0.213	0.205	0.173
PVS (Vib02)	0.203	0.188	0.215	0.240	0.284	0.317	0.319	0.333	0.345	0.318	0.243	0.233	0.202

Niveaux statistiques L1 (Samedi et dimanche)



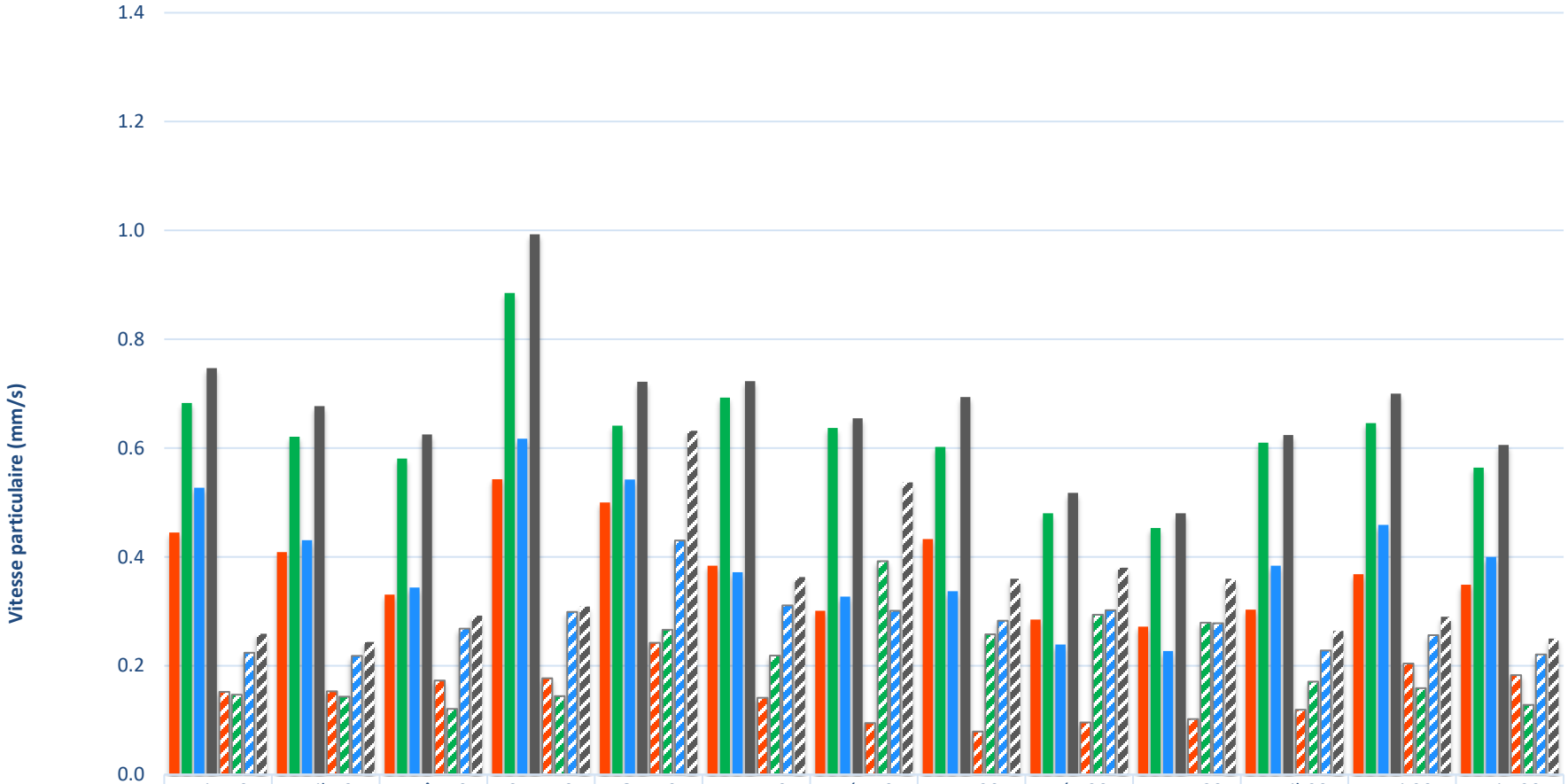
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.556	0.557	0.500	0.544	0.623	0.497	0.389	0.533	0.295	0.287	0.355	0.489	0.437
Axe V (Vib01)	0.846	0.815	0.848	0.829	0.783	0.843	0.775	0.626	0.611	0.631	0.762	0.874	0.756
Axe L (Vib01)	0.681	0.670	0.575	0.674	0.683	0.523	0.424	0.439	0.284	0.334	0.494	0.577	0.579
PVS (Vib01)	0.922	0.924	0.856	0.899	0.879	0.923	0.799	0.737	0.622	0.66	0.789	0.912	0.804
Axe T (Vib02)	0.167	0.166	0.189	0.197	0.223	0.181	0.105	0.095	0.102	0.118	0.129	0.221	0.199
Axe V (Vib02)	0.151	0.145	0.137	0.176	0.173	0.221	0.260	0.276	0.31	0.295	0.184	0.161	0.142
Axe L (Vib02)	0.241	0.252	0.315	0.331	0.486	0.335	0.318	0.302	0.31	0.292	0.252	0.292	0.254
PVS (Vib02)	0.272	0.269	0.320	0.359	0.670	0.373	0.361	0.373	0.391	0.367	0.275	0.303	0.269

Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles (Samedi et dimanche)



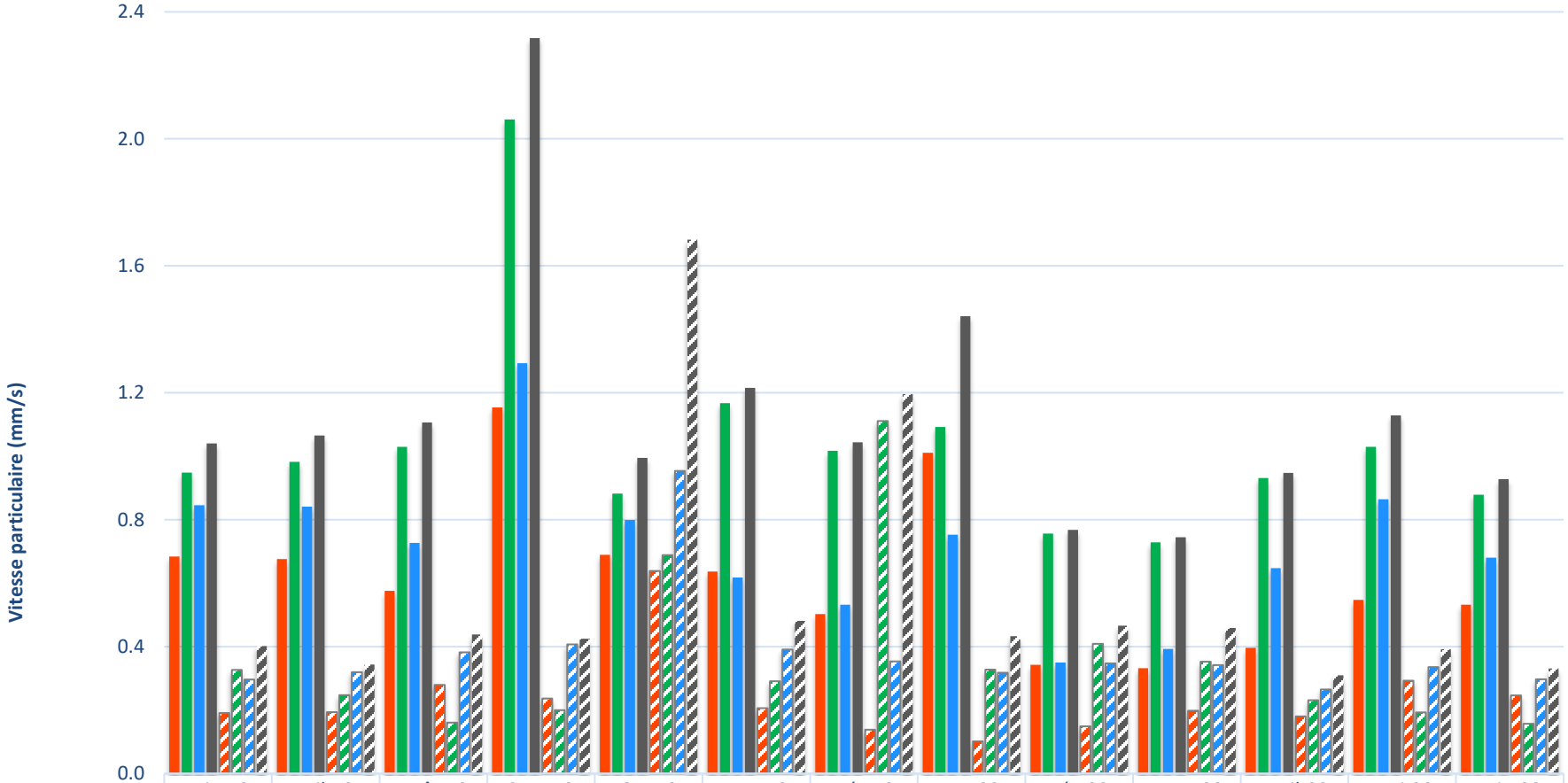
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.063	0.061	0.060	0.062	0.082	0.097	0.109	0.121	0.063	0.066	0.068	0.073	0.069
Axe V (Vib01)	0.068	0.062	0.070	0.076	0.093	0.088	0.092	0.085	0.073	0.069	0.081	0.082	0.074
Axe L (Vib01)	0.069	0.069	0.068	0.069	0.075	0.069	0.069	0.071	0.059	0.062	0.062	0.070	0.068
PVS (Vib01)	0.102	0.090	0.093	0.107	0.132	0.131	0.146	0.143	0.085	0.095	0.104	0.120	0.101
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.054	0.054	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.054	0.07
Axe V (Vib02)	0.055	0.054	0.054	0.054	0.077	0.125	0.116	0.11	0.105	0.088	0.067	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.061	0.054	0.059	0.072	0.121	0.173	0.181	0.18	0.171	0.152	0.122	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.072	0.068	0.072	0.083	0.126	0.196	0.203	0.197	0.186	0.159	0.128	0.094	0.089

Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées (Samedi et dimanche)



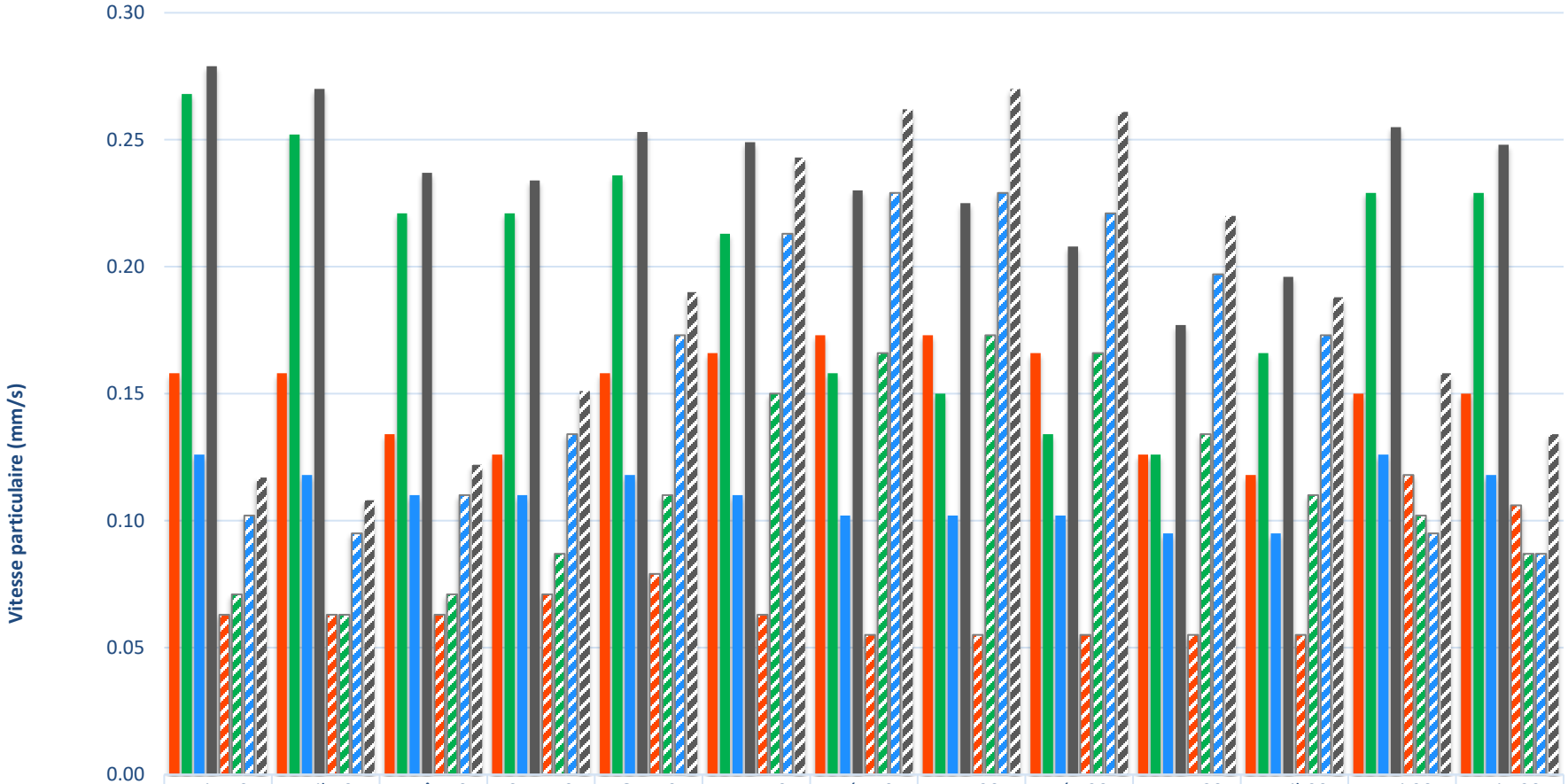
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.445	0.409	0.331	0.543	0.500	0.384	0.301	0.433	0.285	0.272	0.303	0.368	0.349
Axe V (Vib01)	0.683	0.621	0.581	0.885	0.641	0.693	0.637	0.602	0.48	0.453	0.61	0.646	0.564
Axe L (Vib01)	0.527	0.431	0.344	0.617	0.542	0.372	0.327	0.337	0.239	0.227	0.384	0.459	0.4
PVS (Vib01)	0.747	0.677	0.625	0.993	0.722	0.723	0.655	0.694	0.518	0.48	0.624	0.700	0.606
Axe T (Vib02)	0.152	0.153	0.173	0.177	0.242	0.141	0.095	0.079	0.096	0.102	0.119	0.204	0.183
Axe V (Vib02)	0.147	0.143	0.121	0.144	0.266	0.219	0.392	0.258	0.294	0.279	0.171	0.159	0.128
Axe L (Vib02)	0.224	0.218	0.268	0.299	0.430	0.311	0.301	0.283	0.302	0.278	0.228	0.256	0.221
PVS (Vib02)	0.259	0.244	0.292	0.309	0.632	0.363	0.537	0.36	0.38	0.36	0.264	0.290	0.25

Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées (Samedi et dimanche)



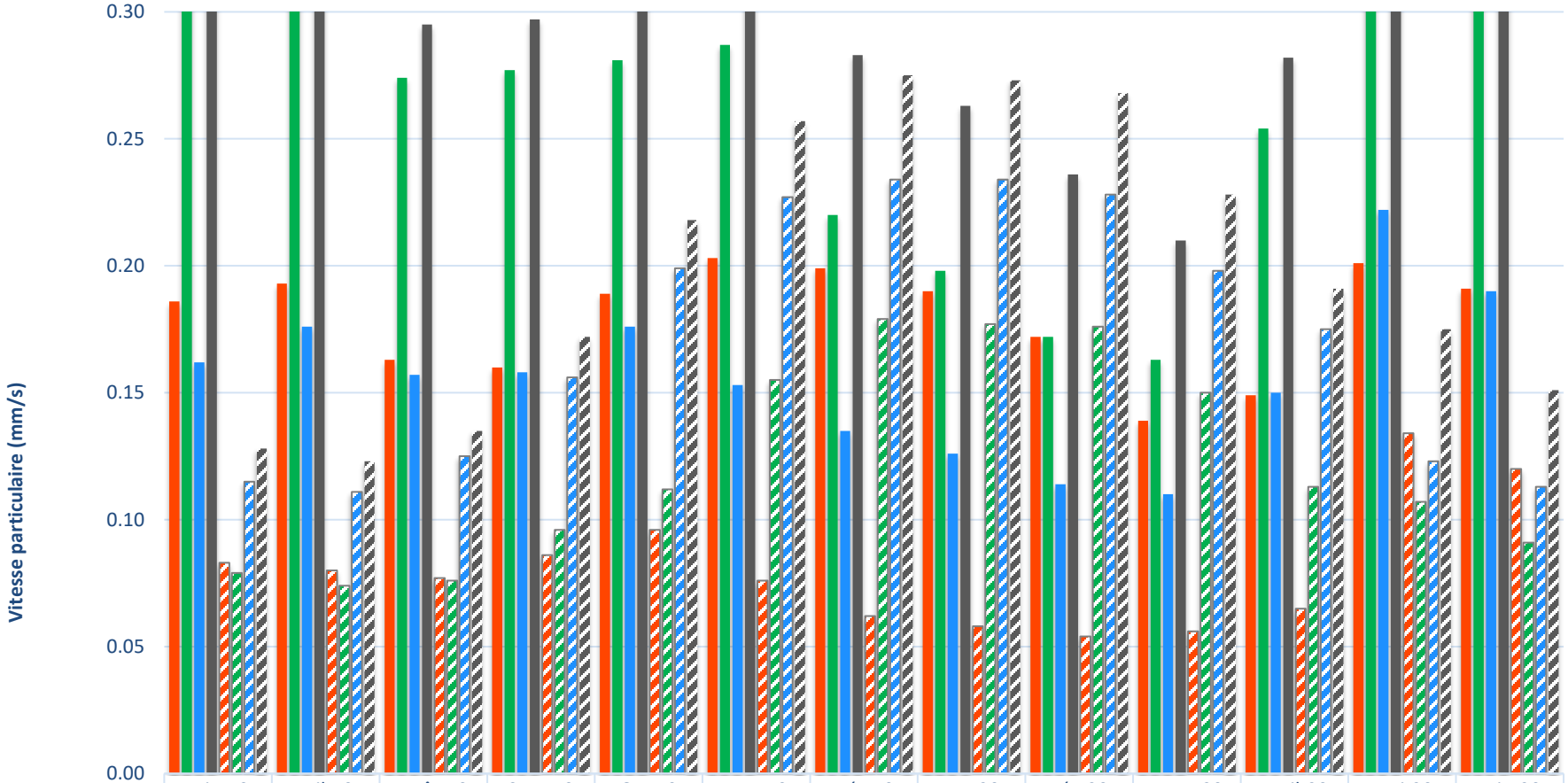
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.684	0.676	0.576	1.154	0.689	0.637	0.503	1.011	0.343	0.332	0.396	0.547	0.532
Axe V (Vib01)	0.948	0.982	1.030	2.061	0.882	1.167	1.017	1.092	0.756	0.729	0.931	1.030	0.879
Axe L (Vib01)	0.846	0.841	0.727	1.293	0.799	0.618	0.532	0.753	0.35	0.393	0.647	0.864	0.68
PVS (Vib01)	1.040	1.065	1.106	2.317	0.995	1.215	1.044	1.441	0.768	0.745	0.947	1.129	0.928
Axe T (Vib02)	0.191	0.194	0.279	0.237	0.638	0.206	0.138	0.102	0.149	0.198	0.18	0.293	0.246
Axe V (Vib02)	0.327	0.247	0.161	0.200	0.688	0.291	1.111	0.328	0.409	0.353	0.231	0.193	0.157
Axe L (Vib02)	0.296	0.320	0.382	0.407	0.954	0.391	0.354	0.318	0.347	0.342	0.265	0.336	0.297
PVS (Vib02)	0.402	0.344	0.438	0.425	1.682	0.481	1.196	0.433	0.466	0.459	0.31	0.392	0.331

Médiane des niveaux vibratoires (Jour)



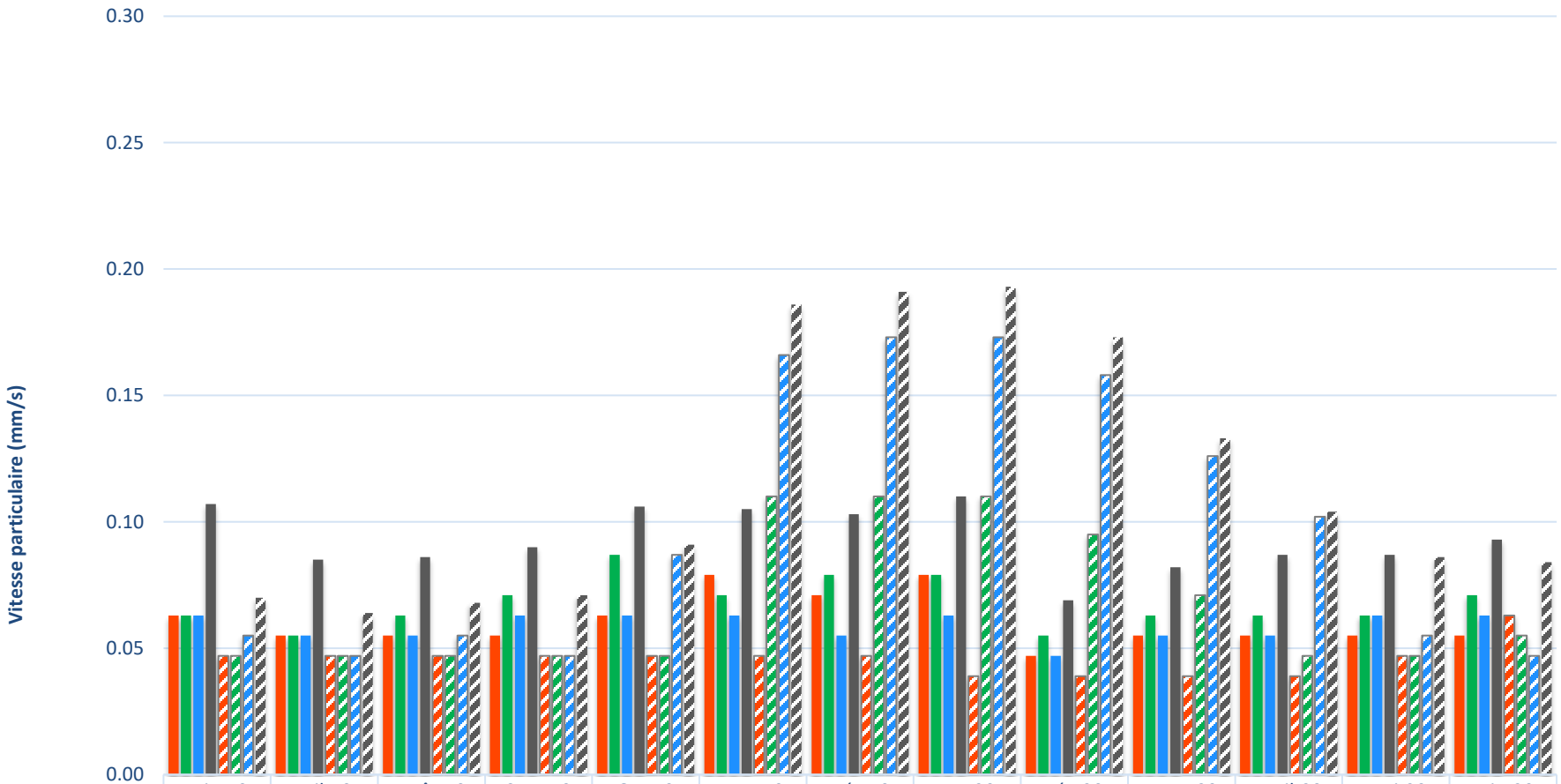
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.158	0.158	0.134	0.126	0.158	0.166	0.173	0.173	0.166	0.126	0.118	0.15	0.15
Axe V (Vib01)	0.268	0.252	0.221	0.221	0.236	0.213	0.158	0.15	0.134	0.126	0.166	0.229	0.229
Axe L (Vib01)	0.126	0.118	0.110	0.110	0.118	0.11	0.102	0.102	0.102	0.095	0.095	0.126	0.118
PVS (Vib01)	0.279	0.270	0.237	0.234	0.253	0.249	0.230	0.225	0.208	0.177	0.196	0.255	0.248
Axe T (Vib02)	0.063	0.063	0.063	0.071	0.079	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.118	0.106
Axe V (Vib02)	0.071	0.063	0.071	0.087	0.110	0.15	0.166	0.173	0.166	0.134	0.11	0.102	0.087
Axe L (Vib02)	0.102	0.095	0.110	0.134	0.173	0.213	0.229	0.229	0.221	0.197	0.173	0.095	0.087
PVS (Vib02)	0.117	0.108	0.122	0.151	0.190	0.243	0.262	0.27	0.261	0.22	0.188	0.158	0.134

Moyenne des niveaux vibratoires (Jour)



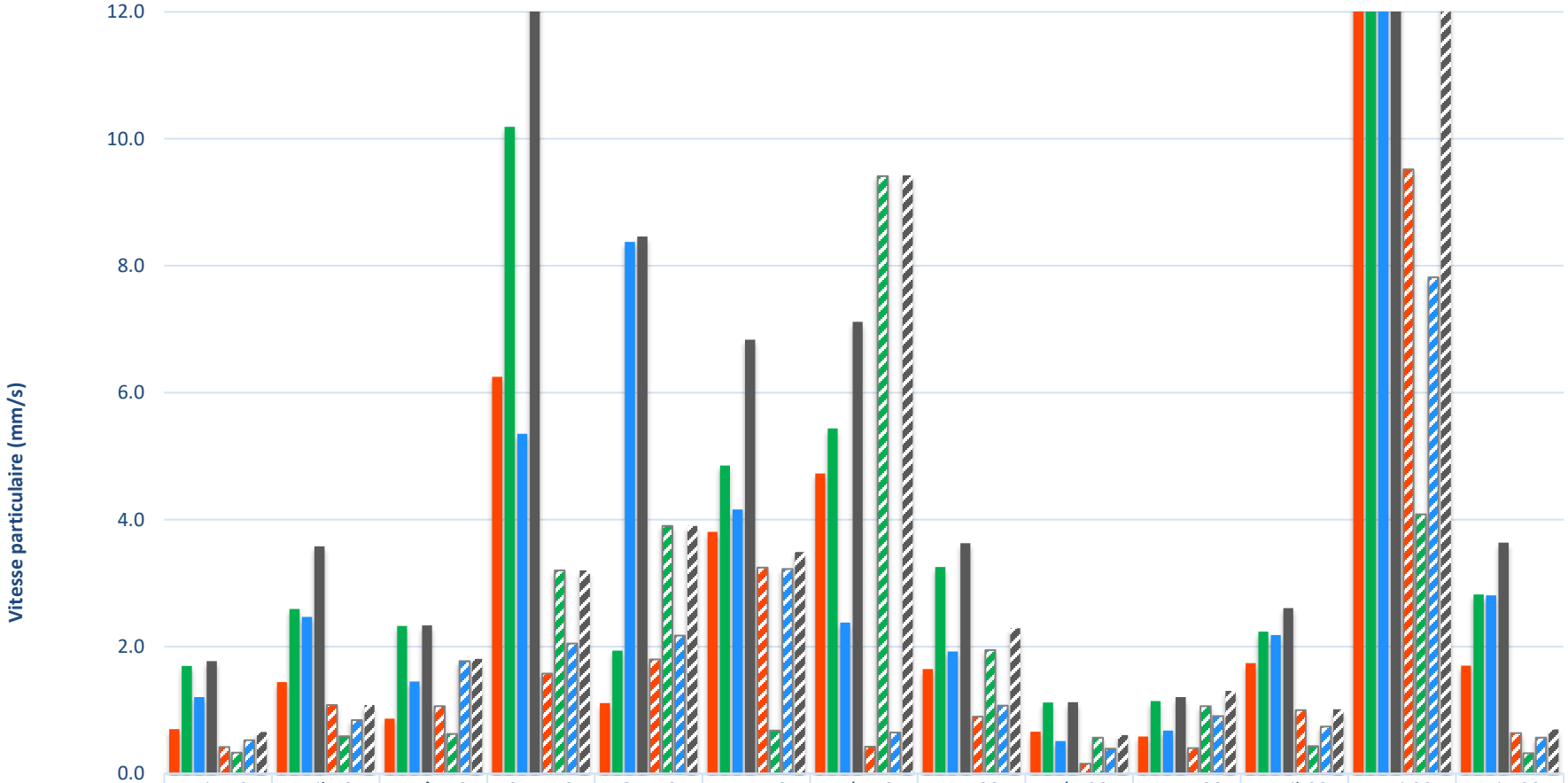
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.186	0.193	0.163	0.160	0.189	0.203	0.199	0.19	0.172	0.139	0.149	0.201	0.191
Axe V (Vib01)	0.304	0.314	0.274	0.277	0.281	0.287	0.220	0.198	0.172	0.163	0.254	0.325	0.304
Axe L (Vib01)	0.162	0.176	0.157	0.158	0.176	0.153	0.135	0.126	0.114	0.11	0.15	0.222	0.19
PVS (Vib01)	0.322	0.338	0.295	0.297	0.313	0.325	0.283	0.263	0.236	0.21	0.282	0.371	0.333
Axe T (Vib02)	0.083	0.080	0.077	0.086	0.096	0.076	0.062	0.058	0.054	0.056	0.065	0.134	0.12
Axe V (Vib02)	0.079	0.074	0.076	0.096	0.112	0.155	0.179	0.177	0.176	0.15	0.113	0.107	0.091
Axe L (Vib02)	0.115	0.111	0.125	0.156	0.199	0.227	0.234	0.234	0.228	0.198	0.175	0.123	0.113
PVS (Vib02)	0.128	0.123	0.135	0.172	0.218	0.257	0.275	0.273	0.268	0.228	0.191	0.175	0.151

Minimum des niveaux vibratoires (Jour)



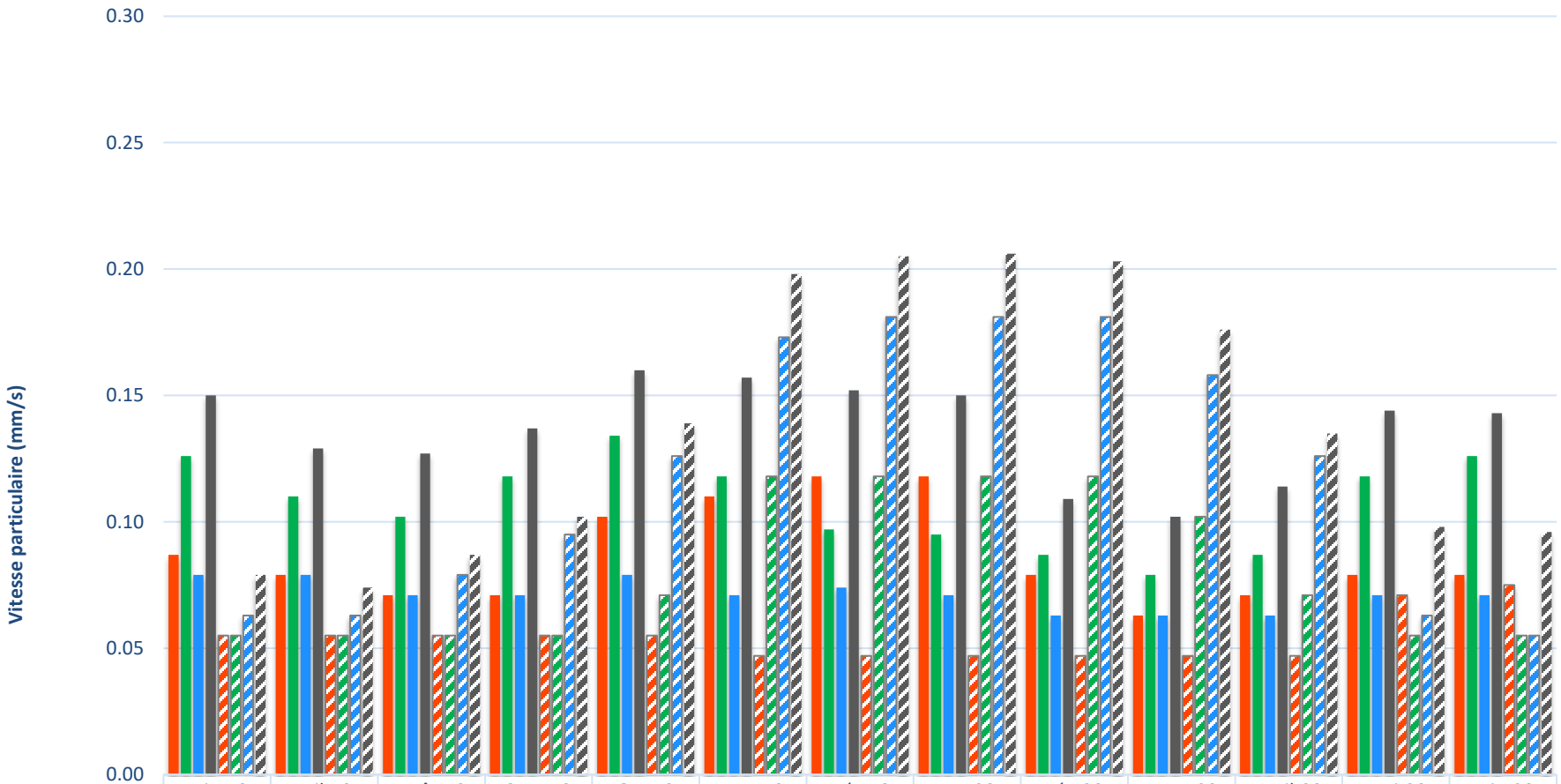
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.063	0.055	0.055	0.055	0.063	0.079	0.071	0.079	0.047	0.055	0.055	0.055	0.055
Axe V (Vib01)	0.063	0.055	0.063	0.071	0.087	0.071	0.079	0.079	0.055	0.063	0.063	0.063	0.071
Axe L (Vib01)	0.063	0.055	0.055	0.063	0.063	0.063	0.055	0.063	0.047	0.055	0.055	0.063	0.063
PVS (Vib01)	0.107	0.085	0.086	0.090	0.106	0.105	0.103	0.11	0.069	0.082	0.087	0.087	0.093
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.039	0.039	0.039	0.039	0.047	0.063
Axe V (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.11	0.110	0.11	0.095	0.071	0.047	0.047	0.055
Axe L (Vib02)	0.055	0.047	0.055	0.047	0.087	0.166	0.173	0.173	0.158	0.126	0.102	0.055	0.047
PVS (Vib02)	0.070	0.064	0.068	0.071	0.091	0.186	0.191	0.193	0.173	0.133	0.104	0.086	0.084

Maximum des niveaux vibratoires (Jour)



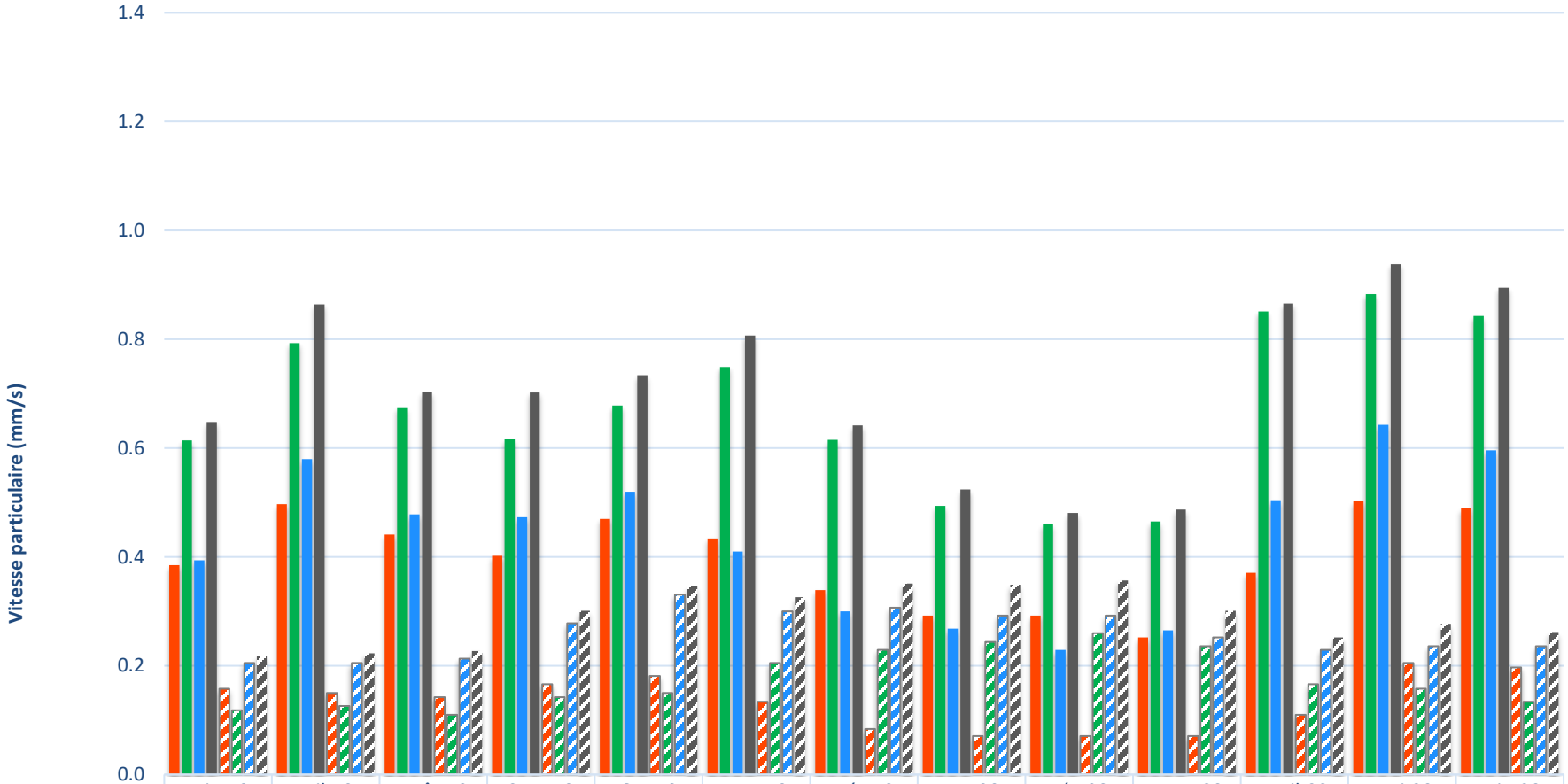
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.701	1.442	0.867	6.250	1.111	3.807	4.729	1.647	0.662	0.583	1.742	18.648	1.702
Axe V (Vib01)	1.695	2.593	2.325	10.191	1.939	4.855	5.438	3.255	1.119	1.143	2.238	19.405	2.822
Axe L (Vib01)	1.206	2.467	1.450	5.352	8.378	4.162	2.380	1.923	0.512	0.678	2.183	27.941	2.806
PVS (Vib01)	1.774	3.581	2.336	12.181	8.463	6.837	7.117	3.63	1.123	1.203	2.607	38.795	3.639
Axe T (Vib02)	0.418	1.080	1.064	1.576	1.797	3.247	0.426	0.899	0.158	0.402	1.001	9.521	0.638
Axe V (Vib02)	0.331	0.591	0.623	3.200	3.902	0.678	9.411	1.947	0.567	1.064	0.434	4.083	0.323
Axe L (Vib02)	0.528	0.843	1.773	2.049	2.175	3.224	0.646	1.072	0.394	0.906	0.741	7.819	0.567
PVS (Vib02)	0.656	1.081	1.808	3.201	3.903	3.49	9.424	2.291	0.606	1.305	1.013	12.08	0.695

Niveaux statistiques L95 (Jour)



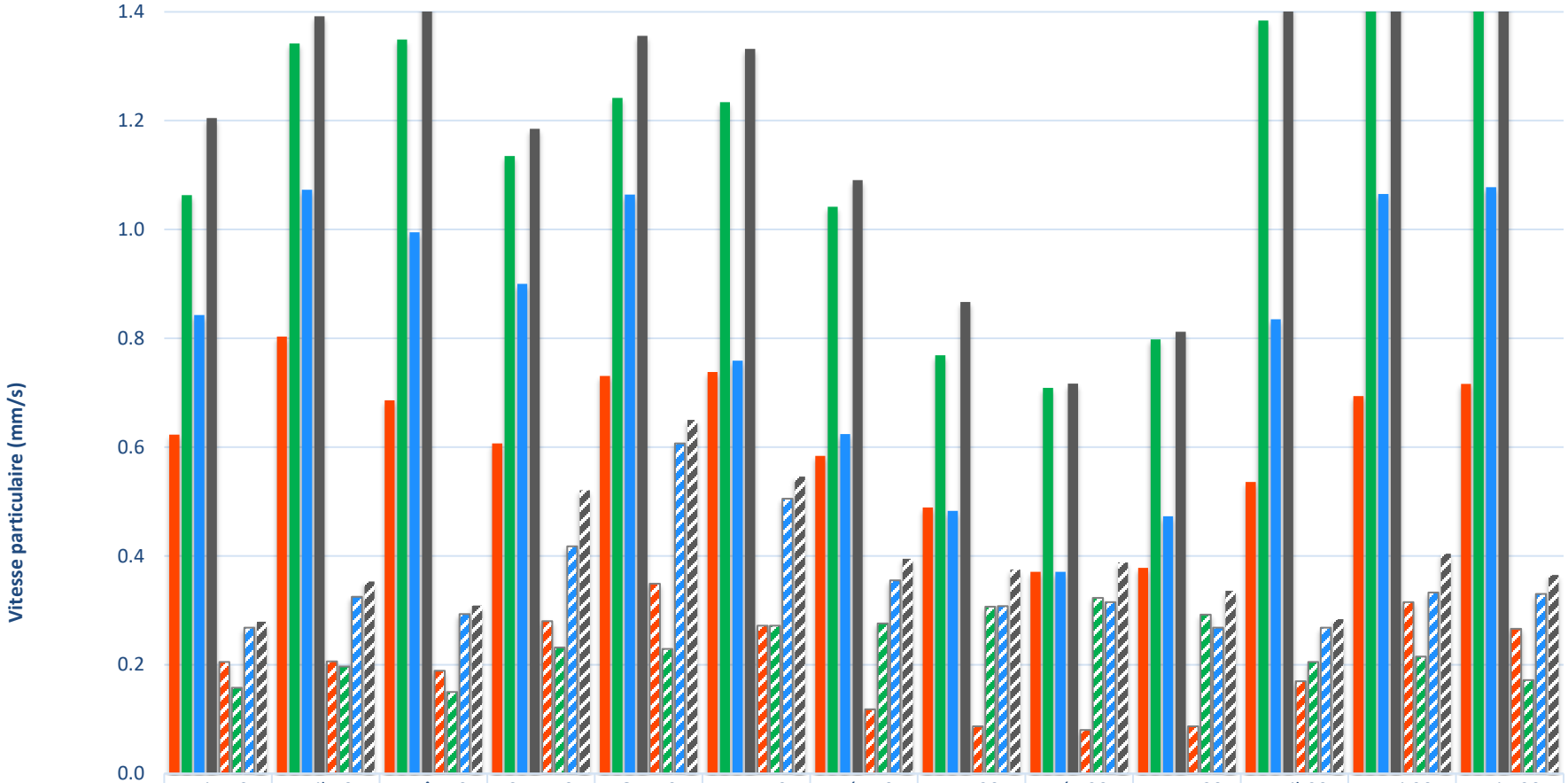
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.087	0.079	0.071	0.071	0.102	0.11	0.118	0.118	0.079	0.063	0.071	0.079	0.079
Axe V (Vib01)	0.126	0.110	0.102	0.118	0.134	0.118	0.097	0.095	0.087	0.079	0.087	0.118	0.126
Axe L (Vib01)	0.079	0.079	0.071	0.071	0.079	0.071	0.074	0.071	0.063	0.063	0.063	0.071	0.071
PVS (Vib01)	0.150	0.129	0.127	0.137	0.160	0.157	0.152	0.15	0.109	0.102	0.114	0.144	0.143
Axe T (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.071	0.075
Axe V (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.071	0.118	0.118	0.118	0.118	0.102	0.071	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.063	0.063	0.079	0.095	0.126	0.173	0.181	0.181	0.181	0.158	0.126	0.063	0.055
PVS (Vib02)	0.079	0.074	0.087	0.102	0.139	0.198	0.205	0.206	0.203	0.176	0.135	0.098	0.096

Niveaux statistiques L5 (Jour)



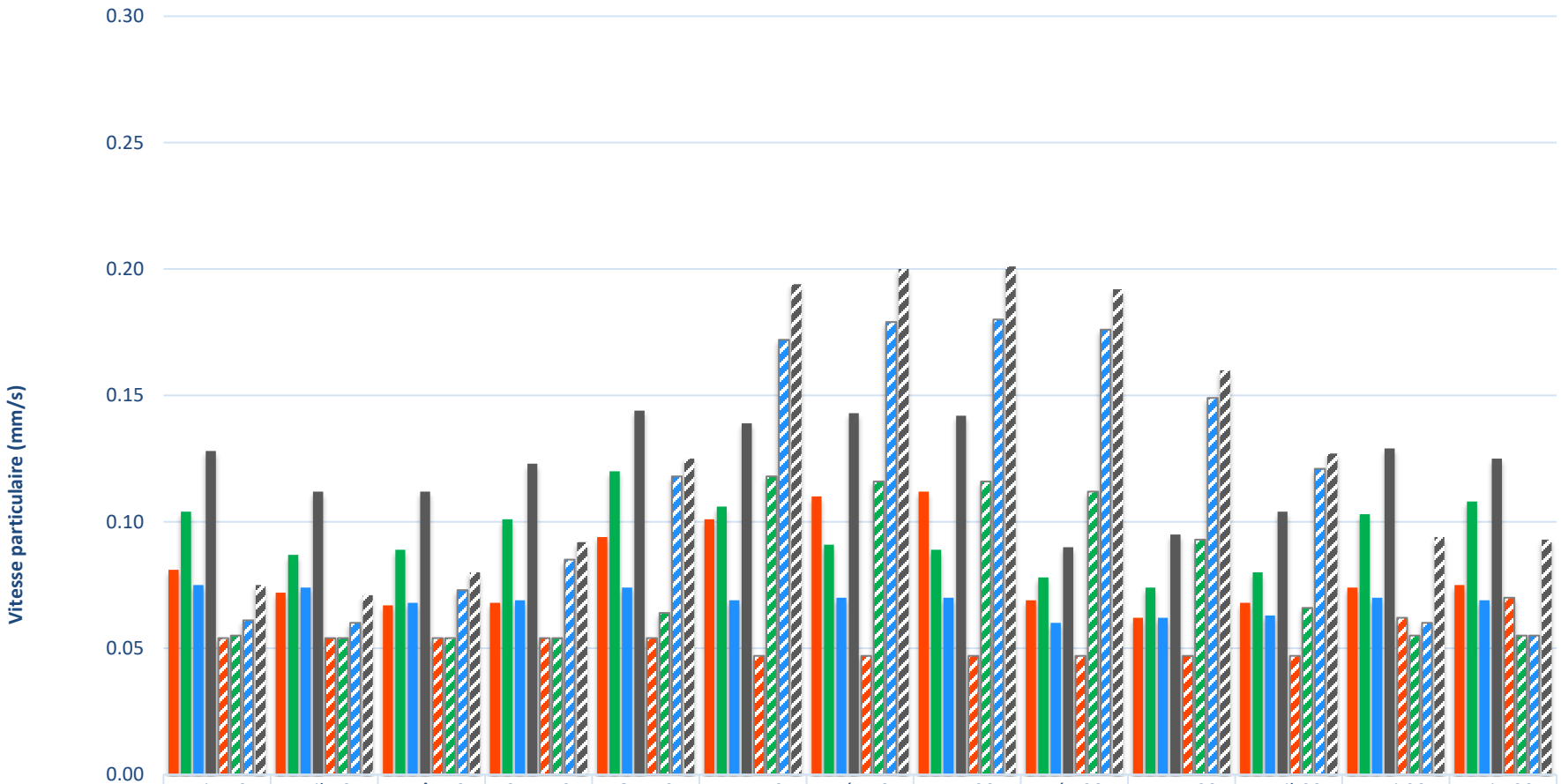
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.385	0.497	0.441	0.402	0.470	0.434	0.339	0.292	0.292	0.252	0.371	0.502	0.489
Axe V (Vib01)	0.614	0.793	0.675	0.616	0.678	0.749	0.615	0.494	0.461	0.465	0.851	0.883	0.843
Axe L (Vib01)	0.394	0.580	0.478	0.473	0.520	0.41	0.300	0.268	0.229	0.265	0.504	0.643	0.596
PVS (Vib01)	0.648	0.864	0.703	0.702	0.734	0.807	0.642	0.524	0.481	0.487	0.866	0.938	0.895
Axe T (Vib02)	0.158	0.150	0.142	0.166	0.181	0.134	0.084	0.071	0.071	0.071	0.11	0.205	0.197
Axe V (Vib02)	0.118	0.126	0.110	0.142	0.150	0.205	0.229	0.244	0.26	0.236	0.166	0.158	0.134
Axe L (Vib02)	0.205	0.205	0.213	0.278	0.331	0.3	0.307	0.292	0.292	0.252	0.229	0.236	0.236
PVS (Vib02)	0.218	0.223	0.227	0.301	0.346	0.326	0.351	0.349	0.357	0.301	0.252	0.277	0.262

Niveaux statistiques L1 (Jour)



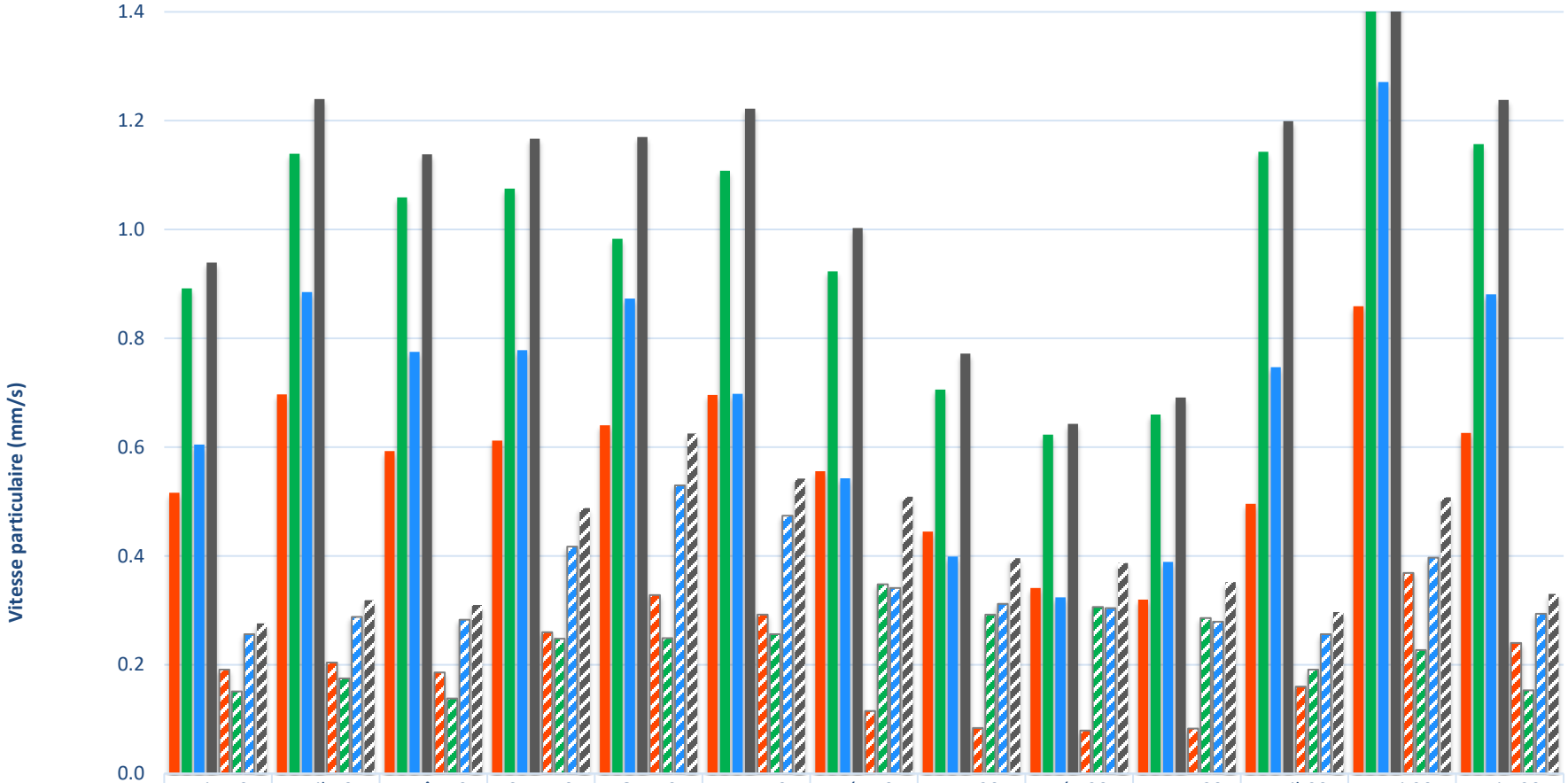
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.623	0.803	0.686	0.607	0.731	0.738	0.584	0.489	0.371	0.378	0.536	0.694	0.716
Axe V (Vib01)	1.063	1.342	1.349	1.135	1.242	1.234	1.042	0.769	0.709	0.798	1.384	1.484	1.489
Axe L (Vib01)	0.843	1.073	0.995	0.900	1.064	0.759	0.624	0.483	0.371	0.473	0.835	1.065	1.078
PVS (Vib01)	1.205	1.392	1.425	1.185	1.356	1.332	1.091	0.867	0.717	0.812	1.408	1.567	1.541
Axe T (Vib02)	0.205	0.206	0.189	0.280	0.349	0.272	0.118	0.087	0.08	0.087	0.17	0.315	0.266
Axe V (Vib02)	0.158	0.197	0.150	0.232	0.229	0.272	0.276	0.307	0.323	0.292	0.205	0.215	0.172
Axe L (Vib02)	0.268	0.325	0.293	0.418	0.607	0.505	0.355	0.308	0.315	0.268	0.268	0.333	0.33
PVS (Vib02)	0.279	0.353	0.309	0.521	0.650	0.546	0.395	0.375	0.388	0.336	0.284	0.404	0.365

Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles (Jour)



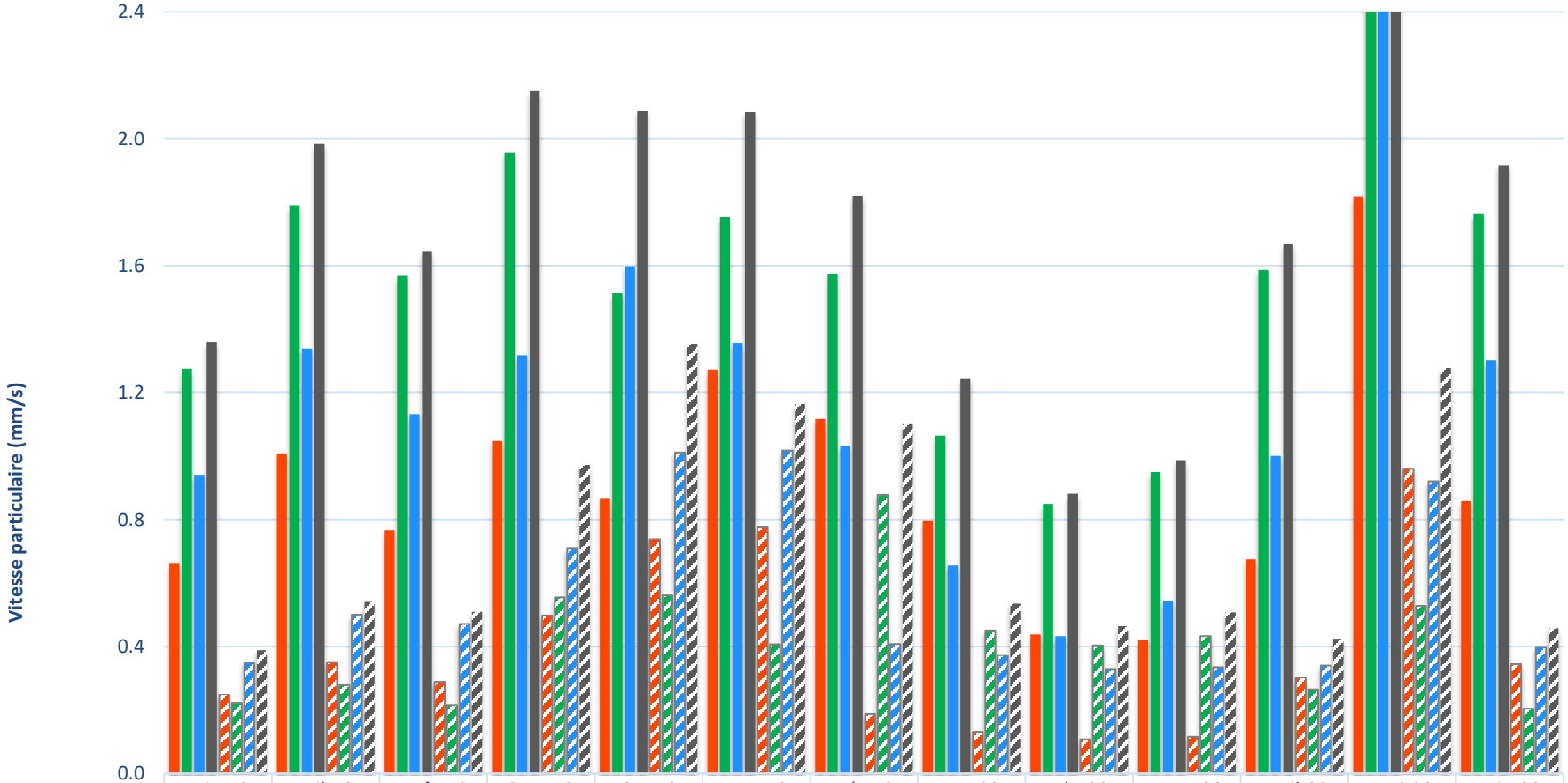
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.081	0.072	0.067	0.068	0.094	0.101	0.110	0.112	0.069	0.062	0.068	0.074	0.075
Axe V (Vib01)	0.104	0.087	0.089	0.101	0.120	0.106	0.091	0.089	0.078	0.074	0.08	0.103	0.108
Axe L (Vib01)	0.075	0.074	0.068	0.069	0.074	0.069	0.070	0.07	0.06	0.062	0.063	0.07	0.069
PVS (Vib01)	0.128	0.112	0.112	0.123	0.144	0.139	0.143	0.142	0.09	0.095	0.104	0.129	0.125
Axe T (Vib02)	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.062	0.07
Axe V (Vib02)	0.055	0.054	0.054	0.054	0.064	0.118	0.116	0.116	0.112	0.093	0.066	0.055	0.055
Axe L (Vib02)	0.061	0.060	0.073	0.085	0.118	0.172	0.179	0.18	0.176	0.149	0.121	0.06	0.055
PVS (Vib02)	0.075	0.071	0.080	0.092	0.125	0.194	0.200	0.201	0.192	0.16	0.127	0.094	0.093

Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées (Jour)



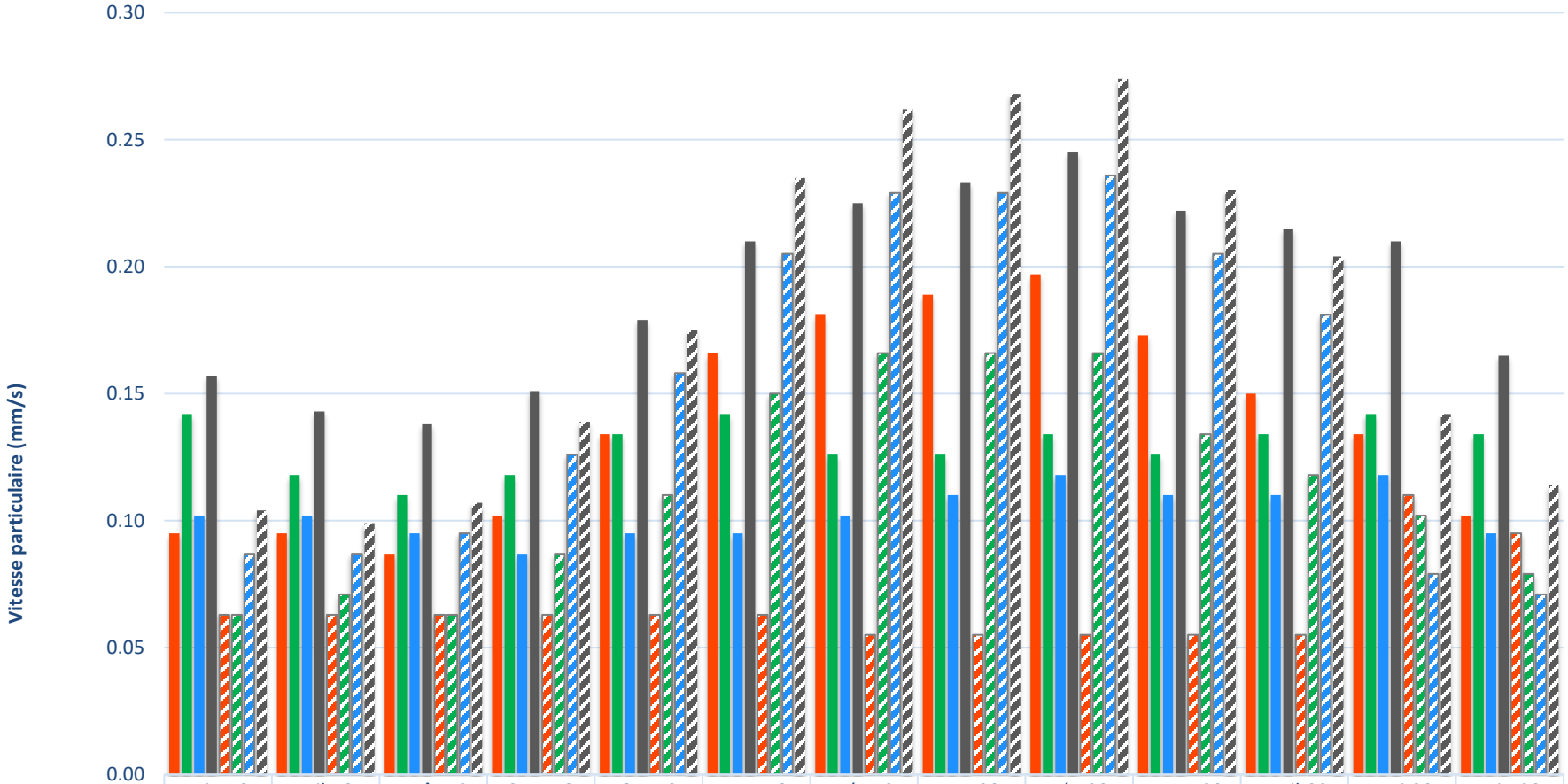
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.516	0.697	0.593	0.612	0.640	0.696	0.556	0.445	0.341	0.32	0.496	0.859	0.626
Axe V (Vib01)	0.892	1.139	1.059	1.075	0.983	1.108	0.923	0.706	0.623	0.66	1.143	1.442	1.157
Axe L (Vib01)	0.605	0.885	0.775	0.778	0.873	0.698	0.543	0.399	0.324	0.389	0.747	1.271	0.881
PVS (Vib01)	0.939	1.240	1.138	1.167	1.170	1.222	1.003	0.772	0.643	0.691	1.199	1.789	1.238
Axe T (Vib02)	0.191	0.204	0.186	0.260	0.328	0.292	0.115	0.084	0.079	0.083	0.16	0.369	0.24
Axe V (Vib02)	0.151	0.175	0.138	0.248	0.249	0.256	0.348	0.292	0.306	0.286	0.191	0.227	0.153
Axe L (Vib02)	0.256	0.288	0.283	0.417	0.530	0.474	0.341	0.312	0.304	0.279	0.256	0.397	0.294
PVS (Vib02)	0.276	0.319	0.310	0.488	0.625	0.542	0.509	0.396	0.387	0.352	0.297	0.508	0.33

Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées (Jour)



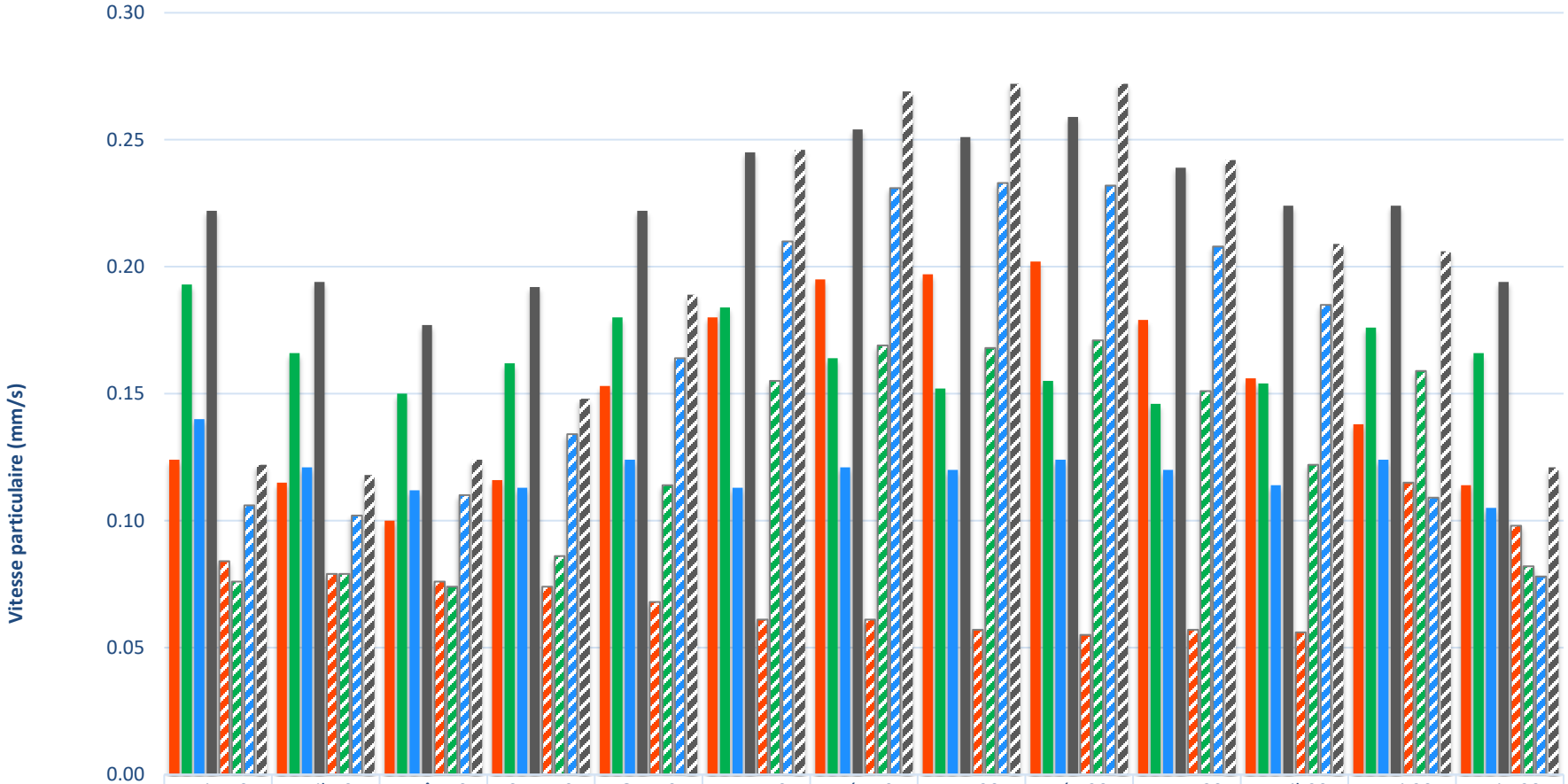
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.662	1.009	0.768	1.048	0.868	1.272	1.118	0.797	0.438	0.421	0.676	1.819	0.858
Axe V (Vib01)	1.274	1.789	1.568	1.956	1.514	1.754	1.575	1.065	0.849	0.95	1.587	2.858	1.763
Axe L (Vib01)	0.941	1.339	1.133	1.317	1.598	1.357	1.034	0.656	0.433	0.545	1.001	3.033	1.301
PVS (Vib01)	1.360	1.983	1.647	2.150	2.089	2.085	1.821	1.244	0.881	0.988	1.669	4.268	1.917
Axe T (Vib02)	0.249	0.351	0.288	0.498	0.739	0.777	0.188	0.132	0.108	0.116	0.303	0.961	0.345
Axe V (Vib02)	0.221	0.280	0.215	0.555	0.562	0.407	0.878	0.451	0.404	0.433	0.264	0.529	0.204
Axe L (Vib02)	0.350	0.501	0.471	0.709	1.012	1.018	0.408	0.373	0.329	0.335	0.34	0.921	0.399
PVS (Vib02)	0.388	0.541	0.510	0.972	1.355	1.165	1.101	0.536	0.464	0.508	0.425	1.278	0.458

Médiane des niveaux vibratoires (Soir et nuit)



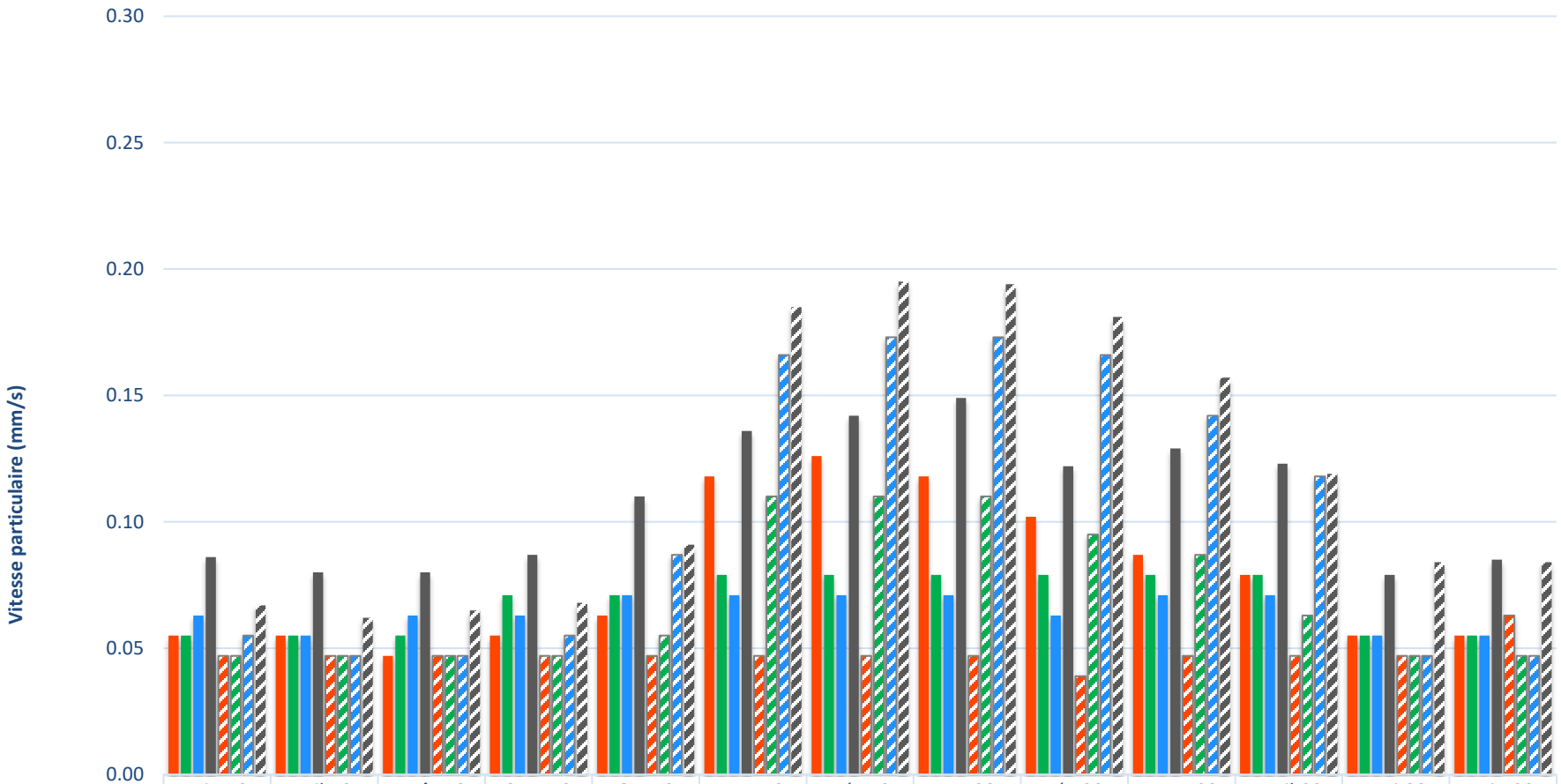
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.095	0.095	0.087	0.102	0.134	0.166	0.181	0.189	0.197	0.173	0.15	0.134	0.102
Axe V (Vib01)	0.142	0.118	0.110	0.118	0.134	0.142	0.126	0.126	0.134	0.126	0.134	0.142	0.134
Axe L (Vib01)	0.102	0.102	0.095	0.087	0.095	0.095	0.102	0.11	0.118	0.11	0.11	0.118	0.095
PVS (Vib01)	0.157	0.143	0.138	0.151	0.179	0.21	0.225	0.233	0.245	0.222	0.215	0.21	0.165
Axe T (Vib02)	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.11	0.095
Axe V (Vib02)	0.063	0.071	0.063	0.087	0.110	0.15	0.166	0.166	0.166	0.134	0.118	0.102	0.079
Axe L (Vib02)	0.087	0.087	0.095	0.126	0.158	0.205	0.229	0.229	0.236	0.205	0.181	0.079	0.071
PVS (Vib02)	0.104	0.099	0.107	0.139	0.175	0.235	0.262	0.268	0.274	0.23	0.204	0.142	0.114

Moyenne des niveaux vibratoires (Soir et nuit)



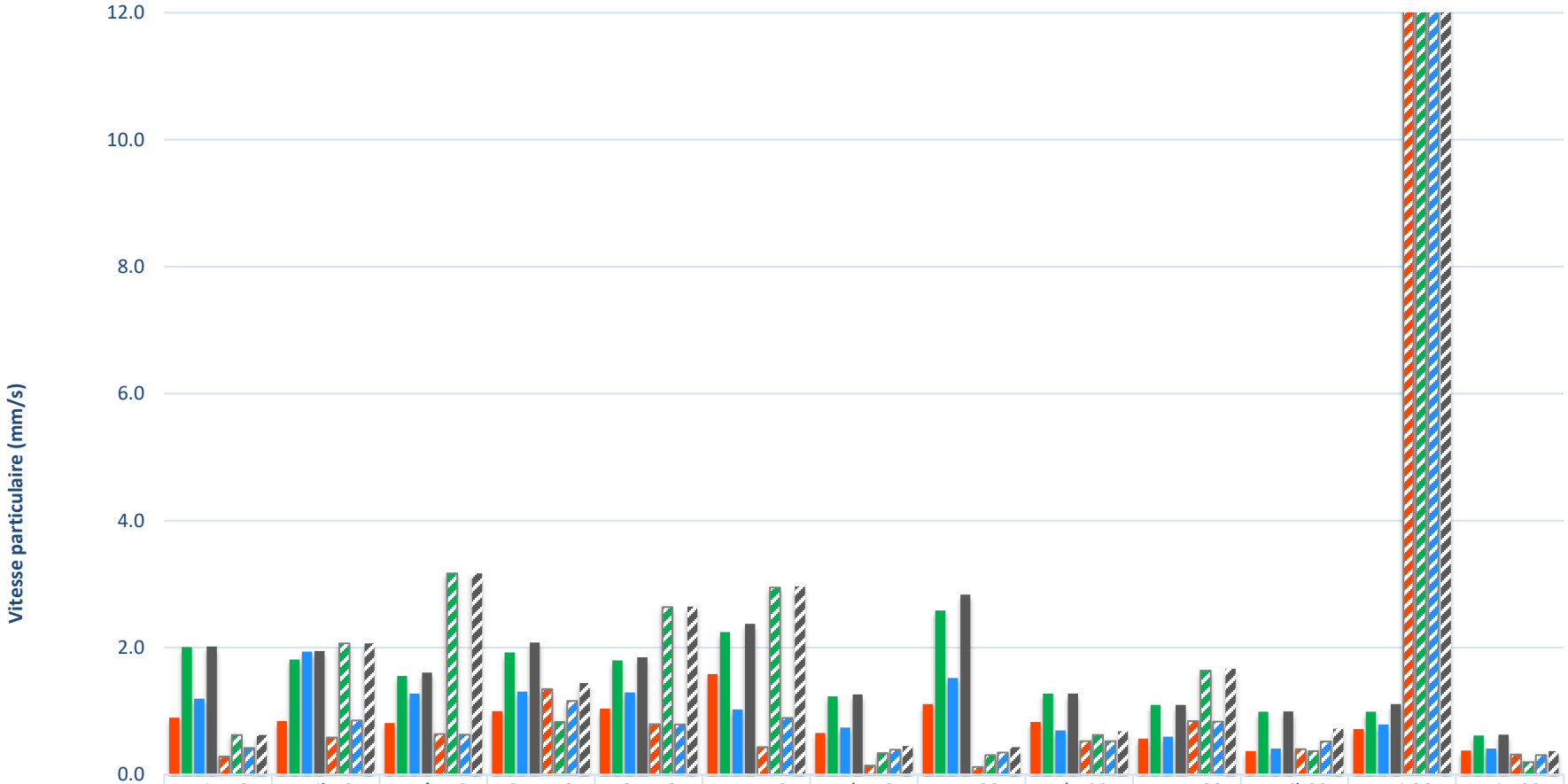
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.124	0.115	0.100	0.116	0.153	0.18	0.195	0.197	0.202	0.179	0.156	0.138	0.114
Axe V (Vib01)	0.193	0.166	0.150	0.162	0.180	0.184	0.164	0.152	0.155	0.146	0.154	0.176	0.166
Axe L (Vib01)	0.140	0.121	0.112	0.113	0.124	0.113	0.121	0.12	0.124	0.12	0.114	0.124	0.105
PVS (Vib01)	0.222	0.194	0.177	0.192	0.222	0.245	0.254	0.251	0.259	0.239	0.224	0.224	0.194
Axe T (Vib02)	0.084	0.079	0.076	0.074	0.068	0.061	0.061	0.057	0.055	0.057	0.056	0.115	0.098
Axe V (Vib02)	0.076	0.079	0.074	0.086	0.114	0.155	0.169	0.168	0.171	0.151	0.122	0.159	0.082
Axe L (Vib02)	0.106	0.102	0.110	0.134	0.164	0.21	0.231	0.233	0.232	0.208	0.185	0.109	0.078
PVS (Vib02)	0.122	0.118	0.124	0.148	0.189	0.246	0.269	0.272	0.272	0.242	0.209	0.206	0.121

Minimum des niveaux vibratoires (Soir et nuit)



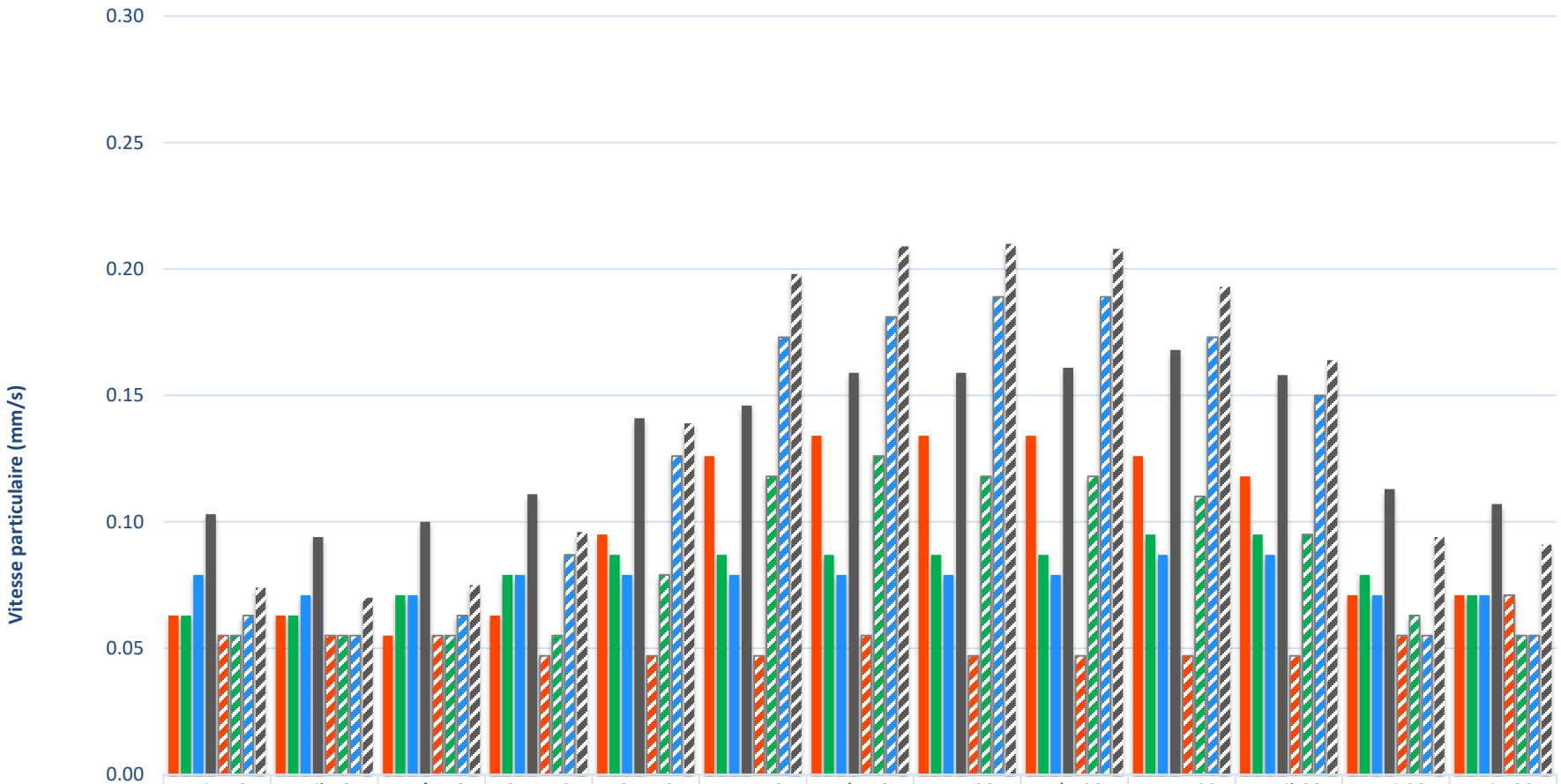
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.055	0.055	0.047	0.055	0.063	0.118	0.126	0.118	0.102	0.087	0.079	0.055	0.055
Axe V (Vib01)	0.055	0.055	0.055	0.071	0.071	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.055	0.055
Axe L (Vib01)	0.063	0.055	0.063	0.063	0.071	0.071	0.071	0.071	0.063	0.071	0.071	0.055	0.055
PVS (Vib01)	0.086	0.080	0.080	0.087	0.110	0.136	0.142	0.149	0.122	0.129	0.123	0.079	0.085
Axe T (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.039	0.047	0.047	0.047	0.063
Axe V (Vib02)	0.047	0.047	0.047	0.047	0.055	0.11	0.11	0.11	0.095	0.087	0.063	0.047	0.047
Axe L (Vib02)	0.055	0.047	0.047	0.055	0.087	0.166	0.173	0.173	0.166	0.142	0.118	0.047	0.047
PVS (Vib02)	0.067	0.062	0.065	0.068	0.091	0.185	0.195	0.194	0.181	0.157	0.119	0.084	0.084

Maximum des niveaux vibratoires (Soir et nuit)



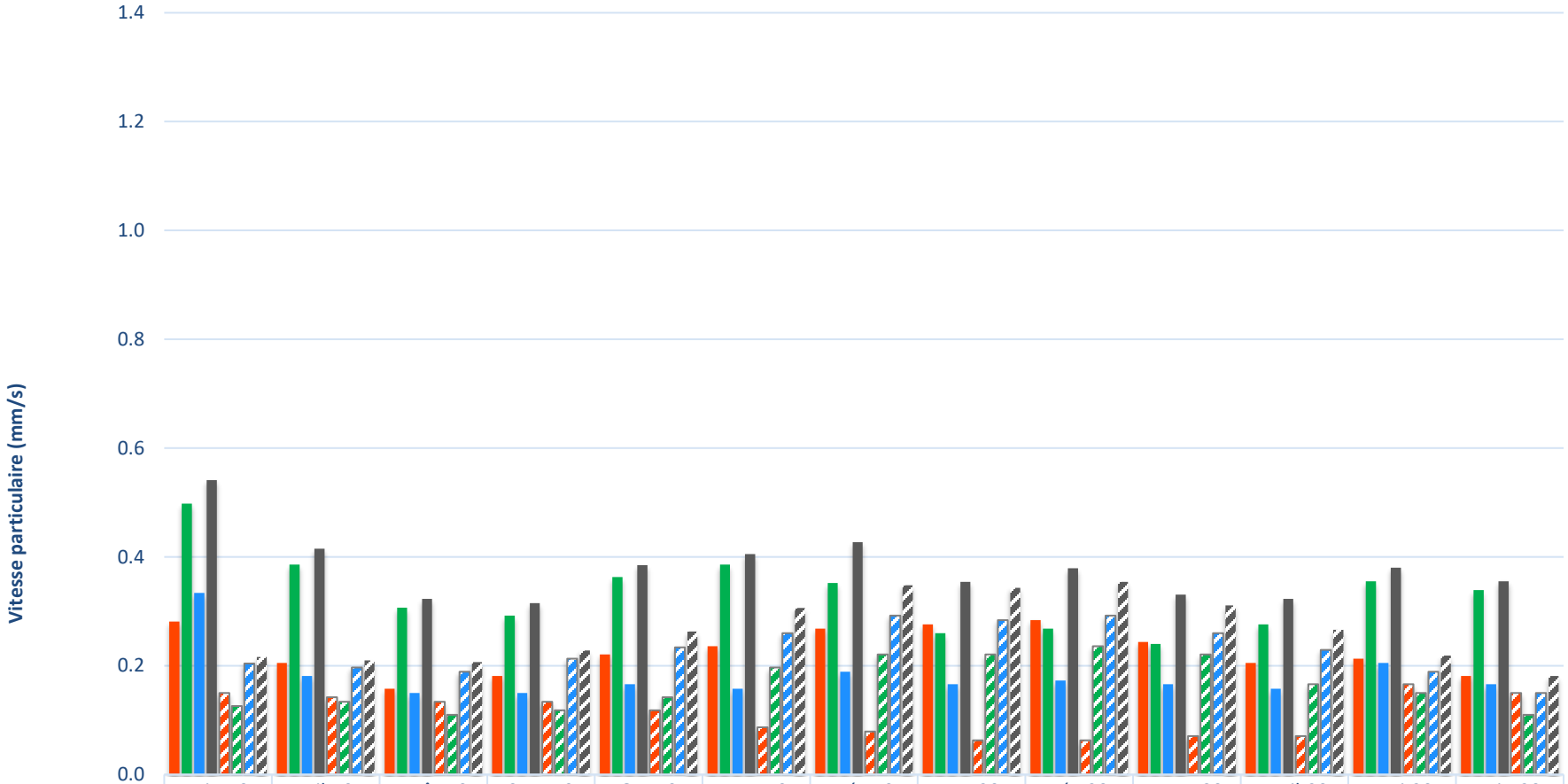
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.899	0.843	0.812	1.001	1.040	1.584	0.654	1.111	0.828	0.567	0.37	0.717	0.378
Axe V (Vib01)	2.010	1.813	1.553	1.923	1.797	2.246	1.23	2.585	1.277	1.096	0.993	0.993	0.615
Axe L (Vib01)	1.198	1.939	1.277	1.308	1.293	1.025	0.741	1.521	0.694	0.599	0.41	0.788	0.41
PVS (Vib01)	2.019	1.948	1.609	2.081	1.849	2.374	1.265	2.837	1.278	1.098	0.995	1.112	0.627
Axe T (Vib02)	0.284	0.583	0.638	1.348	0.796	0.434	0.142	0.118	0.528	0.843	0.402	18.105	0.315
Axe V (Vib02)	0.623	2.065	3.168	0.828	2.640	2.948	0.339	0.307	0.623	1.639	0.37	84.099	0.197
Axe L (Vib02)	0.418	0.851	0.631	1.159	0.788	0.891	0.394	0.347	0.528	0.835	0.52	22.613	0.307
PVS (Vib02)	0.623	2.065	3.169	1.441	2.649	2.964	0.449	0.431	0.683	1.669	0.722	88.948	0.371

Niveaux statistiques L95 (Soir et nuit)



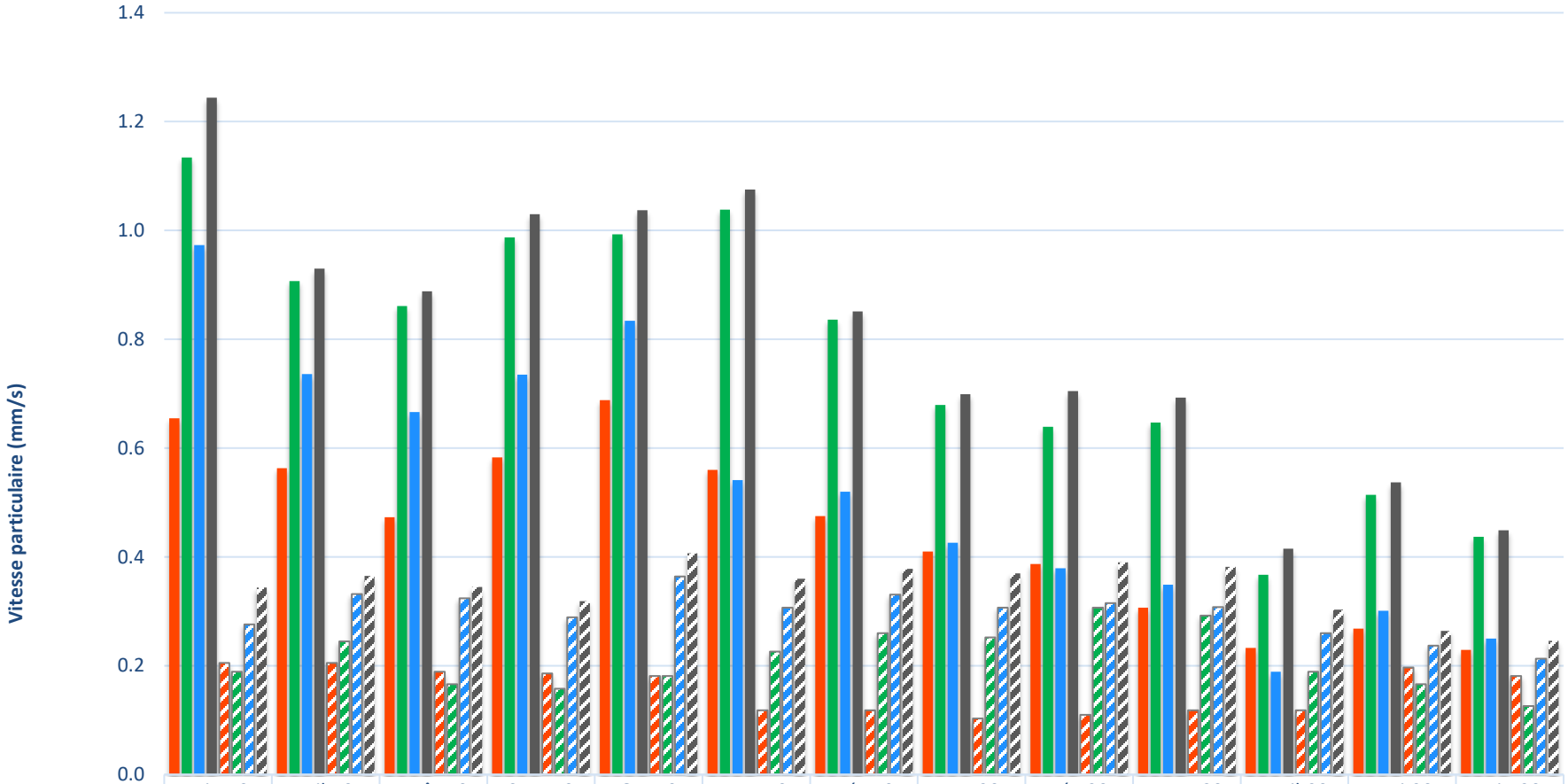
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.063	0.063	0.055	0.063	0.095	0.126	0.134	0.134	0.134	0.126	0.118	0.071	0.071
Axe V (Vib01)	0.063	0.063	0.071	0.079	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.095	0.095	0.079	0.071
Axe L (Vib01)	0.079	0.071	0.071	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.087	0.087	0.071	0.071
PVS (Vib01)	0.103	0.094	0.100	0.111	0.141	0.146	0.159	0.159	0.161	0.168	0.158	0.113	0.107
Axe T (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.047	0.047	0.047	0.055	0.047	0.047	0.047	0.047	0.055	0.071
Axe V (Vib02)	0.055	0.055	0.055	0.055	0.079	0.118	0.126	0.118	0.118	0.11	0.095	0.063	0.055
Axe L (Vib02)	0.063	0.055	0.063	0.087	0.126	0.173	0.181	0.189	0.189	0.173	0.15	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.074	0.070	0.075	0.096	0.139	0.198	0.209	0.21	0.208	0.193	0.164	0.094	0.091

Niveaux statistiques L5 (Soir et nuit)



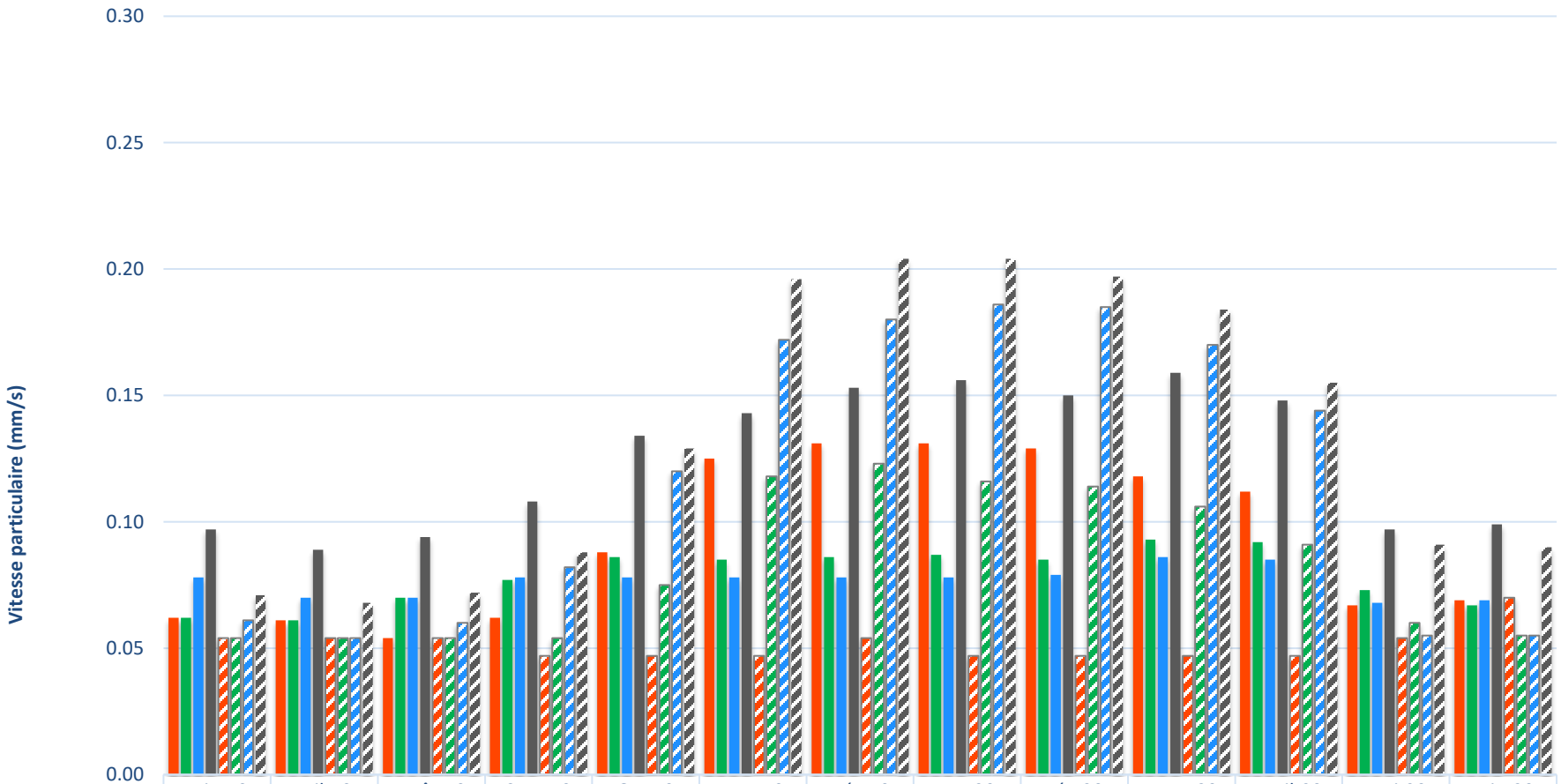
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.281	0.205	0.158	0.181	0.221	0.236	0.268	0.276	0.284	0.244	0.205	0.213	0.181
Axe V (Vib01)	0.498	0.386	0.307	0.292	0.363	0.386	0.352	0.26	0.268	0.24	0.276	0.355	0.339
Axe L (Vib01)	0.334	0.181	0.150	0.150	0.166	0.158	0.189	0.166	0.173	0.166	0.158	0.205	0.166
PVS (Vib01)	0.541	0.415	0.323	0.315	0.385	0.405	0.427	0.354	0.379	0.331	0.323	0.38	0.355
Axe T (Vib02)	0.150	0.142	0.134	0.134	0.118	0.087	0.079	0.063	0.063	0.071	0.071	0.166	0.15
Axe V (Vib02)	0.126	0.134	0.110	0.118	0.142	0.197	0.221	0.221	0.236	0.221	0.166	0.15	0.11
Axe L (Vib02)	0.204	0.197	0.189	0.213	0.234	0.26	0.292	0.284	0.292	0.26	0.229	0.189	0.15
PVS (Vib02)	0.216	0.210	0.207	0.228	0.263	0.306	0.348	0.343	0.354	0.311	0.266	0.219	0.181

Niveaux statistiques L1 (Soir et nuit)



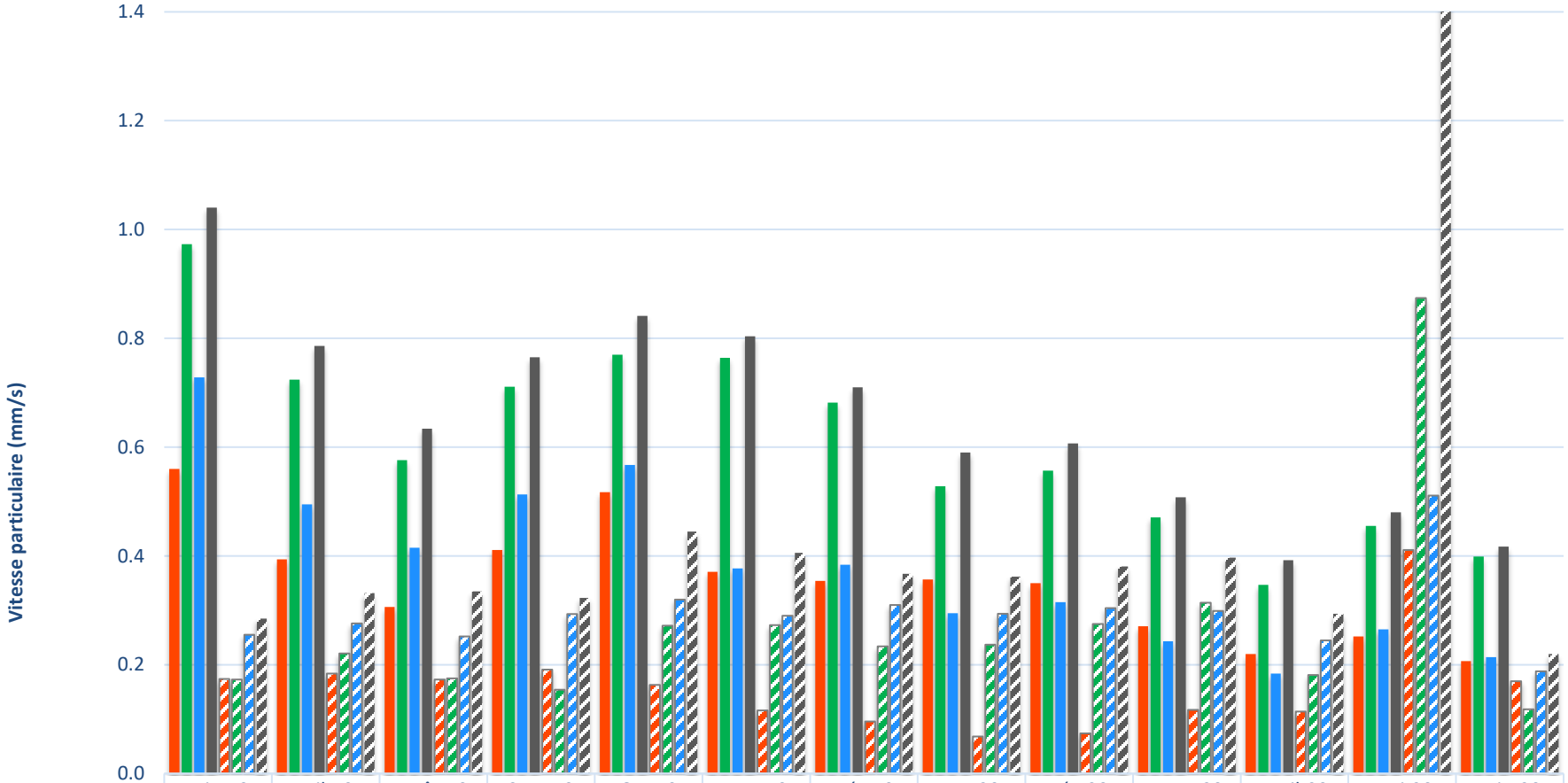
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.655	0.563	0.473	0.583	0.688	0.56	0.475	0.41	0.387	0.307	0.233	0.268	0.229
Axe V (Vib01)	1.134	0.907	0.861	0.987	0.993	1.038	0.836	0.679	0.639	0.647	0.367	0.514	0.437
Axe L (Vib01)	0.973	0.736	0.666	0.735	0.834	0.541	0.52	0.426	0.379	0.349	0.189	0.301	0.25
PVS (Vib01)	1.244	0.930	0.888	1.030	1.037	1.075	0.851	0.699	0.705	0.693	0.415	0.537	0.449
Axe T (Vib02)	0.205	0.205	0.189	0.186	0.181	0.118	0.118	0.103	0.11	0.118	0.118	0.197	0.181
Axe V (Vib02)	0.189	0.245	0.166	0.158	0.181	0.226	0.26	0.252	0.307	0.292	0.189	0.166	0.126
Axe L (Vib02)	0.276	0.332	0.324	0.289	0.364	0.307	0.331	0.307	0.315	0.308	0.26	0.237	0.213
PVS (Vib02)	0.344	0.365	0.345	0.319	0.407	0.36	0.378	0.37	0.39	0.382	0.303	0.264	0.246

Moyenne des 5% des valeurs les plus faibles (Soir et nuit)



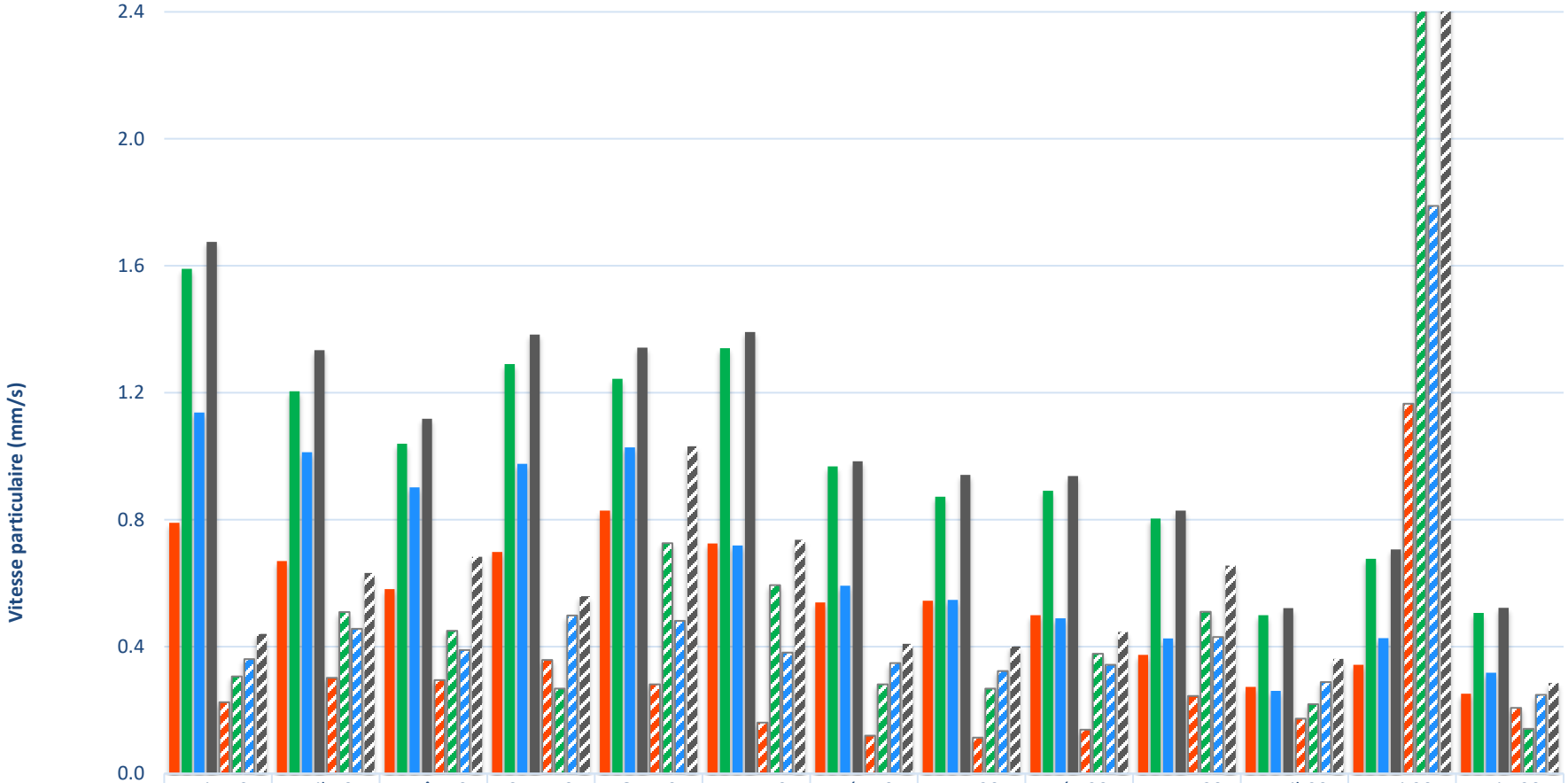
	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.062	0.061	0.054	0.062	0.088	0.125	0.131	0.131	0.129	0.118	0.112	0.067	0.069
Axe V (Vib01)	0.062	0.061	0.070	0.077	0.086	0.085	0.086	0.087	0.085	0.093	0.092	0.073	0.067
Axe L (Vib01)	0.078	0.070	0.070	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.079	0.086	0.085	0.068	0.069
PVS (Vib01)	0.097	0.089	0.094	0.108	0.134	0.143	0.153	0.156	0.15	0.159	0.148	0.097	0.099
Axe T (Vib02)	0.054	0.054	0.054	0.047	0.047	0.047	0.054	0.047	0.047	0.047	0.047	0.054	0.07
Axe V (Vib02)	0.054	0.054	0.054	0.054	0.075	0.118	0.123	0.116	0.114	0.106	0.091	0.06	0.055
Axe L (Vib02)	0.061	0.054	0.060	0.082	0.120	0.172	0.18	0.186	0.185	0.17	0.144	0.055	0.055
PVS (Vib02)	0.071	0.068	0.072	0.088	0.129	0.196	0.204	0.204	0.197	0.184	0.155	0.091	0.09

Moyenne des 5% des valeurs les plus élevées (Soir et nuit)



	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.560	0.394	0.306	0.411	0.517	0.371	0.354	0.357	0.35	0.271	0.22	0.252	0.207
Axe V (Vib01)	0.973	0.724	0.576	0.711	0.770	0.764	0.682	0.528	0.557	0.471	0.347	0.455	0.399
Axe L (Vib01)	0.728	0.495	0.415	0.513	0.567	0.377	0.384	0.295	0.315	0.243	0.184	0.265	0.214
PVS (Vib01)	1.040	0.786	0.634	0.765	0.841	0.804	0.71	0.59	0.607	0.508	0.392	0.48	0.417
Axe T (Vib02)	0.174	0.184	0.173	0.191	0.163	0.116	0.096	0.068	0.074	0.117	0.114	0.411	0.17
Axe V (Vib02)	0.173	0.221	0.175	0.154	0.272	0.273	0.234	0.237	0.275	0.314	0.181	0.874	0.118
Axe L (Vib02)	0.255	0.276	0.252	0.293	0.320	0.29	0.31	0.294	0.304	0.299	0.245	0.511	0.188
PVS (Vib02)	0.285	0.332	0.335	0.323	0.445	0.406	0.367	0.362	0.381	0.397	0.294	1.421	0.22

Moyenne de 1% des valeurs les plus élevées (Soir et nuit)



	Juin-19	Juil-19	Août-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Déc-19	Jan-20	Fév-20	Mars-20	Avril-20	Mai-20	Juin-20
Axe T (Vib01)	0.790	0.670	0.581	0.698	0.829	0.725	0.539	0.545	0.499	0.374	0.273	0.343	0.252
Axe V (Vib01)	1.590	1.205	1.039	1.290	1.244	1.34	0.968	0.872	0.891	0.804	0.499	0.677	0.506
Axe L (Vib01)	1.138	1.013	0.902	0.976	1.028	0.719	0.592	0.547	0.489	0.426	0.261	0.427	0.318
PVS (Vib01)	1.675	1.334	1.118	1.383	1.342	1.391	0.984	0.941	0.938	0.829	0.521	0.706	0.522
Axe T (Vib02)	0.225	0.302	0.295	0.358	0.281	0.161	0.12	0.113	0.138	0.245	0.173	1.165	0.207
Axe V (Vib02)	0.306	0.509	0.450	0.268	0.726	0.594	0.281	0.268	0.378	0.51	0.219	4.595	0.141
Axe L (Vib02)	0.361	0.456	0.389	0.498	0.481	0.381	0.348	0.323	0.343	0.43	0.288	1.789	0.248
PVS (Vib02)	0.440	0.632	0.683	0.559	1.031	0.737	0.409	0.401	0.446	0.655	0.362	5.864	0.286

ANNEXE

B

RAPPORTS MENSUELS

Annexe de 1 298 pages retiré du document original.
Cet annexe pourrait être déposé ultérieurement au besoin.

ANNEXE

ANNEXE 7

BASES ET HISTORIQUE DE CONCEPTION DES INSTALLATIONS DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS

CONFIDENTIEL

RAPPORT

Bases et historique de conception des installations de gestion de résidus miniers

Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Soumettre à:

Ressources Falco Ltée

Hélène Cartier, ing. LL.B., ASC
Vice-présidente, Environnement
1100, avenue des Canadiens-de-Montréal, bureau 300
Montréal, Québec H3B 2S2

Proposé par:

WSP Canada Inc.

GAL154-19125999-20008-RF-Rev1

29 juillet 2024

Liste de distribution

Version électronique : Ressources Falco Ltée

Version électronique : WSP Canada Inc.

Historique des versions émises

Version	Date d'émission	Description	Changements par rapport à la version antérieure
A	16 mai 2020	Copie de travail émise pour révision. Adaptation française de l'étude de conception initiale de Golder (2017a) qui avait été rédigée en anglais.	
B	10 juin 2020	Version préliminaire intégrant les commentaires de Falco sur la RevA.	▪ Comparaison des classifications des digues des IGRM qui ont été effectuées en 2017 et en 2019. ▪ Précisions apportées sur l'approche préconisée pour les analyses de stabilité, les conditions pouvant justifier la réalisation d'analyses de déformations, la stratégie de gestion des stériles et le système de drainage des cellules RCP et RFP.
0	22 juin 2021	Version finale intégrant les commentaires de Falco sur la RevB.	
1	29 juillet 2024	Version finale intégrant les commentaires de Falco sur la Rev0 et reflétant l'évolution de l'ingénierie du projet.	▪ Restructuration du rapport. ▪ Présentation des critères de conception et de la conception des IGRM dans des sections distinctes. ▪ Documentation des changements aux éléments de conception.

Afin d'alléger le rapport, l'acronyme MELCCFP, en vigueur depuis octobre 2022 et qui désigne le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (du Québec), a été utilisé dans l'ensemble du rapport. Par le passé, ce ministère a toutefois été désigné par les appellations suivantes :

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, de 2018 à 2022).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC, de 2014 à 2018).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement de la Faune et des Parcs (MDDEFP, de 2012 à 2014).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, de 2005 à 2012).
- Ministère de l'Environnement (MENV, de 1998 à 2005).
- Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF, de 1994 à 1998).

Table des matières

1.0 INTRODUCTION 1

1.1 Mise en contexte 1

1.2 Installations et infrastructures prévues au site des IGRM 3

1.3 Historique des études réalisées 3

2.0 GUIDES DE RÉFÉRENCE 5

3.0 CONDITIONS DU SITE 5

3.1 Historique du site 5

3.2 Géologie régionale 6

3.3 Topographie 6

3.4 Climat 6

3.5 Hydrographie 7

3.6 Conditions géotechniques 7

3.7 Conditions hydrogéologiques 7

3.8 Unités stratigraphiques 8

3.9 Séismicité 9

4.0 STRATÉGIE DE GESTION DES RÉSIDUS, DES STÉRILES ET DES EAUX DE SURFACE 10

4.1 Répartition des résidus selon leur mode d'entreposage 11

4.2 Stratégie de disposition des stériles 12

5.0 CRITÈRES DE CONCEPTION DES IGRM 13

5.1 Caractérisation des résidus et des stériles 14

5.1.1 Propriétés géotechniques des résidus 14

5.1.2 Propriétés géotechniques des stériles 15

5.1.3 Caractérisation géochimique des résidus et des stériles 16

5.2 Critères de conception des digues 16

5.2.1 Classification des structures de confinement des IGRM 17

5.2.2 Analyse des mécanismes potentiels de défaillance de digue et de leurs effets - Critères de stabilité physique 21

5.2.2.1 Séisme de conception 21
5.2.2.2 Facteurs de sécurité concernant la stabilité des pentes 22
5.2.2.3 Approche à suivre pour la réalisation d'analyses de stabilité 24
5.2.3 Critères de conception des couches de transition 28
5.3 Gestion des eaux au site des IGRM 30
5.3.1 Prise en compte des changements climatiques 33
6.0 CONCEPTION DES IGRM 33
6.1 Planification de la déposition de résidus 33
6.2 Spécifications et quantités des matériaux de construction 34
6.3 Description des aires d'accumulation 35
6.4 Description des digues 37
6.5 Infrastructures de gestion des eaux 40
6.5.1 Dimensionnement des infrastructures de gestion des eaux du site des IGRM 40
7.0 CONCEPT DE FERMETURE DU SITE DES IGRM 44
7.1 Paramètres et hypothèses de conception pour la fermeture 44
7.2 Critères de conception des infrastructures de gestion des eaux pour la fermeture 46
7.3 Risques et opportunités liés à la fermeture 47
8.0 CONTINGENCES 47
8.1 Variations dans l'acheminement des résidus et l'épaississement des résidus 48
8.2 Production excédant le plan de minage actuel 49
8.3 Difficultés lors de l'entreposage souterrain des résidus (sous forme de remblai hydraulique dans les anciennes ouvertures minières) 49
8.4 Variation des propriétés des résidus 49
8.5 Difficultés d'approvisionnement des matériaux de construction 50
9.0 CONCLUSION 50
RÉFÉRENCES 52

TABLEAUX

Tableau 1 : Taux de production moyen de l'UTM sur la durée de vie de la mine et quantité totale de résidus dont la production est prévue (Falco, 2021) 1

Tableau 2 : Taux de production et quantité totale de résidus dont la production est prévue, par flux (Falco, 2021) 2

Tableau 3 : Taux de production et quantité totale de résidus utilisés pour la conception des IGRM, par flux (Golder, 2017a) 2

Tableau 4 : Quantités de roches stériles à gérer en surface (Golder, 2017a) 3

Tableau 5 : Études relatives aux IGRM réalisées depuis l'étude de sélection de site initiale 4

Tableau 6 : Guides de référence pour la conception des infrastructures du site des IGRM 5

Tableau 7 : Valeurs d'accélération maximale du sol des mouvements sismiques 10

Tableau 8 : Estimation de la quantité de résidus dont la production est prévue, selon leur mode d'entreposage (Falco, 2021) 11

Tableau 9 : Estimation de la quantité de résidus utilisée pour la conception des IGRM, selon leur mode d'entreposage (Golder, 2017a) 12

Tableau 10 : Résultats des essais de densité relative sur les RCP et les RFP et calculs de volume 14

Tableau 11 : Quantité et volume de stériles à entreposer au site des IGRM (Golder, 2019a) 16

Tableau 12 : Comparaison des classifications du site des IGRM réalisées en 2017 et 2019 19

Tableau 13 : Paramètres du séisme de conception 21

Tableau 14 : FS minimaux pour la stabilité des pentes au cours des phases de construction, d'exploitation et de fermeture 23

Tableau 15 : Critères de conception des infrastructures de gestion des eaux de surface au site des IGRM 31

Tableau 16 : Estimation de la quantité de résidus et d'eau entreposés au site des IGRM par étape de déposition selon l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) 34

Tableau 17 : Dimensionnement des déversoirs d'urgence du site des IGRM et de leur canal 42

Tableau 18 : Dimensionnement des fossés de collecte du site des IGRM 42

Tableau 19 : Dimensionnement des puisards de pompage du site des IGRM 43

Tableau 20 : Dimensionnement des dérivations du site des IGRM 44

Tableau 21 : Modifications des infrastructures de gestion des eaux prévues pour la fermeture du site des IGRM 46

FIGURES (dans le texte)

Figure 1 : Courbes de distribution granulométrique des RCP et des RFP.....15

Figure 2 : Résultats de l'essai Proctor standard sur les RFP.....15

Figure 3 : Approche conventionnelle pour les analyses de stabilité 25

Figure 4 : Approche conventionnelle pour les analyses de déformation sous chargement sismique.....26

FIGURE (après le texte)

Figure A : Aires d’accumulation et infrastructures de gestion des eaux de surface à la fin de l’exploitation (étape 5 de déposition)

1.0 INTRODUCTION

WSP Canada Inc. (WSP), anciennement Golder Associés Ltée (Golder) lorsque le mandat a été octroyé, a été mandatée par Ressources Falco (Falco) afin de mettre à jour les bases et critères de conception des installations de gestion des résidus miniers (IGRM) présentés dans le rapport de conception des IGRM préparé par Golder en 2017 (Golder, 2017a). Cet exercice vise à :

- Mettre en relief les particularités de chacune des digues et des infrastructures de gestion des eaux;
- Remettre en perspective les stratégies d'opération du site et leur impact sur la conception des IGRM;

  Documenter les changements apportés à la conception des IGRM depuis 2017;
- Établir les conditions d'analyses de stabilité géotechnique ainsi que les facteurs de sécurité ciblés pour chaque condition de chargement.

Il est à souligner que les critères de conception des IGRM sont sujets à modification dans le temps. Ce document sera itératif et modifié au besoin selon l'avancement du projet Horne 5 et l'évolution des normes de diligence en matière de conception et d'opération de parcs à résidus miniers.

1.1 Mise en contexte

Le projet Horne 5 propose l'aménagement du complexe minier Horne 5 (CMH5) dans la ville de Rouyn-Noranda. Celui-ci serait situé sur le site de l'ancienne mine Quemont, plus précisément dans le parc industriel Noranda-Nord, où sera installée la majorité des infrastructures minières, y compris la future mine souterraine. Il est prévu que des IGRM soient aménagées sur l'ancien site minier Norbec, à 11 km au nord-nord-ouest du CMH5, dans le quartier D'Alembert.

La future mine Horne 5 a une durée de vie estimée à environ 15 ans. Le tableau 1 présente les données sur lesquelles est basée la conception des IGRM. Le taux de production de l'usine de traitement du minerai (UTM) est le même que celui utilisé dans l'étude de conception initiale (Golder, 2017a). La quantité totale de résidus produits a été estimée sans déduire les tonnes de concentré de cuivre et de zinc dont la production est prévue et qui représentent 2,15 % de la production totale.

Tableau 1 : Taux de production moyen de l'UTM sur la durée de vie de la mine et quantité totale de résidus dont la production est prévue (Falco, 2021)

	Taux de production moyen de l'UTM et de résidus
Quotidien	15 500 tonnes
Annuel	5 657 500 tonnes
Total (sur 15 ans)	80 896 900 tonnes [(a)]

(a) Sans déduction des tonnes de concentré de cuivre et de zinc, qui représentent 2,15 % de la quantité totale.

Le traitement du minerai produira deux types de résidus : les résidus de flottation de pyrite (RFP) et les résidus de concentré de pyrite (RCP). Les proportions de RFP et de RCP ont été revues lors de la mise à jour de l'étude de faisabilité (Falco, 2021) et représenteront respectivement 57 % et 43 % de la quantité totale calculée, en déduisant les tonnes de concentré de cuivre et de zinc. La conception des IGRM est toutefois basée sur les données de l'étude précédente (Falco, 2017), où les flux représentaient respectivement 63 % et 37 % de la production totale de résidus, laquelle a été calculée sans déduire les tonnes de concentré de cuivre et de zinc qui représentaient 2,15 % de la quantité totale. Les deux flux auront été soumis à une lixiviation au cyanure pour la récupération de l'or, suivie d'un procédé de destruction du cyanure dans deux circuits distincts (Falco, 2017, 2021). Le tableau 2 présente les tonnages totaux de résidus pour chacun des flux dont la production est prévue par l'UTM (Falco, 2021) et le tableau 3 présente ceux utilisés pour la conception des IGRM (Golder, 2017a).

Tableau 2 : Taux de production et quantité totale de résidus dont la production est prévue, par flux (Falco, 2021)

	Unité	Taux de production moyen de l'UTM et quantité de résidus produits		
		RFP	RCP	Total
Annuellement	Tonne par an	3 146 900	2 389 000	5 535 900
Production totale de résidus [(a)] (sur 15 ans)	Million de tonnes	45,0	34,2	79,2
Pourcentage du total	%	57	43	100

(a) Excluant les tonnes de concentrés de cuivre et de zinc, estimées à 2,15 %.
RFP = résidus de flottation de pyrite; RCP = résidus de concentré de pyrite.

Tableau 3 : Taux de production et quantité totale de résidus utilisés pour la conception des IGRM, par flux (Golder, 2017a)

	Unité	Taux de production moyen de l'UTM et quantité de résidus		
		RFP	RCP	Total
Annuellement	Tonne par an	3 564 200	2 093 300	5 657 500
Production totale de résidus [(a)] (sur 15 ans)	Million de tonnes	50,9	29,9	80,9
Pourcentage du total	%	63	37	100

(a) Sans déduction des tonnes de concentré de cuivre et de zinc.
RFP = résidus de flottation de pyrite; RCP = résidus de concentré de pyrite.

Outre le minerai, il est estimé qu'environ 1,5 Mt de stériles seront hissées à la surface pendant la période de préproduction. La conception préliminaire des IGRM est toutefois basée sur une estimation préalable de 1,6 Mt, selon le calendrier présenté au tableau 4.

Tableau 4 : Quantités de roches stériles à gérer en surface (Golder, 2017a)

	Année -3	Année -2	Année -1	Total
Quantité (tonne)	489 100	920 900	221 400	1 631 400

Note : La période de préproduction du projet Horne 5 termine à l'année -1 et les activités d'exploitation du projet débutent à l'année 1.

1.2 Installations et infrastructures prévues au site des IGRM

La superficie totale projetée du site des IGRM est estimée à 240 ha. Les aires d'accumulation et infrastructures de gestion des eaux qui devraient y être aménagées sont énumérées ci-dessous et illustrées à la figure A, selon leur configuration, à la fin de la période d'exploitation du projet Horne 5. L'aménagement du site étant conceptuel et préliminaire, l'empreinte du site de même que les installations pourraient changer durant le développement du projet.

- Aires d'accumulation :
  - De résidus miniers. Une description des deux aires d'accumulation et de leurs digues de confinement est fournie aux sections 6.2 à 6.4;
  - De stériles miniers temporaires, stériles qui auront été enfouis sous les RFP pendant les activités minières. La stratégie de disposition des stériles est décrite dans un rapport de Golder (2019a). La section 4.2 en résume les grandes lignes et présente d'autres possibilités de disposition des stériles;
  - De mort terrain et de sol végétal décrit dans le plan de réaménagement et de restauration du site des IGRM (Golder, 2022a).
- Infrastructures de gestion des eaux, qui sont décrites brièvement à la section 6.5 et plus amplement dans le rapport du bilan d'eau (Golder, 2022b) :
  - Des systèmes de dérivation des eaux de surface;
  - Des systèmes de collecte des eaux de contact;
  - Des installations de pompage entre les infrastructures;
  - Une usine de traitement des eaux (UTE);
  - Un bassin de polissage;
  - Des infrastructures de rejet de l'effluent final.

1.3 Historique des études réalisées

Une étude de sélection de site pour l'entreposage en surface de résidus et l'aménagement des IGRM a été réalisée par Golder en 2017 (2017b), puis mise à jour en 2018 (Golder, 2018a). Cette étude a été menée conformément aux lignes directrices relatives à l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers publiées en 2011 par Environnement Canada, et aux principes généraux de la Directive 019 sur l'industrie minière (Directive 019, MELCCFP, 2012). Les détails de l'étude de sélection de site, y compris les résultats de l'analyse de sensibilité, sont présentés dans un rapport détaillé préparé par Golder (2018a).

Sur la base de cette étude, le site de l'ancienne mine Norbec a été retenu pour l'aménagement des IGRM. Le tableau 5 présente une liste des études réalisées depuis l'étude de sélection de site initiale (Golder, 2017b). Celles-ci traitent de la gestion des résidus, des stériles miniers et des eaux de surface au site des IGRM, des matériaux présents au site ou de ceux qui seraient utilisés pour la construction des digues.

Tableau 5 : Études relatives aux IGRM réalisées depuis l'étude de sélection de site initiale

Auteur (année)	Sujet	Numéro de référence
Golder (2017a)	Étude de conception initiale des IGRM	028-1774165-3100-4000-Rev0
Golder (2017c)	Analyse climatique	GAL001-1774165-TM-Rev0
Golder (2018a)	Mise à jour de l'étude de sélection de site pour l'entreposage en surface de résidus miniers et l'aménagement des IGRM	GAL031-1774165-3100-RF-Rev2
Golder (2018b)	Analyse de bris de digue initiale	GAL097-1787678-2100-Rev0
Golder (2019a)	Stratégie de disposition des stériles miniers hissés en surface et transportés au futur site des IGRM	GAL121-19125999-19002-Rev0
Golder (2019b)	Rapport factuel des travaux d'investigation géotechnique menés en 2018 et 2019 au site des IGRM	GAL120-19125999-19005-RF-Rev0
Golder (2019c)	Étude hydrogéologique et géochimique du site des IGRM	GAL117-19122243-Rev0
Golder (2019e)	Mise à jour de l'analyse de bris de digue	GAL097-1787678-2100-Rev1
Golder (2019f)	Étude des conséquences d'un hypothétique bris de digue sur la qualité des plans d'eau en aval des IGRM	GAL135-19122243-RF-Rev0
Golder (2019g)	Analyse des modes de défaillance des IGRM et de leurs effets	GAL127-19125999-19007-MTF-Rev0
Golder (2021a)	Étude de conception des digues RFP-1 et Interne[1]	GAL165-19125999-20008-2-MTF-Rev0
Golder (2021b)	Spécifications des matériaux granulaires qui constitueront les digues du site des IGRM et le système de drainage de la cellule RCP	GAL155-19125999-20008-MTF-Rev2
Golder (2021c)	Estimation des quantités de matériaux de construction des digues et du système basal de la cellule RCP du site des IGRM	GAL163-19125999-20008-MTF-Rev0
Golder (2022a)	Plan préliminaire de réaménagement et de restauration du site des IGRM	GAL111-19122243-3-RF-Rev0
Golder (2022b)	Rapport du bilan d'eau du projet Horne 5 tout au long du projet Horne 5, excluant la phase de fermeture passive	GAL113-19122243-RF-Rev2
Golder (2022c)	Classification des matériaux miniers selon les critères de la Directive 019 et du Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai du MELCCFP (2020)	GAL272-2148284001-21003-Rev0

[1] Bien que le document s'intitule « Mise à jour de la conception des digues RFP-1 et Interne », il s'agit plutôt d'une étude de conception qui intègre des données recueillies durant les travaux d'investigation géotechnique menés au site des IGRM en 2018 et 2019.

Golder (2022d)	Évaluation des contraintes liées à la conception des dérivations projetées au site des IGRM	GAL308-2148284007-22001-Rev2
WSP (2023a)	Investigation géotechnique au nord du site des IGRM	GAL292-2148284003-22001-RF-Rev0

2.0 GUIDES DE RÉFÉRENCE

Les bases et critères de conception des infrastructures du site des IGRM s'appuient sur les lignes directrices de deux guides de référence provinciaux. De plus, des informations présentées par l'Association canadienne des barrages (ACB) et Environnement Canada ont également été utilisées pour établir les critères de conception. Les directives de l'ACB spécifiques à l'industrie minière (2019) ont été appliquées puisque les digues du site des IGRM retiendront des résidus miniers potentiellement liquéfiables.

Le tableau 6 présente une brève description des guides de référence utilisés pour définir les lignes directrices de la conception des infrastructures.

Tableau 6 : Guides de référence pour la conception des infrastructures du site des IGRM

Guides de référence	Description
Directive 019 sur l'industrie minière (Directive 019), 2012, 3e édition, du MELCCFP	Lignes directrices sur la classification, la gestion environnementale et géotechnique des déchets miniers au Québec.
Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (Guide de restauration ci-après), 2017, 2e édition, du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)	Le document fournit des recommandations sur les exigences pour tous les aspects de la planification et de la mise en œuvre de la fermeture. L'annexe 1, intitulée *Stabilité géotechnique des aires d'accumulation*, est particulièrement utile pendant la phase de conception.
Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers (bulletin technique ci-après), 2019, 2e édition, en complément des Recommandations de sécurité des barrages, 2013, de l'ACB	Directives de sécurité des barrages miniers. Des recommandations pour les chargements sismiques, la stabilité des pentes et des fondations ainsi que les critères hydrologiques sont fournis.
Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux, 2009, d'Environnement Canada.	Fournis notamment des recommandations sur les critères de conception des installations de drainage des eaux de surface.

3.0 CONDITIONS DU SITE

Cette section présente des renseignements relatifs aux conditions actuelles du site prévu pour l'aménagement des IGRM.

3.1 Historique du site

Les IGRM projetées empièteront sur une partie du site de l'ancienne mine Norbec et l'effluent final se situera près du site de l'ancienne mine Vauze. Les paragraphes ci-dessous décrivent brièvement les activités historiques qui ont eu lieu sur ces sites miniers. Une description sommaire des infrastructures minières existantes et de la configuration actuelle du site des IGRM est présentée dans le plan de restauration des IGRM (Golder, 2022a).

Site de l'ancienne mine Norbec

Le site de l'ancienne mine Norbec se trouve sur deux bassins versants communément appelés Duprat et Vauze. Ces bassins versants sont des affluents du lac Dufault via la rivière Duprat (bassin versant Duprat) et via le ruisseau Vauze (bassin versant Vauze).

La mine Norbec a été exploitée par la compagnie *Falconbridge Copper Corporation* à partir de 1964. On y trouvait alors une mine souterraine et une usine de traitement de minerai produisant du cuivre et du zinc. Les activités de la mine souterraine ont cessé en 1976. L'usine a traité du minerai d'autres mines jusqu'à sa fermeture définitive en 1995. Aucune activité minière n'a eu lieu sur le site depuis. Le propriétaire actuel du site est *First Quantum Minerals*. Des travaux de réhabilitation y ont été effectués entre 1996 et le début des années 2000 (Golder, 2000; Geocon, 2004).

Près de 10 Mt de résidus miniers provenant de la mine Norbec et d'autres mines sont entreposées sous forme de pulpe dans deux aires d'accumulation de résidus. Le site des IGRM empiètera sur l'une de ces aires d'accumulation et sur certains des bassins de gestion des eaux de l'ancien site minier.

Site de l'ancienne mine Vauze

Le site de l'ancienne mine Vauze est localisé à l'ouest du site des IGRM, dans le bassin versant de l'effluent final projeté, au lac Waite. Des activités d'exploration ont eu lieu au site en 1957 et ont mené à la découverte de zones minéralisées. Celles-ci ont été exploitées par la compagnie *Vauze Dufault Mines Ltd*. entre 1960 et 1965. Au total, 385 000 tonnes de minerai de cuivre, de zinc, d'argent et d'or ont été extraites. L'ancien site minier Vauze et son parc à résidus n'ont pas fait l'objet de travaux de restauration. Il est inscrit à l'inventaire du passif environnemental de sites miniers du MERN (2021).

3.2 Géologie régionale

Le site des IGRM est associé à un gisement de sulfures massifs encaissés dans une rhyolite et des unités mafiques (basalte et andésite). Le cisaillement d'Alembert, à l'est des IGRM projetées, est un élément structural dominant qui divise le site en différents domaines géologiques. Plusieurs affleurements rocheux ont été répertoriés à l'intérieur et au pourtour du site.

3.3 Topographie

La topographie générale du site des IGRM se présente comme une plaine légèrement ondulée dans sa partie nord et sud. Le relief est plus accidenté dans sa partie centrale, où le sommet Duprat atteint une élévation d'environ 460 m. Le site des IGRM est formé de buttes, de basses collines et de plusieurs affleurements rocheux d'élévation et d'étendues variables. Il est bordé par des boisés de feuillus entrecoupés de milieux humides et de plusieurs plans d'eau dont la nature est souvent liée aux activités des anciennes mines Norbec et Vauze.

Les bassins de gestion des eaux de l'ancien site minier Norbec ont une élévation d'environ 320 m. L'effluent du bassin de polissage existant est le point le plus bas du site des IGRM, avec une élévation d'environ 312 m.

3.4 Climat

Le climat dans la région de Rouyn-Noranda est considéré comme froid puisque la température y demeure en moyenne sous le point de congélation, de novembre à mars. Le climat est humide et caractérisé par des précipitations régulières tout au long de l'année. Les précipitations de pluie, de neige et de grêle totalisent en moyenne 865 mm annuellement (Golder, 2017c).

3.5 Hydrographie

Le secteur d'implantation des IGRM est une zone majoritairement boisée, avec de nombreux lacs situés en tête de bassin versant. Le réseau hydrographique du secteur se draine en partie vers le lac Dufault (écoulement vers l'est via le lac et le ruisseau Vauze) et en partie vers le lac Duprat (écoulement vers le sud-est à partir du lac Waite, dont l'exutoire s'écoule par le ruisseau Waite vers le lac Duprat). L'ensemble de ces cours d'eau se jette, à terme, dans le bassin versant du lac Dufault. La délimitation des bassins versants est indiquée dans le rapport du bilan d'eau (Golder, 2022b).

3.6 Conditions géotechniques

La région du site des IGRM est située dans les limites de l'ancien lac glaciaire Barlow-Ojibway, où les dépressions topographiques sont remplies de sédiments fins glaciolacustres et les collines, couvertes de sédiments plus grossiers. Comme présenté à la section 3.8, des remblais issus d'activités minières antérieures recouvrent le terrain naturel dans certains secteurs. Les sols naturels sont généralement constitués de matériaux organiques surmontant des sols cohérents, suivis d'une couche de till recouvrant le socle rocheux.

La stratigraphie du site des IGRM est détaillée dans un rapport factuel sur l'investigation menée au site à l'automne 2018 et au printemps 2019 (Golder, 2019b). Le rapport factuel de WSP (2023), qui décrit les travaux d'investigation entrepris en mars 2022 au nord du site des IGRM, fournit des informations additionnelles sur la stratigraphie du nord du site. Lors de ces investigations, des épaisseurs de sols cohérents allant jusqu'à 11 m ont été interceptées dans la vallée du ruisseau Vauze, et allant jusqu'à 16 m dans le secteur de la digue interne.

Les propriétés géotechniques des sols dans certains secteurs du site des IGRM ont été interprétées d'après les données géotechniques recueillies lors des campagnes d'investigation de 2018-2019 et 2022 et sont présentées dans les documents énumérés ci-dessous :

- Rapport sur la stratégie de disposition des stériles (Golder, 2019a).
- Étude de conception des digues RFP-1 et Interne (Golder, 2021a).

3.7 Conditions hydrogéologiques

Les conditions hydrogéologiques du site des IGRM ont été définies dans une étude hydrogéologique (Golder, 2019c) s'appuyant sur des données recueillies lors d'investigations antérieures (Golder, 1983, 1998, 2000) et lors des travaux d'investigation menés au site en 2018 et en 2019 (Golder, 2019b,d). Cette dernière investigation a permis l'aménagement de 15 puits d'observation sur le site des IGRM, dans les résidus des deux parcs à résidus existants du site minier Norbec, ainsi que dans les dépôts meubles et dans le roc superficiel. Avant cette campagne, le site comptait quelques puits d'observation installés avant 1995.

La piézométrie de la portion supérieure du roc et les directions d'écoulement à l'échelle du site ont été définies à partir des mesures des niveaux d'eau réalisées en juin 2019, du niveau d'eau des bassins et de la topographie du secteur des IGRM. Les niveaux d'eau souterraine dans le roc mesurés en 2019 sont généralement près de la surface avec des profondeurs comprises entre 0,54 m et 5,10 m. Globalement, les directions d'écoulement de l'eau souterraine dans l'empreinte des IGRM sont contrôlées par la topographie du site et se font en direction du ruisseau Vauze, qui est le cours d'eau dont l'élévation est la plus basse dans le secteur. Une ligne de partage des eaux inférée serait aussi présente à l'ouest du site, à proximité du lac Waite, dans le secteur Vauze.

3.8 Unités stratigraphiques

Les sols rencontrés au site des IGRM lors des investigations récentes et antérieures (Golder, 1983, 1998, 2000, 2019b,d; WSP, 2023) sont les suivants :

- Un remblai de stériles miniers générateurs d'acide, composé de gravier et de sable, parfois mélangé à des résidus miniers oxydés, est présent au-dessus du parc à résidus n^{o} 2 du site de l'ancienne mine Norbec. Ce remblai n'a cependant pas été échantillonné et sa nature devra être confirmée lors d'une investigation ultérieure;
- Des résidus miniers, principalement composés de silt, dans les secteurs des parcs à résidus n^{os} 1 et 2. Cette unité a été rencontrée sur une épaisseur qui varie entre 8,35 m et 22,10 m. La couche de résidus miniers repose sur les sols naturels. Leur compacité est généralement très lâche et leur teneur en eau est comprise entre 14,8 % et 30,2 %, avec une moyenne de 21,8 %. Quatre résultats d'essais de conductivité hydraulique sont disponibles pour cette unité. La moyenne géométrique de ces essais est de 4 x 10^{-7} m/s. Les valeurs minimale et maximale sont respectivement de 2 x 10^{-8} m/s et de 6 x 10^{-6} m/s;
- Des sols organiques, contenant des débris de bois et de racines, dans tous les secteurs investigués, mis à part celui du bassin de polissage existant. Il est à noter que ces sols se retrouvent également sous les résidus dans les secteurs des parcs à résidus n^{os} 1 et 2 existants;
- Des sols cohérents et un dépôt de silt et sable, analysés simultanément d'un point de vue hydrogéologique. La moyenne géométrique des données de conductivité hydraulique disponibles pour ces unités est de 6 x 10^{-9} m/s. Les valeurs minimale et maximale sont respectivement de 5 x 10^{-1} m/s et de 5 x 10^{8} m/s. Leurs caractéristiques géotechniques ont été décrites séparément et sont présentées ci-dessous :
  - Des sols cohérents composés de matériaux classifiés comme étant une argile silteuse à argile dans tous les secteurs, à l'exception du bassin de polissage existant. Leur épaisseur varie entre 0,19 m et 16,51 m. Ils sont d'une consistance allant de très molle à raide, ont une limite de liquidité variant de 27,0 % à 63,0 %, une limite de plasticité comprise entre 15,7 % et 26,0 % et un indice de plasticité compris entre 9,0 % et 38,0 %;
  - Un horizon de silt et sable présent dans tous les secteurs, inféré sur la base d'une interprétation préliminaire d'essais de pénétration au piézocône et d'observations effectuées en 2023 (WSP, 2023). Cette couche varie entre 0,17 m et 3,40 m d'épaisseur. Les essais de pénétration standard réalisés au sein de cette couche en 2022 indiquent qu'au nord du site des IGRM, le silt et sable est généralement très lâche à lâche. Leur teneur en eau est comprise entre 21,5 % et 33,2 %.

- Un till d'origine glaciaire, composé d'un mélange de silt, de sable, de gravier et de blocs en proportions variables, intercepté dans tous les secteurs. Cette couche repose directement sur le socle rocheux et est d'une compacité allant de compacte à très dense. Le sommet de la couche de till a été rencontré à une élévation variant de 303,38 m à 333,03 m et sur une épaisseur variant de 0,92 m à 6,94 m. Cette couche repose directement sur le socle rocheux. Deux essais de conductivité hydraulique ont été effectués dans des puits d'observation installés dans le till. Les valeurs de conductivité hydraulique obtenues sont de 1 x 10^{-6} m/s et de 2 x 10^{-5} m/s. La moyenne géométrique de ces deux valeurs est de 4 x 10^{-6} m/s;
- Le socle rocheux a été rencontré à l'emplacement de chaque forage, soit directement en surface, sous une mince couche de sols organiques, soit sous les sols cohérents ou le till. Plusieurs affleurements ont également été répertoriés à l'intérieur et au pourtour du site des IGRM. De manière générale, le roc échantillonné est de qualité très mauvaise à bonne, en surface et devient d'excellente qualité, en profondeur. Il est soit légèrement altéré avec quelques fractures, soit sans aucun signe visible d'altération. Les lithologies observées sont de l'andésite, du basalte et du gabbro fracturés. Sept résultats d'essais de conductivité hydraulique sont disponibles pour le roc. La moyenne géométrique de ces essais est de 1 x 10^{-7} m/s. Les valeurs minimale et maximale sont de 1 x 10^{-8} m/s et de 4 x 10^{-6} m/s respectivement.

3.9 Séismicité

Le site des IGRM est situé dans une région continentale qui est stable sur le plan tectonique et caractérisée par une activité sismique relativement faible (Séismes Canada, 2021a, site internet). Les paramètres sismiques présentés dans ce document sont obtenus à partir des données de désagrégation de l'aléa sismique fournies par la Commission géologique du Canada (la Commission, 2019, courriel) et ont été calculés pour l'édition 2015 du Code national du bâtiment du Canada (CNB2015, Conseil national de recherches Canada [CNRC], 2015). Les calculs d'aléa du CNB2015 sont dérivés du modèle probabiliste d'aléa sismique national de cinquième génération.

Il convient de noter que le CNB2015 est entré en vigueur après l'étude de conception initiale (Golder, 2017a), qui elle reposait sur la version 2010 du Code national du bâtiment. En revanche, la conception de l'empilement de stériles (Golder, 2019a) et l'étude de conception des digues RFP-1 et Interne (Golder, 2021a) font usage des calculs d'aléa du CNB2015. Le tableau 7 présente les estimations de l'accélération maximale du sol (AMS) pour le site des IGRM, qui ont été fournies par la Commission (2019, courriel). Les périodes de retour sélectionnées pour la conception des IGRM sont discutées à la section 5.2.2.1.

Il est à souligner que ni la Commission ni la calculatrice d'aléa sismique de Séismes Canada ne fournissent des valeurs d'aléas sismiques pour les périodes de retour plus longues que 1 dans 2 475 ans (1:2475 ans), celles-ci dépassant le cadre du CNB2015. En revanche, Séismes Canada (2021b, site internet) propose une méthodologie simplifiée décrite à la section 5.2.2.1 pour obtenir les valeurs d'aléas sismiques de faible probabilité. Il est attendu que les valeurs d'AMS utilisées pour la conception des IGRM subissent des changements suivant l'adoption de l'édition 2020 du Code national du bâtiment et au fur et à mesure que les modèles d'aléa sismique continueront d'être perfectionnés.

Tableau 7 : Valeurs d'accélération maximale du sol des mouvements sismiques

Récurrence des mouvements sismiques (années)	AMS[(a)] (g)
100	0,010
475	0,030
1 000	0,046
2 475	0,074
10 000	0,093[(b)]

(a) Valeurs fournies pour un site de classe C d'après l'édition 2015 du Code national du bâtiment du Canada.
(b) Valeur extrapolée à partir des AMS correspondant aux périodes de retour de 1:475 et de 1:2 475 ans.
AMS = accélération maximale du sol; g = 9,81 m/s².

4.0 STRATÉGIE DE GESTION DES RÉSIDUS, DES STÉRILES ET DES EAUX DE SURFACE

La stratégie de gestion des résidus et des stériles a été élaborée en tenant compte notamment des contraintes et des possibilités suivantes :

- Le projet Horne 5 se situe dans l'aire urbaine de la ville de Rouyn-Noranda, offrant très peu d'espace pour l'aménagement d'aires d'entreposage. La majeure partie de la topographie favorable pour la gestion des résidus a déjà été utilisée par d'autres sociétés minières ou est altérée par d'anciennes exploitations;
- Toute installation de gestion des résidus miniers située dans les limites de la ville aura un impact visuel ou affectera la qualité de vie des quartiers voisins;
- Les anciennes mines à proximité présentent des ouvertures souterraines qui pourraient être utilisées pour l'entreposage de résidus;
- L'exploitation de la future mine Horne 5 nécessitera l'utilisation de remblai minier, dans lequel des résidus pourraient être valorisés.

Compte tenu de ces conditions, plusieurs possibilités ont été envisagées et étudiées. La stratégie suivante a été identifiée comme la meilleure :

- Le remblai minier (remblai en pâte) nécessaire pour l'exploitation minière est une opportunité de valorisation très importante qui doit être utilisée autant que possible, en donnant la priorité à l'utilisation des RCP dans la mesure du possible, car ces résidus sont plus réactifs.

- Le remblayage dans les ouvertures souterraines (remblai hydraulique) est une opportunité à utiliser autant que possible pour plusieurs raisons, notamment :
  - Il réduit l'empreinte des aires d'entreposage en surface et ainsi, minimise l'occupation de milieux naturels (zones boisées, milieux humides, etc.) et limite l'impact visuel de ces aménagements;
  - Il assure un meilleur contrôle des risques associés à la stabilité chimique des résidus et à leurs impacts sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, particulièrement lorsque les résidus sont potentiellement générateurs d'acide. Les résidus accumulés sous terre seront ennoyés, ce qui est une méthode reconnue de gestion de cette problématique;
  - Il diminue les risques associés à la stabilité physique et les conséquences potentielles d'évènements catastrophiques. Il diminue également les besoins en surveillance et en entretien des ouvrages de rétention des différentes aires d'accumulation en surface;
  - Il réduit le besoin en matériaux requis pour l'aménagement et la restauration des aires d'accumulation en surface et ainsi, l'exploitation de bancs d'emprunt dans des milieux naturels;
  - Il facilite la restauration du site minier à la fin des activités d'exploitation;
  - Il retarde l'entreposage en surface.

4.1 Répartition des résidus selon leur mode d'entreposage

Compte tenu de cette orientation stratégique et sur la base d'études sur les besoins en remblai en pâte et sur la capacité d'entreposage des ouvertures souterraines (Golder, 2017d), les tonnages de résidus selon les différents modes d'entreposage ont été estimés. Le tableau 8 présente la répartition moyenne des résidus dont la production est prévue, selon leur mode d'entreposage sur la durée de vie de la mine. Le tableau 9 présente la répartition utilisée pour la conception des IGRM (Golder, 2017a).

Tableau 8 : Estimation de la quantité de résidus dont la production est prévue, selon leur mode d'entreposage (Falco, 2021)

Type de résidus	Quantité totale[(a)] (Mt)	Entreposage souterrain		Entreposage en surface (site des IGRM) (Mt)
		Remblai hydraulique (Mt)	Remblai en pâte (Mt)	
RFP	44,997	4,725	17,929	22,343
RCP	34,161	1,994	17,929	14,238
Total	79,158	6,719	35,858	36,581

(a) Excluant les tonnes de concentrés de cuivre et de zinc, estimées à 2,15 %.

Mt = millions de tonnes.

Tableau 9 : Estimation de la quantité de résidus utilisée pour la conception des IGRM, selon leur mode d'entreposage (Golder, 2017a)

Type de résidus	Quantité totale[(a)] (Mt)	Entreposage souterrain		Entreposage en surface (site des IGRM) (Mt)
		Remblai hydraulique (Mt)	Remblai en pâte (Mt)	
RFP	50,989	4,725	17,929	28,335
RCP	29,908	1,994	17,929	9,985
Total	80,897	6,719	35,858	38,320

(a) Sans déduction des tonnes de concentrés de cuivre et de zinc.
Mt = million de tonnes.

Selon les estimations, plus de 45 % des résidus seront valorisés dans le remblai en pâte, tout au long de la durée de vie de la mine.

La capacité d'entreposage estimée des anciennes ouvertures souterraines devrait permettre d'y déposer des résidus sous forme de remblai hydraulique pendant une période d'environ deux ans, avant que l'entreposage en surface ne devienne nécessaire. Sur la base de cette stratégie, des tonnages de résidus à entreposer en surface (Golder, 2017d) et des conclusions de l'étude de sélection de site pour l'aménagement des IGRM (Golder, 2018a), le site de l'ancienne mine Norbec a été retenu pour l'aménagement des IGRM.

4.2 Stratégie de disposition des stériles

Les stériles produits par le développement souterrain seront prioritairement valorisés en les utilisant pour les activités minières souterraines, comme le remblayage des chantiers minés, ou entreposés sous terre. L'excédent, prévu seulement en période de préproduction, sera hissé à la surface et transporté au site des IGRM.

La conception initiale (Golder, 2017a) prévoyait utiliser ces stériles miniers comme matériaux de construction principaux du corps de la digue médiane (voir section 6.4). Cette approche a été revue pour tenir compte de leurs propriétés géochimiques (voir section 4.2). Il est présentement prévu de les accumuler de façon temporaire dans l'aire du parc à résidus nº 2 de l'ancien site minier Norbec, en attendant la mise en place des IGRM et la déposition des RFP qui recouvriront définitivement tous les stériles avant la fin de l'exploitation. Les détails de la stratégie de gestion des stériles et la configuration de l'empilement proposé sont présentés dans un rapport préparé par Golder (2019a).

La configuration présentement envisagée permet d'entreposer tous les stériles qui sont prévus être acheminés aux IGRM, mais pourrait emmagasiner un volume de stériles plus ou moins grand. La valorisation des stériles comme matériel de construction pour les ouvrages de retenue du site des IGRM demeure une option privilégiée. Leur utilisation dans des conditions respectant les critères de conception et la gestion des risques géotechniques et géochimiques décrits dans les sections suivantes est parmi les opportunités envisagées (voir section 6.4). Dans tous les cas, les stériles hissés à la surface et acheminés aux IGRM seront entièrement recouverts par des résidus à la fin de l'exploitation et confinés après la fermeture et la restauration du site.

5.0 CRITÈRES DE CONCEPTION DES IGRM

La conception des IGRM est abordée selon les critères de conception généraux suivants :

- À la sortie de l'UTM, les RFP auront une teneur en solides massique comprise entre 62 et 63 % masse/masse (m/m), tandis que les RCP auront une teneur en solides massique de 47 % m/m (Golder, 2017d). Le transport des deux types de résidus se fera de façon hydraulique, par le biais de conduites reliant l'UTM au site des IGRM;
- Les RCP et les RFP seront gérés dans deux aires (cellules) distinctes comme le stipulent la Directive 019 (MELCCFP, 2012) et les lignes directrices d'Environnement Canada relatives à l'évaluation de solutions de rechange pour l'entreposage de déchets miniers (2011). En revanche, les eaux surnageant issues du ressuage des deux flux pourront être mélangées;
- Pour les besoins de la conception, il a été supposé que les résidus des deux flux atteignent un indice des vides d'environ 0,85 dans leur cellule respective. Quant à la répartition et aux tonnages totaux de résidus à entreposer dans les IGRM de surface, ils ont été établis selon le tableau 9. Rappelons cependant que depuis l'étude de conception initiale (Golder, 2017a), les tonnages de résidus qui devraient être acheminés au site des IGRM ont été mis à jour et reflètent actuellement les quantités indiquées au tableau 8 (Falco, 2021). La conception des IGRM sera revue à l'étape de l'ingénierie détaillée pour intégrer ces changements et tenir compte des quantités de stériles, de boues de traitement des eaux de surface et de sédiments accumulés dans les fossés et bassins qui devraient également être entreposés dans les aires d'accumulation;
- La méthode de déposition des résidus devra en diminuer la force d'écoulement et promouvoir le développement de plages de résidus élevées et continues le long des structures de confinement;
- L'aménagement des IGRM et la gestion des opérations devront favoriser la consolidation des résidus pour faciliter la pose d'un recouvrement sur les plages de résidus, le plus tôt possible à la fin de l'exploitation. Ceci est d'autant plus crucial pour les RCP en raison de leur caractérisation géochimique (section 5.1.3);
- L'eau surnageante des résidus ne devra jamais être en contact direct avec les digues périphériques externes, en condition normale d'opération. Une digue périphérique externe est définie comme une digue située en périphérie du site des IGRM et dont une hypothétique rupture pourrait entraîner un déversement de résidus à l'extérieur de l'empreinte du site des IGRM. Il s'agit ici des digues RFP-1, RCP-A, RCP-B et de la section nord de la digue RFP-2;
- L'exploitation des aires d'accumulation de résidus et de stériles devra se conformer aux mesures de protection des eaux souterraines de niveau A de la Directive 019 (MELCCFP, 2012). Le débit de percolation quotidien maximal à la base des aires d'accumulation ne devra donc pas dépasser 3,3 L/m²-j. De plus, les aires devront être aménagées et gérées de manière à éviter toute dégradation significative de la qualité des eaux souterraines pendant et après leur exploitation;
- Les matériaux de construction des IGRM ne devront être ni acidogènes ni lixiviables. Des stériles pourraient toutefois être utilisés dans les zones qui demeureront submergées à perpétuité.

5.1 Caractérisation des résidus et des stériles

Les sous-sections suivantes présentent un résumé des propriétés géotechniques et de la caractérisation géochimique des résidus et des stériles.

5.1.1 Propriétés géotechniques des résidus

Le tableau 10 présente les calculs de volume pour les RFP et les RCP ainsi que les résultats des différents essais réalisés pour déterminer la densité des particules solides. Ces valeurs reposent sur des hypothèses déterminées au début de l'étude de sélection de site, à des fins de comparaison des différentes options d'entreposage. Ces hypothèses sont documentées dans un mémorandum technique de Golder (2017f). Les paramètres seront réévalués et confirmés en phase de mise en valeur du gisement, lorsque des échantillons seront disponibles.

Tableau 10 : Résultats des essais de densité relative sur les RCP et les RFP et calculs de volume

	RFP	RCP
Indice des vides[(a)]	0,85	0,85
Densité des particules solides (Golder)	2,76	4,44
Densité des particules solides (URSTM)	2,79	4,37
Densité des particules solides (SGS)	2,79	4,63
Masse volumique sèche calculée	1,51 tonnes/m³	2,36 tonnes/m³
Quantité totale entreposée au site des IGRM, par flux[(b)]	28,335 millions de tonnes	9,985 millions de tonnes
Volume total entreposé au site des IGRM, par flux[(b)]	18,765 millions de m³	4,230 millions de m³

(a) Valeur supposée pour les besoins de la conception.

(b) Tonnages et volumes de résidus utilisés lors de l'étude de conception initiale (Golder, 2017a).

Les informations suivantes ont été obtenues lors de l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) :

- Les courbes de distribution granulométrique des résidus obtenues avec trois appareils de mesure différents sont présentées à la figure 1. Les résultats montrent quelques variations pour chaque type de résidus, mais d'un point de vue géotechnique, ces variations sont faibles;
- Un essai de cisaillement direct a été effectué par l'URSTM sur les RFP en conditions drainées. Les résultats montrent un angle de frottement interne de 26 degrés et une cohésion effective de 27,5 kPa;
- Un essai Proctor standard a également été effectué par l'URSTM sur les RFP. Les résultats montrent une densité sèche maximale de 1,69 g/cm^3 pour une teneur en eau de 18 %. La figure 2 présente les résultats des essais de compactage.

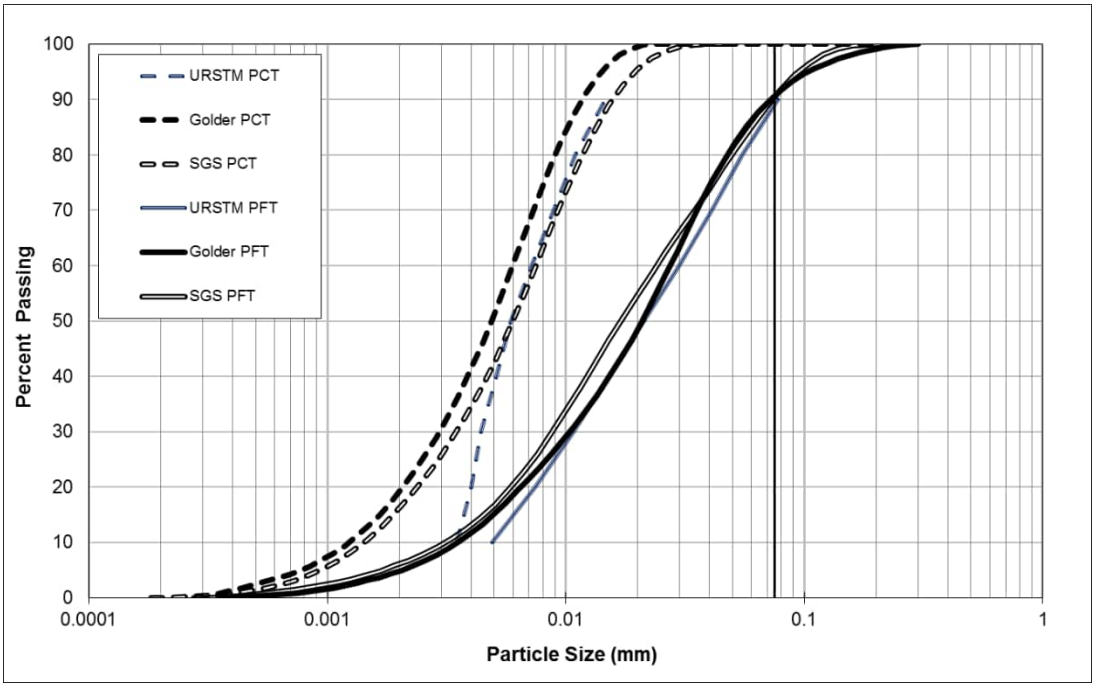


Figure 1 : Courbes de distribution granulométrique des RCP et des RFP

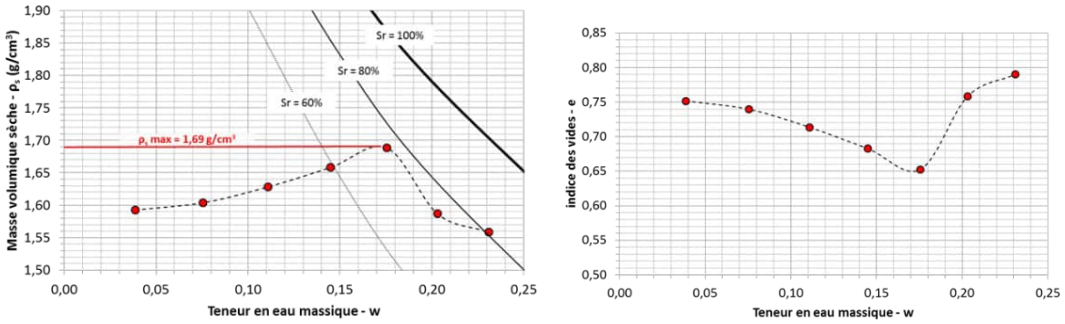


Figure 2 : Résultats de l'essai Proctor standard sur les RFP

5.1.2 Propriétés géotechniques des stériles

Les stériles miniers du projet Horne 5 proviendront de diverses unités lithologiques qu'il n'est pas prévu de ségréger, pour les raisons évoquées à la section 5.1.3. La granulométrie des stériles n'a pas encore été définie à ce stade du projet. Selon notre expérience de projets similaires, il s'agirait de matériaux tout-venant ayant un calibre de 0-600 mm et un pourcentage de particules fines d'environ 15 % (Golder, 2019a).

L'angle de frottement interne des stériles reste à définir à ce stade du projet. D'après notre expérience de projets similaires, nous pouvons raisonnablement supposer que l'angle de frottement interne varierait entre 34 et 37 degrés. En supposant une densité des particules solides de 2,75 et un facteur de foisonnement de 1,3, nous pouvons anticiper une masse volumique sèche de 2,1 t/m³. En utilisant cette masse volumique sèche, les tonnages de stériles estimés lors de l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) ont été convertis en volumes pour l'entreposage en surface, comme présenté au tableau 11.

Tableau 11 : Quantité et volume de stériles à entreposer au site des IGRM (Golder, 2019a)

	Année -3	Année -2	Année -1	Total
Quantité (tonnes)	489 100	920 900	221 400	1 631 400
Volume correspondant (m³)	232 900	438 500	105 400	776 800

Note : La période de préproduction du projet Horne 5 termine à l'année -1 et les activités d'exploitation du projet débutent à l'année 1.

5.1.3 Caractérisation géochimique des résidus et des stériles

Les paragraphes suivants résument les résultats des analyses géochimiques réalisées sur les résidus et les stériles. Ces résultats sont documentés dans un rapport de Golder (2022c) préparé à la suite de la publication du Guide de caractérisation des résidus miniers en 2020 (MELCCFP) :

- Les RFP et les RCP nécessiteront des mesures de protection des eaux souterraines et un mode de gestion conforme aux recommandations de la Directive 019 (MELCCFP, 2012) pour les matériaux acidogènes, lixiviables et cyanurés. Une incertitude demeure quant au potentiel acidogène des RFP et la mobilisation des métaux semble limitée aux premiers cycles de rinçage des essais cinétiques (URSTM, 2019), mais ces derniers sont néanmoins cyanurés. Dans le cas des RCP, les mesures de protection devront être mises en œuvre rapidement, ou peu de temps après leur entreposage, afin de contrôler l'acidification et la lixiviation des métaux puisque les analyses ont démontré qu'ils sont plus réactifs;
- L'ensemble des stériles est classé potentiellement acidogène et lixiviable, mais d'une réactivité faible. L'acidification n'est attendue qu'après un délai d'exposition de plusieurs années, selon les échantillons testés (Golder, 2020a). Comme susmentionné, il n'y aura pas de ségrégation des lithologies lors des activités minières. Les stériles nécessiteront un mode de gestion répondant aux recommandations de la Directive 019 pour les matériaux acidogènes et lixiviables (MELCCFP, 2012).

5.2 Critères de conception des digues

La conception des digues du site des IGRM a été abordée en se donnant les objectifs ci-dessous :

- La configuration des digues sera établie de façon à limiter leur emprise au sol tout en assurant leur stabilité physique. La largeur en crête de digue finale sera de 12 m, afin de permettre la circulation et la mise en place de bermes de sécurité;
- La conception des digues périphériques aura pour effet de limiter les échanges entre les aires d'accumulation et le milieu naturel en aval desdites digues;
- La conception des digues en contact avec des bassins ou plans d'eau tiendra compte du potentiel d'érosion par les vagues;
- Un hypothétique bris des digues intérieures du site des IGRM devra confiner l'écoulement de résidus à un bas point topographique dans l'empreinte du site.

5.2.1 Classification des structures de confinement des IGRM

Comme mentionné à la section 2.0, l'ACB fournit des lignes directrices et des recommandations pour les barrages miniers dans son bulletin technique dont la plus récente version a été publiée en 2019. Les directives de l'ACB classent les barrages miniers en fonction des conséquences d'une hypothétique rupture de digue. Les pertes potentielles en vies humaines, les pertes économiques, les pertes environnementales et les pertes culturelles sont prises en compte dans la classification. Les barrages ou les digues sont classés en fonction du risque de rupture, qui va de faible à extrême, et cette classification a une incidence sur les critères de conception que recommande l'ACB.

Une classification préliminaire des structures de confinement du site des IGRM a d'abord été réalisée en 2017 par Golder (2017a) sur la base du tableau 3-1 de la première version du bulletin technique de l'ACB, publiée en 2014. Notons à ce propos que la méthode de classification des digues de l'ACB est restée inchangée entre les versions 2014 et 2019 du bulletin technique. Cette première classification s'est concentrée sur la digue RFP-1, qui était alors considérée comme la structure qui entraînerait probablement les conséquences les plus importantes en cas de rupture. Des suites de cette évaluation, la classification associée à un risque « très élevé » a été adoptée pour toutes les structures de confinement des IGRM.

Une étude de bris de digue a par la suite été réalisée en 2018 (Golder, 2018b) afin d'établir un portrait général des conséquences en cas de rupture des digues RFP-1 et RFP-2. Une rupture hypothétique a été modélisée sur ces deux structures. En effet, elles retiendront un plus grand volume de résidus que les autres digues et leur bris conduirait aux pires conséquences physiques pour les récepteurs sensibles situés en aval du site. Cette étude a permis de valider la classification préliminaire attribuée au site.

L'étude de bris de digue a ensuite été mise à jour en 2019 (Golder, 2019e) avec de nouveaux scénarios de rupture qui reflètent l'état des connaissances actuelles de l'industrie en matière de bris de digue, puisque ces connaissances avaient évolué depuis l'émission de la version précédente de l'étude (Golder, 2018b). Contrairement aux premières études, l'étude de 2019 montre que la vague d'inondation en cas de rupture serait peu profonde. Golder a ensuite entrepris une étude de l'impact d'un bris sur la qualité de l'eau des cours d'eau situés en aval du site des IGRM (2019f), ainsi qu'une analyse détaillée des conséquences de différents modes de rupture potentiels pour les IGRM (voir section 5.2.2; Golder, 2019g). Selon ces études, le risque associé à un bris de digue est plutôt classifié comme étant « important ».

Les caractéristiques et conséquences estimées d'une rupture de digue selon la classification préliminaire de 2017 et l'étude de bris de digue réalisée en 2019 sont comparées au tableau 12. Ces deux études analysent les conséquences d'un bris à l'étape 5 de déposition de la séquence de développement des IGRM (voir section 6.1), puisqu'alors le parc aura atteint ses dimensions finales et retiendra la totalité des résidus destinés à l'entreposage en surface. Cette configuration conduirait potentiellement aux conséquences les plus défavorables lors d'un bris de digue.

Suivant des discussions entre Falco et Golder, il a été décidé de maintenir une classification « très élevée » pour tous les ouvrages de retenue du site des IGRM, en dépit des conclusions de l'étude de bris de digue qui font entrevoir des conséquences d'une défaillance moins importantes que celles évaluées en 2017. Ce choix est entre autres justifié par le fait que l'hydrographie des secteurs situés en aval des digues est caractérisée par la présence de chemins d'écoulement favorisant le transport de résidus et d'eau contaminée jusqu'aux secteurs jugés les plus critiques, à savoir le quartier D'Alembert, la route 101, le lac Dufault, le lac Waite et le lac Duprat. De même, les pratiques en matière de gestion des résidus miniers et des risques afférents sont évolutives.

Compte tenu de l'incertitude qui leur est rattachée, une conception des structures de confinement selon un niveau de risque « très élevé » a été jugée prudente.

La sélection des niveaux de risque d'inondation et de séisme pour la conception des IGRM repose sur :

- Les critères recommandés par la Directive 019 (MELCCFP, 2012);
- L'évaluation des conséquences d'une rupture potentielle de la digue RFP-1;
- La classification des digues des IGRM découlant de cette évaluation;
- Les recommandations de l'ACB associées à cette classification.

Les considérations relatives aux séismes de conception sont examinées à la section 5.2.2.1. Les niveaux cibles de risque d'inondation sont examinés à la section 5.3 traitant de la gestion de l'eau.

Il convient de souligner que la classification des digues sera revue avec Falco au fur et à mesure de l'évolution du projet, ainsi qu'aux différentes étapes de déposition de la séquence de développement des IGRM.

Tableau 12 : Comparaison des classifications du site des IGRM réalisées en 2017 et 2019

	Classification préliminaire (Golder, 2017a) validée par l'étude de bris de digue de 2018 (Golder, 2018b)	Mise à jour de la classification d'après les études réalisées en 2019 (Golder, 2019e, 2019f)	Classification utilisée pour la conception des IGRM
Mécanismes potentiels de défaillance de la digue[a]	▪ Érosion interne de la digue RFP-1 et rupture de fondation qui entraîneraient une liquéfaction des résidus et leur écoulement par la brèche formée.	▪ Érosion interne de la digue RFP-1 ou de la digue RFP-2 entraînant la formation d'une brèche dans l'une de ces deux digues, qui se propagerait jusqu'aux fondations. Le bris de digue se produirait lorsque le niveau d'eau dans la cellule RFP serait à l'élévation maximale atteinte lors d'une crue de projet définie selon la Directive 019 (MDDEP, 2012).	s.o.
Description de la vague d'inondation	▪ L'hypothèse sans modélisation supposait une vague résultant d'un bris de la digue RFP-1 se propageant vers l'est du site, qui traverserait la route 101 et le quartier D'Alembert situé à environ 3 km à l'est du site des IGRM, puis se dirigerait vers le sud en direction du lac Dufault, où la vague serait atténuée.	▪ Vague caractéristique d'un mode d'écoulement en boue (*mud flow*). ▪ RFP-1 – Les résidus s'écouleraient le long du ruisseau Vauze, puis s'immobiliseraient à 1,2 km en aval de la digue RFP-1, soit à au moins 1,6 km du quartier D'Alembert, de la route 101 et du lac Dufault, qui sont les endroits jugés les plus critiques. ▪ RFP-2– Les résidus s'écouleraient en aval de la digue puis s'immobiliseraient après environ 1 h, à 350 m de celle-ci, soit à 100 m du lac Waite.	s.o.
Conséquences estimées de la rupture[b, c]			
Population à risque	▪ Permanente **(risque élevé à extrême)** ▪ La vague d'inondation aurait probablement un impact sur les résidences permanentes autour du passage de la route 101 et autour du quartier D'Alembert.	▪ Aucune **(risque faible)** ▪ Aucune résidence ne se situe dans les zones inondables engendrées par la rupture hypothétique des digues RFP-1 ou RFP-2.	Permanente **(risque élevé)**
Pertes de vies humaines	▪ 100 ou moins **(risque très élevé)** ▪ Des résidences, des bâtiments commerciaux, des voies publiques et une école, tous situés autour du croisement de la route 101 et dans le quartier D'Alembert, pourraient être touchés.	▪ 0 **(risque faible)** ▪ Aucune résidence, ni infrastructure ou aire de loisirs ne se situe dans les zones inondables engendrées par la rupture hypothétique des digues RFP-1 ou RFP-2.	100 ou moins **(risque très élevé)**

	Classification préliminaire (Golder, 2017a) validée par l'étude de bris de digue de 2018 (Golder, 2018b)	Mise à jour de la classification d'après les études réalisées en 2019 (Golder, 2019e, 2019f)	Classification utilisée pour la conception des IGRM
Valeurs sur le plan de l'environnement et de la culture	▪ Perte ou détérioration d'une partie importante de l'habitat piscicole ou faunique. Restauration ou indemnisation en nature très possible **(risque élevé).** ▪ La rupture de la digue RFP-1 aurait nécessairement un impact sur les zones situées en aval des IGRM. Nous estimons qu'il y aurait une perte ou une détérioration importante de l'habitat du poisson ou de la faune en raison de la nature des résidus et de la proximité du site des IGRM, par rapport au lac Dufault. Il existe un risque que la perte soit permanente. Cependant, nous supposons également que la réhabilitation ou la compensation est très possible.	▪ Aucune perte significative ou détérioration de l'habitat piscicole ou faunique. Perte d'habitat marginal seulement. Restauration ou indemnisation en nature très possible **(risque important)**. ▪ Les lacs situés en aval des digues, soit le lac Dufault pour RFP-1 et le lac Waite pour RFP-2, ne sont pas atteints par les résidus. Toutefois, si un événement de pluie survenait au même moment et que Falco n'avait pas le temps d'intervenir, des volumes d'eau potentiellement contaminés s'écouleraient vers ces plans d'eau de même que vers le lac Duprat.	Perte ou détérioration d'une partie importante de l'habitat piscicole ou faunique. Restauration ou indemnisation en nature très possible **(risque élevé).**
Infrastructures et pertes économiques	▪ Pertes économiques élevées touchant les infrastructures, le transport public et les installations commerciales **(risque élevé)**. ▪ La rupture de la digue RFP-1 risquerait d'endommager localement une ligne électrique de 120 kV située à environ 500 m de la digue, de la route 101 et des bâtiments du quartier D'Alembert. La prise d'eau potable de Rouyn-Noranda située au niveau du lac Dufault pourrait être touchée si la qualité de l'eau du lac était affectée par le déversement.	▪ Faibles pertes économiques; zone ne comptant qu'un nombre limité d'infrastructures ou de services **(risque faible)**. ▪ Aucune infrastructure ne se situe dans les zones inondables engendrées par la rupture hypothétique des digues RFP-1 ou RFP-2.	Pertes économiques élevées touchant les infrastructures, le transport public et les installations commerciales **(risque élevé).**

(a) Les mécanismes de défaillance présentés sont ceux menant aux pires conséquences physiques aux récepteurs sensibles, à savoir le quartier D'Alembert, la route 101, le lac Dufault, le lac Waite et le lac Duprat.

(b) Le niveau de risque est présenté entre parenthèses.

(c) Il est prévu que le plan d'intervention du site en cas d'urgence présente des mesures d'atténuation, y compris des structures d'atténuation du débit de pointe potentiel, des systèmes d'alerte et autres, qui seraient mises en œuvre en cas de bris afin d'en limiter les conséquences. Cependant, l'évaluation des risques ne tient pas compte de ces mesures.

5.2.2 Analyse des mécanismes potentiels de défaillance de digue et de leurs effets - Critères de stabilité physique

Comme mentionné à la section 2.0, les critères de conception des digues ont été établis en tenant compte des lignes directrices de différents guides de référence. Trois guides sont applicables à l'élaboration des critères de conception de stabilité physique des digues au site des IGRM, à savoir la Directive 019 (MELCCFP, 2012), le bulletin technique de l'ACB (2019) ainsi que le Guide de restauration (MERN, 2017). Seule l'ACB propose une méthodologie de classification des barrages miniers. Cependant, cette méthodologie est reconnue et recommandée dans la Directive 019 (MELCCFP, 2012) et le Guide de restauration (MERN, 2017).

5.2.2.1 Séisme de conception

L'ACB (2019) stipule que les digues doivent être conçues sur la base d'un mouvement de sol sismique de conception déterminé en fonction des conséquences d'une rupture de digue. Pour une conséquence « très élevée » de la rupture de la structure, le séisme de conception suggéré devrait correspondre à une période de retour à mi-chemin entre 1:2 475 ans et 1:10 000 ans aux phases de construction, d'exploitation et de transition en période de fermeture active. La Directive 019 (MELCCFP, 2012) recommande pour sa part d'utiliser un séisme de conception avec une période de retour d'au moins 1:2 475 ans et qui reflète les risques de rupture de ladite structure. Pour les digues du site des IGRM, la période de retour à mi-chemin entre 1:2 475 ans et 1:10 000 ans a été adoptée pour le séisme de conception. Pour la phase de fermeture passive, la période de retour de 1:10 000 ans a été sélectionnée conformément aux recommandations de l'ACB (ACB, 2019) et du Guide de restauration (MERN, 2017).

Le tableau 13 présente les paramètres des séismes de conception qui seront utilisés dans les analyses. Ils ont été déterminés d'après la méthodologie de Séisme Canada de même que selon les données de désagrégation de l'aléa sismique fournies par la Commission (2019, courriel) et calculées pour le CNB2015 (CNRC, 2015).

Tableau 13 : Paramètres du séisme de conception

Description	Critère	Directive - Source	Commentaire
Séisme de conception aux phases de construction, d'exploitation et de transition en période de fermeture active – AMS	0,093 g	ACB (2019) CNB2015 (CNRC, 2015)	Période de récurrence à mi-chemin entre 1:2 475 et 1:10 000 ans[(a)], AMS pour un sol de classe C (CNRC, 2015) déterminée par extrapolation[(b)]
Séisme de conception à la phase de fermeture passive – AMS	0,111 g	ACB (2019) CNB2015 (CNRC, 2015) Guide de restauration (MERN, 2017)	Période de récurrence de 1:10 000 ans, AMS pour un sol de classe C (CNRC, 2015) déterminée par extrapolation[(b)]
Facteur de réduction de l'AMS au roc[(c)]	½	Hynes-Griffin et Franklin (1984)	

(a) La valeur extrapolée correspond à la moyenne des AMS des périodes de récurrence de 1:2475 ans et de 1:10 000 ans.

(b) Valeur extrapolée à partir des AMS des périodes de retour de 1:475 ans, et de 1:2475, qui correspondent respectivement à 0,030 g et 0,074 g d'après les fiches de désagrégation d'aléa sismique fournies par la Commission géologique du Canada (2019).

(c) Le roc correspond à un sol de classe A d'après le CNB2015 (CNRC, 2015).

AMS = accélération maximale du sol; g = 9,81 m/s²; 1:2475 ans = 1 dans 2475 ans; CNB2015 = Édition 2015 du Code national du bâtiment du Canada.

5.2.2.2 Facteurs de sécurité concernant la stabilité des pentes

Les facteurs de sécurité (FS) minimaux présentés au tableau 14 ont été sélectionnés en tenant compte des lignes directrices applicables. Les paragraphes suivants apportent des précisions quant à la condition de vidange rapide, la condition où des matériaux subiraient une perte de résistance sous un chargement statique et l'évaluation de la stabilité sismique des digues. Une approche est présentée à la section 5.2.2.3 advenant que les FS minimaux cibles ne soient pas atteints.

- La condition de vidange rapide (condition de chargement 1.1.3 du tableau 14) s'applique aux digues comportant un élément de faible perméabilité et pour lesquelles un rabattement rapide du niveau d'eau dans le réservoir attenant à la digue représente une condition critique. En condition de vidange rapide, le réservoir d'eau n'exercerait plus de force stabilisatrice sur la digue et les pressions interstitielles dans l'élément de faible perméabilité n'auraient pas le temps de s'équilibrer, de sorte que les contraintes effectives dans cet élément demeureraient aussi faibles qu'en conditions normales d'opération;
- La condition de vidange rapide ne s'applique pas aux digues du site des IGRM retenant des bassins d'eau, c'est-à-dire la digue interne dans le cas du bassin Interne, et les digues RFP-2 et RFP-3 dans le cas du bassin de polissage. Cela est valable pour la digue interne puisqu'elle sera constituée d'enrochements et donc perméable, et puisque la stratégie de gestion des eaux prévoit que le bassin Interne soit opéré à un niveau minimal (Golder, 2022b). Il est toutefois prévu que les analyses de stabilité de la digue interne tiennent compte du niveau maximal d'opération du bassin Interne. Dans le cas des digues RFP-2 et RFP-3, il est prévu que le taux de vidange du bassin de polissage n'occasionne pas une condition de vidange rapide;
- Les nouvelles avancées dans le domaine de la géotechnique ont conduit à une meilleure compréhension du comportement des matériaux relativement à leur déformation. Bien qu'aucune norme ne l'exige actuellement, la perte de résistance de certains matériaux sous un chargement statique, causée par leur déformation ou la génération de surpressions interstitielles, sera évaluée dans les analyses de stabilité et un FS cible a été défini pour cette condition de chargement (condition 1.2 du tableau 14);
- La stabilité sismique des digues sera évaluée par le biais de la méthode pseudostatique. Il s'agit d'une méthode préliminaire dont les résultats devraient uniquement être utilisés comme un indice de la performance d'une digue lors d'un séisme. Elle a été développée pour des pentes constituées de matériaux non susceptibles de se liquéfier ou peu susceptibles de subir une perte de résistance à grande déformation. En principe, cette méthode ne s'appliquerait pas aux digues des IGRM puisque leur fondation est constituée de matériaux contractants, soit l'argile et l'unité de silt et sable dans certains secteurs. Des analyses pseudo- statiques seront tout de même effectuées pour se conformer à la Directive 019 (MELCCFP, 2012) et au Guide de restauration (MERN, 2017). Ces analyses permettront des comparaisons avec les résultats obtenus lors de précédentes études (Golder, 2017a, 2021a);
- Le Guide de restauration (MERN, 2017) recommande d'évaluer la stabilité sismique des digues d'après trois mécanismes de défaillance : 1) en simulant les conditions stationnaires à long terme, 2) en réduisant la résistance de certains matériaux dus à la génération de surpressions interstitielles, et 3) en combinant un chargement sismique à une vidange rapide des bassins d'eau. La stabilité sismique des digues du site des IGRM a été évaluée selon le premier de ces mécanismes de défaillance (condition de chargement 2.1 du tableau 14). Quant au troisième mode de défaillance, il n'est pas applicable aux digues du site des IGRM.

Tableau 14 : FS minimaux pour la stabilité des pentes au cours des phases de construction, d'exploitation et de fermeture

Conditions de chargement	Facteur de sécurité minimal visé			
	Site des IGRM[a]	ACB (2019)	Directive 019 (MELCCFP, 2012)	Guide de restauration (MERN, 2017)
1. Chargement statique				
1.1 Paramètres au pic				
1.1.1 Construction	1,5 (1,3)	1,3	1,3 à 1,5	1,3 à 1,5
1.1.2 Conditions stationnaires à long terme (exploitation et fermeture)	1,5 (1,3)	1,5	1,5	1,5
1.1.3 Vidange rapide	s.o.	1,2 à 1,3	1,3	1,3
1.1.4 Crue de projet[b]	1,3	s.o.	1,3	1,3 à 1,5
1.2 Paramètres postpic mobilisés sous un chargement statique				
1.2.1 Conditions stationnaires – liquéfaction statique des résidus et antiécrouissage statique des sols cohérents de fondation[c]	1,3[d]	s.o.	s.o.	s.o.
1.3 Paramètres postpic mobilisés sous un chargement sismique (analyses postséisme)				
1.3.1 Conditions stationnaires – liquéfaction sismique des résidus et antiécrouissage cyclique des sols cohérents de fondation[c]	1,3	1,2	1,3	1,3
2. Chargement sismique (analyses pseudostatiques)				
2.1 Conditions stationnaires	1,1	1,0	1,1	1,1-1,25[e]

(a) Les valeurs représentées entre parenthèses correspondent aux FS cibles pour les ruptures sans perte de confinement, ce qui s'applique aux ruptures de la digue interne et aux ruptures locales pour les autres digues du site des IGRM. Un seul FS est représenté lorsque les FS visés sont les mêmes pour les ruptures avec ou sans perte de confinement.

(b) La condition de crue de projet est applicable uniquement à la digue interne. Elle sera modélisée en représentant le niveau d'eau maximal attendu dans la cellule RFP et le bassin Interne lors de la crue de projet. Pour toutes les autres conditions de chargement, le niveau d'opération maximal sera utilisé pour évaluer la stabilité des sections de digues attenantes à des bassins d'eau, c'est-à-dire les digues internes, RFP-1 et RFP-2.

(b) Ces conditions tiennent compte d'une perte de résistance causée par la liquéfaction ou la déformation de certains matériaux sous un chargement statique ou un chargement sismique, selon le cas.

(d) Le FS pourrait être abaissé à 1,1 selon le risque opérationnel acceptable pour les ruptures n'occasionnant pas de perte de confinement.

(e) Le Guide de restauration recommande un FS minimal de 1.1 pour les analyses pseudostatiques lorsque la résistance des matériaux est réduite due à la génération de surpressions interstitielles, et de 1,25 lorsque les paramètres de résistance au cisaillement au pic sont utilisés.

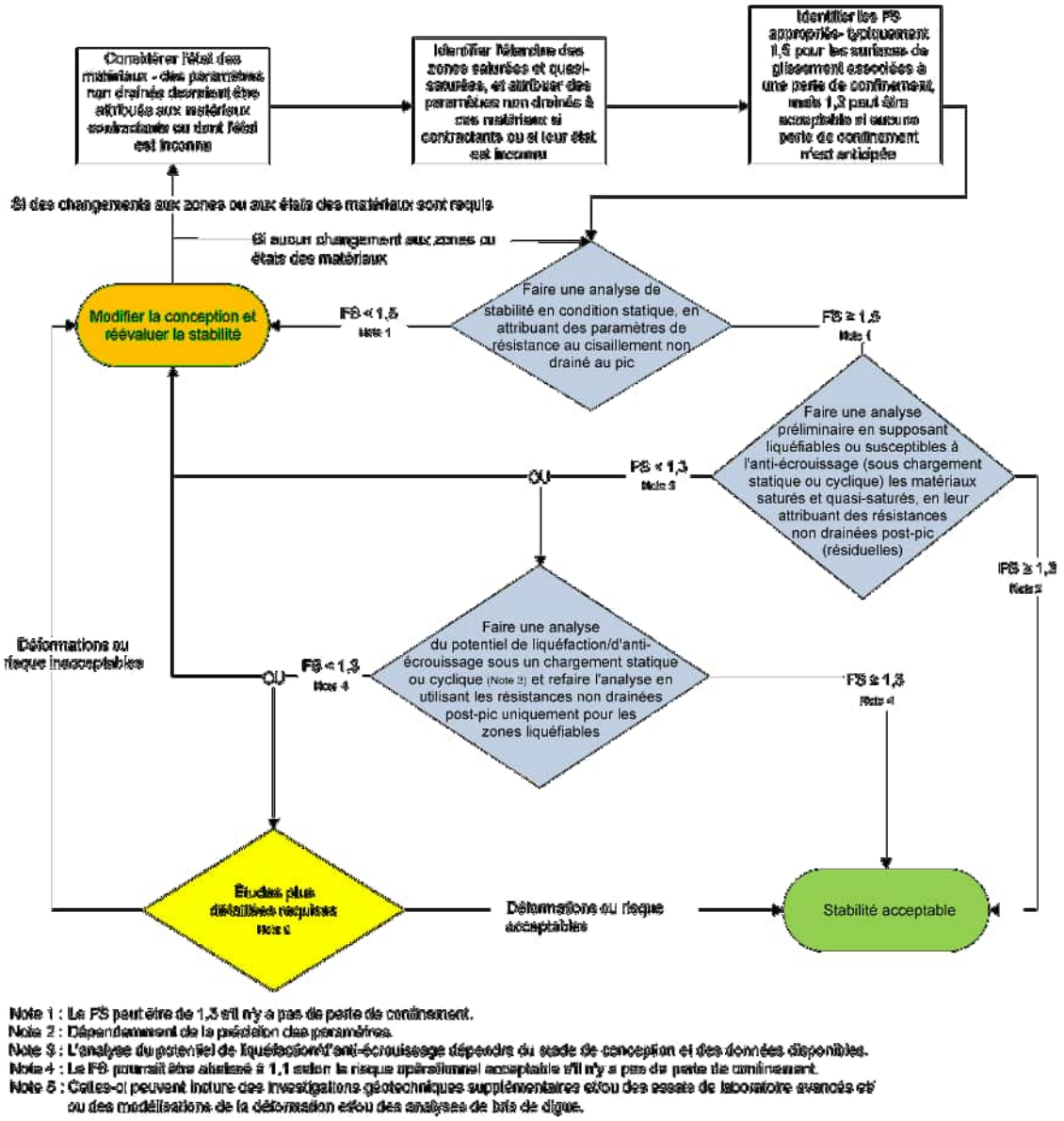
S/O = sans objet, c'est-à-dire qu'aucun FS minimal n'est recommandé pour la condition de chargement.

5.2.2.3 Approche à suivre pour la réalisation d'analyses de stabilité

Pour la conception de la configuration des digues, les analyses de stabilité seront menées selon le diagramme décisionnel présenté à la figure 3.

Dans le cas où les FS n'atteindraient pas les valeurs ciblées au tableau 14, une analyse de déformation serait réalisée pour quantifier l'impact potentiel des ruptures globales sur les structures. Dans le cas des digues Médiane et Interne par exemple, les ruptures globales pourraient traverser l'épaisse couche d'argile qui se trouve dans leur empreinte. L'analyse de déformation fournirait une base de réflexion afin de conclure si les déformations induites dans les sols de fondation et dans les digues seraient acceptables et pour modifier la conception au besoin.

L'estimation des déformations suivant un événement sismique serait évaluée selon l'approche présentée dans le diagramme de flux à la figure 4 et précisée par étape ci-dessous. Une approche semblable serait suivie si les sols s'avéraient susceptibles à la liquéfaction ou à l'antiécrouissage sous un chargement statique.



Note 1 : Le FS peut être de 1,3 s'il n'y a pas de perte de confinement.
Note 2 : Dépendamment de la précision des paramètres.
Note 3 : L'analyse du potentiel de liquéfaction/d'anti-écrouissage dépendra du stade de conception et des données disponibles.
Note 4 : Le FS pourrait être abaissé à 1,1 selon le risque opérationnel acceptable s'il n'y a pas de perte de confinement.
Note 5 : Celles-ci peuvent inclure des investigations géotechniques supplémentaires et/ou des essais de laboratoire avancés et/ou des modélisations de la déformation et/ou des analyses de bris de digue.

Figure 3 : Approche conventionnelle pour les analyses de stabilité

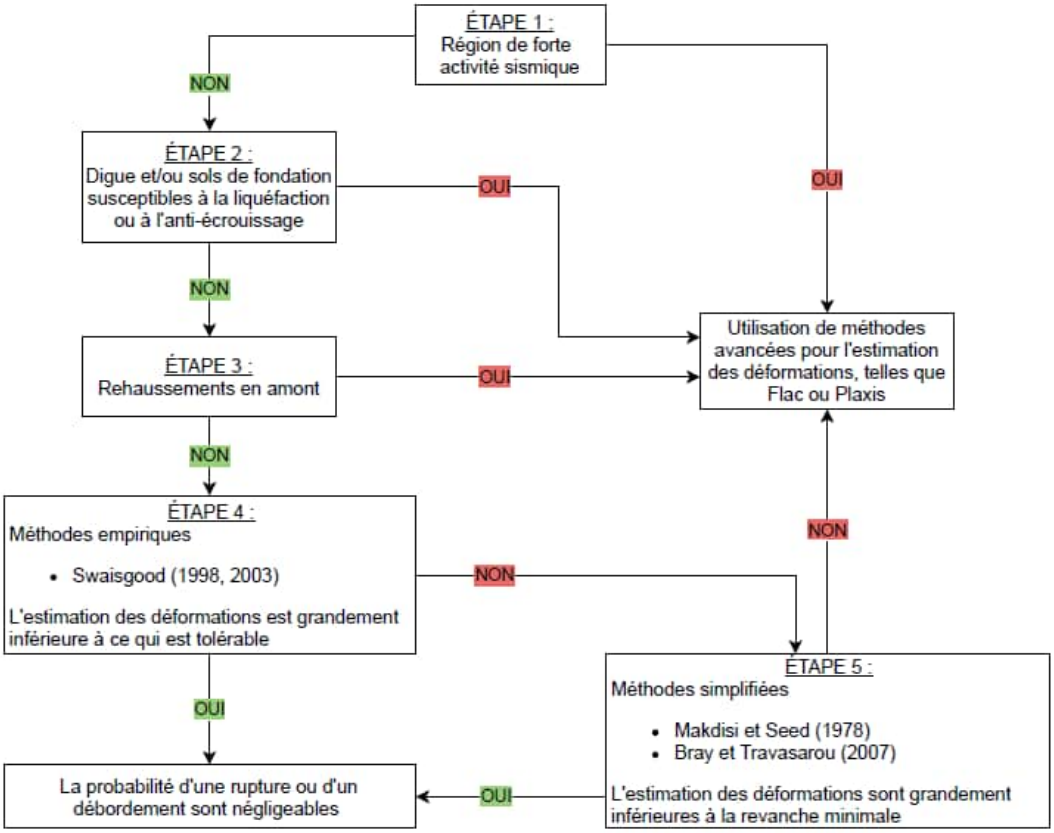


Figure 4 : Approche conventionnelle pour les analyses de déformation sous chargement sismique

Étape 1 – Activité sismique

L'emplacement géographique du site des IGRM est associé à un niveau d'activité sismique faible ne requérant pas d'études additionnelles.

Étape 2 – Potentiel de liquéfaction

Cette étape demanderait l'analyse du potentiel de liquéfaction ou d'antiécrouissage sismique des sols granulaires et cohérents. Si des sols de fondation susceptibles de subir une perte de résistance sous un chargement sismique étaient décelés, des analyses dynamiques de déformation en contraintes effectives devraient être réalisées à l'aide de modèles numériques dynamiques tels que FLAC (Itasca, 2011) ou PLAXIS (2012). Si aucun potentiel de liquéfaction, de génération de surpressions interstitielles ou d'anti- écrouissage n'était identifié, une méthode empirique pourrait être utilisée pour évaluer les déformations.

Une analyse préliminaire du potentiel de liquéfaction et d'antiécrouissage sismique, documentée dans un mémorandum de Golder (2021a), a montré que les sols de fondation des digues RFP-1 et Interne sont généralement susceptibles de subir une perte de résistance sous les séismes de conception. De telles évaluations préliminaires pourraient également être effectuées dans le cadre d'études de conception des autres digues du site des IGRM.

Aucun essai en laboratoire visant à caractériser le comportement dynamique des sols cohérents n'a été effectué jusqu'à présent. Lors de l'ingénierie détaillée, de tels essais seront réalisés à la suite de travaux d'investigation géotechnique. Les paramètres des séismes de conception ne seront plus établis par extrapolation comme indiqué à la section 5.2.2.1, mais plutôt définis par le biais d'une étude probabiliste sismique spécifique au site (SSSHA, de l'anglais *Site-Specific Seismic Hazard Assessment*) et d'analyses de propagation des ondes. Les hypothèses émises dans l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) ou l'étude de conception des digues RFP-1 et Interne (Golder, 2021a) quant aux paramètres du séisme de conception et à la réponse sismique du sol seront alors validées. De plus, des analyses approfondies du potentiel de liquéfaction ou d'antiécrouissage sismique seront réalisées.

Les analyses dynamiques de déformation réalisées pour les digues qui présenteraient des sols susceptibles à la liquéfaction ou à l'antiécrouissage sismique intègreraient les résultats de la SSSHA. Ces analyses permettraient aussi d'évaluer la réponse sismique du sol et le comportement des résidus et des sols de fondation sous les séismes de conception, au même titre que les évaluations de propagation des ondes et du potentiel de liquéfaction ou d'antiécrouissage sismique. Il est donc attendu que les résultats de ces évaluations soient validés par les analyses dynamiques de déformation. Ces dernières nécessiteraient toutefois davantage de temps et d'efforts, en plus d'exiger une caractérisation exhaustive du comportement contrainte-déformation des matériaux constituant le modèle numérique. Enfin, les analyses dynamiques de déformation conduiraient à une meilleure compréhension de l'impact des séismes de conception sur la stabilité et l'état de service des digues, puisqu'elles estimeraient les déformations induites par ces séismes. Les discussions entourant les résultats tiendraient compte de leur vulnérabilité aux déformations, comme leur hauteur de revanche ou la présence d'éléments fragiles comme des couches de transition drainantes.

Étape 3 – Méthode de rehaussement des digues

Les digues seront rehaussées selon la méthode aval, qui assure une meilleure stabilité des structures et une plus grande flexibilité relativement au calendrier de construction. Ce type de rehaussement est compatible avec les méthodes empiriques d'évaluation des déformations.

Étape 4 – Évaluation empirique des déformations

Si les déformations estimées par les méthodes empiriques s'avéraient largement inférieures aux valeurs tolérables, c'est-à-dire que les tassements en crête étaient inférieurs à la revanche disponible avant le séisme, la probabilité d'une perte de confinement des résidus serait jugée négligeable pour la charge sismique étudiée. Cette étape complèterait alors l'analyse de déformation.

En revanche, si les déformations estimées induites par le séisme excédaient la revanche disponible, il pourrait y avoir une perte de confinement et un déversement de résidus liquéfiés. Un déversement d'eau contaminée pourrait advenir si le séisme survenait en même temps qu'un événement de précipitation extrême. Dans de telles conditions, le recours à la méthode simplifiée d'évaluation des déformations décrite à l'étape 5 ci-dessous serait nécessaire. Le déversement potentiel discuté ci-dessus et les conséquences associées ne sont pas comparables aux scénarios de rupture résumés à la section 5.2.1 et présentés dans la mise à jour de l'analyse de bris de digue (Golder, 2019e).

Étape 5 – Méthode simplifiée d'évaluation des déformations

Si l'évaluation des déformations par une méthode simplifiée révélait que les déformations estimées étaient inférieures à la revanche disponible, la probabilité d'un débordement serait jugée négligeable pour la charge sismique étudiée. Au besoin, cette étape serait répétée au cours des différentes étapes de déposition de la séquence de développement des IGRM, selon le séisme de conception adapté à la classification des structures.

Si les déformations estimées excédaient la revanche disponible pour la charge sismique maximale considérée, il conviendrait alors d'appliquer des méthodes de gestion du risque pour déterminer les mesures de mitigation à mettre en place pour réduire les déformations. Une autre méthode d'analyse numérique avancée, par le biais des logiciels FLAC (Itasca, 2011) ou PLAXIS (2012), pourrait aussi être utilisée afin de préciser les déformations attendues avant de procéder à la détermination des mesures de mitigation.

5.2.3 Critères de conception des couches de transition

La conception des spécifications des couches de transition des digues s'articule autour des objectifs suivants :

- Assurer une transition entre le corps des digues en enrochement grossier, l'élément de faible perméabilité (le cas échéant) et les résidus miniers;
- Fournir une assise adéquate à l'élément de faible perméabilité pour assurer sa performance et la protéger;
- Permettre la filtration des résidus en cas de défaillance de l'élément de faible perméabilité, afin d'assurer le confinement de ces derniers;
- Laisser s'écouler l'eau sans risque d'érosion interne en tout temps dans le cas de la digue interne (voir section 6.4), et en cas de défaillance de l'élément de faible perméabilité dans le cas des autres digues;
- Fournir une protection contre l'érosion causée par l'eau et la glace pour les digues en contact l'eau surnageant les résidus.

Les critères suivants devront être utilisés pour concevoir les couches de transition et établir l'endroit où elles seront installées :

- Disponibilité du matériel – une recherche de bancs d'emprunt et de carrières potentielles menée par Falco permettra d'établir quels sont les matériaux granulaires pouvant être utilisés pour la construction des couches de transition. L'utilisation de différents types de géotextile comme matériel de transition est également envisagée;
- Critères de compatibilité établis par Fell et al. (2015) :
  - Filtration – il s'agit du critère prioritaire; le système filtrant devra empêcher la migration des particules de résidus;
  - Drainage – le système devra être suffisamment perméable pour laisser s'écouler l'eau;
  - Ségrégation et uniformité – la distribution granulométrique des matériaux granulaires devra permettre leur approvisionnement, leur transport et leur placement sans occasionner de ségrégation, de façon à obtenir un matériau en place bien étalé.

- Pente des digues – elle orientera la méthode d'installation préconisée.

L'épaisseur totale et la répartition spatiale du système de couches de transition varieront selon les digues, l'élévation et les aspects suivants :

- Conditions opérationnelles de chaque digue :
  - Gradient maximal exercé sur la digue au cours de la période de développement des IGRM – les couches de transition agissant comme des filtres se concentreront sur les zones associées à un fort gradient hydraulique;
  - Présence d'eau contre la structure en conditions normales d'opération ainsi qu'en crue de projet – rappelons qu'un des critères de conception des IGRM (section 4.2) stipule que l'eau surnageant les cellules RFP et RCP ne devra jamais être en contact avec les digues périphériques externes en conditions normales d'opération. Ce critère ne s'applique pas à la condition de crue de projet ou aux digues intérieures dont une hypothétique rupture ne causerait pas de déversement de résidus à l'extérieur de l'empreinte du site des IGRM.
- Risque de défaillance de l'élément de faible perméabilité ou du système de couches de transition :
  - Écoulements attendus en cas de rupture de l'élément de faible perméabilité ou du système de couches de transition;
  - Qualité géochimique des résidus confinés par la digue, le cas échéant;
  - Impact d'une défaillance sur les opérations;
  - Impact sur la stabilité de la digue.
- Risque de rupture de la digue :
  - Volume de résidus déversés en cas de rupture de la digue;
  - Chemins d'écoulement des résidus;
  - Présence de milieux récepteurs sensibles en aval de la digue;
  - Impact sur les opérations;
  - Impact sur la population à risque, l'habitat piscicole ou faunique et pertes économiques.
- Risque opérationnel acceptable.
- Résultats des analyses de stabilité et des analyses de déformation, le cas échéant.

Comme rapporté dans un mémorandum de Golder (2019g), l'absence de couches de transition respectant les critères de Fell et al. (2015) dans les zones à haut gradient hydraulique pourrait entraîner l'érosion interne (phénomène de renard) des couches de transition granulaires ou du dépôt de silt à sable retrouvé dans la fondation des digues. Ce phénomène se produirait en cas d'une hypothétique défaillance de l'élément de faible perméabilité de la digue et d'exfiltrations excessives à travers la digue. En conséquence, les zones à haut gradient hydraulique potentiel seront relevées pour tenir compte de ces considérations lors de l'ingénierie détaillée.

5.3 Gestion des eaux au site des IGRM

La stratégie de gestion des eaux de surface au site des IGRM a été développée conjointement avec celle des résidus miniers en suivant les orientations des lignes directrices des guides de références présentées au tableau 6 (section 2.0). La stratégie est présentée en détail dans le rapport documentant la modélisation du bilan d'eau (Golder, 2022b).

La stratégie élaborée vise à limiter les risques pour l'environnement et à maximiser la réutilisation de l'eau à toutes les étapes du projet. Elle s'articule autour des éléments suivants :

- Limiter les quantités d'eaux de contact en limitant les apports d'eaux en provenance de l'extérieur du site, en dérivant les eaux de surface qui s'écoulent actuellement vers les IGRM projetées;
- Collecter les eaux de contact, pour prévenir leur rejet dans l'environnement, et en permettre la réutilisation lorsque possible;
- Prioriser la recirculation de l'eau, pour limiter les besoins en eau fraîche et en traitement d'eau;
- N'avoir qu'un seul effluent.

Le tableau 15 présente un résumé des critères de conception pris en compte dans la conception des infrastructures de gestion des eaux de surface au site des IGRM.

Tableau 15 : Critères de conception des infrastructures de gestion des eaux de surface au site des IGRM

Aspect	Composante	Critère	Commentaires - Hypothèses
Drainage des eaux : ▪ Systèmes de dérivation des eaux de surface (constitués de fossés et d'installations de pompage). ▪ Systèmes de collecte des eaux de contact périphériques (constitués de fossés collecteurs et de puisards de pompage).	Capacité de stockage des fossés, des puisards et des systèmes de pompage de l'eau.	Gestion d'une crue de récurrence de 100 ans sans débordement.	Tel que recommandé par le Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (Environnement Canada, 2009) et la Directive 019 (MELCCFP, 2012).
	Hauteur de revanche.	Minimum de 0,3 m.	Définie au-dessus de l'élévation de l'eau prévue.
Collecte des eaux : ▪ Bassins de collecte des eaux de contact et leur système de pompage et déversoirs respectifs (bassin Interne, bassin de pompage de la cellule RCP, bassin de pompage de l'extension de la cellule RFP). ▪ Bassin pour la collecte et le suivi des eaux traitées (bassin de polissage).	Capacité de stockage des bassins et des systèmes de pompage de l'eau.	Niveau d'eau normal en exploitation basé sur le bilan hydrique pour les conditions climatiques moyennes.	Le niveau d'eau normal en exploitation est calculé à partir de la capacité maximale de stockage du site des IGRM pour la moyenne climatique annuelle en période de production.
		Endiguement de la crue de projet sans déversement dans l'environnement.	Tel que défini dans la Directive 019 (MELCCFP, 2012). La crue de projet est la combinaison d'une averse de pluie de 24 h d'une récurrence de 1:2 000 ans et de la fonte des neiges accumulées pendant 30 jours d'une récurrence de 1:100 ans.
	Hauteur de revanche (mesurée entre le niveau de la crue de projet et la crête de la digue).	1,5 m pour les digues des cellules de déposition des résidus.	Tel que recommandé par la Directive 019 (MELCCFP, 2012) lorsqu'un site est situé en amont de composantes du milieu sensibles.
		1,0 m pour les digues du bassin de polissage.	Revanche plus basse pour le bassin de polissage, justifiée par le fait que l'eau sera traitée avant son stockage. La qualité anticipée de l'eau sera supérieure ou égale aux critères de qualité pour un rejet à l'environnement.

Aspect	Composante	Critère	Commentaires - Hypothèses
Collecte des eaux (suite) : ▪ Bassins de collecte des eaux de contact et leur système de pompage et déversoirs respectifs (bassin Interne, bassin de pompage de la cellule RCP, bassin de pompage de l'extension de la cellule RFP) ▪ Bassin pour la collecte et le suivi des eaux traitées (bassin de polissage)	Déversoir d'urgence	Doit pouvoir évacuer l'eau de la crue maximale probable sans débordement par-dessus la crête des digues.	Niveau initial de l'eau = niveau du seuil du déversoir.
		Le seuil déversant du déversoir d'urgence sera au minimum 0,5 m en dessous de la plus basse crête de digue.	Aucun déversoir d'urgence ne sera aménagé à l'étape 1 de déposition (section 6.1), puisqu'un débordement à cette étape se ferait sur le terrain naturel en direction du lac Waite, sans surverse au-dessus des digues périphériques du site.
		Pour la cellule RCP, le seuil du déversoir sera situé au-dessus du niveau d'eau normal d'exploitation.	Lors d'une crue, le déversoir permettra une connexion hydraulique entre le bassin Interne, la cellule RFP et la cellule RCP.
		Pour le bassin de polissage, le seuil du déversoir sera au moins 1,0 m en dessous de la crête de la digue RFP-2.	

5.3.1 Prise en compte des changements climatiques

De façon préliminaire, pour prendre en compte l'augmentation potentielle des précipitations annuelles causée par les changements climatiques, les valeurs de précipitation liquide (pluie) seront augmentées de 18 %, en conformité avec les recommandations du MELCCFP (2017). Ce facteur d'augmentation devrait être revu dans les prochaines étapes de développement du projet ainsi que durant les opérations pour assurer une prise en compte des changements climatiques adéquate et spécifique au projet.

Le scénario de crue de projet est modélisé afin d'évaluer les besoins de stockage d'eau et de s'assurer que les infrastructures de gestion des eaux sont dimensionnées de manière appropriée pour la gestion d'un tel évènement.

6.0 CONCEPTION DES IGRM

La conception proposée des IGRM a été développée conformément aux critères énoncés à la section 4.2. Certaines descriptions des éléments de conception présentées dans cette section ont été reprises de l'étude de conception initiale (Golder, 2017a). D'autres concepts ont évolué depuis cette étude, au fur et à mesure de l'avancement de l'ingénierie du projet, et sont précisément décrits dans certaines des études énumérées au tableau 5 de la section 1.3.

Lors de l'ingénierie détaillée et aux différentes étapes de déposition de la séquence de développement des IGRM, la conception des IGRM sera revue et se précisera en fonction des informations suivantes :

- Les informations géotechniques et hydrogéologiques obtenues sur les sols de fondation, les résidus et les matériaux de construction à la suite d'investigations ou une fois que l'exploitation aura débuté;
- La caractérisation géochimique des résidus et des matériaux de construction;
- Les données issues de la recherche de bancs d'emprunt;
- Le programme d'assurance qualité et de contrôle qualité lors de la construction;
- Les inspections périodiques par le concepteur et par Falco, ainsi que par de tierces parties.

La conception d'un parc à résidus est un processus évolutif tout au cours des étapes d'ingénierie préliminaire. Les éléments présentés ci-dessous sont tous sujets à changement selon l'accumulation de données supplémentaires, la mise à jour des études techniques ultérieures et l'évolution de la science.

6.1 Planification de la déposition de résidus

Un plan de déposition conceptuel des résidus a été préparé dans le cadre de l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) à l'aide du logiciel Muk3D développé par MineBridge Software (2011). Rappelons cependant que depuis cette étude, les tonnages de résidus qui devraient être acheminés au site des IGRM ainsi que la proportion de RCP ont été revus à la hausse. De même, la stratégie de gestion des IGRM prévoit actuellement que des stériles, des boues de traitement des eaux de surface et des sédiments soient également entreposés dans les aires d'accumulation. Le plan de déposition et la configuration des IGRM seront donc revus au cours de la phase d'ingénierie détaillée, pour intégrer ces changements.

Selon le plan de déposition conceptuel, le site des IGRM sera développé en cinq étapes de déposition qui dureront chacune de deux à quatre ans. Les RFP et les RCP devraient être déposés simultanément dans leur cellule respective et viendront s'appuyer graduellement sur les digues ceinturant les cellules. Un système de points de déposition multiples, tels que des *spigots*, sera utilisé. Conformément à l'un des critères énoncés à la section 4.2, ce système permettrait de diminuer la force d'écoulement de résidus et promouvrait le développement de plages de résidus élevées et continues le long des structures de confinement.

Le tableau 16 présente les tonnages totaux et volumes correspondants de résidus et d'eau entreposés dans les cellules de déposition à chaque étape de déposition.

Tableau 16 : Estimation de la quantité de résidus et d'eau entreposés au site des IGRM par étape de déposition selon l'étude de conception initiale (Golder, 2017a)

Étapes de déposition de la séquence de développement des IGRM	Cellule RCP		Cellule RFP	
	Tonnage (Mt)	Volume (M m³)	Tonnage (Mt)	Volume (M m³)
Étape 1 (T1 année 3 à T1 année 5)	1,69	0,72	5,05	3,34
Étape 2 (T2 année 5 à T1 année 7)	1,63	0,69	4,62	3,06
Étape 3 (T2 année 7 à T1 année 9)	1,64	0,69	4,58	3,03
Étape 4 (T2 année 9 à T3 année 13)	3,75	1,59	10,51	6,96
Étape 5[(a)] (T4 année 13 à T1 année 16)	1,27	0,54	3,57	2,36
Cumulatif	9,98	4,23	28,33	18,76

(a) À l'étape 5 de déposition, l'ancien bassin de polissage deviendra une extension de la cellule RFP et des RFP y seront déposés (figure A).
Mt = millions de tonnes; M m³ = millions de m³.

6.2 Spécifications et quantités des matériaux de construction

Les spécifications des géosynthétiques (géomembrane, géotextile) et des matériaux granulaires (enrochement, matériaux de transition) qui seront utilisés pour la construction des digues et l'aménagement de la cellule RCP sont documentées dans un mémorandum de Golder (2021b). L'estimation des quantités de ces matériaux de construction est présentée dans un document distinct (Golder, 2021c).

Les spécifications granulométriques ainsi que les quantités de matériaux granulaires ont été fournies à l'équipe de Falco afin d'appuyer le développement de bancs d'emprunt et d'une carrière, le cas échéant. Ces informations ont également été utilisées dans le cadre de la mise à jour de l'étude de faisabilité du projet Horne 5 pour estimer les coûts de construction des IGRM (Falco, 2021).

La conception préliminaire des digues a été revue en 2020 dans le cadre d'une série d'études visant à avancer l'ingénierie du projet (Golder, 2021a,b,c). La mise à jour de l'estimation des quantités des matériaux de construction (Golder, 2021c) réalisée à cette époque tenait compte des modifications apportées à la géométrie de certaines digues. Elle ne tenait cependant pas compte du fait qu'une plus grande proportion de RCP devra être entreposée au site des IGRM que ce que prévoyait l'étude de faisabilité initiale (Falco, 2017, 2021).

Ce changement a été intégré à la mise à jour de l'estimation des coûts de construction des IGRM par le biais d'une provision (Falco, 2021). Pour les besoins de l'estimation des coûts, il a été supposé que la quantité additionnelle de RCP à entreposer serait assurée en déplaçant la digue médiane de quelques mètres vers le sud. Ceci aurait pour effet de diminuer la capacité d'entreposage de la cellule RFP et d'accroître celle de la cellule RCP. La longueur de la digue médiane s'en trouverait également augmentée, ce qui hausserait les coûts de construction des digues et de la cellule RCP.

La provenance et les caractéristiques physicochimiques des matériaux seront déterminées durant la phase d'ingénierie détaillée. Leurs spécifications pourraient être réévaluées selon la disponibilité du matériel de banc d'emprunt ou de carrière. Les quantités de matériaux de construction pourraient être revues pour intégrer les changements, le cas échéant.

6.3 Description des aires d'accumulation

Les aires d'accumulation seront constituées de cellules et de bassins qui seront confinés par des digues décrites à la section 6.3. Les paragraphes suivants fournissent une description de chacune des cellules de déposition ainsi que quelques informations sur la gestion de l'eau surnageant les résidus. Les aires d'accumulation sont illustrées à la figure A selon leur configuration à la fin de la période d'exploitation.

Cellule RCP

La fondation de cette cellule sera couverte par un élément de faible perméabilité pour limiter l'infiltration de l'eau interstitielle des résidus dans la fondation. Cette mesure permettra également de respecter les mesures de protection des eaux souterraines de niveau A de la Directive 019 (MELCCFP, 2012) qui devront être satisfaites étant donné la caractérisation géochimique des RCP (section 5.1.3). L'utilisation d'une géomembrane bitumineuse comme élément de faible perméabilité avait été proposée dans l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) et est toujours envisagée. L'estimation des quantités et des coûts d'aménagement des IGRM (Golder, 2021c; Falco, 2021) s'appuie d'ailleurs sur l'utilisation d'une telle géomembrane. Lors de l'ingénierie détaillée, ce choix sera étudié et les spécifications du géosynthétique sélectionné seront précisées.

La déposition se fera initialement à partir de la digue RCP-A et plus tard à partir des digues RCP-A et RCP-B. Cette mesure favorisera le drainage de l'eau vers la digue médiane et évitera que l'eau ne s'accumule sur les parois amont des digues RCP-A et RCP. L'eau surnageante des RCP sera en contact avec la digue médiane et sera transférée vers le bassin Interne, soit par pompage ou via un déversoir d'urgence permettant le passage d'une crue exceptionnelle en cas d'excès d'eau.

Il est prévu de mettre en place un système de drains souterrains constitués de matériaux granulaires, au fond de la cellule RCP, soit entre les RCP et la géomembrane bitumineuse qui couvrira le fond de la cellule. L'eau qui s'accumulera au sein de la couche granulaire sera pompée vers le bassin Interne à l'aide d'un deuxième système de pompage. Le processus de consolidation des RCP s'en trouvera accéléré, minimalement au cours des premières années de déposition. Cela aura pour effet de diminuer la perméabilité de la couche basale de RCP et donc d'assurer une bonne étanchéité de la cellule. Il n'est pas garanti que la performance du système de drains permette la mise en place d'un recouvrement le plus rapidement possible en période de restauration, bien qu'un effet bénéfique soit anticipé.

Soulignons qu'au vu de la réactivité des RCP, il serait souhaitable que la cellule RCP figure parmi les premières infrastructures restaurées lors de la transition vers la fermeture active. Le plan de restauration du site des IGRM (Golder, 2022a) fournit de plus amples informations sur le scénario de restauration actuel tandis que la section 7.0 de ce document en dresse un résumé.

L'estimation des quantités et des coûts d'aménagement des IGRM réalisées en 2021 (Golder, 2021c; Falco, 2021) tient compte du système de drainage basal de la cellule RCP. En revanche, il n'a pas été intégré au bilan d'eau du site des IGRM (Golder, 2022b). En ingénierie détaillée, une étude de consolidation sera réalisée pour démontrer la performance d'un tel système. S'il s'avère nécessaire d'accélérer la consolidation de la base des RCP pour en diminuer la perméabilité et qu'il permet une prompte restauration de la cellule, le concept sera approfondi et incorporé au bilan d'eau.

Cellule RFP

La cellule RFP permettra l'entreposage des RFP et, dans de moindres proportions, des stériles miniers hissés à la surface en période de préproduction, des boues de traitement de l'UTE et des sédiments accumulés dans les fossés et bassins. Le confinement de ces matériaux tirera parti de plusieurs points hauts topographiques. À la première étape de déposition de la séquence de développement, il est prévu que les RFP soient déposés à partir de la digue RFP-1, repoussant ainsi l'eau loin de la structure. Lors des étapes de déposition ultérieures, les RFP seront déposés à la fois à partir des points hauts topographiques et des deux digues de confinement RFP-1 et RFP-2, de façon à assurer un écoulement gravitaire vers le bassin Interne.

L'étude de conception initiale entrevoyait la mise en place d'un système de faible perméabilité sur le tiers de la fondation de la cellule RFP (Golder, 2017a). Cette mesure d'imperméabilisation supplémentaire n'est plus requise puisqu'une modélisation hydrogéologique (Golder, 2019c) a démontré que le substrat de fondation de la cellule RFP satisfait aux mesures de protection des eaux souterraines de niveau A de la Directive 019 (MELCCFP, 2012).

Au même titre que la cellule RCP, il est envisagé d'installer un système de drainage souterrain dans la cellule RFP afin de réduire la perméabilité de la base des RFP et d'en accélérer la consolidation. Une étude de consolidation devra être réalisée pour démontrer la pertinence d'une telle infrastructure pour cette cellule. L'estimation des quantités et des coûts d'aménagement des IGRM (Golder, 2021c; Falco, 2021) ne tient pas compte de ce système.

Extension de la cellule RFP

À l'étape 5 de déposition, l'ancien bassin de polissage deviendra une extension de la cellule RFP (figure A). Les RFP y seront déposés à partir de la digue RFP-3 et de hauts points topographiques. Une fois l'extension entièrement remplie, la déposition des RFP reprendra dans la cellule RFP à partir des hauts points topographiques.

L'eau surnageante des résidus de l'extension sera en contact avec les digues RFP-2 et RFP-3 en conditions normales d'opération, comme illustré à la figure A. Cette eau sera acheminée par pompage vers le bassin Interne. Il est à noter que les sections de digue sur lesquelles s'appuiera l'eau surnageante des résidus ne sont pas considérées comme des digues périphériques externes, puisque leur hypothétique rupture ne causerait pas de déversement de résidus ou d'eau de contact à l'extérieur de l'empreinte du site des IGRM.

6.4 Description des digues

Mis à part quelques spécificités décrites ci-après, les digues qui borderont les cellules d'entreposage des résidus et les bassins seront construites de façon semblable.

En cas de modification ultérieure de la géométrie des digues, leur alignement devra être revu en s'assurant de ne pas excéder l'empreinte actuelle du site des IGRM projeté et le plan de déposition devra être vérifié, car une telle modification pourrait affecter la capacité d'entreposage du site des IGRM. Au besoin, l'élévation en crête des digues aux différentes étapes de déposition sera ajustée.

Digues de confinement périphériques de la cellule RFP (RFP-1 et RFP-2)

Les digues RFP-1 et RFP-2 retiendront les RFP et leur eau interstitielle. Elles seront situées en périphérie de la cellule RFP. Pendant les quatre premières étapes de déposition de la séquence de développement, la portion sud de la digue RFP-2 agira comme séparateur entre le bassin de polissage initial (étapes 1 à 4) et la cellule RFP.

Les digues RFP-1 et RFP-2 devraient être construites selon une coupe transversale consistant en un remblai granulaire et un élément de faible perméabilité sur la pente amont. L'utilisation d'une géomembrane bitumineuse comme élément de faible perméabilité était considérée dans l'étude de conception préliminaire (Golder, 2017a) et l'est demeurée dans les études subséquentes (Golder, 2021b,c). La géomembrane bitumineuse serait installée sur une fondation appropriée offrant une transition entre le matériel grossier du corps des digues et la géomembrane. Le type de géosynthétique sera confirmé et ses spécifications seront précisées lors de la conception détaillée. Une épaisseur de géotextile pourrait être ajoutée au besoin, sous le géosynthétique.

L'épaisseur totale de ce système ainsi que sa répartition spatiale varieront selon les digues, l'élévation, et plus particulièrement, l'intensité du gradient hydraulique en cas de rupture de la géomembrane et du risque associé à une telle rupture. L'installation de filtres se concentrera sur les zones associées à un fort gradient hydraulique. Un filtre inverse sera inclus dans la fondation afin de la protéger contre l'érosion. Les spécifications relativement aux couches de transition sont fournies dans un mémorandum technique distinct portant sur la conception des couches de transition (Golder, 2021b).

Une largeur en crête finale de 12 m, correspondant à la largeur requise pour l'opération des structures et des pentes amont de 2 Horizontal : 1 Vertical (2H:1V) est prévue pour les digues à ce stade de la conception. La pente aval serait de 3H:1V pour la digue RFP-1. Quant à la digue RFP-2, sa pente aval a été réduite de 3H:1V à 2,5H:1V en 2020 (Golder, 2021c) pour réduire les quantités de matériaux de construction en début de projet.

À la suite d'analyses de stabilité réalisées en 2020 (Golder, 2021a), la configuration de la digue RFP-1 a été modifiée et comprend maintenant une clé et des bermes de stabilisation dans certains secteurs. Les bermes seraient construites avec du matériau de remblai granulaire à différentes étapes de déposition et feraient partie des rehaussements ultérieurs. La configuration de la digue RFP-1, y compris son alignement, pourrait être ajustée selon les données d'investigations ultérieures recueillies et les résultats des analyses de stabilité effectuées lors de l'ingénierie détaillée. Il pourrait également être opportun de modifier la séquence de construction du site des IGRM et (ou) de consolider les fondations avant la construction des digues, dans les secteurs jugés potentiellement critiques.

L'élévation en crête de la digue RFP-2 à chacune des étapes de déposition sera revue à l'ingénierie détaillée, afin de s'assurer que sa revanche est suffisante pour emmagasiner la crue de projet du bassin de polissage initial situé immédiatement en aval de la digue. Il est attendu que le pied de la digue RFP-2 soit inondé tant que ce bassin est en opération. Une berme en amont (du côté de la cellule RFP) pourrait donc être nécessaire pour ajouter du poids et éviter le soulèvement de la géomembrane sous l'effet de la pression hydrostatique causée par la colonne d'eau présente dans le bassin de polissage initial. Cet aspect sera évalué une fois l'ingénierie plus avancée.

Digues de confinement périphériques de la cellule RCP (RCP-A et RCP-B)

Les digues RCP-A et RCP-B retiendront les RCP et seront situées en périphérie de la cellule RCP. Il est prévu que les digues RCP-A et RCP-B aient une conception similaire à celle des digues RFP-1 et RFP-2, à l'exception du fait que leur système de faible perméabilité s'étendra au-delà du pied amont des digues sur toute l'empreinte de la cellule RCP. Ce système serait également composé d'une géomembrane bitumineuse et de matériaux de transition granulaire.

En période de fermeture passive, la pente aval de la digue RCP-A sera submergée dans les eaux d'un nouvel étang d'eau ou zone humide suivant l'arrêt du pompage au site des IGRM. Ce plan d'eau sera situé en aval hydraulique du lac Vauze existant. La pente aval de la digue RCP-A sera protégée adéquatement à cette étape, en raison du potentiel d'érosion par les vagues (voir section 7.0).

Digue de confinement du bassin de polissage de l'étape 5 de déposition (RFP-3)

La digue RFP-3 retiendra les eaux du nouveau bassin de polissage qui sera aménagé à l'étape 5 de déposition de la séquence de développement (bassin de polissage final), ainsi que les RFP entreposés dans l'extension de la cellule RFP aménagée dans l'empreinte de l'ancien bassin de polissage (bassin de polissage initial). Cette digue sera construite selon une coupe transversale similaire à celle des digues RFP-1 et RFP-2.

Il est à noter qu'en 2017, la construction d'une autre digue (RFP-4) au sud de l'extension de la cellule RFP (ancien bassin de polissage) était prévue, mais l'étude de conception initiale (Golder, 2017a) a démontré qu'elle n'était pas nécessaire.

Digue de confinement entre le bassin Interne et les cellules RCP et RFP (Médiane)

L'étude de conception initiale (Golder, 2017a) prévoyait que la digue médiane soit construite avec des stériles générateurs d'acide et comprenne une paroi étanche constituée de sol-bentonite protégée par des matériaux granulaires. Un système de pompage devait être aménagé du côté de la cellule RCP (en amont) pour recueillir l'eau de consolidation des résidus et l'acheminer au bassin Interne. La conception de la digue médiane a toutefois été revue ultérieurement et documentée dans un mémorandum de Golder (2021c).

La conception actuelle prévoit que la digue médiane soit construite de façon semblable aux digues périphériques. Son corps sera principalement constitué d'enrochements quoique des stériles acidogènes et potentiellement lixiviables pourraient être utilisés pour sa construction, mais uniquement dans les zones qui devraient perpétuellement être submergées. Le zonage précis de ces stériles sera précisé lors de la conception détaillée.

La digue médiane comprendra une géomembrane bitumineuse reposant sur une assise granulaire du côté de la cellule RCP (amont). Ce système assurera une séparation hydraulique entre les cellules RFP et RCP. Une couche de protection granulaire contre l'eau et la glace s'ajoutera à ce système, toujours du côté amont de la digue. Enfin, une largeur de crête finale de 12 m est prévue pour la digue médiane.

Digue de séparation entre la cellule RFP et le bassin interne (digue interne)

Cette structure retiendra les RFP tout en permettant à leur eau interstitielle et à l'eau surnageante de la cellule RFP de s'écouler vers le bassin Interne. La conception des IGRM prévoit d'ailleurs qu'en cas de rupture de la digue interne, l'eau et les résidus de la cellule RFP s'écouleront par gravité vers le bassin Interne, qui est situé dans une dépression du site.

Il est prévu de construire la digue interne comme une structure entièrement perméable, en utilisant de l'enrochement comme corps de la digue. Des stériles pourraient être utilisés dans les zones qui demeureront perpétuellement submergées.

Un système de couche de transition est prévu en amont (vers la cellule RFP) de la digue interne. Ce système de couche de transition sera constitué de plusieurs couches granulaires et d'un géotextile, afin d'assurer la transition entre les résidus fins et l'enrochement et d'empêcher la migration de particules fines vers le bassin Interne. L'épaisseur du système et le nombre de couches ont été définis dans un mémorandum technique (Golder, 2021b) et seront confirmés lors de la conception détaillée.

La conception de la digue interne a été revue en 2020 pour tenir compte de la présence d'un dépôt d'argile de 8 à 16 m dans son axe (Golder, 2021a). Les changements apportés à sa configuration comprennent l'ajout d'une clé et d'une berme de stabilisation et l'adoucissement de la pente aval de la digue de 2H:1V à 3H:1V. La pente amont sera de 2H:1V, comme ce que prévoyait l'étude de conception initiale (Golder, 2017a).

Les changements apportés à la géométrie de la digue ainsi que les analyses de stabilité à l'équilibre aux limites réalisées en 2020 ne peuvent toutefois pas garantir sa stabilité physique. Comme expliqué dans le mémorandum de Golder (2021a), des travaux d'investigation fournissant davantage de données géotechniques et une série d'analyses supplémentaires devront être effectués lors de l'ingénierie détaillée pour établir une configuration de la digue Interne satisfaisant aux critères de stabilité.

6.5 Infrastructures de gestion des eaux

Le site des IGRM prévoit la mise en place des infrastructures de gestion des eaux suivantes, identifiées sur la figure A :

- Des systèmes de dérivation des eaux de surface, constitués de fossés et d'installations de pompage, pour limiter les apports d'eaux de surface provenant des bassins versants périphériques, vers les IGRM;
- Des bassins de collecte des eaux de contact et leurs systèmes de pompage et déversoirs respectifs, ce qui comprend :
  - La cellule RCP et son bassin de pompage, pour le dépôt des RCP;
  - La cellule RFP et son extension, pour le dépôt des RFP;
  - Le bassin Interne, pour la collecte des eaux de ruissellement et de ressuage des cellules RFP (par drainage gravitaire) et RCP (par pompage). Le bassin Interne recueillera également les eaux de contact qui auront été collectées dans l'extension de la cellule RFP et les systèmes de collecte périphériques.
- Des systèmes de collecte des eaux de contact périphériques, constitués de fossés collecteurs et de puisards de pompage pour la collecte des eaux de ruissellement et des exfiltrations en périphérie des aires d'accumulation et leur transfert vers le bassin Interne;
- Une unité de traitement des eaux (UTE);
- Un bassin de polissage, pour la collecte et le suivi des eaux traitées avant leur rejet à l'environnement;
- Des infrastructures de rejet de l'effluent final, localisées à la sortie du bassin de polissage.

6.5.1 Dimensionnement des infrastructures de gestion des eaux du site des IGRM

Cette section décrit les paramètres et hypothèses de conception utilisés pour le dimensionnement des infrastructures de gestion des eaux de surface du site des IGRM, établis lors de la conception initiale (Golder, 2017a).

Certains paramètres, comme les volumes et niveaux de crue au site des IGRM, ont été revus dans le cadre de la modélisation du bilan d'eau (Golder, 2022b). Certaines infrastructures intégrées aux IGRM après la conception initiale n'ont toutefois pas encore été dimensionnées. Lors de l'ingénierie détaillée, la conception des infrastructures de gestion des eaux sera revue et l'estimation des quantités et des coûts d'aménagement de ces ouvrages intègrera les changements.

Déversoirs d'urgence

Comme l'exige la Directive 019 (MELCCFP, 2012), les déversoirs du site des IGRM ont été conçus pour évacuer une crue maximale probable en toute sécurité. Les déversoirs ou canaux de déversoir qui n'étaient pas prévus en 2017 (Golder, 2017a) n'ont pas encore été dimensionnés. Les infrastructures suivantes seront équipées d'un déversoir :

- La cellule RFP – Le canal du déversoir suivra le même tracé que le prévoyait l'étude de conception initiale (Golder, 2017a);
- L'extension de la cellule RFP – Un déversoir d'urgence n'était pas prévu en 2017 (Golder, 2017a), mais a été intégré aux IGRM de même qu'au bilan d'eau (Golder, 2022b);
- La cellule RCP – La conception initiale prévoyait qu'un déversoir opérationnel soit construit entre la cellule RCP et le bassin Interne, plus précisément sur la crête de la portion ouest de la digue médiane. Selon le concept actuel, il s'agira plutôt d'un déversoir d'urgence;
- Le bassin Interne – Le concept actuel prévoit qu'un seuil de surverse soit aménagé sur la digue interne et que le canal du déversoir de la cellule RFP soit prolongé jusqu'au bassin interne à l'étape 5 de déposition;
- Le bassin de polissage initial (étapes de déposition 1 à 4) et le nouveau bassin de polissage (étape 5 de déposition) – aucun changement n'a été apporté au tracé du déversoir et de son canal depuis l'étude de conception initiale (Golder, 2017a).

Les hypothèses suivantes ont été prises en compte pour le dimensionnement des déversoirs et de leurs canaux :

- Il a été supposé que les déversoirs d'urgence du site des IGRM seront excavés dans le roc, car ils seront situés le long de digues;
- Il a été supposé que le déversoir de la cellule RCP sera protégé avec de l'enrochement afin d'empêcher l'érosion du canal;
- Les déversoirs auront une largeur minimale de quatre mètres afin de réduire la probabilité d'obstruction par des débris;
- Les déversoirs excavés dans le roc auront une largeur minimale de six mètres afin de permettre un espace suffisant pour la construction.

Les détails de dimensionnement des déversoirs, selon leur configuration initiale (Golder, 2017a), sont résumés au tableau 17.

Tableau 17 : Dimensionnement des déversoirs d'urgence du site des IGRM et de leur canal

Paramètre de conception	Unité	Cellule RFP[a]			Cellule RCP	Bassin de polissage	Site des IGRM
		Étape 2	Étape 3	Étape 4	Étapes 1 à 5	Étapes 1 à 5	Fermeture active
Longueur du canal	m	270	370	400	100	800	s.o.
Seuil du déversoir	m	334,0	336,0	341,0	341,0	334,3	340,5
Débit de conception[b]	m³/s	4,2	3,7	3,0	1,5	5,2–11,4	2,7
Largeur du fond du canal	m	6,0	6,0	6,0	4	6–12	6,0
Pente latérale du canal (=H:1V)	m/m	0,1 dans le roc et 2,5 dans le sol					
Profondeur minimale[b]	m	1–1,1	1,0	1,0	1,0	0,3–1,4	1,0

(a) Le seuil du déversoir d'urgence de la cellule RFP ne sera pas construit à l'étape 1 des IGRM, dû au fait que le bassin Interne aura une capacité suffisante pour stocker la crue de projet et la précipitation maximale probable (Golder, 2017a).

(b) Des plages de valeurs sont indiquées, car les dimensions varient sur la longueur du canal du déversoir.

Étape = étape de déposition de la séquence de développement des IGRM; H : 1V = Horizontal : 1 Vertical; s.o. = sans objet.

Fossés de collecte et puisards de pompage des systèmes de collecte des eaux de contact périphériques

Des fossés de collecte le long du pied des digues recueilleront les exfiltrations et les eaux de ruissellement s'écoulant à travers les digues vers l'aval. Ils seront protégés par une membrane de faible perméabilité, recouverte d'une couche d'enrochement.

Le tableau 18 et le tableau 19 résument les détails de dimensionnement et les paramètres géométriques des fossés de collecte et des puisards de pompage. Les systèmes de pompage de la cellule RCP et de l'extension de la cellule RFP qui collecteront l'eau surnageante des résidus, de même que les fossés et puisards de pompage de la digue RFP-3, ne figurent pas parmi les infrastructures dimensionnées puisqu'elles ont été intégrées aux IGRM après la conception initiale (Golder, 2017a).

Tableau 18 : Dimensionnement des fossés de collecte du site des IGRM

Paramètre de conception	Unité	RFP-1	RFP-2	RCP-A	RCP-B
Longueur du fossé	m	820	660	460	170
Débit de conception[a]	m³/s	0,1–0,4	0,1–0,65	0,5–1,1	0,1
Largeur du fond du fossé	m	0,5	0,5	0,5	0,5
Pente latérale du fossé (=H:1V)	m/m	2,5	2,5	2,5	2,5
Profondeur minimale[a]	m	0,6–0,9	0,8–1,1	0,9–1,1	0,6–0,7

(a) Des plages de valeurs sont indiquées, car elles varient sur la longueur du fossé.

Tableau 19 : Dimensionnement des puisards de pompage du site des IGRM

Paramètre de conception	Unité	Puisard de pompage RCP-A (PP-RCP-A)	Puisard de pompage RCP-B (PP-RCP-B)	Puisard de pompage RFP-1 (PP-RFP-1)	Puisard de pompage RFP-2 (PP-RFP-2)
Débit de pompage[a]	m³/s	0,5	0,1	0,5	0,2
Empreinte totale	m²	2 700	800	4 500	2 500
Profondeur totale	m	5,7	4,5	4,3	4,5
Volume non actif[b]	m³	4 500	700	4 000	2 500
Volume actif[a,c]	m³	1 100	200	2 900	1 400
Volume mort[d]	m³	200	20	800	300
Volume total	m³	5 800	920	7 700	4 200

(a) Le débit de pompage et le volume actif ont été fixés de manière à gérer la crue de projet de façon adéquate.

(b) Le volume non actif correspond au volume au-dessus du niveau d'eau maximal prévu (en raison des contraintes hydrauliques et de construction).

(c) Le volume actif correspond à la capacité effective d'entreposage d'eau dans un bassin.

(d) Le volume mort correspond à la capacité de stockage des sédiments au fond du bassin et, de ce fait, est indisponible pour le stockage provisoire.

Systèmes de dérivation des eaux de surface

Des fossés de dérivation seront aménagés pour dévier les eaux des bassins versants se drainant vers le site des IGRM. La dérivation sud-est sera imperméabilisée au moyen d'une membrane protégée par une couche d'enrochement, et la dérivation Vauze sera excavée dans le roc.

Les détails de dimensionnement de ces dérivations et leurs paramètres géométriques sont résumés dans le tableau 20. Bien qu'un tracé conceptuel des dérivations nord-ouest et sud-ouest ait été établi, celles-ci n'ont pas été dimensionnées lors de l'étude de conception initiale (Golder, 2017a). Un mémorandum de Golder, rédigé à la suite d'une visite de terrain effectuée en juin 2022, rend compte des contraintes liées à la conception et à la construction des dérivations selon leur tracé actuel (Golder, 2022d). Il est entendu que les dérivations seront revues à l'étape de l'ingénierie détaillée.

Selon le plan actuel, les dérivations devraient être construites avant le début de l'opération du site des IGRM, à l'exception de la dérivation Vauze, qui ne sera requise qu'en fermeture.

Tableau 20 : Dimensionnement des dérivations du site des IGRM

Paramètre de conception	Unité	Sud-est	Vauze
Longueur du fossé	m	660	1000
Débit de conception	m^3/s	6,9	2,8
Largeur du fond du fossé	m	6,0	6,0
Pente du côté du fossé (=H:1V)	m/m	2,5	0,1
Profondeur minimale	m	1,4	1,1

7.0 CONCEPT DE FERMETURE DU SITE DES IGRM

Le plan préliminaire de réaménagement et de restauration du site des IGRM (Golder, 2022a) présente le concept de restauration envisagé à ce stade du projet. Ce plan se veut une version conceptuelle et préliminaire des mesures de protection, de réaménagement et de restauration prévues à la fin de l'exploitation au site des IGRM et le long du tracé des conduites de résidus et d'eau de recirculation. Il a été développé selon les prescriptions et recommandations du Guide de restauration (MERN, 2017) et conformément aux dispositions de l'article 232.1 de la Loi sur les mines (LégisQuébec, à jour au 18 mars 2021).

La conception du site des IGRM intègre des considérations relatives à la fermeture. Cette conception englobe les impacts prévisibles des IGRM et identifie les principales questions susceptibles d'influencer l'orientation stratégique du projet, pendant la planification de sa fermeture.

7.1 Paramètres et hypothèses de conception pour la fermeture

Les principaux enjeux sont liés à la présence de matériaux acidogènes et lixiviables (voir section 5.1.3).

Étant donné qu'il reste encore plusieurs années avant la mise en service des IGRM, et que certaines hypothèses et analyses reposent sur une quantité limitée de données, le scénario de restauration présenté dans le plan de restauration préliminaire (Golder 2022a) est conceptuel et n'a encore fait l'objet d'aucune analyse comparative détaillée. Les concepts présentés visent tous à réduire les impacts environnementaux reliés à la présence de matériaux acidogènes et lixiviables qui devraient être entreposés dans les aires d'accumulation. Ces concepts seront analysés plus en détail avec l'évolution de l'ingénierie et des études de support. Les données et l'expérience acquise durant les années de production sans IGRM seront mises à profit pour préciser la gestion des résidus et de l'eau, et par conséquent la sélection de scénarios de restauration appropriés.

Les paragraphes suivants résument les concepts présentement intégrés à la conception en vue de la fermeture du site.

- Cellule RCP – les RCP sont potentiellement générateurs d'acide et lixiviables. Il est donc prévu de recouvrir la cellule RCP d'une géomembrane qui limitera l'infiltration d'eau et la diffusion d'oxygène. Les RCP étant des résidus très fins, il est attendu qu'ils retiennent l'eau. Le système de pompage des eaux issues de la consolidation des résidus devrait être maintenu opérationnel pendant la période de transition et la période de fermeture active, pour drainer le plus d'eau possible et accélérer la consolidation des RCP. Advenant que le système de drainage basal de la cellule soit aménagé et opéré tout au long de la phase d'exploitation, celui-ci pourrait également demeurer opérationnel durant les périodes de transition et de fermeture active. Une fois la cellule RCP entièrement recouverte et le suivi environnemental terminé, des fossés de drainage y seront aménagés afin de collecter les eaux de ruissellement et les acheminer par le déversoir de la cellule RCP vers un cours d'eau recréé au sein de la zone restaurée de l'ancien bassin Interne;
- Cellule RFP et extension de la cellule RFP – les derniers travaux de caractérisation géochimique (URSTM, 2019) ont révélé que les RFP désulfurés (CRT) sont non acidogènes et que la mobilisation des métaux était faible à long terme. Le scénario de restauration envisagé pour la cellule RFP et l'extension de la cellule RFP est un recouvrement pour limiter l'infiltration d'eau et la gestion des eaux de ruissellement. Des fossés de drainage seront aménagés afin de collecter les eaux de ruissellement et les acheminer vers la digue interne et le bassin de polissage restauré;
- Digues des cellules RCP et RCP – Les matériaux de la halde à mort terrain temporaire seront graduellement utilisés pour les activités de restauration, notamment pour la restauration progressive des digues de confinement des cellules de résidus, qui seront recouvertes dès qu'elles auront atteint leur élévation finale;
- Stériles miniers – La restauration de l'empilement de stériles situé dans la cellule RFP, plus précisément dans le secteur du parc à résidus n° 2, sera progressive, puisque l'empilement sera enfoui sous les RFP avant la fin des opérations;
- Gestion de l'eau – Le bassin Interne et le bassin de polissage devront être maintenus opérationnels pendant les phases de transition et de fermeture active pour surveiller la qualité de l'eau pendant la mise en place des recouvrements des cellules RCP et RFP. La durée pendant laquelle il faudra maintenir ces bassins pendant la fermeture active est estimée à 3 ans, mais devra être réévaluée. La stratégie de fermeture proposée vise à éliminer progressivement la nécessité d'un traitement d'eau actif et donc à démanteler le bassin de polissage, tandis que le bassin Interne demeurera l'exutoire naturel des eaux de ruissellement.

7.2 Critères de conception des infrastructures de gestion des eaux pour la fermeture

À la fermeture, les infrastructures de gestion des eaux de surface du site des IGRM seront soit démantelées, soit modifiées, comme décrit au tableau 21 de la page suivante. Le démantèlement des infrastructures sera effectué conformément au plan de gestion des eaux en phase de transition, de fermeture active et passive, ainsi qu'en période post-restauration, comme présenté dans le plan de restauration (Golder, 2022a).

À noter que les dénominations mentionnées ci-dessus (fossé et canal) se réfèrent à celles utilisées lors des opérations, mais qu'en période de fermeture, l'ensemble de ces structures fera partie d'un système hydrographique continu, recréant des axes de drainage aussi naturels que possible : thalwegs, ruisseaux et cours d'eau intermittents ou non.

Tableau 21 : Modifications des infrastructures de gestion des eaux prévues pour la fermeture du site des IGRM

Infrastructure	Modifications requises pour la fermeture
Fossés de collecte	À préserver pour drainer la pente aval des digues. Si nécessaire, les pentes seront stabilisées et un concept de fermeture définitive sans entretien sera appliqué.
Puisards de pompage	À démanteler, puis à remblayer afin de recréer des zones naturelles boisées ou des zones humides et étangs d'eau sans digues.
Systèmes de dérivation	À conserver comme dérivations permanentes, en appliquant un concept de fermeture définitive sans entretien.
Déversoirs d'urgence	À conserver en tant que canaux et à modifier en fonction du plan de gestion des eaux aux phases de fermeture active et passive, ainsi qu'en période post- restauration, en appliquant un concept de fermeture définitive sans entretien.
Systèmes de pompage	Pompes et conduites à démanteler et à retirer du site.
Digue RFP-3 (portion ouest)	À démanteler afin de rétablir un drainage gravitaire jusqu'au lac Waite, par le canal du déversoir de l'extension de la cellule RFP.
Digue interne	En période de fermeture passive, une brèche sera pratiquée dans la digue interne afin de permettre un écoulement gravitaire des fossés de drainage de la cellule RFP vers le cours d'eau recréé au sein de la zone restaurée de l'ancien bassin Interne.

7.3 Risques et opportunités liés à la fermeture

Les risques et opportunités à prendre en compte lors des prochaines étapes de développement du plan de restauration du site des IGRM comprennent les éléments suivants :

- Comportement des résidus à long terme – Les essais géochimiques sur les résidus doivent être poursuivis afin de fournir une estimation raisonnable du délai potentiel avant l'activation du drainage minier acide;
- Recouvrements – Une analyse comparative de diverses options de recouvrement doit être entreprise afin de concevoir des systèmes de recouvrement permettant d'atteindre les objectifs du plan de restauration et d'établir les spécifications des matériaux constituant ces recouvrements. Les options envisagées incluent l'utilisation de RFP désulfurés (CRT) comme couche de faible perméabilité dans un recouvrement multicouche, par exemple pour la cellule RCP. Plusieurs aspects des différentes options de recouvrement seront étudiés, à savoir la performance des matériaux, la disponibilité du matériel, l'acceptabilité, les risques et les coûts. Les résultats seront présentés dans les versions futures du plan de restauration;
- Traitement de l'eau – le traitement de l'eau doit être maintenu jusqu'à ce que le pompage de la cellule RCP soit terminé et aussi longtemps que la qualité de l'eau collectée ne satisfera pas aux critères applicables. La durée pendant laquelle ce traitement sera requis est estimée à 3 ans, mais devra être réévaluée suivant la revue des recouvrements et la modélisation de la qualité d'eau.

8.0 CONTINGENCES

La conception proposée pour le site des IGRM a été préparée en vue d'offrir une flexibilité et de faciliter les opérations. Pour ce faire, des contingences sont nécessaires, notamment pour permettre des variations temporaires dans les quantités de matériaux produits, ou pour tenir compte de différences dans les propriétés des résidus ou des matériaux de construction.

Les contingences par rapport aux scénarios prévisibles de gestion des résidus miniers du projet Horne 5 sont décrites ci-dessous. Les scénarios comprennent :

- La production de stériles et de résidus miniers dans des proportions qui diffèrent du plan de minage (excès ou manque de stériles, excès de résidus);
- Une production qui dépasse le plan de minage actuel ou des difficultés lors de l'entreposage souterrain;
- Des différences dans les propriétés des résidus et la gestion des eaux;
- Des difficultés d'approvisionnement des matériaux de construction des IGRM.

8.1 Variations dans l’acheminement des résidus et l'épaississement des résidus

La conception actuelle prévoit que les résidus seront produits à un taux constant qui dépendra du rendement de l'usine. Les équipements de l’usine, y compris le circuit de broyage, les pompes, les réservoirs, les conduites et le circuit d'extraction, ont un taux de production qui varie rarement sans modifications majeures. Cependant, la quantité de résidus acheminée au site des IGRM variera considérablement en raison de sa dépendance à la demande de remblai en pâte pour la mine souterraine. Il est également possible que les proportions prévues de RCP et de RFP à entreposer chaque année varient dans le temps si le remblai en pâte nécessite des ajustements pour modifier ses propriétés mécaniques ou si l’espace censé servir à l’entreposage souterrain des résidus n’est pas disponible.

La conception actuelle prévoit au moins deux ans de déposition, à chaque étape de la séquence de développement du site des IGRM. Si l'un des deux flux de résidus est acheminé aux IGRM en quantité supérieure à celle prévue, les cellules auront une durée de vie plus courte et le rehaussement des digues devra se faire plus rapidement. Toutefois, les méthodes de rehaussement aval ont été choisies en partie pour répondre à ce type d'incertitude et permettre une construction indépendante de l'opération. Les cellules RFP et RCP sont indépendantes l’une de l’autre et peuvent être rehaussées séparément sans compromettre la gestion globale du site. Il convient de mentionner que des variations annuelles peuvent survenir dans l’utilisation du remblai en pâte. Toutes les ouvertures créées par l'exploitation de la mine Horne 5 devraient néanmoins être comblées avec du remblai en pâte, ce qui devrait permettre de respecter le scénario global de distribution des résidus.

Lorsque le remblai en pâte est produit, des tonnages moins importants de résidus seront acheminés au site des IGRM. Cependant, d'après notre compréhension, lors de ces périodes, des quantités supplémentaires d'eau seront ajoutées aux résidus; les RCP et les RFP pourraient donc être acheminés au site des IGRM avec une teneur en solides significativement inférieure aux valeurs de référence de 47 % et de 62 %, respectivement. Dans un tel cas, on pourrait s’attendre aux changements suivants à la stratégie de gestion des eaux du site des IGRM :

- De plus grands volumes d'eau arrivant à la cellule RCP entraîneraient le transfert de volumes d'eau plus importants par pompage, vers le bassin Interne. Bien que la sédimentation et la consolidation des résidus puissent prendre plus de temps, il n’est pas anticipé que la capacité d’entreposage de la cellule soit excédée;
- De plus grands volumes d'eau arrivant à la cellule RFP nécessiteraient très probablement une capacité de pompage accrue, pour le bassin Interne. Il est important de rappeler que le bassin Interne est conçu pour fonctionner à un niveau d’opération d'eau très bas (voire vide; Golder, 2022b) afin de maximiser le drainage de la cellule RFP. Le bassin Interne ne devra pas être opéré comme un bassin d'eau minière, mais plutôt comme un bassin de pompage. Par conséquent, il est improbable que les volumes d'eau supérieurs affectent les performances de la cellule RFP, si le bassin Interne est équipé d'un système de pompage adéquat.

8.2 Production excédant le plan de minage actuel

La plupart des projets miniers visent à prolonger la durée de vie de la mine. L'aménagement du site des IGRM est compatible avec des rehaussements supplémentaires, mais cela devra être appuyé par des études appropriées. La zone environnante du site des IGRM offre d'excellentes possibilités d'agrandissement de l'empreinte du site comme alternative au rehaussement. Par exemple, une hypothétique expansion des IGRM vers le lac Vauze allant jusqu'à son empiètement complet était envisagée dans l'étude de sélection de site (Golder, 2018a). Ces scénarios apportaient une flexibilité accrue à la stratégie de gestion des résidus puisqu'ils permettaient de confiner complètement des quantités additionnelles de RCP sans augmenter la hauteur des structures de confinement du site. L'impact environnemental de ces scénarios devrait toutefois être réévalué.

8.3 Difficultés lors de l'entreposage souterrain des résidus (sous forme de remblai hydraulique dans les anciennes ouvertures minières)

Il est prévu d'entreposer les RFP et les RCP ne pouvant être utilisés dans le remblai en pâte, dans les ouvertures souterraines disponibles dans les anciennes mines avoisinant le gisement Horne-5, avant que l'entreposage à la surface ne commence. Bien qu'un effort important ait été fait pour estimer les volumes disponibles, il est reconnu que ceux-ci constituent des estimations et que les ouvertures souterraines pourraient fournir une capacité inférieure à celle prévue. En outre, des problèmes opérationnels ou des retards de distribution pourraient éventuellement ralentir ou retarder l'entreposage souterrain des résidus.

Si ces situations se produisaient, la mise en opération du site des IGRM pourrait être requise plus tôt que prévu. Bien qu'il est prévu que la construction des IGRM commence à la deuxième année de production, une capacité d'entreposage pourrait être rapidement obtenue en ne construisant que partiellement les digues, de manière similaire à une digue de départ plus basse. L'opération du site des IGRM, et plus particulièrement la déposition des résidus, pourrait alors commencer dès la finalisation de la construction de ces digues de départ. Si, par la suite, une perte permanente de la capacité souterraine est confirmée, le tonnage excédentaire de résidus sera géré par la stratégie décrite à la section 8.2.

8.4 Variation des propriétés des résidus

La conception du site des IGRM offre de la flexibilité et tient compte des quantités variables de résidus à entreposer sur le site. La variabilité des propriétés des résidus pourrait se manifester sous la forme de pentes de déposition différentes à celles attendues, une teneur en solides plus faible, une consolidation plus lente, etc. Tous ces éléments pourraient être gérés, car la conception actuelle des digues est indépendante de la performance des résidus. Cependant, les pentes de déposition des résidus pourraient nécessiter des ajustements au plan de déposition. Le système de pompage de la cellule RCP et le maintien d'un niveau d'eau d'opération le plus bas possible dans le bassin Interne devraient permettre d'augmenter le ressuage de l'eau interstitielle des résidus et leur consolidation. Ces mesures et l'installation de systèmes de drains souterrains dans les cellules pour favoriser davantage le drainage de l'eau devraient faciliter la gestion des conséquences potentielles de variations dans les propriétés des résidus.

8.5 Difficultés d'approvisionnement des matériaux de construction

Il était initialement prévu d'utiliser les stériles hissés à la surface en période de préproduction pour la construction du corps de certaines digues (Golder, 2017a). Cette option est actuellement envisagée dans des zones limitées des digues médiane et interne puisque l'ensemble des stériles est considéré comme potentiellement générateur d'acide et lixiviable et nécessite donc une stratégie de gestion conforme aux recommandations de la Directive 019 (MELCCFP, 2012). Les digues seront donc principalement constituées d'enrochements provenant d'une carrière et, dans de moindres proportions, d'une série de couches de transition filtrantes.

Si la recherche de bancs d'emprunt ne permet pas de trouver des matériaux granulaires conformes aux spécifications requises ou en assez grande quantité, la conception des digues devra être revue. Si Falco éprouve des difficultés d'approvisionnement pour les matériaux constituant les couches de transition, alors le concassage des roches pour produire des granulats ou le triage des matériaux de bancs d'emprunt afin d'obtenir des filtres adéquats serait considéré.

La zone propice au développement d'une carrière reste à être précisée, mais il serait souhaitable de la situer dans l'empreinte du site des IGRM. L'implantation d'une carrière (pour la production de matériaux de construction pour les digues, les routes d'accès, la plateforme de l'UTE, etc.) dans l'empreinte des cellules de déposition fournira un espace de stockage supplémentaire ou permettra de réduire la hauteur totale des digues. Des mesures supplémentaires de protection des eaux souterraines pourraient être nécessaires avant d'utiliser cet espace. Ces mesures seraient compensées par le gain de capacité d'entreposage et la diminution de la distance de transport de matériaux de construction.

9.0 CONCLUSION

Cette mise à jour des critères de conception des IGRM a été préparée afin de préciser les particularités des infrastructures qu'il est prévu de construire aux IGRM, de remettre en perspective les stratégies d'opération du site et leur impact sur la conception des digues, et d'intégrer les résultats des études réalisées depuis 2017. Ce document devra être consulté lors de la mise à jour de la conception de quelque ouvrage que ce soit du site des IGRM.

Page Signatures

WSP Canada Inc.



Estelle Nkamegue, ing., M.Sc.A.
Ingénieure en géotechnique



Yves Boulianne, ing.
Principal, ingénieur en géotechnique et gestion des résidus miniers

EN/YB/as

RÉFÉRENCES

Association canadienne des barrages (ACB), 2013. *Recommandations de sécurité des barrages*, 2e éd., 84 p.

ACB, 2014. *Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers*, bulletin technique, 1ère éd., 46 p.

ACB, 2019. *Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers*, bulletin technique, 2e éd., 43 p.

Bray, Jonathan D. et Thaleia Travasarou, 2007. « Simplified procedure for estimating earthquake-induced deviatoric slope displacements », *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, vol. 133, p. 381-392.

Commission géologique du Canada (la Commission), 2019. *Désagrégation d'aléa sismique*, Service d'information sur les dangers naturels au Canada, Séismes Canada, Ressources naturelles Canada, 26 août 2019, 44 p.

Conseil national de recherches Canada (CNRC), 2015. *Code national du bâtiment, Canada, 2015*, Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Institut de recherche en construction, Ottawa, 2010, 2 v.

Environnement Canada, 2009. *Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux*, 108 p.

Environnement Canada, 2011. *Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers*, Division des mines et du traitement, septembre 2011. Date de modification: 23-12-2016.

Fell, Robin, MacGregor, Patrick, Stapledon, David, Bell, Graeme et Mark Foster, 2015. *Geotechnical Engineering of Dams*, 2e éd., Londres, CRC Press, 1348 p.

Geocon, 2004. *Mise à jour du Plan de restauration, Site minier du Lac Dufault*, rapport préparé pour Corporation Minière Inmet, Rouyn-Noranda, juin 2004, 32 p. et annexes. No de réf. : M-6808 (603451).

Golder Associates Ltd. (Golder), 1983. *Subsurface Investigation and Stability Analyses of Existing Tailings Dams, Norbec Tailings Area*, rapport préparé pour Corporation Falconbridge Copper, Division Lac Dufault, Noranda, juillet 1983, 8 p. et annexes. No de réf. : 841-1169.

Golder Associés Ltée (Golder), 1998. *Plan de restauration environnementale du site Norbec d'Alembert*, rapport préparé pour Corporation minière Inmet, Division Lac Dufault, Rouyn-Noranda, février 1998, 128 p. et annexes. No de réf. : 971-7075.

Golder, 2000. *Rapport de conception – Réhabilitation des digues Nord, Principale, G, H et X*, rapport préparé pour Corporation minière Inmet, Division Lac Dufault, Rouyn-Noranda, mai 2000, 28 p. et annexes. No de réf. : 001-7030.

Golder, 2017a. *Horne-5 Mine Project, Surface Tailings Management Facility Design Report*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, novembre 2017, 39 p., figures et annexes. No de réf. : 028-1774165-3100-4000-Rev0.

Golder, 2017b. *Étude de sélection de site, Entreposage des résidus miniers en surface, Projet Horne 5*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 22 juin 2017, 32 p., figures et annexes. No de réf. : GAL031-1774165-3100-RF-Rev0.

Golder, 2017c. *Horne 5 Feasibility Study – Climate Analysis*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, novembre 2017. No de réf. : GAL001-1774165-TM-Rev0.

Golder, 2017d. *Dewatering and rheology results and backfill design basis,* lettre préparée pour Redevances Aurifères Osisko, Val-d'Or, 9 p. et annexes. No de réf. : GAL160-1541337-23190-Rev2.

Golder, 2017e. *Gestion des résidus et des stériles, Projet Horne 5 – Sélection de stratégie de gestion*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 17 novembre 2017, 15 p. et figure. No de réf. : GAL124-1541337-Rev0.

Golder, 2017f. *Mémorandum d'étape : Projet Horne 5, options d'entreposage des résidus miniers en surface*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 17 novembre 2017, 12 p., figure et annexes. No de réf. : GAL154-1541337-Rev0.

Golder, 2018a. *Mise à jour de l'étude de sélection de site, Entreposage des résidus miniers en surface, Projet Horne 5*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 14 juin 2018, 33 p., figures et annexes. No de réf. : GAL031-1774165-3100-RF-Rev2.

Golder, 2018b. Analyse de bris de digue du parc à résidus au site Norbec, Projet Horne 5, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, juillet 2018, 33 p., figures et annexes. No de réf. : GAL097-1787678-2100-Rev0.

Golder, 2019a. *Élaboration d'une stratégie de gestion des stériles miniers hissés en surface au futur site des IGRM, Projet Horne 5*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, décembre 2019, 25 p., figures et annexes. No de réf. : GAL121-19125999-19002-Rev0.

Golder, 2019b. *Travaux d'investigation géotechnique de 2018 et 2019 réalisés au site des IGRM du projet Horne 5*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 14 novembre 2019, 25 p., figures et annexes. No de réf. : GAL120-19125999-RF-Rev0.

Golder, 2019c. *Étude hydrogéologique et géochimique du secteur des IGRM, Projet Horne 5*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 18 décembre 2019, 53 p., figures et annexes. No de réf. : GAL117-19122243-Rev0.

Golder, 2019d. *Sommaire de la qualité de l'eau souterraine suite aux travaux d'investigation hydrogéologique réalisés en 2018 et en 2019 sur le site des IGRM du projet Horne 5*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 12 décembre 2019, 12 p., figure, tableau et annexes. No de réf. : GAL115-1787678- Rev1.

Golder, 2019e. Analyse de bris de digue du parc du site de l'IGRM, Projet Horne 5, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, 6 décembre 2019, 31 p., figures et annexes. No de réf. : GAL097-1787678-2100-Rev1.

Golder, 2019f. Étude de l'impact d'une rupture de digue sur la qualité de l'eau dans les cours d'eau en aval du parc à résidus Norbec, Projet de la mine d'or Horne 5, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, 17 décembre 2019, 27 p., figures et annexes. No de réf. : GAL135-19122243-RF-Rev0.

Golder, 2019g. Installations de gestion des résidus miniers du projet Horne 5 – Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (traduction), mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 19 décembre 2019, 7 p. et annexe. No de réf. : GAL127-19125999-19007-MTF-Rev0.

Golder, 2020a. Caractérisation géochimique du minerai et des stériles de la propriété Horne 5, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 10 juin 2020, 26 p., figures et annexes. No de réf. : GAL118-19122243-RF-Rev2.

Golder, 2021a. *Étude de conception des digues RFP-1 et Interne, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 22 juin 2021, 16 p., figures et annexes. No de réf. : GAL165-19125999-20008-2-MTF-Rev0.

Golder, 2021b. *Matériaux granulaires qui constitueront les digues du site des infrastructures de gestion des résidus miniers et le système de drainage de la cellule RCP – Projet Horne 5*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 21 juin 2021, 13 p., figures et pièces jointes. No de réf. : GAL155-19125999-20008-MTF-Rev1

Golder, 2021c. *Évaluation des quantités de matériaux de construction des digues et du système de drainage basal de la cellule RCP du site des IGRM*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 21 juin 2921, 18 p. et annexe. No de réf. : GAL163-19125999-20008-MTF-Rev0.

Golder, 2022a. *Plan préliminaire de réaménagement et de restauration du site des IGRM, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 1er mars 2022, 74 p., figures et annexes. No de réf.: GAL111-19122243-3-RF-Rev0.

Golder, 2022b. *Rapport du bilan d'eau du projet Horne 5*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 25 février 2022, 37 p. et annexes. No de réf. : GAL113-19122243-RF-Rev2.

Golder, 2022c. *Projet Horne 5 – Revue de la classification géochimique de matériaux miniers selon le Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MELCC, 2020)*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 25 février 2022, 12 p. et tableau. No de réf. : GAL272-2148284001-21003-Rev0.

Golder, 2022d. *Compte-rendu de visite de site pour l'évaluation des contraintes liées à la conception des fossés de dérivations projetés au site des IGRM*, mémorandum technique préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 13 octobre 2022, 15 p. et figure. No de réf. : GAL308-2148284007-22001-Rev2.

Hynes-Griffin, Mary E. et Arley G. Franklin, 1984. *Rationalizing the Seismic Coefficient Method*, préparé pour Department of the Army, US Army Corps of Engineers, Vicksburg, juillet 1984, 21 p.

Itasca, 2011. FLAC, version 7.

LégisQuébec, Publications Québec. *Article 232.1 de la Loi sur les mines, chapitre M 13.1*, à jour au 18 mars 2021.

Makdisi, F. I. et H. B. Seed. 1978. « Simplified procedures for estimating dam and embankment earthquake-induced deformations », *Journal of the Geotechnical Engineering*, Division-ASCE, vol. 104, p. 849-867.

MineBridge Software, 2011. *Muk3D*.

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2017. *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec*, Direction de la restauration des sites miniers, 2e éd., Québec, novembre 2017, 56 p. et annexes.

MERN, 2021. *Plan de travail 2021-2022 – Restauration des sites miniers abandonnés*, juillet 2021 [consulté le 23 novembre 2021], https://mern.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/PL_restauration_site_minier_2021-2022.pdf, 13 p.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2012. *Directive 019 sur l'industrie minière*, Québec, 66 p. et annexes.

MELCCFP, 2017. Manuel de calcul et de conception des ouvrages municipaux de gestion des eaux pluviales, Québec, mars 2017 (rév. avril 2017), 102 p. et annexes.

MELCCFP, 2020. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minier*, Québec, juin 2020, 52 p.

Plaxis, 2012. *Plaxis*.

Ressources Falco Ltée (Falco), 2017. *NI 43-101 Technical Report, Feasibility Study, Horne 5 Gold Project, Rouyn-Noranda, Québec, Canada*, 5 octobre 2017. No de réf. : 3532003-000000-40-ERA-0002-R00.

Falco, 2021. *NI 43-101 Technical Report, Feasibility Study Update, Horne 5 Gold Project, Rouyn-Noranda, Québec, Canada*, 28 avril 2021. No de réf. : 3532009-000000-40-ERA-0001-R00.

Séismes Canada, 2021a. *Les zones sismiques dans l'Est du Canada*, site internet, [modifié le 6 avril 2021, consulté le 21 février 2023], https://www.seismescanada.rncan.gc.ca/zones/eastcan-fr.php?wbdisable=true.

Séismes Canada, 2021b. *Aléa sismique à faible probabilité et Code national du bâtiment du Canada*, site internet [modifié le 6 avril 2021, consulté le 13 février 2023] https://earthquakescanada.nrcan.gc.ca/hazard-alea/interpolat/lowprobability-fr.php.

Swaisgood, J. R. 1998. *Seismically induced deformation of embankment dams*, 6th US National Conference on Earthquake Engineering, Seattle, Washington.

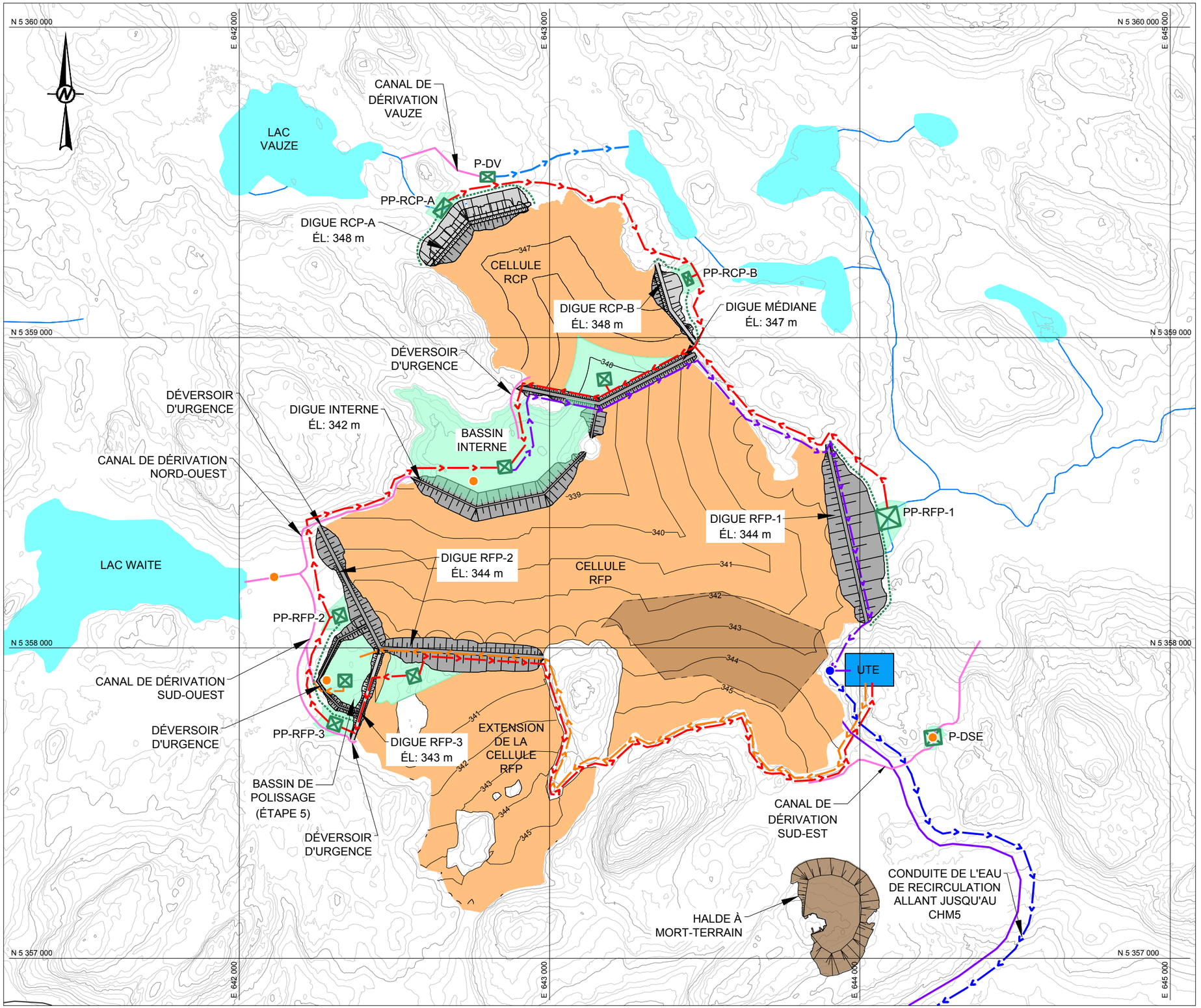
Swaisgood, J. R. 2003. *Embankment Dam Deformations Caused by Earthquakes*, 2003 Pacific Conference on Earthquake Engineering, Paper #14.

Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi-Témiscamingue (URSTM), 2019. *Programme d'essais sur les remblais cimentés et pâte et la disposition de rejets sulfureux du projet Horne 5 : Essais complémentaires*, rapport intermédiaire préparé pour Ressources Falco Ltée, Villeneuve, M. et M. Benzaazoua, Rouyn-Noranda, janvier 2019, 37 p. No de réf. : PU-2015-05-1067.

WSP Canada Inc. (WSP), 2023a. *Investigation géotechnique au nord du site des IGRM, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec*, rapport préparé pour Ressources Falco Ltée, Montréal, 13 janvier 2023, 22 p., figures et annexes. No de réf. : GAL292-2148284003-22001-RF-Rev0.

FIGURE A

Aires d’accumulation et infrastructures de gestion des eaux de surface à la fin de l’exploitation (étape 5 de déposition)



LÉGENDE

- RÉSIDUS MINIERS
- PUISARD ET BASSIN DE POMPAGE DES EAUX DE CONTACT
- PLAN D'EAU
- UTE — USINE DE TRAITEMENT DES EAUX
- STATION DE POMPAGE
- CHEMIN EXISTANT
- COURS D'EAU
- CANAL DE DÉRIVATION
- CONDUITE DE POMPAGE
- CONDUITE DE L'EAU DE RECIRCULATION
- OUVRAGE DE DÉRIVATION (VOIR NOTE 2)
- POINT D'ÉCHANTILLONNAGE D'EAU PROPOSÉ
- FOSSÉ DE COLLECTE DES EAUX DE CONTACT
- HALDE À MORT-TERRAIN PROJETÉE
- EMPILEMENT DE STÉRILES PROJETÉ SOUS LES RÉSIDUS MINIERS À LA FIN DES OPÉRATIONS

NOTES

1. SYSTÈME DE COORDONNÉES : NAD-83 UTM ZONE 17
2. UN OUVRAGE DE DÉRIVATION DIRIGERA VERS L'UTE LES EAUX PROVENANT DU BASSIN INTERNE QUI N'AURONT PAS ÉTÉ ACHEMINÉES À L'UTM (SITE DU CMH5) POUR RECIRCULATION.

RÉFÉRENCE

LIDAR FOURNI PAR LE CLIENT, 2016

CONFIDENTIEL

0 250 500
1:12 500 MÈTRES

CLIENT

RESSOURCES FALCO

PROJET

BASES DE CONCEPTION DES INSTALLATIONS DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS DU SITE DES IGRM

TITRE

AIRES D'ACCUMULATION ET INFRASTRUCTURES DE GESTION DES EAUX DE SURFACE À LA FIN DE L'EXPLOITATION (ÉTAPE 5 DE DÉPOSITION)

CONSULTANT	wsp
AAAA-MM-JJ	2023-02-01
DESSINÉ	C. Pachis
PROJETÉ	E. Nkamegue
RÉVISÉ	A. Goksu
APPROUVÉ	Y. Boulianne

N° PROJET	PHASE	RÉV.	FIGURE
19125999	20008	1	A

Chemin: \\gollier.grp\gal\Montreal\Comptes\Data\OS\SK\OGR\FALCO\CAD\PRODUCTION\19125999\21008\ | Nom du fichier: 19125999-21008-00.dwg | Dernière édition par: cpachis Date: 2023-02-01 Heure:11:41:00 AM | Imprimé par: CPachis Date: 2023-02-01 Heure:12:41:40 PM
SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE: ANSI B
0 25 mm

ANNEXE

ANNEXE 8

INSTALLATIONS DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS DU PROJET HORNE 5 - ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE ET DE LEURS EFFETS

MÉMO TECHNIQUE

DATE : 10 janvier 2020 **Reference No.** GAL127-19125999-19007-MTF-Rev1

DESTINATAIRE : Hélène Cartier, Mayana Kissiova
Falco Resources Ltd.

CC : Dennis Becker

ÉMETTEUR : Marion Habersetzer, Yves Boulianne **COURRIEL :mhabersetzer@golder.com**

INSTALLATIONS DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS DU PROJET HORNE 5 – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE ET DE LEURS EFFETS

L'identification de divergences dans ce rapport, entre la version anglaise et française, devra être portée à l'attention de Golder Associés Ltée. Dans un tel cas, Golder fournira une clarification par écrit.

1.0 INTRODUCTION

Un atelier d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) a été organisé pour les installations de gestion des résidus miniers (IGRM) du projet Horne 5 de Falco Resources Ltd. (Falco). L'AMDE est une technique d'évaluation systématique des structures qui permet de repérer les vulnérabilités et les modes de défaillance, puis d'évaluer la probabilité et les conséquences d'une défaillance. Le présent document technique décrit le processus d'AMDE des IGRM du projet Horne 5 et en présente les conclusions.

2.0 RENSEIGNEMENTS CONTEXTUELS SUR L'INSTALLATION

Falco aménagera le nouveau site des IGRM du projet Horne 5 sur le site de l'ancien parc à résidus Norbec, en Abitibi. L'ancien parc Norbec se trouve dans une zone caractérisée par des collines basses et la présence de lacs.

La construction des IGRM du projet Horne 5 se fera en cinq phases, de 2023 à 2035, par-dessus les digues et résidus miniers existants de la mine Norbec. L'installation permettra de stocker séparément deux types de résidus : les résidus de concentré de pyrite (RCP) et les résidus de flottation de pyrite (RFP). Les IGRM seront divisées en trois cellules principales : cellule de RCP, cellule de RFP et bassin de polissage. Les IGRM se composeront des éléments suivants :

- Digues de confinement – remblai granulaire avec élément à faible perméabilité en amont, pentes de 2H:1V en amont et de 3H:1V en aval, et crête d'une largeur de 12 m
- Digue médiane – remblai granulaire avec élément à faible perméabilité dans l'axe central, pentes de 2H:1V en amont comme en aval et crête d'une largeur de 12 m

Golder Associés Ltée
7250, rue du Mile End, 3e étage Montréal (Québec) H2R 3A4 Canada
TÉLÉPHONE : +1 514 383-0990 | TÉLÉCOPIEUR : +1 514 383-5332

Golder et le concept G sur son logo sont des marques de commerce de Golder Associates Corporation.
golder.com

- Digue interne – digue perméable et filtrante construite avec du remblai granulaire; pentes de 2H:1V en amont comme en aval et crête d'une largeur de 6 m
- Base de la cellule RCP recouverte d'une membrane d'étanchéité afin de réduire l'exfiltration en-dessous.

Le processus d'émission de permis est en cours pour les activités d'extraction et de traitement prévues démarrés dans les prochaines années, qui devraient être maintenues sur 14,5 ans. Les IGRM sont conçues pour accueillir quelque 80 896 900 tonnes de résidus. Les eaux surnageantes seront acheminées par pompage vers l'usine de traitement des eaux Norbec à partir du bassin interne. Elles seront ensuite réutilisées à l'usine de traitement du minerai ou acheminées vers le bassin de polissage afin d'être rejetées dans l'environnement si leur qualité est jugée adéquate.

Les IGRM sont actuellement au stade d'étude de faisabilité. Une analyse de rupture de digue a été effectuée en 2018 (Golder, 2018) puis mise à jour en 2019 (Golder, 2019).

Les digues des IGRM sont associées à des conséquences « très importantes » selon l'échelle de l'Association canadienne des barrages (ACB, 2014). D'après son niveau de conséquences et sa phase d'exploitation, les IGRM doivent pouvoir résister à une charge sismique dont la période de récurrence est comprise entre 1:2 475 et 1:10 000 ans, pour une accélération maximale du sol de 0,0764 g, ainsi qu'à une crue nominale entrante qui correspond à des précipitations à récurrence de 1:2 000 ans combinées à une fonte de neige à 1:100 ans.

Le système de gestion de la sécurité des IGRM du projet Horne 5 comprendra un manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance, un plan d'intervention d'urgence ainsi qu'un plan d'anticipation des risques. Ces éléments restent à élaborer. Des instruments géotechniques seront installés à l'intérieur des digues. Un plan concernant ces instruments sera élaboré au stade de conception détaillée.

3.0 ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE ET DE LEURS EFFETS

L'atelier d'AMDE des IGRM du projet Horne 5 a eu lieu le 26 septembre 2019 dans les bureaux de Falco, à Montréal. Étaient présents les représentants suivants de Falco et de Golder Associés Ltée (Golder) :

- M. Dennis Becker (Golder – animateur de l'atelier et expert géotechnique)
- M. Alexandre Boutin (Golder – directeur de projet)
- M. Yves Boulianne (Golder – ingénieur de projet)
- M^{me} Marion Habersetzer (Golder – ingénieure de projets et secrétaire)
- M^{me} Hélène Cartier (Ressources Falco – vice-présidente, Environnement et développement durable)
- M. John-Paul McGrath (Ressources Falco – Directeur Ingénierie)
- M^{me} Mayana Kissiova (Redevances aurifères Osisko – Directrice - Gestion des résidus miniers et de l'eau)

3.1 Limites de l'étude

Le périmètre physique visé par l'AMDE correspond à la zone délimitée par le pied aval des digues périphériques. Il comprend le bassin de polissage ainsi que les fossés de collecte des eaux de surface situés à proximité. Les plans d'eau naturels et les autres infrastructures minières environnantes (comme les routes et les édifices) ne sont pas compris dans ce périmètre. L'AMDE tient compte de la configuration finale des IGRM et de ses digues périphériques (à un moment dans la phase 5), et non de la configuration prévue à la fermeture du site.

3.2 Identification des dangers et des modes de défaillance

Les modes de défaillance pertinents ont été identifiés à l'aide d'un tableau des défaillances globales et fonctionnelles, présenté à l'Annexe 1. Aux fins de l'AMDE, une « défaillance » est définie comme un déversement non contrôlé du contenu du bassin et des résidus. Le processus d'identification des modes de défaillance tenait compte de dangers externes (conditions météorologiques, conditions sismiques, environnement du réservoir) et internes (confinement des résidus, structures hydrauliques, conditions mécaniques ou électriques). Ces dangers ont été pris en compte pour déterminer les modes de défaillance liés au débordement de la digue, à une défaillance géotechnique de la digue ou de sa fondation (en raison d'une force insuffisante) et au rejet d'eaux d'exfiltration contaminées. Les dangers liés au vandalisme et au sabotage n'ont pas été étudiés dans le cadre de cette analyse.

Dans l'Annexe 1, les modes de défaillance applicables à l'IGRM du projet Horne 5 sont les cases blanches, tandis que les modes de défaillance non applicables sont les cases grises. Les principaux dangers externes sont liés aux conditions météorologiques et à l'environnement du réservoir. Le site se situe dans une zone à faible sismicité. Les principaux dangers internes ont trait au confinement des résidus. L'étude ne ne tient pas compte des équipements mécaniques ou électriques.

3.3 Analyse des modes de défaillance potentiels

Les modes de défaillance potentiels (MDP) pertinents indiqués à l'Annexe 1 ont été évalués. De plus, les facteurs favorables, c.-à-d. qui réduisent la probabilité du mode de défaillance, et les facteurs défavorables, qui augmentent cette probabilité, ont été recensés. Chacun des MDP a été catégorisé (de I à IV) en fonction de son importance, suivant les définitions du Tableau 1.

Tableau 1 : Définition des catégories des modes de défaillance potentiels

Catégorie		Définition
I	**MDP crédibles de la plus haute importance**	La catégorie I regroupe les MDP considérés comme étant de la plus haute importance en raison du besoin de sensibilisation, de leur probabilité, de l'ampleur de leurs conséquences et de la probabilité de conséquences indésirables. Ces MDP sont associés à un risque physique évident, à une faille ou faiblesse fondamentale, ou à des conditions ou événements crédibles pouvant raisonnablement entraîner une défaillance.
II	**MDP crédibles pris en compte, mais de moindre importance**	La catégorie II regroupe les MDP qui, bien que physiquement possibles, nécessitent une intervention moins urgente. On estime que ces MDP sont moins importants et moins probables que ceux de la catégorie I. Il peut s'agir de MDP non étayés par des preuves directes ou indirectes ni par des indications d'un problème potentiel; de MDP avec une charge critique moins probable que celle des MDP de catégorie I; ou encore de MDP aux conséquences moins graves que celles d'un MDP de catégorie I. Habituellement, les MDP de catégorie II nécessitent un programme de surveillance.
III	**MDP nécessitant une analyse ou des**	La catégorie III regroupe les MDP qui n'ont pas pu être classés avec certitude en raison d'un manque d'information. Il est donc recommandé de procéder à une enquête ou à des analyses

renseignements approfondis aux fins de classement	supplémentaires.
IV MDP non retenus	Certains MDP ne sont pas retenus au terme de l'analyse, et ce, pour différentes raisons : ils sont physiquement impossibles; de nouvelles informations écartent les préoccupations à leur origine; ou leur probabilité est si faible qu'il est déraisonnable de les prendre en compte. Puisqu'il est évident que ces MDP sont hautement improbables, le risque de défaillance est négligeable, à tout le moins au cours de la période à l'étude.

Chacun des MDP a été catégorisé en fonction de sa probabilité, suivant les définitions du Tableau 2.

Tableau 2 : Catégories de probabilité

Catégorie		Description
TF	Très faible	**Quasi impossible** (moins de 1 % de risque que l'incident se produise au moins une fois par 100 années consécutives)
F	Faible	**Occurrence peu probable** (1 à 10 % de risque que l'incident se produise au moins une fois par 100 années consécutives)
M	Modérée	**Occurrence possible** (de 10 à 60 % de risque que l'incident se produise au moins une fois par 100 années consécutives)
É	Élevée	**Occurrence probable ou documentée** (de 60 à 99 % de risque que l'incident se produise au moins une fois par 100 années consécutives)
P	Prévu	**Occurrence régulière** (plus de 99 % de risque que l'incident se produise au moins une fois par 100 années consécutives)

Un niveau de confiance a été attribué à chaque MDP pour indiquer le degré de certitude à l'égard de la probabilité qu'une défaillance se produise. Les niveaux de confiance sont définis au Tableau 3.

Tableau 3 : Niveaux de confiance

Niveau de confiance		Description
F	Faible	Le niveau de confiance envers l'estimation est faible. Les données réelles pourraient varier de façon importante.
M	Modéré	L'estimation a été faite avec une certaine confiance. Les données réelles pourraient varier modérément ou être extrapolées avec une certaine confiance à partir d'autres données, notamment sur des structures similaires.
É	Élevé	Degré élevé de confiance et faible variation des données.

Chaque MDP a été catégorisé en fonction de l'impact qu'il causerait. Les niveaux d'impact sont définis au Tableau 4.

Tableau 4 : Impact de l'occurrence des MDP

Impact		Description
TF	Très faible	On estime que la dégradation entraînerait des pertes irréparables, quoique avec un faible écart par rapport à l'état nominal. Le cas échéant, les effets sur l'exploitation des installations sont mineurs.
F	Faible	Bien que les composants demeurent intacts, la dégradation entraîne des pertes irréparables considérables par rapport à l'état nominal. Les composants intacts nécessitent des réparations plus importantes. La durée de vie de ces composants laissés intacts pourrait être compromise. Les conséquences sur l'exploitation des installations sont mineures.
		Les composants restent relativement intacts, mais la dégradation nuit considérablement au fonctionnement de l'installation. Il peut même être nécessaire de procéder à une fermeture dans les deux mois suivants pour remplacer les composants affectés.
		Les dommages sont localisés et peuvent atteindre un niveau modéré. L'exploitation de l'installation est perturbée, mais pas nécessairement dans l'immédiat. Certains travaux de reconstruction des composants sont

		nécessaires, ce qui compromet la disponibilité de l'installation.
M	Modéré	Les dommages à la sous-station peuvent atteindre un niveau majeur et nécessiter des réparations ou remplacements. Ces conséquences sont maîtrisables, mais peuvent causer un arrêt forcé immédiat de l'installation. D'importants travaux de reconstruction des composants sont nécessaires, ce qui compromet la disponibilité. Atteinte à la réputation ou à la crédibilité et surveillance réglementaire accrue.
É	Élevé	La défaillance entraîne une importante libération d'énergie, une fermeture immédiate de l'installation ainsi que de graves dommages primaires et consécutifs engendrant des coûts de réparation et de remplacement. Certains de ces dommages pourraient être impossibles à contenir, ce qui pourrait poser des risques pour la sécurité du personnel se trouvant à proximité. D'importants travaux de reconstruction des composantes sont requis, ce qui compromet la disponibilité. La défaillance entraîne une certaine perte de vie, des répercussions environnementales en aval, entre autres, et la destruction d'infrastructures essentielles appartenant à autrui. Atteinte importante à la réputation et à la crédibilité, couverture médiatique négative à l'échelle de la province ou du pays.
P	Extrême	La défaillance entraîne une perte de vie à grande échelle, de nombreuses répercussions environnementales en aval, entre autres, et la destruction d'infrastructures essentielles appartenant à des tiers. Atteinte majeure à la réputation et à la crédibilité, couverture médiatique négative à l'échelle mondiale.

Un niveau de risque global a été attribué à chaque MDP en fonction de sa probabilité et du niveau d'impact qui lui a été attribué. Les trois niveaux de risque, soit acceptable, le plus bas raisonnablement faisable (NBRF) et intolérable, sont illustrés à la Figure 1.

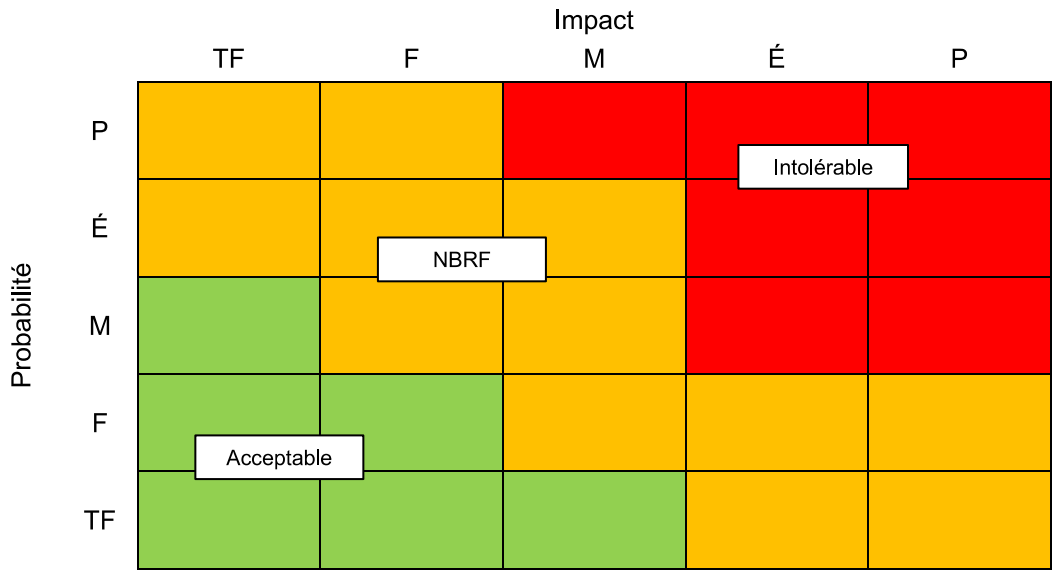


Figure 1 : Matrice des niveaux qualitatifs de risque global

Comme indiqué à l'Annexe 2, treize MDP ont été détectés et analysés. Pour chacun d'entre eux, les participants ont déterminé des mesures d'atténuation potentielles et formulé des recommandations en vue d'évaluations futures, comme requis. La mine devra donner suite à ces recommandations dans les meilleurs délais, particulièrement pour les MDP dont le niveau de risque est « intolérable ».

L'Annexe 2 présente un sommaire de l'AMDE. En voici les principales conclusions :

- Aucun MDP de catégorie I ou de catégorie III n'a été recensé.
- Huit MDP de catégorie II ont été recensés. Deux d'entre eux concernent un débordement de la digue attribuable à une capacité insuffisante de l'évacuateur de crue ou à une gestion inadéquate des débris ou blocages de l'évacuateur de crue. Deux des MDP ont trait au rejet d'eaux d'exfiltration contaminées dans l'environnement. Les quatre MDP restants sont liés à une défaillance géotechnique ou à une force inadéquate. Quatre MDP ont un niveau de risque acceptable, et quatre ont reçu le niveau NBRF.
- Quatre MDP de catégorie IV ont été recensés avec un niveau de risque NBRF.

4.0 CONCLUSION

Ce document technique a été préparé par Golder Associés Ltée en guise de sommaire de l'atelier sur l'AMDE de l'installation de gestion des résidus miniers du projet Horne 5. Nous espérons qu'il répondra à vos exigences actuelles.





Marion Habersetzer, ing., M.Sc.
Ingénieure en géotechnique

Yves Boulianne, ing.
Associé, Ingénieur senior en géotechnique

MH/YB/jlmc/cd

Annexes : Annexe 1 – Fiche de travail pour l'identification des dangers et des modes de défaillance
Annexe 2 – Résumé de l'analyse des modes de défaillance potentiels

https://golderassociates.sharepoint.com/sites/111527/project files/6 deliverables/gal127-19125999-19007-mt analyse risques irgm/traduction/gal127-19125999-19007-mtf-rev1 igrm analyse de risque.docx

RÉFÉRENCES

ABC (Association canadienne des barrages). 2014. *Bulletin technique : Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers.*

Golder (Golder Associés Ltée). 2017. *Horne 5 Mine Project – Surface Tailings Management Facility Design Report*. Doc. GAL028-1774165-3100-4000-Rev0, novembre 2017.

Golder. 2018. *Analyse de bris de digues du parc à résidus au site Norbec – Projet Horne 5*. Doc. GAL097-1787678-2100-Rev0, juillet 2018.

Golder. 2019. *Analyse de bris de digue du parc du site de l'IGRM, Projet Horne 5.* Ressources Falco Ltée, Montréal, décembre 2019, 32 p. + annexes. N° de réf. : GAL097-1787678-2100-Rev1.

Annexes

GOLDER

Fiche de travail pour l'identification des dangers et des modes de défaillance

Modes de défaillance globale	Défaillance d'élément	Défaillance fonctionnelle	Dangers externes			Dangers internes (conception, construction, entretien, exploitation)		
			Météorologiques	Séismes	Environnement du réservoir	Confinement des résidus	Structures hydrauliques	Mécaniques/électriques
Défaillances de la digue attribuables à un débordement (augmentation du niveau du réservoir)	Capacité d'évacuation inadéquate de l'ouvrage	Règles d'exploitation du réservoir inadéquates						
		Capacité de débit entrant supérieure à la somme de la capacité de retenue et du débit sortant						
	Capacité d'évacuation disponible inadéquate	Probabilité de défaillance fonctionnelle à la demande (interruption aléatoire du fonctionnement)						
		Capacité d'évacuation non maintenue						
	Revanche inadéquate	Dissipation des vagues dues au vent	Courte surface d'approche					
		Élévation excessive en raison d'un glissement de terrain	Collines basses					
	Défaillance non détectée par les mesures de protection	Problème non détecté ni corrigé par les plans d'exploitation, d'entretien et de surveillance				compris dans un autre MDP	compris dans un autre MDP	compris dans un autre MDP
Défaillances de la digue attribuables à une force insuffisante (effondrement de la digue)	Stabilité inadéquate pour les charges appliquées	Mouvement en masse (stabilité externe : déplacement, érosion, inclinaison, résistance sismique)						
		Soutien inadéquat (défaillance de la fondation ou de la culée)						
	Faible durabilité et résistance aux fissures inadéquates	Changement d'état instantané (liquéfaction statique, fracturation hydraulique, fissuration ou liquéfaction d'origine sismique)						
		Affaiblissement structurel (érosion interne, affaissement, perte de force graduelle)						
	Étanchéité inadéquate (exfiltration à travers la digue)	Défaillance des ouvrages de contrôle des eaux d'exfiltration à travers la digue (filtres, drains, pompes)						
		Exfiltration près des interfaces (culées, fondation, bandes d'étanchéité)						
	Défaillance non détectée par les mesures de protection	Problème non détecté ni corrigé par les plans d'exploitation, d'entretien et de surveillance						
Déversement des eaux d'exfiltration contaminées	Déversement des eaux d'exfiltration contaminées (DRA)	Écoulement de contaminants à travers la digue ou la fondation						
	Défaillance non détectée par les mesures de protection	Problème non détecté ni corrigé par les plans d'exploitation, d'entretien et de surveillance						

Note: Les modes de défaillance applicables à l'IGRM du projet Horne 5 sont les cases blanches, tandis que les modes de défaillance non applicables sont les cases grises.

GOLDER

Résumé de l'analyse des modes de défaillance potentiels

Catégorie de défaillance	Description du mode de défaillance potentiel (MDP)	Zones de risques à maîtriser	Facteurs favorables	Facteurs défavorables	Délai d'avertissement (heures, jours, semaines)	Barrières/contrôles	Catégorie de MDP	Conséquences	Probabilité d'occurrence	Niveau de confiance	Niveau de risque	Recommandations et commentaires
Défaillances de la digue attribuables à un débordement (augmentation du niveau du réservoir)	Précipitations abondantes dépassant la crue nominale entrante et la capacité des évacuateurs de crues, ce qui entraîne un débordement et une érosion de la digue et, par le fait même, la défaillance de confinement et l'écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Digue en enrochement, importante capacité de retenue de l'eau au sein de l'IGRM, évacuateurs de crues conçus pour des précipitations importantes (PMP), bassin versant de petite taille	Changements climatiques (fréquence ou intensité des événements)	De quelques heures à une journée	Surveillance des niveaux d'eau, recours à des instruments (station météorologique), plan de gestion de l'eau, plan d'anticipation des risques	II	É	TF	É	NBRF	Passer en revue et mettre à jour la conception en fonction des informations sur les changements climatiques, au besoin
	Gestion des débris inadéquate dans les évacuateurs de crue, ce qui entraîne un défaut de fonctionnement, un débordement et une érosion de la digue et, par le fait même, la défaillance de confinement et l'écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Évacuateurs de crues conçus pour des précipitations importantes (PMP), digue en enrochement, bassin versant de petite taille pouvant capter des débris, importante capacité de retenue de l'eau au sein de l'IGRM	Changements climatiques (fréquence ou intensité des événements), talus boisés propices aux débris à proximité de l'IGRM	Quelques jours	Inspections, procédures et retrait des débris dans le plan d'exploitation, d'entretien et de surveillance; caméras de surveillance	II	É	TF	É	NBRF	Mettre en œuvre des procédures en matière d'exploitation, d'entretien et de surveillance; accroître la fréquence d'inspection et d'entretien au besoin; assurer l'enlèvement rapide des débris
	Mauvaise gestion des systèmes de pompage, ou défaillance mécanique ou électrique de l'équipement de pompage, ce qui entraîne une hausse des niveaux d'eau suivie d'un débordement de la digue, de la défaillance de confinement et d'un écoulement vers des éléments critiques.	Cellule de RCP, bassin de polissage	Évacuateurs de crues, importante capacité de retenue de l'eau au sein de l'installation de gestion des résidus miniers, bassin versant de petite taille (dans le cas de l'IGRM) ou inexistant (dans le cas du bassin versant)	IGRM éloignée	Quelques jours	Redondance de l'équipement de pompage, entretien adéquat et calibrage de l'équipement	IV	É	TF	É	NBRF	Installer des unités de pompage de rechange
	Hausse du niveau piézométrique à l'intérieur des digues causée par des précipitations abondantes, ce qui entraîne une réduction de la résistance au cisaillement du matériau de la digue et, conséquemment, une rupture géotechnique de la digue par cisaillement, la défaillance de confinement et un écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Digue en enrochement (perméable et drainant), absence de connexion hydraulique entre les digues et la cellule (couche à faible perméabilité en amont), aucun bassin contigu aux digues externes, talus adéquatement plats	Aucun	Quelques jours	Collecte et pompage des eaux d'exfiltration, surveillance des niveaux d'eau	IV	É	TF	É	NBRF	Installer des instruments appropriés
	Hausse du niveau piézométrique à l'intérieur de l'IGRM causée par des précipitations abondantes, ce qui entraîne une réduction de la résistance au cisaillement de la fondation et, conséquemment, une rupture géotechnique des fondations de la digue par cisaillement et un écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Aucune construction sur l'ancienne IGRM, talus adéquatement plats	Présence de fondation argileuse	Quelques semaines	Étude géotechnique détaillée, amélioration des sols, surveillance de la pression d'eau	II	É	F	É	NBRF	Mener des analyses détaillées et envisager l'amélioration des sols

GOLDER

Résumé de l'analyse des modes de défaillance potentiels

Catégorie de défaillance	Description du mode de défaillance potentiel (MDP)	Zones de risques à maîtriser	Facteurs favorables	Facteurs défavorables	Délai d'avertissement (heures, jours, semaines)	Barrières/contrôles	Catégorie de MDP	Conséquences	Probabilité d'occurrence	Niveau de confiance	Niveau de risque	Recommandations et commentaires
Défaillances de la digue attribuables à une force insuffisante (effondrement de la digue)	Exfiltration excessive à travers le talus en raison de précipitations ou d'une saturation des résidus avec défaut de la membrane d'étanchéité, ce qui cause une érosion interne du système de filtration (et possiblement de la canalisation), laquelle entraîne l'écoulement de résidus à travers la digue et une défaillance partielle de confinement (sans écoulement vers des éléments critiques).	Digues externes	Aucun bassin contigu aux digues externes, structure en enrochement, couches de transition, matériau de protection sur la membrane d'étanchéité	Risque d'erreurs humaines ou de construction, disponibilité limitée des matériaux compatibles	Quelques jours	Assurance ou contrôle de la qualité de la construction, inspections	II	M	TF	É	Acceptable	Mettre en place un programme de gestion de la qualité des membranes d'étanchéité et des filtres durant la construction
	Exfiltration excessive à travers le talus en raison de précipitations ou d'une saturation des résidus, ce qui cause une érosion interne de la fondation en sable (et possiblement de la canalisation), laquelle entraîne la défaillance de la digue, la liquéfaction des résidus et la défaillance de confinement, suivie d'un écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes pour la cellule de RCP	Aucun bassin contigu aux digues externes, faibles pentes prévues, construction par étapes de l'IGRM	Variabilité des matériaux de fondation	Quelques jours	Assurance ou contrôle de la qualité de la construction, ce qui comprend la schématisation de la fondation, l'évaluation de la possibilité de cimenter, les inspections et la surveillance	II	M	TF	É	Acceptable	Effectuer une surveillance appropriée et gérer toute exfiltration lors des premières phases de construction
	Déformation du talus et de la fondation en raison d'un événement sismique, ce qui entraîne une réduction de la revanche, un débordement, la défaillance de confinement et un écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Zone de faible sismicité, enrochement, aucune construction sur d'anciens résidus, revanche importante (1,5 m)	Présence de fondation argileuse	Quelques heures	Aucun	II	É	TF	É	NBRF	Confirmer que la déformation sismique attendue est faible, et recommander l'exécution d'une analyse des risques, d'une inspection et d'un entretien propres au site après un éventuel incident.
	Réduction de la force du talus et liquéfaction des résidus en raison d'un événement sismique, ce qui entraîne une défaillance du talus et du confinement et, par le fait même, un écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Zone de faible sismicité, enrochement, aucune construction sur d'anciens résidus	Risque de liquéfaction des résidus	Quelques heures	Conception robuste	IV	É	TF	É	NBRF	Confirmer les analyses de liquéfaction, l'inspection et l'entretien après un éventuel incident
	Réduction de la force de la fondation et liquéfaction des résidus en raison d'un événement sismique, ce qui entraîne une rupture géotechnique de la fondation par cisaillement ainsi que la défaillance de confinement et, par le fait même, l'écoulement vers des éléments critiques.	Digues externes	Zone de faible sismicité, sols de fondation non liquéfiables	Variabilité des matériaux de fondation	Quelques heures	Conception robuste	IV	É	TF	É	NBRF	Caractériser les sols de fondation; confirmer l'analyse de liquéfaction, l'inspection et l'entretien après un éventuel incident

Résumé de l'analyse des modes de défaillance potentiels

Catégorie de défaillance	Description du mode de défaillance potentiel (MDP)	Zones de risques à maîtriser	Facteurs favorables	Facteurs défavorables	Délai d'avertissement (heures, jours, semaines)	Barrières/contrôles	Catégorie de MDP	Conséquences	Probabilité d'occurrence	Niveau de confiance	Niveau de risque	Recommandations et commentaires
Déversement des eaux d'exfiltration contaminées	Débordement dans les structures de collecte des eaux en raison d'une obstruction, ce qui entraîne le déversement des eaux d'exfiltration contaminées provenant de l'IGRM dans les cours d'eau à proximité et la dégradation de la qualité de l'eau des eaux souterraines, des cours d'eau et des lacs.	Digues externes; fossés et puisards périphériques	Inspections usuelles, entretien, peu d'exfiltration prévue	Présence de faune (site non clôturé), végétation dense, climat froid (glace, neige)	Quelques jours	Inspections	II	TF	TF	É	Acceptable	La défaillance n'est pas d'origine physique; incident isolé.
	Infiltration dans la fondation en raison d'une défaillance de la membrane d'étanchéité, ce qui entraîne le déversement des eaux d'exfiltration contaminées provenant de l'IGRM dans les eaux souterraines et la contamination des eaux souterraines, des cours d'eau et des lacs.	Digues externes; fossés et puisards périphériques	Système de membrane d'étanchéité, surveillance de la qualité de l'eau, peu d'exfiltration prévue, fondation argileuse, faible perméabilité du substrat rocheux	Variabilité potentielle de la perméabilité de la fondation	Quelques mois	Schématisation de la fondation, assurance ou contrôle de la qualité de la construction, surveillance	II	F	F	M	Acceptable	La défaillance n'est pas d'origine physique

ANNEXE

ANNEXE 9

INVENTAIRE COMPLÉMENTAIRE DE LA CORALLORHIZE STRIÉE DANS L'EMPRISE PROJETÉE DE LA CONDUITE D'EAU FRAÎCHE

NOTE TECHNIQUE

Client :	Ressources Falco Ltée		
Projet :	Projet minier Horne 5, Rouyn-Noranda (Québec)	**Référence WSP :**	221-11330-04
Objet :	Inventaire complémentaire de la corallorhize striée dans l'emprise projetée de la conduite d'eau fraîche	**Date :**	24 juillet 2024

1 Mise en contexte et objectif

Le 22 décembre 2017, Ressources Falco Ltée (Falco) soumettait au ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)[1] une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) pour le projet minier Horne 5, à Rouyn-Noranda (dossier n^{o} 3211-16-018).

Le 1er mai 2018, la Direction de l'évaluation environnementale des projets miniers et nordiques et de l'évaluation environnementale stratégique (ci-après la Direction) présentait une série de questions et commentaires dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'ÉIE. Dans un de ses commentaires (QC-125), la Direction informait Falco que de nouvelles occurrences recensées d'espèces floristiques à statut particulier indiquent que la corallorhize striée (*Corallorhiza striata* var. *striata*) est probablement présente dans la zone d'étude et que des inventaires complémentaires (en période propice de floraison et idéalement sur plus d'une année en raison des particularités biologiques de l'espèce) dans les sites susceptibles d'abriter cette espèce devraient être réalisés.

Pour ce faire, WSP Canada Inc. (WSP) a réalisé des inventaires complémentaires visant la recherche de la corallorhize striée dans les secteurs potentiellement impactés par l'ensemble du projet Horne 5, en 2018 et en 2019 (WSP, 2018; 2019).

La présente note technique concerne une troisième campagne d'inventaire réalisée en juin 2024 pour la recherche de cette espèce dans l'emprise de la conduite d'eau fraîche projetée dont le tracé a été modifié depuis l'inventaire de 2019, notamment dans sa portion terminale (voir le *Complément aux documents de réponses aux questions des 1er mai et 15 juin 2018*).

2 Méthodologie

Demande d'information au CDPNQ

Afin de mettre à jour les données existantes concernant la présence potentielle de corallorhize striée dans le secteur du projet minier Horne 5, la carte interactive des occurrences d'espèces en situation précaire du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ, 2024) a été consultée afin d'identifier les occurrences d'espèces floristiques à statut particulier enregistrées dans les environs du projet.

[1] Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) depuis octobre 2022.

WSP CANADA INC.
171, RUE LÉGER
SHERBROOKE (QUÉBEC) J1L 1M2
CANADA

TÉLÉPHONE : +1-819-340-6124
TÉLÉCOPIEUR : +1-819-562-7888

WSP.COM

Plan d'inventaire

Préalablement à la campagne d'inventaire, la consultation des cartes écoforestières du 5e programme d'inventaire (Ministère des Ressources naturelles et des Forêts [MRNF]) a permis d'identifier les milieux forestiers susceptibles d'abriter la corallorhize striée dans l'emprise de la conduite d'eau fraîche projetée. Des requêtes cartographiques ont permis de cibler les habitats préférentiels de cette espèce, tels que décrits par Labrecque et coll. (2014), et d'identifier les milieux les plus favorables recoupés par la conduite, entre le lac Rouyn et le complexe minier Horne 5 (CMH5). Les milieux propices ayant été identifiés sont :

- les pessières à sapin baumier;
- les sapinières à feuillus intolérants;
- les bétulaies avec ou sans sapin baumier;
- les peupleraies avec ou sans sapin baumier.

Les requêtes cartographiques ont également permis de cerner les peuplements dont la classe d'âge est supérieure à 21 ans et dont la structure était inéquienne, régulière ou irrégulière. Les milieux considérés comme non propices sont les milieux humides, les pessières à sphaigne ou à mousse, les pinèdes grises à éricacées, les milieux avec une forte présence arbustive, les milieux de moyenne à forte compétition dans les strates arbustive et herbacée ainsi que les milieux perturbés ou anthropiques.

Inventaire

Les milieux propices à la présence de la corallorhize striée identifiés par les requêtes cartographiques ont été inventoriés sur le terrain par deux techniciennes en milieux naturels le 10 juin 2024. L'habitat potentiel de cette espèce le long de la conduite projetée est présenté à la carte de l'annexe A. L'inventaire de la corallorhize striée a été réalisé dans l'emprise de la conduite projetée au niveau de ces habitats potentiels, soit dans des corridors de 10 m de largeur centrés sur la conduite projetée et traversant ces habitats.

Cette période a été sélectionnée en regard de la phénologie estivale précoce de cette espèce (Comité Flore québécoise de FloraQuebeca, 2009) et sur la base de nos observations de floraison de celle-ci dans le secteur de Rouyn-Noranda. La date de visite a également été ajustée en fonction de l'état d'avancement de la floraison de plants de corallorhize striée dont nous connaissons des occurrences dans la ville de Rouyn-Noranda et dont la floraison a été un peu plus hâtive cette année. Tout spécimen ne pouvant être identifié avec certitude sur le terrain a été photographié pour identification ultérieure par un botaniste. Les occurrences de corallorhize maculée (*Corallorhiza maculata*) ont été relevées lorsque rencontrées, afin d'assurer la distinction avec la corallorhize striée advenant son observation à l'état sénescent (vestiges de tiges et de fruits).

Les informations et observations au terrain ont été colligées à l'aide des applications Survey123 et Fieldmap d'ESRI installées sur une tablette Samsung couplée à un récepteur GPS. Les cartes présentées dans cette note technique ont quant à elles été conçues à l'aide du logiciel d'information géographique ArcGIS Pro.

3 Résultats

Informations du CDPNQ

La consultation de la carte interactive des occurrences d'espèces en situation précaire du CDPNQ (CDPNQ, 2024) a permis de constater qu'aucune nouvelle occurrence de corallorhize striée n'a été recensée dans le secteur du projet (rayon de 15 km) depuis la première demande d'information effectuée en 2016, dont les données avaient été corroborées en 2018 et en 2019 (WSP, 2018, 2019). Des occurrences de corallorhize striée sont enregistrées au sud du lac Osisko, à environ 3 km au sud-est du CMH5 ainsi qu'en bordure de la rivière Dufault, à environ 4 km au nord-est du CMH5 (annexe B).

Inventaire

Lors de la campagne d'inventaire de juin 2024, seule la corallorhize maculée a été observée à un endroit le long des corridors inventoriés pour la conduite d'eau fraîche projetée (carte de l'annexe A, photo 1). Aucun plant de corallorhize striée n'a par ailleurs été observé ni aucune tige, vestige ou partie sénescente de *Corallorhiza sp.* qui aurait pu être non identifiable à l'espèce.



Photo 1 Corallorhize maculée

4 Conclusion

En somme, aucune occurrence de corallorhize striée n'a été observée en 2024 dans les corridors d'inventaire traversant les milieux identifiés comme étant propices à son observation le long du tracé de la conduite d'eau fraîche projeté.

PRÉPARÉ PAR

Maïtée Dubois, biologiste, M. Sc
Chargée de discipline

24 juillet 2024
Date

RÉVISÉ PAR

Carl Martin, biologiste, M. Sc.
Chargé de projet

24 juillet 2024
Date

Références

- CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (CDPNQ). 2024. *Carte des occurrences d'espèces en situation précaire*. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. https://services-mddelcc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=2d32025cac174712a8261b7d94a45ac2. Page consultée le 25 juin 2024.
- COMITÉ FLORE QUÉBÉCOISE DE FLORAQUEBECA. 2009. *Plantes rares du Québec méridional*. Les Publication du Québec. Guide d'identification produite en collaboration avec le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). 406 p.
- LABRECQUE, J., N. DIGNARD, P. PETITCLERC, L. COUILLARD, A.O. DIA et D. BASTIEN. 2014. *Guide de reconnaissance des habitats forestiers des plantes menacées ou vulnérables*. Abitibi-Témiscamingue et Nord-du-Québec (secteur sud-ouest). Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 148 p.
- WSP. 2018. *Inventaire complémentaire de la corallorhize striée*, 2018, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Rapport produit pour Ressources Falco, 20 décembre 2018, 7 pages et 2 annexes.
- WSP. 2019. *Inventaire complémentaire de la corallorhize striée*, deuxième année de suivi, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Rapport produit pour Ressources Falco, 12 décembre 2019, 8 pages et 2 annexes.

ANNEXE A

Carte

79°0'

48°15'

Lac
Osisko

Lac Rouyn

Composantes du projet

Complexe minier Horne 5

Conduite d'eau fraîche projetée

Espèce floristique

Corallorhize maculée

Habitat potentiel de la corallorhize striée
(inventaire réalisé dans les corridors
de 10 m de largeur centrés sur la
conduite projetée au niveau de ces habitats)

Infrastructures

Ligne électrique à 120 kV

Route nationale ou régionale

Voie ferrée

Hydrographie

Cours d'eau permanent

Cours d'eau intermittent

FALCO RESOURCES

Note technique
Projet minier Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Étude complémentaire –Végétation

Inventaire complémentaire de la corallorhize striée - 2024

Sources :

Composantes d'utilisation gégographique régionale (CUGR), 2014
Imagerie ESRI
Données de projet, 2019

0 150 300 m

MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 1

Juillet 2024

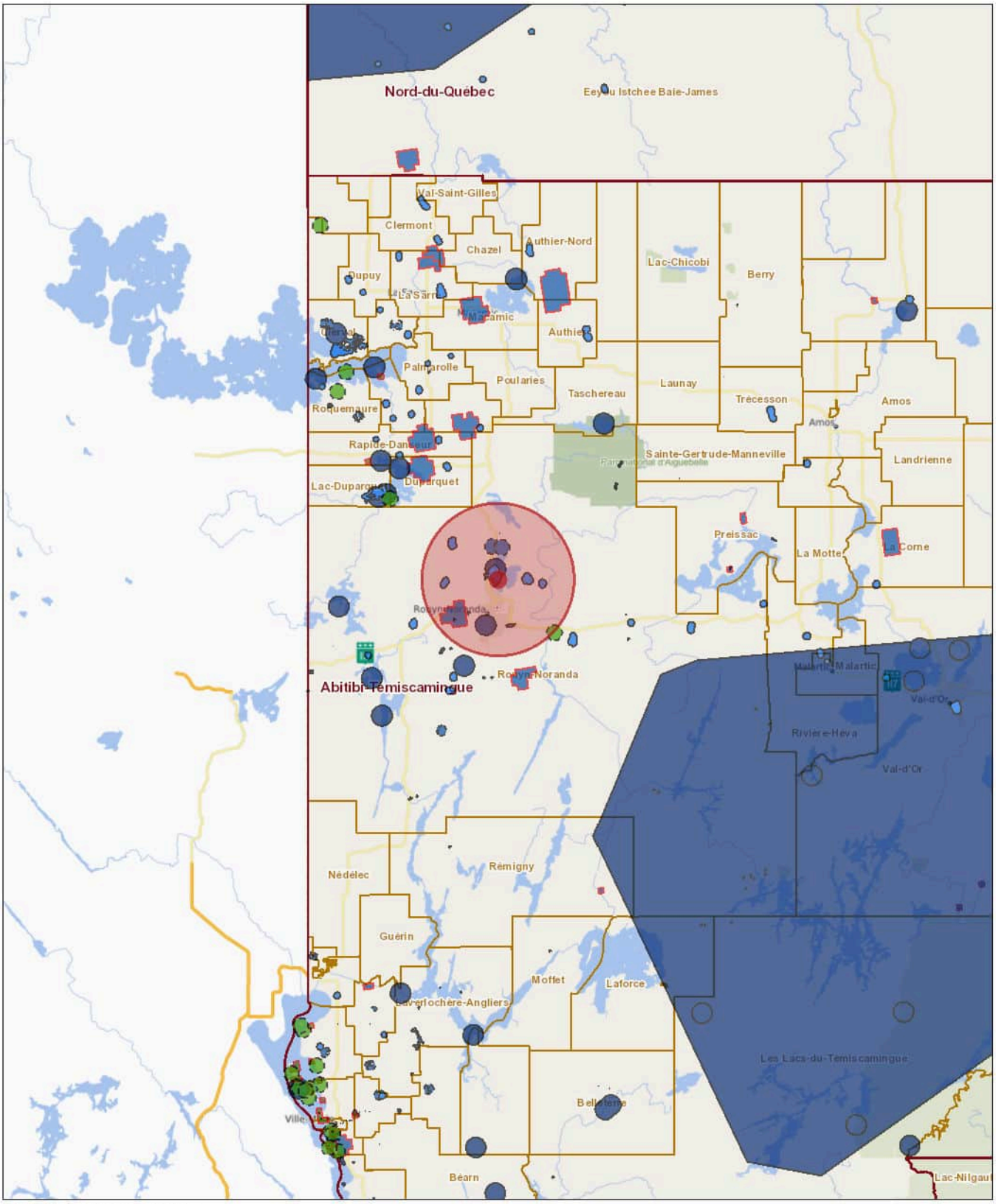
No.réf. : 151-11330-09_ECc1_wspT192_Corallorhize_240724.mxd

ANNEXE B

Informations du CDPNQ

Québec Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec Depuis 1988

Falco Ressources Ltée - Projet minier Horne 5 - MàJ données



2024-06-25 13 h 41 min 30 s

Occurrences floristiques
- Occurrences floristiques menacées ou vulnérables
- Occurrences floristiques susceptibles
- Occurrences floristiques candidates
- Occurrences floristiques masquées

Occurrences fauniques
- Occurrences fauniques menacées ou vulnérables
- Occurrences fauniques susceptibles
- Occurrences fauniques candidates
- Occurrences fauniques masquées
- Municipalité
- Région administrative

1:1,056,148

0 5 10 20 mi

0 12.5 25 50 km

Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Msp

Occurrences floristiques

No occurrence	No d'élément	Règne	Statut au Québec	Nom latin	Nom français	Nom anglais
21 893	5 733	Plantes	Susceptible	Corallorhiza striata var. striata	Corallorhize striée	Striped Coralroot
80 282	5 733	Plantes	Susceptible	Corallorhiza striata var. striata	Corallorhize striée	Striped Coralroot
8 795	6 154	Plantes	Susceptible	Torreyochloa pallida var. pallida	Glycérie pâle	Pale Manna Grass

Cote de viabilité	Dernière évaluation de la cote de viabilité	Dernière observation	Précision	Latitude	Longitude	Statut canadien COSEPAC
D (Faible, non viable)	25/3/2014	2022-06-13	S (Seconde, < 150 m)	48,237514191	-78,974507101	X (Aucun)
C (Passable)	11/9/2023	2022-06-01	S (Seconde, < 150 m)	48,281432488	-78,949710117	X (Aucun)
H (Historique)	4/1/2021	1981	M (Minute, < 1500 m)	48,2071403708	-78,8637500564	X (Aucun)

Statut canadien LEP	Rang S (provincial)	Groupe taxonomique	Nombre total d'occurrences	Statut au Québec recommandé	Statut hydrique	Fiche de l'espèce	Version
X (Aucun)	S2	Vasculaires	12	Susceptible	FACT	Non disponible	30/5/2024
X (Aucun)	S2	Vasculaires	12	Susceptible	FACT	Non disponible	30/5/2024
X (Aucun)	S1	Vasculaires	0	Susceptible	OBL	Non disponible	30/5/2024

Occurrences fauniques

No occurrence	No d'élément	Règne	Statut au Québec	Nom latin	Nom français	Nom anglais
79 027	15 241	Animaux	Susceptible	Diadophis punctatus edwardsii	Couleuvre à collier du Nord	Northern Ring-necked Snake
79 212	15 241	Animaux	Susceptible	Diadophis punctatus edwardsii	Couleuvre à collier du Nord	Northern Ring-necked Snake
24 833	848	Animaux	Susceptible	Opheodrys vernalis	Couleuvre verte	Smooth Greensnake
81 699	848	Animaux	Susceptible	Opheodrys vernalis	Couleuvre verte	Smooth Greensnake
24 834	848	Animaux	Susceptible	Opheodrys vernalis	Couleuvre verte	Smooth Greensnake
79 745	15 297	Animaux	Vulnérable	Falco peregrinus pop. 1	Faucon pèlerin anatum/tundrius	Peregrine Falcon - anatum/tundrius population
80 572	242	Animaux	Candidate	Chlidonias niger	Guifette noire	Black Tern
80 571	242	Animaux	Candidate	Chlidonias niger	Guifette noire	Black Tern
81 078	307	Animaux	Candidate	Riparia riparia	Hirondelle de rivage	Bank Swallow
81 229	307	Animaux	Candidate	Riparia riparia	Hirondelle de rivage	Bank Swallow
81 077	307	Animaux	Candidate	Riparia riparia	Hirondelle de rivage	Bank Swallow
82 462	307	Animaux	Candidate	Riparia riparia	Hirondelle de rivage	Bank Swallow
20 334	118	Animaux	Vulnérable	Haliaeetus leucocephalus	Pygargue à tête blanche	Bald Eagle
19 571	118	Animaux	Vulnérable	Haliaeetus leucocephalus	Pygargue à tête blanche	Bald Eagle
20 752	118	Animaux	Vulnérable	Haliaeetus leucocephalus	Pygargue à tête blanche	Bald Eagle

Type d'occurrence	Cote de viabilité	Dernière évaluation de la cote de viabilité	Dernière observation	Précision	Latitude	Longitude
Sans objet	E (Existante, à déterminer)	4/3/2019	2018-06-22	S (Seconde, < 150 m)	48,2419600064	-79,0913599998
Sans objet	E (Existante, à déterminer)	14/4/2019	2018-07-21	S (Seconde, < 150 m)	48,23034701	-79,1291260001
Sans objet	E (Existante, à déterminer)	5/8/2018	2018-06-22	S (Seconde, < 150 m)	48,309800006	-79,0484
Sans objet	E (Existante, à déterminer)	29/1/2023	2020-09-12	M (Minute, < 1500 m)	48,3596055712	-79,0283834871
Sans objet	E (Existante, à déterminer)	5/8/2018	2009	M (Minute, < 1500 m)	48,358000359	-79,0027632865
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	9/1/2020	2019-07-25	M (Minute, < 1500 m)	48,2521590001	-79,0149719995
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	13/10/2021	2016-06-04	S (Seconde, < 150 m)	48,3096747293	-79,0229037831
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	13/10/2021	2010-06-17	S (Seconde, < 150 m)	48,2200726563	-78,9806299039
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	6/2/2022	2016-08-14	S (Seconde, < 150 m)	48,3023043722	-78,9353376223
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	6/2/2022	2020-06-16	S (Seconde, < 150 m)	48,3653384415	-79,1346952874
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	6/2/2022	2022-06-20	S (Seconde, < 150 m)	48,2960248656	-79,1548692528
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	31/10/2023	2022-07-15	S (Seconde, < 150 m)	48,2942850201	-78,8949055351
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	30/11/2011	2011-05-01	S (Seconde, < 150 m)	48,2207169695	-79,0459573309
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	30/9/2010	2010-06-26	S (Seconde, < 150 m)	48,3203890882	-79,020177978
Site de reproduction	E (Existante, à déterminer)	24/10/2012	2010-08-25	M (Minute, < 1500 m)	48,3825953251	-79,00880172

Statut canadien COSEPAC	Statut canadien LEP	Rang S (provincial)	Groupe taxonomique	Nombre total d'occurrences	Statut au Québec recommandé	Fiche de l'espèce	Version
X (Aucun)	X (Aucun)	S3S4	Vertébrés	236	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/couleuvre-eau-nord	30/5/2024
X (Aucun)	X (Aucun)	S3S4	Vertébrés	236	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/couleuvre-eau-nord	30/5/2024
X (Aucun)	X (Aucun)	S3S4	Vertébrés	146	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/couleuvre-verte	30/5/2024
X (Aucun)	X (Aucun)	S3S4	Vertébrés	146	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/couleuvre-verte	30/5/2024
X (Aucun)	X (Aucun)	S3S4	Vertébrés	146	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/couleuvre-verte	30/5/2024
X (Aucun)	P (Préoccupante)	S4B	Vertébrés	343	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/faucon-pelerin	30/5/2024
NEP (Non en péril)	X (Aucun)	S2S3B	Vertébrés	25	Non disponible	Non disponible	30/5/2024
NEP (Non en péril)	X (Aucun)	S2S3B	Vertébrés	25	Non disponible	Non disponible	30/5/2024
M (Menacée)	M (Menacée)	S3B	Vertébrés	517	Non disponible	Non disponible	30/5/2024
M (Menacée)	M (Menacée)	S3B	Vertébrés	517	Non disponible	Non disponible	30/5/2024
M (Menacée)	M (Menacée)	S3B	Vertébrés	517	Non disponible	Non disponible	30/5/2024
M (Menacée)	M (Menacée)	S3B	Vertébrés	517	Non disponible	Non disponible	30/5/2024
NEP (Non en péril)	X (Aucun)	S4	Vertébrés	271	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/pygargue-tete-blanche	30/5/2024

NEP (Non en péril)	X (Aucun)	S4	Vertébrés	271	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/pygargue-tete-blanche	30/5/2024
NEP (Non en péril)	X (Aucun)	S4	Vertébrés	271	Non disponible	https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/animaux-sauvages-quebec/liste-des-especes-fauniques/pygargue-tete-blanche	30/5/2024

Occurrences fauniques masquées

No occurrence	Règne	Nom français	Version	Commentaire	Demande d'informatio
81 614	Animaux	Information masquée	30/5/2024	Les données pour cette occurrence peuvent être rendues disponibles sur demande.	https://www.quebec.ca/gou nement/gouvernement-ouvert/transparence-performance/indicateurs-statistiques/donnees-espe situation-precaire#c12304

Cette requête ne doit pas être considérée comme étant définitive et ne se substitut pas à une demande au CDPNQ en cas de présence d'une ou de plusieurs occurrences masquée(s) d'espèce(s) menacée(s), vulnérable(s) ou susceptible(s) de l'être l'établissement d'une liste d'espèces et de la cartographie d'habitats potentiels ou encore, aux inventaires requis.
Le document d'information décrivant le fonctionnement du CDPNQ, ses diverses composantes, les types d'analyses réalisées par son équipe et les portrait des données diffusées est disponible ici : https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/faune/documents/precaire/document-information-CDPNQ.pdf
CDPNQ (2024)

ANNEXE

ANNEXE 10

RAPPORT DE SYNTHÈSE DES PERTES D'HABITATS DE POISSON ET LEUR QUALITÉ

RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET MINIER HORNE 5

SYNTHÈSE DES INFORMATIONS SUR LES EAUX OÙ VIT LE POISSON

ROUYN-NORANDA

AOÛT 2024

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE WSP : CA-WSP-221-11330-04

VERSION FINALE



RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET MINIER HORNE 5

SYNTHÈSE DES INFORMATIONS SUR LES EAUX OÙ VIT LE POISSON

ROUYN-NORANDA

VERSION FINALE
CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE WSP : CA-WSP-221-11330-04

AOÛT 2024

WSP CANADA INC.
2E ÉTAGE
3535, BOULEVARD L.-P.-NORMAND
TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC) G9B 0G8
CANADA

TÉLÉPHONE : +1-819-375-1292

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Isabelle Lussier, M. Sc. Env.
Biologiste

Patrice Hamel, biol., M.Sc. Env.
Spécialiste en écologie aquatique

RÉVISÉ PAR

Carl Martin, M. Sc. Env.
Chargé de projet

6 août 2024
Date

LIMITATIONS

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Ressources Falco ltée, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de terminer ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, comme indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les conditions générales d'un site ne peuvent être extrapolées au-delà des zones définies et des emplacements de prélèvement et d'échantillonnage. Les conditions d'un site entre les emplacements de prélèvement et d'échantillonnage peuvent différer des conditions réelles. La précision et l'exactitude de toute extrapolation et spéculation au-delà des emplacements des prélèvements et d'échantillonnage dépendent des conditions naturelles, de l'historique de développement du site et des changements entraînés par la construction et des autres activités sur le site. De plus, l'analyse a été effectuée pour les paramètres chimiques et physiques déterminés seulement, et il ne peut pas être présumé que d'autres substances chimiques ou conditions physiques ne sont pas présentes. WSP ne fournit aucune garantie et ne fait aucune représentation contre les risques environnementaux non décelés ou contre des effets négatifs causés à l'extérieur de la zone définie.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente, Environnement et développement durable	Hélène Cartier ing. LL.B. ASC

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargé de projet	Carl Martin, biol., M. Sc.
Rédaction	Isabelle Lussier, biol., M. Sc.
	Patrice Hamel, biol., M. Sc.
Cartographie	Alain Lemay, tech.
	Magalie Jacob, tech.
Édition	Nancy Laurent, tech.

RÉFÉRENCE À CITER

WSP. 2024. *Projet minier Horne 5. Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson*. Rouyn-Noranda. Rapport produit pour Ressources Falco ltée. Référence WSP : CA-WSP-221-11330-04. Pagination multiple et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction 1-1
1.1 Mise en contexte et objectif 1-1
1.2 Contexte réglementaire provincial et fédéral 1-2

2 Méthodologie d'inventaire du poisson et de son habitat 2-1
2.1 Zone d'étude 2-1
2.2 Méthode d'inventaire 2-1
2.2.1 Inventaires de 2016 – CMH5 et conduite d'eau fraîche 2-2
2.2.2 Inventaires de 2017 – IGRM et conduites de résidus et d'eau de recirculation 2-2
2.2.3 Inventaires de 2018 – IGRM et ruisseau Vauze 2-3

3 Résultats des inventaires 3-1
3.1 Secteur du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche 3-1
3.1.1 Caractéristiques de l'habitat 3-1
3.1.2 Communautés de poissons 3-2
3.2 Secteur des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation 3-4
3.2.1 Caractéristiques de l'habitat 3-4
3.2.2 Communautés de poissons 3-4
3.3 Secteur des IGRM 3-9
3.3.1 Lac Waite 3-9
3.3.2 Lac Vauze 3-10
3.3.3 Bassin d'oxydation OX2 3-11
3.3.4 Étangs du secteur des IGRM 3-19
3.3.5 Ruisseau Vauze (amont et aval des installations du site Norbec) 3-21
3.4 Secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté 3-22

4 Identification des plans d'eau affectés par le projet 4-1
4.1 Plans et cours d'eau devant faire l'objet d'une autorisation en vertu de la LCMVF et d'une inscription à l'annexe 2 du REMMMD 4-2
4.1.1 Détail des pertes d'habitat du poisson 4-2
4.1.2 Importance des poissons et des habitats touchés 4-2
4.2 Plans et cours d'eau devant faire l'objet d'une autorisation en vertu de la LCMVF et visés par l'article 35 de la Loi sur les pêches 4-6
4.2.1 Détail des pertes et des gains d'habitat du poisson 4-6
4.2.2 Importance des poissons et des habitats touchés par le projet Horne 5 4-7

4.3 Synthèse des pertes 4-12

5 Références bibliographiques 5-1

Tableaux

Tableau 3-1 Caractéristiques de l'habitat du poisson dans les secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche 3-1

Tableau 3-2 Captures et efforts de pêche dans les secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche en 2016 3-3

Tableau 3-3 Caractéristiques des habitats aquatiques à l'intérieur des cours d'eau traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation projetées.....3-5

Tableau 3-4 Physicochimie de l'eau mesurée en juin 2017 dans les cours d'eau traversés par les conduites de résidus miniers d'eau de recirculation projetées.....3-7

Tableau 3-5 Captures et efforts de pêche dans les cours d'eau traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation projetées 3-8

Tableau 3-6 Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac Waite le 6 juin 2017 3-9

Tableau 3-7 Captures et efforts de pêche dans les lacs Waite et Vauze et le bassin OX2 3-10

Tableau 3-8 Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac Vauze le 9 juin 2017 3-11

Tableau 3-9 Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du bassin OX2 le 8 juin 2017 3-12

Tableau 3-10 Qualité de l'eau mesurée *in situ* dans le bassin OX2 en mars 2022 3-17

Tableau 3-11 Qualité de l'eau dans le bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 3-18

Tableau 3-12 Qualité des sédiments du bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 3-19

Tableau 3-13 Qualité de l'eau dans les étangs du secteur des IGRM (station PE4) : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères.....3-20

Tableau 3-14 Captures de poissons dans les étangs du secteur des IGRM et dans le ruisseau Vauze en août 2018 3-21
Tableau 3-15 Qualité de l'eau dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté (station PE2) : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 3-23
Tableau 4-1 Synthèse des informations sur les habitats du poisson devant faire l'objet d'une inscription à l'Annexe 2 du REMMMD 4-3
Tableau 4-2 Synthèse des informations sur les cours d'eau visés par l'article 35 de la LP 4-9
Tableau 4-3 Sommaire des pertes d'habitat du poisson occasionnées par le projet 4-13

Figures

Figure 3-1 Évolution saisonnière des niveaux d'eau au site des IGRM (mai 2022 – octobre 2023) 3-13
Figure 3-2 Aperçu du secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté en octobre 2023 (source : Google Earth) 3-22

Cartes

Carte 1-1 Emplacement des composantes du projet 1-3
Carte 2-1 Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche 2-5
Carte 2-2 Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et du réseau de conduites de résidus miniers (1 carte et 5 feuillets) 2-7
Carte 4-1 Perte directes d'habitat du poisson dans le secteur des installations de gestion des résidus miniers (IGRM) 4-15
Carte 4-2 Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau (1 carte et 12 feuillets) 4-17
Carte 4-3 Délimitation des pertes d'habitat du poisson le long du ruisseau Vauze 4-31
Carte 4-4 Gains anticipés d'habitat du poisson le long du ruisseau Waite 4-33

Annexes

A **Détails relatifs à l'effort de pêche**

A-1 Données brutes des pêches effectuées en 2016

A-2 Données brutes des pêches effectuées en 2017

A-3 Données brutes des pêches effectuées en 2018

B **Reportage photographique**

C **Rapport sur la qualité de l'eau et des sédiments du bassin OX2**

D **Qualité de l'eau dans le secteur des étangs des IGRM (station PE4)**

E **Qualité de l'eau dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest (station PE2)**

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CEF	Concentration d'effets fréquents
CEP	Concentration d'effets probables
CMH5	Complexe minier Horne 5
CPUE	Capture par unité d'effort
CSE	Concentration seuil d'effet
CVAA	Critère de protection de la vie aquatique – toxicité aiguë
CVAC	Critère de protection de la vie aquatique – toxicité chronique
DRM	Dépôt de résidus miniers
IGRM	Installations de gestion des résidus miniers
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
REMMMD	Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants
RCP	Résidus de concentré de pyrite
RFP	Résidus de flottation de pyrite

1 Introduction

1.1 Mise en contexte et objectif

Ressources Falco Ltée (Falco) projette développer une mine souterraine pour l'exploitation des ressources en or, argent, cuivre et zinc, à partir du site de l'ancienne mine Quémont dans le parc industriel Noranda-Nord à Rouyn-Noranda. Le site de la mine, qui accueillera également la majorité des infrastructures minières de surface est appelé le complexe minier Horne 5 (CMH5).

Le projet prévoit notamment la construction et l'exploitation :

- d'une usine de traitement du minerai, incluant une usine de remblai en pâte;
- d'une prise d'eau fraîche en bordure du lac Rouyn et d'une conduite d'environ 7,1 km pour acheminer cette eau fraîche jusqu'au CMH5;
- d'installations de gestion des résidus miniers (IGRM) avec infrastructures de traitement de l'eau et rejet des eaux traitées dans le milieu aquatique. Le site projeté est situé dans le quartier D'Alembert, à environ 11 km au nord-ouest du CMH5, où se trouve actuellement l'ancien site minier Norbec (carte 1-1);
- d'un système de conduites à double paroi pour le transport des résidus miniers et de l'eau de recirculation entre le CMH5 et le site des IGRM (quatre conduites destinées au transport des résidus miniers vers les IGRM, et une conduite pour recirculer les eaux de procédé des IGRM vers l'usine de traitement du minerai au CMH5).

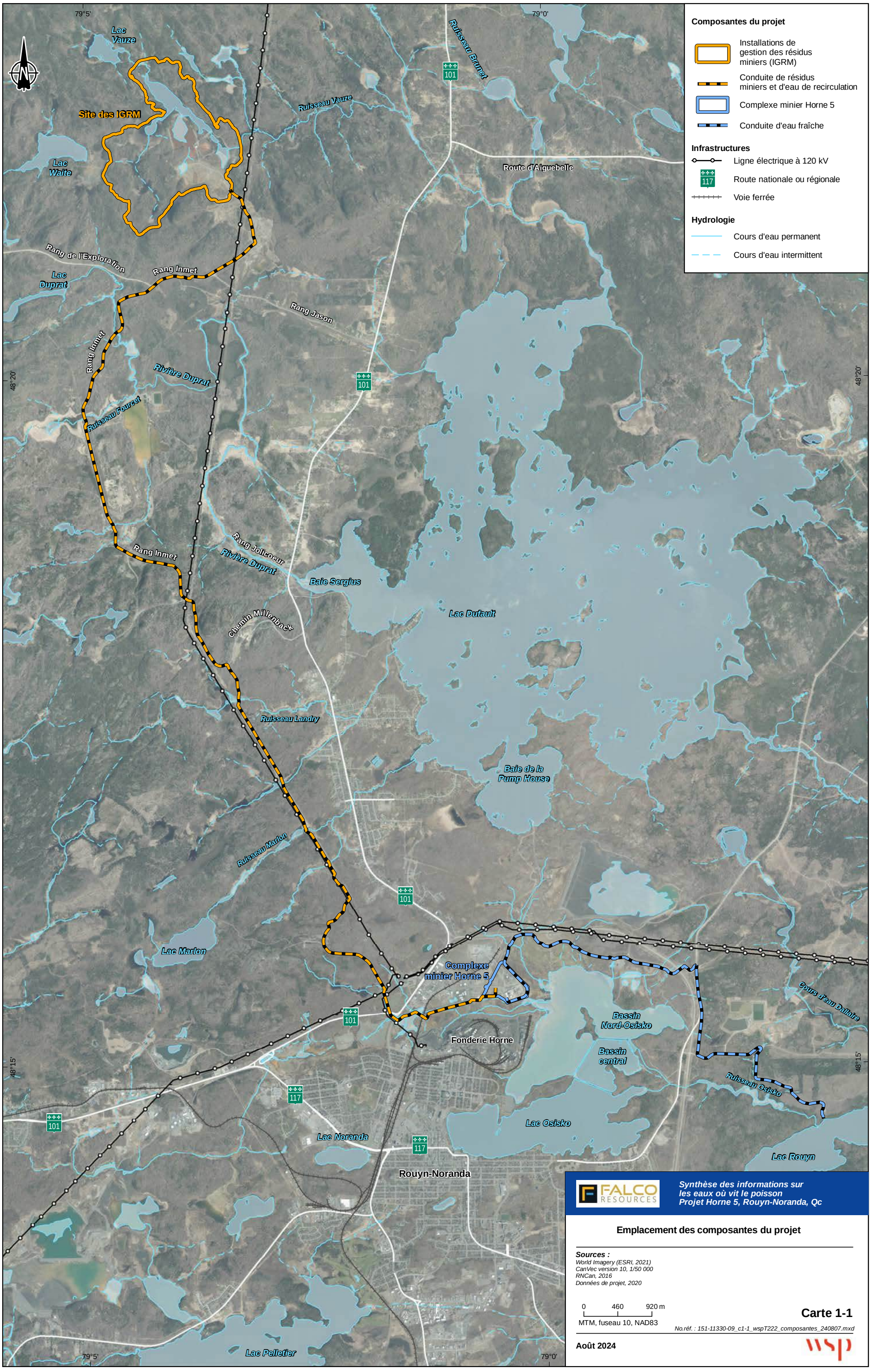
Une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) réalisée en vertu de la réglementation provinciale a été déposée au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC; maintenant le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [MELCCFP]) en janvier 2018. Des réponses ou compléments de réponses aux questions et commentaires résultant de l'analyse sur la recevabilité de l'ÉIE ont été transmis au MELCC en mai 2018, juin 2018 et mai 2022, et au MELCCFP en décembre 2023. L'avis de recevabilité de l'étude d'impact a été octroyé en mars 2024.

Ce document présente une synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson dans le secteur du projet minier Falco Horne 5. Elle a été préparée dans le but de servir de document de support à l'analyse du dossier par les autorités.

1.2 Contexte réglementaire provincial et fédéral

Au Québec, l'habitat du poisson constitue un habitat faunique légalement protégé par le *Règlement sur les habitats fauniques*. En vertu de l'article 128.6 de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (LCMVF), toute activité susceptible de modifier un élément biologique, physique ou chimique d'un habitat faunique doit faire l'objet d'une autorisation préalable.

Au Canada, l'article 35(1) de la *Loi sur les pêches* (L.R.C. (1985), ch. F-14) interdit d'exercer une activité entraînant la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson à moins d'en avoir obtenu l'autorisation préalable. De plus, au site des IGRM, des résidus miniers seront entreposés dans des plans d'eau où vivent des poissons. Par conséquent, ces plans d'eau devront être inscrits à l'annexe 2 du *Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants* (DORS/2002-222; REMMMD) de la *Loi sur les pêches* afin d'obtenir l'autorisation pour l'utilisation de ces plans d'eau comme dépôts de résidus miniers (DRM) conformément à l'article 36(4) de la *Loi sur les pêches*.



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Emplacement des composantes du projet

Sources :
World Imagery (ESRI, 2021)
CanVec version 10, 1/50 000
RNCan, 2016
Données de projet, 2020

0 460 920 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 1-1

No.réf. : 151-11330-09_c1-1_wspT222_composantes_240807.mxd

Août 2024

wsp

2 Méthodologie d'inventaire du poisson et de son habitat

2.1 Zone d'étude

La zone d'étude du poisson et de son habitat se situe dans un secteur caractérisé par un important historique minier et industriel pouvant avoir des effets sur la qualité de l'eau et les habitats du poisson. Elle est scindée en trois secteurs principaux (voir la carte 1-1) :

- le CMH5[1], la prise d'eau fraîche en bordure du lac Rouyn et la conduite d'eau fraîche d'environ 7,1 km;
- le réseau de conduites de résidus et d'eau de recirculation d'une longueur d'environ 17,4 km entre le CMH5 et le site des IGRM;
- le site des IGRM et ses infrastructures de traitement de l'eau, avant le déversement dans le milieu récepteur.

Plusieurs lacs et cours d'eau ont été inventoriés dans chacun de ces trois secteurs, comme précisé dans les sections qui suivent.

2.2 Méthode d'inventaire

Dans le contexte de l'étude d'impact sur l'environnement du projet minier Horne 5, les informations sur le poisson et son habitat ont été obtenues par une recherche documentaire et au moyen de trois campagnes d'inventaire sur le terrain.

Des demandes d'information concernant les ressources fauniques ont été adressées au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) en 2015 et 2017 pour l'ensemble de la zone d'étude. De plus, des demandes concernant la présence d'espèces à statut particulier ont été soumises au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) en octobre 2015 et en novembre 2016.

En ce qui a trait aux inventaires de terrain, deux campagnes printanières ont été réalisées en 2016 et 2017 afin de caractériser l'habitat aquatique et les communautés de poissons. La campagne de 2016 a été réalisée dans le secteur du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche. En 2017, les inventaires ont été réalisés au site des IGRM et le long du réseau de conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation. Des inventaires complémentaires ont été réalisés en août 2018 dans le ruisseau Vauze et au site des IGRM, afin de compléter l'acquisition de connaissances sur les espèces de poissons présentes dans les différents cours d'eau touchés par le projet et de permettre de mieux quantifier les pertes d'habitat du poisson.

Les sections suivantes donnent plus de détails sur ces trois campagnes d'inventaires.

[1] Précisons que le Projet Horne 5 n'entraînera aucun empiétement dans l'habitat du poisson dans le secteur du CMH5. Les méthodes d'inventaire et résultats dans ce secteur ne sont inclus dans ce rapport que pour présenter un portrait complet des eaux où vit le poisson dans le milieu d'insertion du projet.

2.2.1 Inventaires de 2016 – CMH5 et conduite d'eau fraîche

Les inventaires ont été réalisés entre le 9 mai et le 3 juin 2016 dans les cours d'eau 1 et 2, le ruisseau Osisko et le cours d'eau Dallaire (carte 2-1). Les descripteurs de l'habitat tels le faciès d'écoulement, la granulométrie et la végétation environnante ont été utilisés afin de caractériser les habitats à chacune des stations de pêche dans le cours d'eau Dallaire ainsi que dans les cours d'eau 1 et 2. Pour le ruisseau Osisko, les données récoltées lors des caractérisations réalisées dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement de la voie de contournement de la route 117 de Rouyn-Noranda ont été utilisées (GENIVAR, 2007).

Le plan d'échantillonnage pour l'inventaire ichtyologique a été conçu de façon à couvrir les différents types d'habitats présents dans la zone d'étude. Les secteurs peu profonds des petits ruisseaux ont été inventoriés à l'aide de bourolles appâtées. Pour leur part, les plus gros cours d'eau, soit les ruisseaux Dallaire et Osisko ont été échantillonnés à l'aide de verveux. Les poissons capturés ont été identifiés et dénombrés avant d'être relâchés vivants sur le site de capture.

Les données brutes relatives aux activités de pêche et aux captures de poissons en 2016 sont présentées à l'annexe A-1.

2.2.2 Inventaires de 2017 – IGRM et conduites de résidus et d'eau de recirculation

La campagne d'inventaire s'est déroulée du 6 au 23 juin 2017. Les plans d'eau couverts par l'étude dans le secteur des IGRM sont les lacs Vauze et Waite, ainsi que le bassin OX2 situé à l'intérieur de l'empreinte du site des IGRM projetées (carte 2-2).

Dans le secteur des conduites qui seront aménagées entre le CMH5 et le parc à résidus miniers, les inventaires ont porté sur les cours d'eau qui seront croisés par le réseau de conduites (carte 2-2).

Différents engins de pêche ont été utilisés afin d'obtenir une représentation significative des divers types d'habitats disponibles. Les lacs et le bassin OX2 ont été inventoriés à l'aide de filets maillants expérimentaux, à grandes ou à petites mailles. Une seine a également été employée dans le lac Waite. Des bourolles et des verveux ont été utilisés dans les secteurs peu profonds des cours d'eau. Cinq des cours d'eau à l'étude ont été inventoriés à l'aide d'un appareil de pêche électrique. Les données brutes relatives aux activités de pêche et aux captures de poissons en 2017 sont présentées à l'annexe A-2.

Des relevés physicochimiques (température, pH, conductivité, oxygène dissous et transparence de l'eau) ont été effectués à l'endroit correspondant à la profondeur maximale des plans d'eau. Pour les cours d'eau, les mêmes variables (à l'exception de la transparence de l'eau) ont été mesurées à 0,5 m de profondeur au droit de la zone d'inventaire. Des relevés bathymétriques ont aussi été réalisés du 6 au 8 juin 2017 dans les lacs Vauze et Waite, ainsi que dans le bassin OX2.

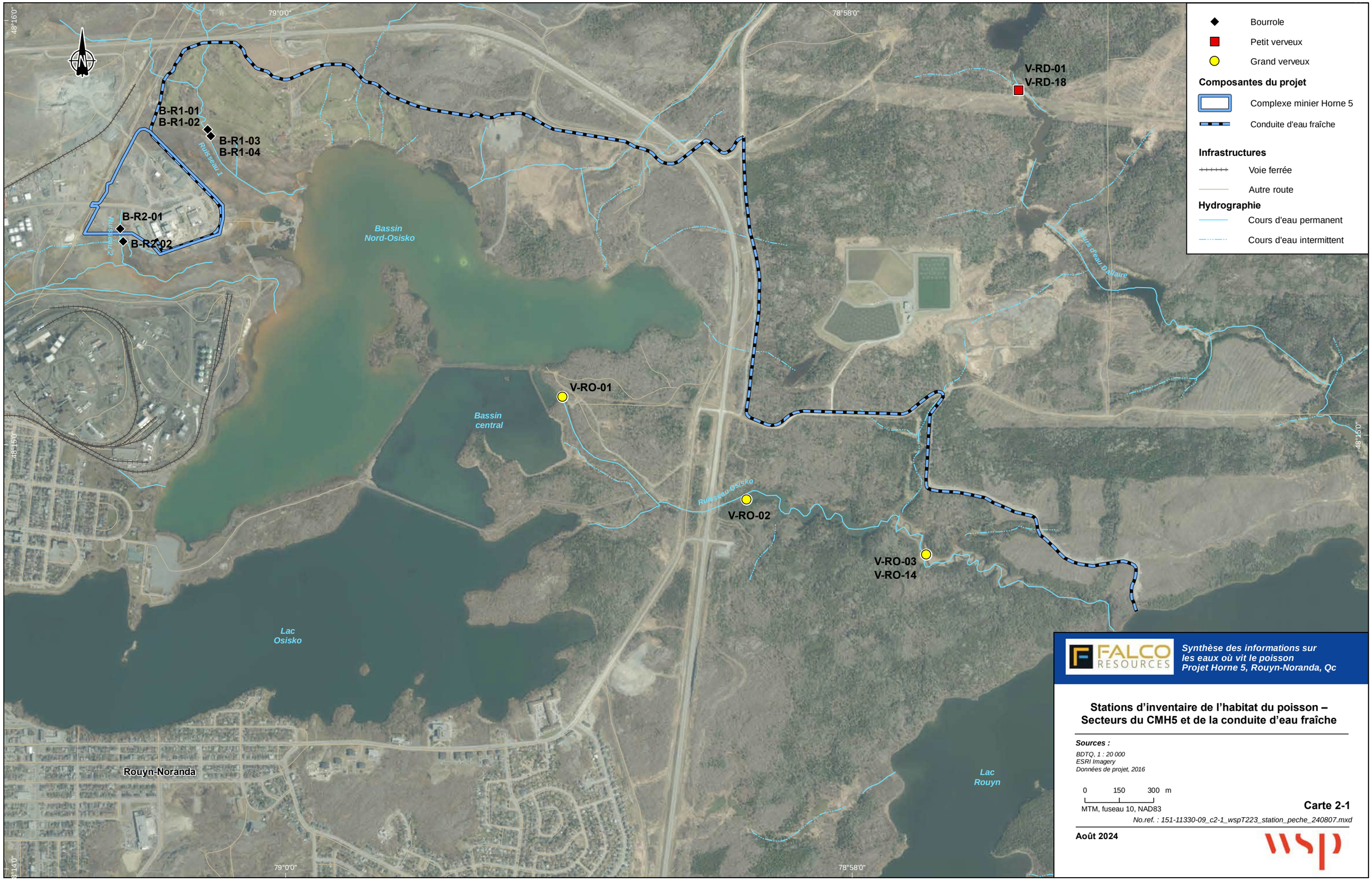
L'habitat aquatique à l'intérieur de chacun des cours d'eau a été caractérisé par tronçon homogène pour un ensemble de variables typiques à la description des eaux où vit le poisson, comprenant la largeur, la profondeur moyenne, le facies d'écoulement, la vitesse d'écoulement moyenne, la hauteur des rives, les signes d'érosion, la nature des

berges, la composition du substrat, la végétation aquatique, les obstacles à la migration, la pente, la présence d'abris et les fonctions d'habitat.

2.2.3 Inventaires de 2018 – IGRM et ruisseau Vauze

Des pêches expérimentales à l'aide de bourolles ont été menées du 28 au 31 août 2018 dans plusieurs plans d'eau se trouvant à l'intérieur de la future empreinte des IGRM (carte 2-2). À la même période, des pêches au moyen de verveux ont aussi été menées à trois stations dans le ruisseau Vauze (carte 2-2).

Les données brutes relatives aux activités de pêche et aux captures de poissons en 2018 sont présentées à l'annexe A-3.



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche

Sources :

BDTQ, 1 : 20 000
ESRI Imagery
Données de projet, 2016

0 150 300 m

MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-1

No.ref. : 151-11330-09_c2-1_wspT223_station_peche_240807.mxd

Août 2024

wsp

79°5'
79°0'
48°20'
48°20'
1
2
3
4
5
Lac Vauze
Lac Waite
Ruisseau Vauze
Ruisseau Brunet
101
Route d'Aiguebelle
Rang de l'Exploration
Lac Duprat
Rang Inmet
CE-12
CE-11
CE-13
Rang Jason
CE-10
CE-09
Rivière Duprat
Ruisseau Fourcet
CE-08
CE-07
Rang Jolicoeur
Baie Sergius
Lac Dufault
Chemin Millenbäck
CE-06
Ruisseau Landry
CE-05
CE-04
Baie de la Pump House
CE-03
Ruisseau Marlon
CE-02
Lac Marlon
CE-01
117
Lac Noranda
Rouyn-Noranda

Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Complexe minier Horne 5

Infrastructures

- Ligne électrique à 120 kV
- Route nationale ou régionale
- Voie ferrée

Hydrologie

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Sens de l'écoulement de l'eau

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Sources :

Imagerie ESRI
RNCan, 2016
Données de projet, 2019

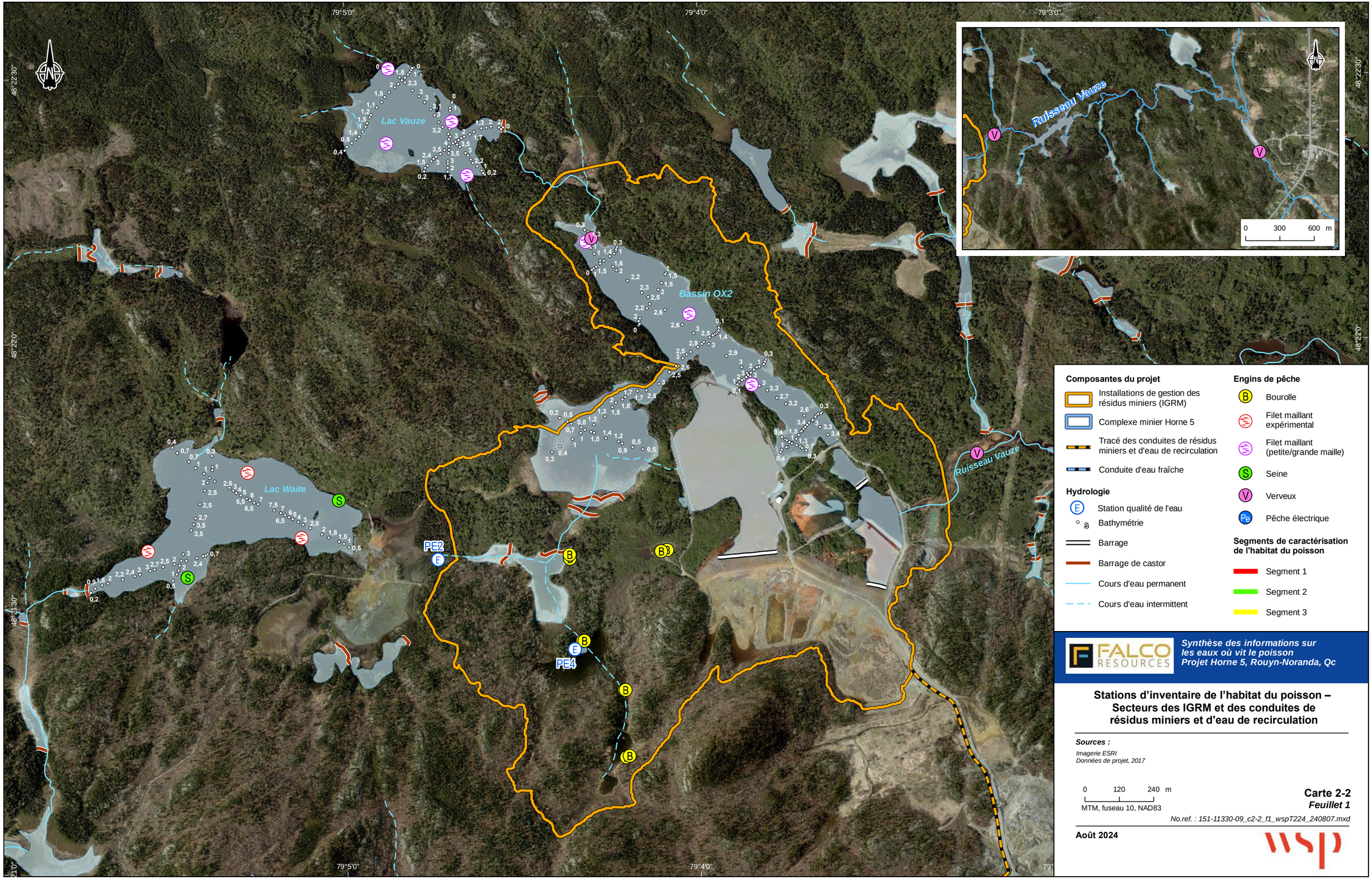
0 400 800 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2

No.réf. : 151-11330-09_c2-2_wspT227_Loc_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Complexe minier Horne 5
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Conduite d'eau fraîche

Hydrologie

- Station qualité de l'eau
- Bathymétrie
- Barrage
- Barrage de castor
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

Engins de pêche

- Bourolle
- Filet maillant expérimental
- Filet maillant (petite/grande maille)
- Seine
- Verveux
- Pêche électrique

Segments de caractérisation de l'habitat du poisson

- Segment 1
- Segment 2
- Segment 3

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Sources :

Imagerie ESRI
Données de projet, 2017

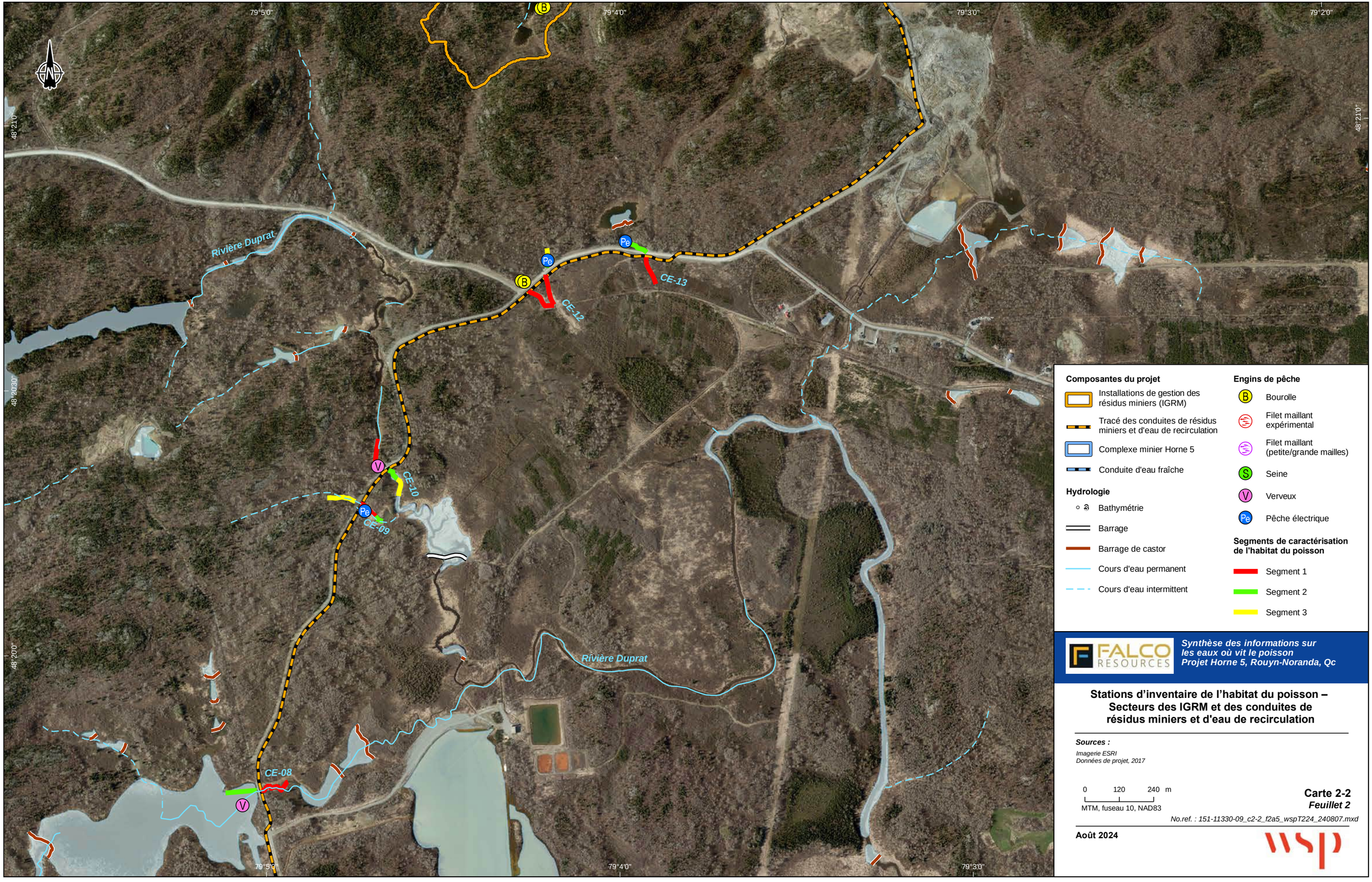
0 120 240 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2
Feuillet 1

No.ref. : 151-11330-09_c2-2_f1_wspT224_240807.mxd

Août 2024

wsp



Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Complexe minier Horne 5
- Conduite d'eau fraîche

Hydrologie

- Bathymétrie
- Barrage
- Barrage de castor
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

Engins de pêche

- B — Bourolle
- Filet maillant expérimental
- Filet maillant (petite/grande mailles)
- S — Seine
- V — Verveux
- Pe — Pêche électrique

Segments de caractérisation de l'habitat du poisson

- Segment 1
- Segment 2
- Segment 3

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Sources :

Imagerie ESRI
Données de projet, 2017

0 120 240 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2
Feuillet 2

No.ref. : 151-11330-09_c2-2_f2a5_wspT224_240807.mxd

Août 2024

wsp



Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Complexe minier Horne 5
- Conduite d'eau fraîche

Hydrologie

- Bathymétrie
- Barrage
- Barrage de castor
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

Engins de pêche

- B — Bourolle
- Filet maillant expérimental
- Filet maillant (petite/grande mailles)
- S — Seine
- V — Verveux
- Pe — Pêche électrique

Segments de caractérisation de l'habitat du poisson

- Segment 1
- Segment 2
- Segment 3

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Sources :

Imagerie ESRI
Données de projet, 2017

0 120 240 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2
Feuillet 3

No.ref. : 151-11330-09_c2-2_f2a5_wspT224_240807.mxd

Août 2024

wsp

79°4'0"
79°3'0"
79°2'0"
79°1'0"
48°18'0"
48°17'30"
48°17'0"
Chemin Mifflenback
CE-06
CE-05
CE-04
CE-03
CE-02
Ruisseau Landry
Ruisseau Marlon
101

Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Complexe minier Horne 5
- Conduite d'eau fraîche

Hydrologie

- Bathymétrie
- Barrage
- Barrage de castor
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

Engins de pêche

- Bourolle
- Filet maillant expérimental
- Filet maillant (petite/grande mailles)
- Seine
- Verveux
- Pêche électrique

Segments de caractérisation de l'habitat du poisson

- Segment 1
- Segment 2
- Segment 3

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Sources :

Imagerie ESRI
Données de projet, 2017

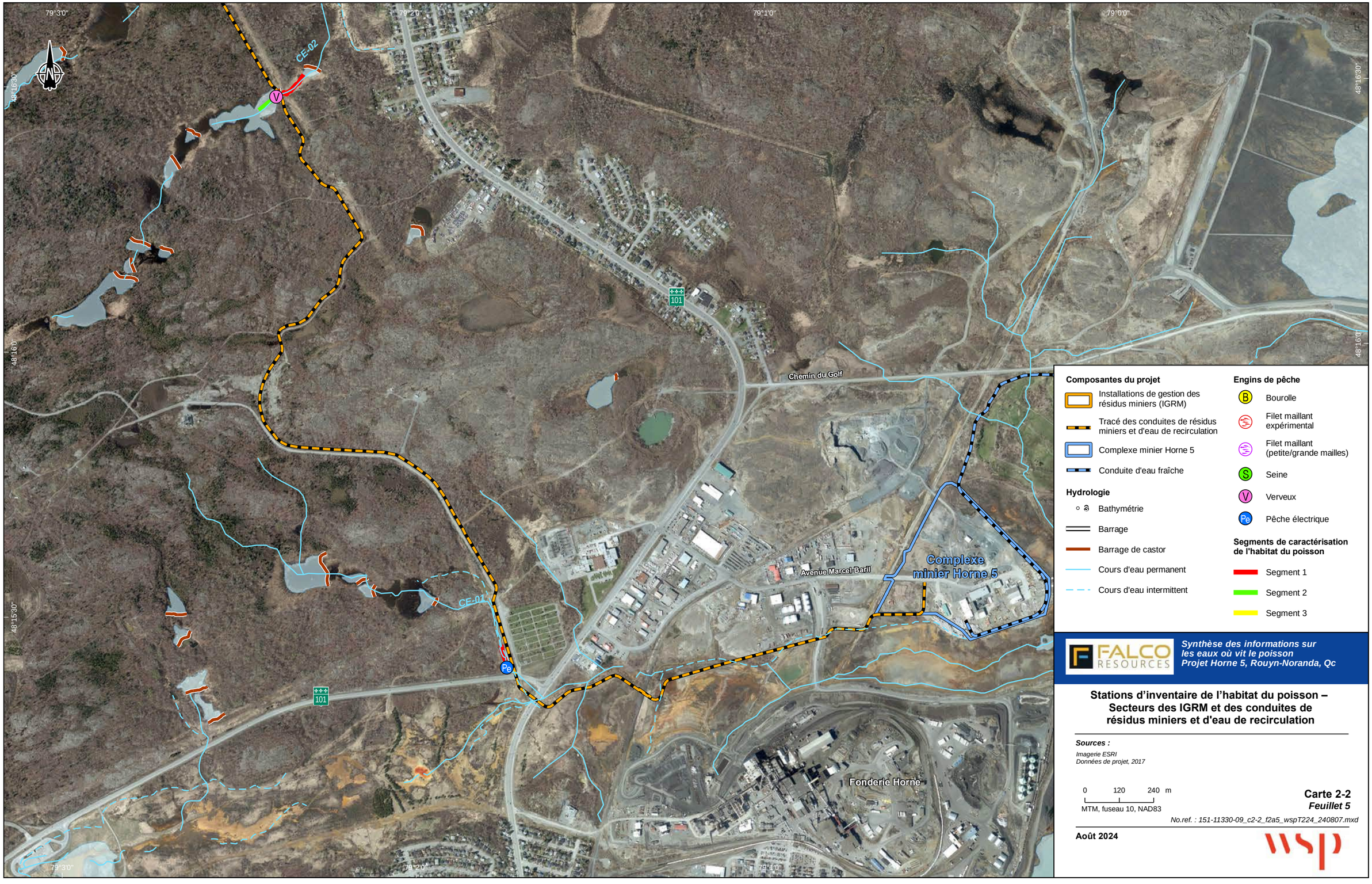
0 120 240 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2
Feuillet 4

No.ref. : 151-11330-09_c2-2_f2a5_wspT224_240807.mxd

Août 2024

wsp



Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Complexe minier Horne 5
- Conduite d'eau fraîche

Hydrologie

- Bathymétrie
- Barrage
- Barrage de castor
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

Engins de pêche

- Bourolle
- Filet maillant expérimental
- Filet maillant (petite/grande mailles)
- Seine
- Verveux
- Pêche électrique

Segments de caractérisation de l'habitat du poisson

- Segment 1
- Segment 2
- Segment 3

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Stations d'inventaire de l'habitat du poisson – Secteurs des IGRM et des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Sources :

Imagerie ESRI
Données de projet, 2017

0 120 240 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2
Feuillet 5

No.ref. : 151-11330-09_c2-2_f2a5_wspT224_240807.mxd

Août 2024

wsp

3 Résultats des inventaires

3.1 Secteur du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche

Les cours d'eau de ce secteur ne seront pas affectés puisque le projet n'y occasionnera pas d'empiétement. Les résultats d'inventaire sont tout de même présentés ici afin de brosser un portrait complet des habitats du poisson inventoriés dans le cadre du projet.

3.1.1 Caractéristiques de l'habitat

L'habitat du poisson dans les secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche est relativement peu varié (tableau 3-1). Dans les cours d'eau 1 et 2, l'habitat est constitué exclusivement de chenaux. L'absence de relief accidenté dans la région et la nature anthropique de ces cours d'eau expliquent les écoulements lents observés sur leur parcours. L'habitat dans ces cours d'eau, et dans le cours d'eau 1 tout particulièrement, est de faible qualité. Des photos des cours d'eau sont présentées à l'annexe B.

Tableau 3-1 Caractéristiques de l'habitat du poisson dans les secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche

Cours d'eau	Faciès d'écoulement	Largeur moyenne jusqu'à la LHE [1]	Substrat	Profondeur d'eau moyenne	Vitesse du courant	Végétation aquatique	Commentaire
Cours d'eau 1	Chenal	2 m	Particules fines	< 1 m	< 0,1 m/s	*Typha latifolia*	s. o.
Cours d'eau 2	Chenal	1,5 m	Particules fines	0,75 m	< 0,1 m/s	*Typha latifolia*	s. o.
Cours d'eau Dallaire	Chenal/ étang	6 m	Particules fines	1,2 m	0,5 m/s	*Typha sp.*; *Polygonum sp.*; *Scirpus sp.*	Présence de barrages de castors limitant la migration vers l'amont
Ruisseau Osisko [2]	Chenal/ rapides	2 à 6 m	Particules fines; sable; gravier; bloc	0,35 à 0,5 m	n.d.	Joncs; *Scirpus sp.*	s. o.

s.o. : Sans objet.
n.d. : Non disponible.
[1] LHE : Ligne des hautes eaux.
[2] Source : GENIVAR (2007).

Des habitats de meilleure qualité sont présents dans le cours d'eau Dallaire et le ruisseau Osisko. L'habitat aquatique y a subi moins de pression anthropique et est plus diversifié, particulièrement dans le ruisseau Osisko. Bien qu'aucune frayère confirmée n'y soit recensée, il est probable que toutes les espèces observées lors des inventaires puissent se reproduire à l'intérieur des cours d'eau étudiés.

3.1.2 Communautés de poissons

Données du gouvernement provincial

Le cours d'eau Dallaire et le ruisseau Osisko font partie du bassin versant du lac Rouyn. Selon les données du MFFP (Coulombe, 2018; Vézina, 2015), le lac Rouyn abrite plusieurs espèces de poissons, soit :

- la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*);
- le chevalier rouge (*Moxostoma macrolepidotum*);
- le cisco de lac (*Coregonus artedi*);
- le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*),
- le doré jaune (*Sander vitreus*);
- le grand brochet (*Esox lucius*);
- le grand corégone (*Coregonus clupeaformis*);
- la laquaiche aux yeux d'or (*Hiodon alosoides*);
- le méné à tache noire (*Notropis hudsonius*);
- le méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*);
- le meunier noir (*Catostomus commersonii*);
- la perchaude (*Perca flavescens*);
- des cyprins.

Résultat des pêches

Un total de 4 542 poissons a été capturé dans les quatre cours d'eau inventoriés des secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche (tableau 3-2).

Le cours d'eau Dallaire abrite la communauté de poissons la plus diversifiée, avec une récolte de 462 poissons appartenant à 9 espèces. Les espèces les plus abondantes y sont le méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*), le museau noir (*Notropis heterolepis*) et le mulet de lac (*Couesius plumbeus*), qui représentaient ensemble près de 92 % des captures.

Plus de 4 000 poissons de six espèces ont été capturés dans le ruisseau Osisko. Cependant, les captures y étaient largement dominées par l'épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*), qui représentait 96 % des prises.

Enfin, seulement sept épinoches à cinq épines ont été capturées dans le Cours d'eau 1 et aucune capture n'a été réalisée dans le Cours d'eau 2, malgré des efforts de pêche respectifs de 18 et 6 bourolles-jour.

En plus des espèces capturées dans les cours d'eau Dallaire et Osisko, le grand brochet et la perchaude sont susceptibles de fréquenter l'un ou l'autre de ces cours d'eau, particulièrement en période de reproduction printanière. En effet, les lacs Rouyn et Routhier, situés respectivement en aval du ruisseau Osisko et du cours d'eau

Dallaire, subissent d'importantes crues printanières qui peuvent refouler jusque dans les premières portions des deux ruisseaux, facilitant ainsi l'accès vers l'amont aux géniteurs.

Aucune espèce de poisson à statut particulier n'a été capturée. De plus, aucune occurrence de cette nature n'est signalée dans les informations reçues du MFFP pour ce secteur.

Tableau 3-2 Captures et efforts de pêche dans les secteurs du CMH5 et de la conduite d'eau fraîche en 2016

Espèce	Nombre de poissons			
	Cours d'eau 1	**Cours d'eau 2**	**Ruisseau Osisko**	**Cours d'eau Dallaire**
Barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*)				9
Chrosomus sp.				6
Épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*)	7		3 925	9
Mené à grosse tête *(Pimephales promelas)*				0 [1]
Méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*)				253
Méné émeraude (*Notropis atherinoides*)				10
Méné pâle (*Notropis volucellus*)				1
Meunier noir (*Catostomus commersonii*)			1	3
Mulet à cornes (*Semotilus atromaculatus*)			61	
Mulet de lac (*Couesius plumbeus*)			24	76
Mulet perlé (*Margariscus margarita*)			60	
Museau noir (*Notropis heterolepis*)				95
Perchaude (*Perca flavescens*)			2	
Nombre d'espèces	**1**	**0**	**6**	**9**
Captures totales	**7**	**0**	**4 073**	**462**
Effort de pêche et captures par unité d'effort (CPUE) [2]				
Bourolle	18 (0,4)	6 (0)		
Petit verveux			8 (509)	
Grand verveux				2 (231)

[1] Le MELCCFP rapporte la présence du méné à grosse tête (*Pimephales promelas*) dans le cours d'eau Dallaire.
[2] L'unité d'effort est l'engin-jour.

3.2 Secteur des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

3.2.1 Caractéristiques de l'habitat

Un total de 13 cours d'eau seront traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation entre le CMH5 et les IGRM (carte 2-2 feuillets 2 à 5).

Ces cours d'eau sont pour la plupart constitués de chenaux ou plats lentiques à substrat meuble, avec une profondeur d'eau et une vitesse du courant relativement faibles, une granulométrie fine et un substrat où la matière organique est abondante (tableau 3-3 et photos à l'annexe B).

Des fonctions d'alevinage ou d'alimentation pour le poisson ont été attribuées à 9 des 13 cours d'eau inventoriés, alors que la fonction de migration a été attribuée à 4 cours d'eau et la fonction de reproduction en eau vive à un cours d'eau (tableau 3-3). En revanche, l'habitat n'apparaissait propice pour aucune de ces fonctions dans les tronçons inventoriés des cours d'eau CE-01, CE-06, CE-07 et CE-11, ce qui n'exclut toutefois pas que d'autres tronçons de ces cours d'eau puissent s'avérer plus propices au poisson.

Au niveau de la qualité de l'eau, le pH était inférieur au critère de 6,5 visant à assurer la protection de la vie aquatique (toxicité chronique; CVAC) établi par le MELCCFP (2024) dans 8 des 13 cours d'eau (tableau 3-4). L'acidité était la plus marquée dans les cours d'eau CE-06 et CE-11, où le pH était inférieur à 6. De plus, la concentration en oxygène dissous se situait sous le CVAC (57 % de saturation à une température de l'eau de 20 °C ou 54 % à 10 °C; MELCCFP, 2024) dans six cours d'eau. Elle était particulièrement faible dans les cours d'eau CE-03 (2,4 %), CE-06 (7,3 %), CE-07 (8,7 %) et CE-11 (12,5 %).

3.2.2 Communautés de poissons

Des poissons ont été capturés dans 10 des 12 cours d'eau inventoriés au moyen de pêches expérimentales, avec des captures totalisant 3 407 poissons appartenant à 10 espèces (tableau 3-5). Les espèces capturées en plus grande abondance sont l'épinoche à cinq épines, le méné jaune ainsi que les ménés du genre *Chrosomus*. Le rendement de pêche était relativement élevé, mis à part dans les cours d'eau CE-01 et CE-07 où aucune capture n'a été réalisée, et CE-10 et CE-11 où seulement deux poissons ont été capturés.

Il est à noter qu'aucun inventaire n'a pu être effectué dans le cours d'eau CE-06 en raison de la nature même du milieu rendant impossible l'utilisation de l'un ou l'autre des engins de pêche. En effet, la faible profondeur d'eau (moyenne de 15 cm) et la présence abondante de branches n'ont pas permis le déploiement de verveux ou de bourolles et ont entravé l'utilisation de l'appareil de pêche électrique.

Aucune des espèces capturées ne présente de statut particulier de conservation. Il s'agit plutôt d'espèces tolérantes, communes et généralement distribuées au Québec.

Tableau 3-3 Caractéristiques des habitats aquatiques à l'intérieur des cours d'eau traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation projetées

Cours d' eau	Faciès d'écoulement	N° du segment	Longueur (m)	Largeur à la LHE (m)	Profondeur (m)	Vitesse du courant (m/s)	Transparence de l' eau (m)	Granulométrie du substrat (%) [1]								Abris [2]				Fonction d'habitat pour le poisson				Présence d' obstacles [3]	Pente du lit	Végétation aquatique [4]	Nature des rives											
																											Rive gauche						Rive droite					
								MO	F	S	Gr	C	Ga	B	Gb	Roche	Tronc d' arbre	Végétation. aquatique	Végétation surplombante	Frayère (espèces d' eau vive)	Alevinage	Alimentation	Migration				Hauteur (m)	Pente (%)	Arborescent (%)	Arbustif (%)	Herbacée (%)	Érosion	Hauteur (m)	Pente (%)	Arborescent (%)	Arbustif (%)	Herbacée (%)	Érosion
CE-01	Radier	1	100	0,4	0,15	0,1	3	20	20	10	45	5	0	0	0	2	0	0	3	non	non	non	non	non	2	Qu	0,3	10	0	50	50	non	0,3	10	0	50	50	non
CE-02	Chenal	1	100	0,6	0,7	<0,02	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	oui	oui	1	oui	0,15	< 5	5	25	70	oui	0,15	< 5	0	35	65	oui
CE-02	Plat lentique	2	95	25 à 30	1	0	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	non	BC	1	oui	0,2	< 5	0	30	70	oui	0,2	< 5	5	30	65	oui
CE-03	Chenal	1	54	15	0,7	< 0,02	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	non	BC	1	non	0,1	< 5	0	1	99	non	0,1	< 5	0	1	99	non
CE-03	Plat lentique	2	42	75	0,5	0	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	non	oui	oui	non	BC	1	oui	0,1	< 5	5	45	55	non	0,1	< 5	5	45	55	non
CE-03	Chenal	3	99	1,5	0,8	< 0,02	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	non	non	1	Qu	0,05	< 5	0	5	95	non	0,05	< 5	0	5	95	non
CE-04	Chenal	2	56	1	0,8	0,04	2	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	non	oui	oui	non	P	1	oui	0,1	< 5	0	5	95	non	0,1	< 5	0	5	95	non
CE-04	Chenal	1	96	0,6	0,6	0,07	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	non	oui	oui	non	B	1	oui	0,1	< 5	0	20	80	non	0,1	< 5	25	25	50	non
CE-05	Chenal	1	72	2	1	0	2	40	40	10	10	0	0	0	0	0	1	1	0	non	oui	oui	oui	oui	1	non	0,05	< 5	0	5	95	non	0,05	< 5	0	5	95	non
CE-05	Plat lentique	2	30	1	1	<0,5	2	60	35	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	non	oui	oui	non	oui	1	oui	0,05	< 5	0	0	100	non	0,05	< 5	0	0	100	non
CE-05	Plat lentique	3	100	15	0,8	<0,5	2	50	40	5	5	0	0	0	0	0	0	2	0	non	oui	oui	oui	non	1	oui	0,2	5	5	65	30	non	0,2	5	5	65	30	non
CE-06	Cascade-radier	1	60	0,7	0,15	0,2	3	20	10	20	10	10	15	0	0	2	1	0	2	non	non	non	non	oui	3	non	0,3	70	30	35	35	oui	0,25	60	45	45	10	non
CE-06	Plat lentique	2	40	0,3	0,15	0,05	3	50	25	10	10	5	0	0	0	0	0	3	0	non	non	non	non	non	1	Al	0,1	< 5	5	50	45	non	0,1	< 5	10	50	40	non
CE-06	Chenal	3	100	0,15	0,1	0,05	3	25	35	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	non	non	non	non	non	1	non	0,1	< 5	0	0	100	non	0,1	< 5	0	0	100	non
CE-07	Plat lentique	1	98	0,75	0,3	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	non	non	non	non	Inter	1	Qu, Le	0	< 5	20	60	20	non	0,15	< 5	20	60	20	non
CE-07	Plat lentique	2	100	0,6	0,4	0	1	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	non	non	non	non	non	1	Qu	1,2	45	50	35	15	oui	0,2	10	50	35	15	non
CE-08	Chenal	1	100	2	0,6	0,23	1	10	80	0	0	5	5	0	0	1	1	1	0	non	non	non	non	non	1	non	0,2	40	0	0	100	oui	0,5	50	5	80	15	oui
CE-08	Étang	2	100	35	1	0	1	90	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	non	non	oui	oui	non	1	Né	0,4	< 5	0	60	40	non	0,4	< 5	0	5	95	non
CE-09	Radier	1	69	0,35	0,15	0,15	3	10	10	20	30	30	0	0	0	1	1	3	3	non	non	non	non	non	1	oui	0,1	< 5	0	50	60	non	0,1	< 5	0	50	50	non
CE-09	Plat lentique	2	31	0,95	0,45	0	3	50	50	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	non	oui	oui	non	BC	1	oui	0,15	< 5	0	50	50	non	0,1	< 5	0	80	20	non
CE-09	Radier	3	100	0,25	0,1	0,2	3	0	60	10	10	10	0	10	0	1	2	1	3	non	non	non	non	oui	1	non	0,3	10	10	80	30	non	0,3	25	10	60	30	non
CE-10	Chenal	1	100	6	1,5	0,09	1	20	70	0	0	0	5	5	0	1	1	1	0	oui	oui	oui	oui	Ch, BC	1	non	2	80	10	60	30	non	0,75	20	1	40	59	non
CE-10	Rapide-Radier	2	55	10	0,25	0,66	3	0	5	0	45	15	15	10	10	1	1	2	1	oui	oui	oui	oui	non	2	non	3	50	1	80	19	non	3	50	7	90	10	non
CE-10	Chenal	3	45	5	0,5	0,42	3	5	35	25	25	10	0	0	0	1	1	2	1	oui	oui	oui	oui	non	1	oui	0,5	< 5	5	80	15	0,5	0,5	< 5	0	75	25	non
CE-11	Plat lentique	1	100	0	0,05	n.d.	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	non	non	non	non	inter	1	non	0	< 5	1	30	60	non	0	< 5	1	30	60	non
CE-11	Plat lentique	2	60	12	0,45	nul	1	100	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	non	non	non	non	non	1	Qu (100 %)	0,1	< 5	5	80	15	non	0,1	< 5	1	95	4	non
CE-12	Plat lentique	1	100	0,15	0,15	<0,01	3	85	5	5	5	0	0	0	0	1	1	3	1	non	non	non	non	oui	1	Qu	0,1	< 5	0	5	95	non	0,1	5	0	5	95	non
CE-12	Plat lentique	2	65	3	0,35	0	3	70	30	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	non	non	oui	non	B	1	Qu	0,1	< 5	1	30	70	non	0,15	5 - 10	5	45	50	non
CE-12	Chenal	3	35	0,3	0,1	0,1	3	90	10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	non	non	non	non	non	1	non	0,05	< 5	5	60	35	non	0,05	5 - 10	5	70	25	non
CE-13	Chenal	1	100	0,4	0,2	0,08	3	25	35	10	30	0	0	0	0	1	2	1	3	non	non	non	oui	Dl	1	non	0,4	80	s. o.	s. o.	s. o.	fort	0,4	70	s. o.	s. o.	s. o.	fort
CE-13	Chenal	2	100	0,7	0,35	0,09	3	40	30	5	0	10	10	5	0	2	1	1	1	non	oui	oui	non	non	1	< 5 %	0,3	80	0	5	95	oui	0,3	80	0	5	95	oui

1 MO = matière organique; F = fine (< 1,0 mm); S = sable (1-2 mm); Gr = gravier (2-15 mm); C = caillou (16-63 mm); Ga = galet (64-256 mm); B = bloc (257-1000 mm); GB = gros bloc (> 1000 mm).
2 0 = absent; 1 = faible; 2 = moyen; 3 = élevé.
3 BC = barrage de castor; P = ponceau; Inter = intermittent; Ch = chute; Dl = débris ligneux.
4 Qu = quenouille; Le = lentille d'eau; Né = nénuphar.

Tableau 3-4 Physicochimie de l'eau mesurée en juin 2017 dans les cours d'eau traversés par les conduites de résidus miniers d'eau de recirculation projetées

Cours d'eau	Profondeur de la mesure (m)	Profondeur d'eau maximale (m)	Température de l'eau (°C)	Concentration en oxygène dissous (%)[1]	Conductivité spécifique (µS/cm)	pH[2]
CE-1	0,10	0,15	20,30	81,4	104,6	6,97
CE-2	0,25	0,50	21,50	30,2	70,2	6,34
CE-3	0,30	1,00	17,50	2,4	80,8	6,31
CE-4	0,25	0,60	20,90	54,5	86,8	6,55
CE-5	0,50	1,00	21,00	97,1	97,1	6,45
CE-6	0,10	0,15	19,40	7,3	508,1	4,54
CE-7	0,15	0,30	20,00	8,7	529,2	6,37
CE-8	0,25	0,40	21,00	86,0	66	6,72
CE-9	0,15	0,40	20,40	116,4	66,3	6,95
CE-10	1,00	2,50	21,40	97,4	49	7,03
CE-11	0,15	0,40	16,40	12,5	100,8	5,93
CE-12	0,20	0,35	11,00	74,7	82,1	6,37
CE-13	0,15	0,25	17,29	95,1	74,1	6,27

[1] Les valeurs en évidence sont inférieures au critère de protection de la vie aquatique (57 % de saturation à une température de l'eau de 20 °C ou 54 % à 10 °C) du MELCCFP (2024).

[2] Les valeurs en évidence sont hors de la plage de protection de la vie aquatique (effet chronique; 6,5 à 9,0) du MELCCFP (2024).

Tableau 3-5 Captures et efforts de pêche dans les cours d'eau traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation projetées

Espèce	Nombre de poissons											
	CE-01	**CE-02**	**CE-03**	**CE-04**	**CE-05**	**CE-07**	**CE-08**	**CE-09**	**CE-10**	**CE-11**	**CE-12**	**CE-13**
Barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*)			23	27			34		2			3
Méné à ventre citron ou méné à ventre rouge *(Chrosomus* sp.)		1	245	171	10		4	13		1	190	90
Épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*)		16	421	549	69			13		1	15	15
Méné à grosse tête (*Pimephales promelas*)		136	23	18								2
Méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*)			469	28			248					
Meunier noir (*Catostomus commersonii*)			277									
Mulet à cornes (*Semotilus atromaculatus*)			13									
Mulet de lac (*Couesius plumbeus*)			101	22								
Mulet perlé (*Margariscus margarita*)			83	21				1				5
Perchaude (*Perca flavescens*)							47					
Nombre d'espèces	**0**	**3**	**9**	**7**	**2**	**0**	**4**	**3**	**1**	**2**	**2**	**5**
Captures totales	**0**	**153**	**1 655**	**836**	**79**	**0**	**333**	**27**	**2**	**2**	**205**	**115**
Effort de pêche et captures par unité d'effort (CPUE)												
Pêche électrique (minutes) Distance parcourue (m) (CPUE) [1]	4,4 32 (0)					9,0 54 (0)		17,0 70 (1,6)			10,2 65 (20,1)	15,5 100 (7,4)
Verveux (CPUE) [2]		1 (153)	1 (1655)	1 (836)	1 (79)		1 (333)		1 (2)			
Bourolle (CPUE) [2]										2 (1)		

[1] Unité d'effort = nombre de minutes.
[2] Unité d'effort = nombre d'engins-jour.

3.3 Secteur des IGRM

3.3.1 *Lac Waite*

Caractéristiques de l'habitat

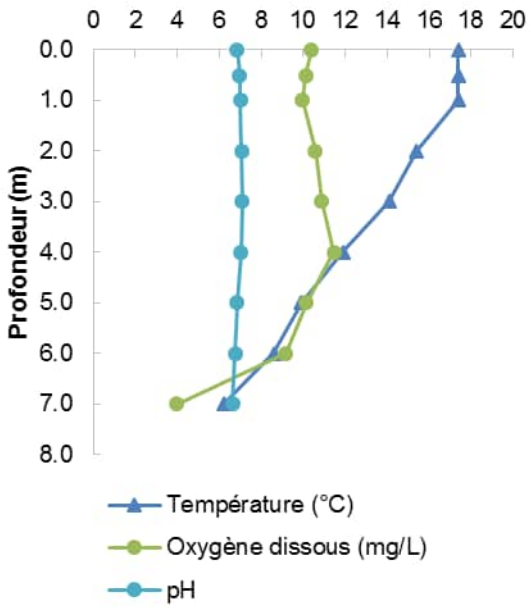
Le lac Waite est un lac de tête situé à l'ouest du futur site des IGRM (carte 2-2, feuillet 1). Il est situé en dehors de l'empreinte des IGRM, mais l'effluent final en provenance du site y sera déversé. Ce lac s'écoule dans le ruisseau Waite puis dans le lac Duprat situé au sud-ouest.

Lors de l'inventaire réalisé au début de juin 2017, le lac Waite présentait un début de stratification thermique sans thermocline bien définie (tableau 3-6) et la transparence de l'eau y était de 3,21 m en moyenne. La concentration en oxygène dissous montrait une distribution clinograde, avec une chute marquée à partir de 5 m de profondeur jusqu'à atteindre, à 7 m, une valeur inférieure au CVAC (7 mg/L à 5 °C; MELCCFP, 2024). Le pH se situait près de la neutralité sur toute la colonne d'eau (plage de variation : 7,1 à 6,64).

Tableau 3-6 Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac Waite le 6 juin 2017

Caractéristique (unité)	Valeur
Superficie (ha)	23,5
Périmètre (km)	2,8
Profondeur moyenne (m)	2,8
Profondeur maximale (m)	7,5
Date des relevés physicochimiques	6 juin 2017





Communauté de poissons

Un effort de pêche représentant trois nuits-filets et deux coups de seine a été déployé dans le lac Waite. Un total de huit poissons a été capturé, soit quatre grands brochets et quatre meuniers noirs (voir tableau 3-7). Les détails relatifs à l'effort de pêche sont présentés à l'annexe A-2.

Tableau 3-7 Captures et efforts de pêche dans les lacs Waite et Vauze et le bassin OX2

Espèce	Nombre de poissons		
	Lac Waite	Lac Vauze	Bassin OX2
Chrosomus sp.		32	31
Épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*)		28	
Grand brochet (*Esox lucius*)	4		
Méné à grosse tête (*Pimephales promelas*)		30	19
Meunier noir (*Catostomus commersoni*)	4		
Mulet à cornes (*Semotilus atromatulatus*)		13	
Total	**8**	**103**	**50**
Effort de pêche et captures par unité d'effort (CPUE)			
Filet maillant expérimental [1]	3 (2,7)	s. o.	s. o.
Filet maillant à grandes mailles [1]	s. o.	4 (0)	4 (0)
Filet maillant à petites mailles [1]	s. o.	1 (103)	1 (50)
Seine [2]	2 (0)	s. o.	s. o.

s.o. : Sans objet.
[1] Unité d'effort = filet-nuit.
[3] Unité d'effort = nombre de traits de seine.

3.3.2 Lac Vauze

Caractéristiques de l'habitat

Le lac Vauze est un petit lac de tête de 15,4 ha entouré de milieux humides qui s'écoule vers le bassin OX2 (carte 2-2, feuillet 1). Ce lac ne sera pas directement impacté par le projet minier Horne 5.

Au moment de l'inventaire de juin 2017, la transparence de l'eau y était de 1,4 m. Le lac était stratifié, la thermocline se situant entre 1 et 3 m (tableau 3-8). La concentration en oxygène dissous était de 7,2 mg/L en surface, mais chutait rapidement sous la profondeur de 2 m jusqu'à devenir pratiquement nulle à 3,5 m de profondeur. Le pH se situait sous le CVAC de 6,5 sur toute la colonne d'eau (plage de variation : 6,2 à 5,3).

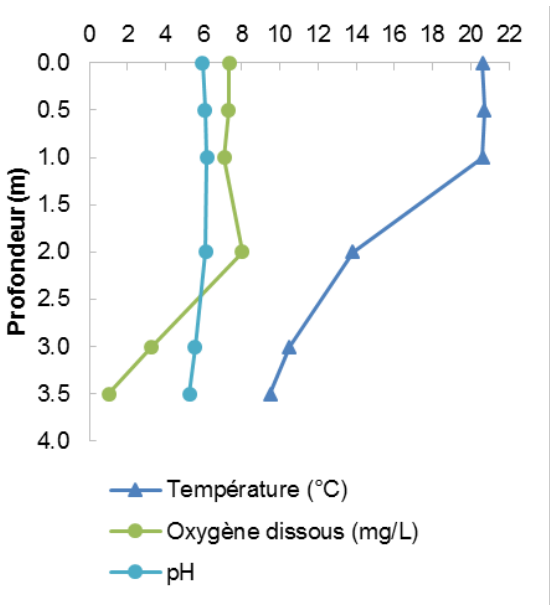
Communauté de poissons

Un effort de pêche représentant cinq nuits-filet a été déployé au lac Vauze. Un total de 103 poissons appartenant à quatre espèces de petite taille y a été capturé soit, des ménés du genre *Chrosomus*, le méné à grosse tête (*Pimephales promelas*), l'épinoche à cinq épines et le mulet à cornes (*Semotilus acromatulatus*) (tableau 3-7). Toutes ces espèces sont très communes et peuvent tolérer des conditions extrêmes (température élevée, faible teneur en oxygène, turbidité élevée, etc.).

Tableau 3-8 Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac Vauze le 9 juin 2017

Caractéristique (unité)	Valeur
Superficie (ha)	15,4
Périmètre (km)	2,1
Profondeur moyenne (m)	1,95
Profondeur maximale (m)	4,5
Date des relevés physicochimiques	9 juin 2017





3.3.3 Bassin d'oxydation OX2

Caractéristiques de l'habitat

Le bassin OX2 présente une superficie de 19,3 ha. Il est formé par un endiguement du ruisseau Vauze au niveau du parc à résidus miniers Norbec (barrage X2009578, d'une hauteur de 6,7 m pour une hauteur de retenue de 1,7 m et une capacité de retenue de 960 000 m^3; CEHQ, 2017). Les eaux du bassin OX2 s'écoulent vers l'est en passant d'abord par le bassin de sédimentation et le bassin de polissage de l'actuel parc à résidus Norbec, puis via la partie aval du ruisseau Vauze qui, ultimement, se déverse dans le lac Dufault (carte 2-2, feuillet 1). Le bassin OX2 est entièrement situé à l'intérieur du futur site des IGRM.

Le bassin OX2 est constitué d'une partie inondée en permanence et d'une extension latérale de faible profondeur vers le sud-ouest, dont une grande partie s'assèche en période estivale en raison des activités anthropiques actuelles sur ce site (Norbec). Une série d'images aériennes prises en mai, juin, juillet et septembre 2022, ainsi qu'en mai et octobre 2023 illustrent cet assèchement saisonnier (figure 3-1). Sur l'ensemble du futur site des IGRM (image intégrant le bassin OX2 et son extension latérale de même que les étangs du secteur des IGRM présentés à la section 3.3.4), la superficie inondée est passée de 33,3 à 22,7 ha en l'espace d'un mois entre mai et juin 2022. L'assèchement s'est poursuivi jusqu'à atteindre une superficie inondée de 19,1 ha en septembre. La majeure partie de cette réduction est survenue dans la partie sud-ouest du bassin OX2 (figure 3-1). Le phénomène s'est reproduit en 2023, la superficie inondée passant de 32,3 ha en mai à 15,4 ha en octobre. Ce phénomène se reproduit chaque année en raison du pompage de l'eau du bassin OX2 requis pour les opérations du site Norbec.

Qualité de l'eau

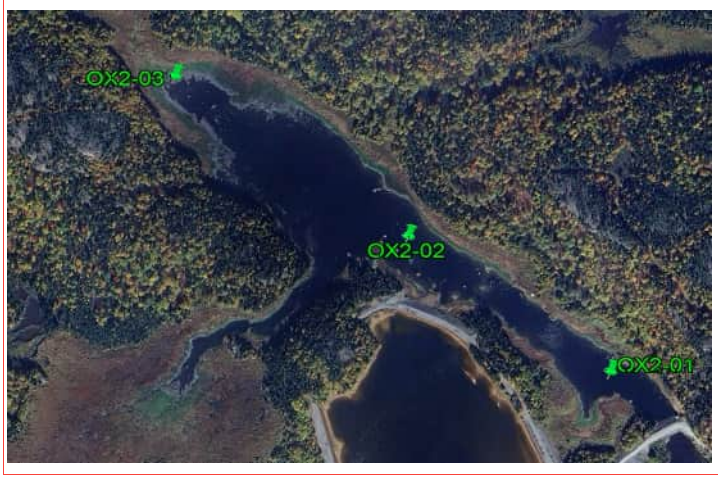
En juin 2017, la transparence de l'eau était de 1,8 m et le lac était stratifié, la thermocline se situant entre 1 et 2 m (tableau 3-9). La concentration en oxygène dissous était relativement stable de la surface jusqu'à 2,5 m de profondeur et se situait à des valeurs conformes au CVAC (au moins 5 mg/L à une température de l'eau 20 °C; MELCCFP, 2024). Le pH se situait sous le CVAC de 6,5 sur toute la colonne d'eau (plage de variation : 6,4 à 6,0).

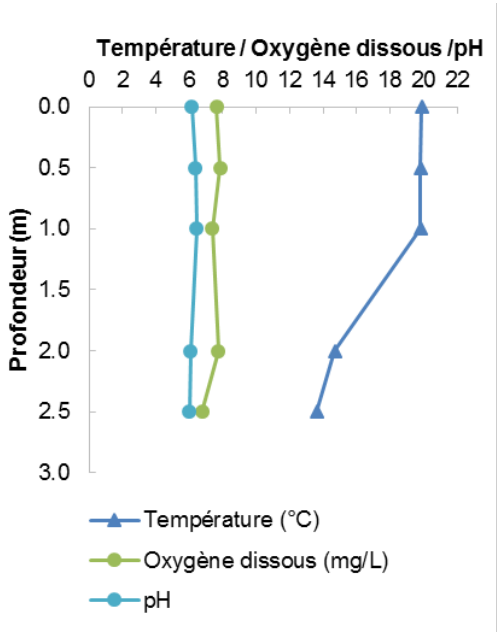
Des mesures supplémentaires de qualité de l'eau et des sédiments ont été prises sous la glace en mars 2022 à trois stations situées dans le bassin OX2 (voir l'emplacement des stations au tableau 3-9). Les mesures de qualité de l'eau prises *in situ* à ce moment indiquent un pH généralement inférieur au CVAC aux stations OX2-01 et OX2-02 (tableau 3-10). De plus, à toutes les stations la concentration en oxygène dissous chutait sous le CVAC à partir de 1 à 2 m de profondeur, jusqu'à présenter des conditions anoxiques ou fortement hypoxiques près du fond.

Les analyses de laboratoire sur l'eau prélevée en mars 2022 montrent une forte contamination par les métaux, notamment le cuivre, dont les concentrations atteignaient jusqu'à 4 fois la valeur du critère de protection de la vie aquatique – toxicité aiguë (CVAA) (tableau 3-11 et annexe C). Des dépassements du CVAA pour le zinc et du CVAC pour le cadmium, le phosphore et le plomb ont aussi été mesurés.

Tableau 3-9 Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du bassin OX2 le 8 juin 2017

Caractéristique (unité)	Valeur
Superficie (ha)	19,3
Périmètre (km)	3,4
Profondeur moyenne (m)	1,6
Profondeur maximale (m)	4,1
Date des relevés physicochimiques	8 juin 2017





6 mai 2022

15 juin 2022

14-15 juillet 2022

Lac Vauze

-79°4'0"

48°22'0"

48°21'0"

Rang Inmet

Rang de l'Exploration

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 33,3 ha

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 22,7 ha

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 21,2 ha

Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
Plans d'eau
Hydrographie GRHQ
Cours d'eau intermittent GRHQ
Ligne des hautes eaux

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Figure 3-1
Évolution saisonnière des niveaux d'eau au site des IGRM (mai 2022- octobre 2023)

Sources :
Imagerie par drone WSP, 2022-2023
Orthophoto : Google Earth, 2023
ADréseau+, réseau routier, MERN Québec, 2023
GRHQ, 2017 et photo-interprétation

07 août 2024

0 130 260 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Préparée par : F. Audet
Dessinée par : M. Jacob
Vérifiée par : C. Martin

_221_11330_04_Representation_eau.aprx
_221_11330_04_Juillet2022_Juin2022_Mai2022

wsp

La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

29-30 septembre 2022

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 19,1 ha

4 mai 2023

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 32,3 ha

2 octobre 2023

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 15,4 ha

Lac Vauze
Rang Inmet
Rang de l'Exploration
-79°4'0"
48°22'0"
48°21'0"

Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
Plans d'eau
Hydrographie GRHQ
Cours d'eau intermittent GRHQ
Ligne des hautes eaux

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Figure 3-1 (suite)
Évolution saisonnière des niveaux d'eau au site des IGRM (mai 2022- octobre 2023)

Sources :
Imagerie par drone WSP, 2022-2023
Orthophoto : Google Earth, 2023
AQréseau+, réseau routier, MERN Québec, 2023
GRHQ, 2017 et photo-interprétation

07 août 2024
0 130 260 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Préparée par : F. Audet
Dessinée par : M. Jacob
Vérifiée par : C. Martin
_221_11330_04_Representation_eau.aprx
_221_11330_04_Sept2022_Mai2023_oct2023

wsp

La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

Tableau 3-10 Qualité de l'eau mesurée *in situ* dans le bassin OX2 en mars 2022

Paramètre	pH (mV)	pH[1]	ORP (mV)	Oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)	Solides totaux dissous (ppm)	Température
OX2-01							
Surface	21,3	6,24	-19,2	64,4	140	43	0,24
1 m	21,8	6,59	-53,2	37,7	61	31	1,51
2 m	34,1	6,39	-58,1	0	139	70	4,44
2,7 m	13,8	6,78	-67,2	0	206	103	5,24
3,2 m	Fond						
OX2-02							
Surface	65,5	5,48	-97,6	67	271	129	0,22
1 m	59,6	5,85	103,9	65,2	65	32	0,15
2 m	54,1	5,98	112,9	4,7	108	54	3,07
2,8 m	40,2	6,25	150,6	0	178	89	4,07
3,1 m	Fond						
OX2-03							
Surface	12,9	6,77	-78,5	77,1	72	36	0,04
1 m	14,1	6,75	-85,1	64,9	62	31	0,77
1,4 m	26,8	6,52	-92,5	20,1	75	38	1,7
1,67 m	Fond						

[1] Les valeurs en évidence sont hors de la plage de protection de la vie aquatique (effet chronique; 6,5 à 9,0) du MELCCFP (2024).

[2] Les valeurs en évidence sont inférieures au critère de protection de la vie aquatique (54 % à 5 °C) du MELCCFP (2024).

Tableau 3-11 Qualité de l'eau dans le bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée (mg/L)		
	OX2-01	OX2-02	OX2-03
Cadmium	0,00027	0,00024	0,00028
CVAC [1]	*0,00012*	*0,00010*	*0,00011*
CVAA [2]	*0,00070*	*0,00050*	*0,00060*
Cuivre	0,0170	0,0120	0,018
CVAC [1]	*0,0035*	*0,0029*	*0,0031*
CVAA [2]	*0,0048*	*0,0038*	*0,0042*
Phosphore total	0,09	0,11	0,04
CVAC (eutrophisation) [3]	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Plomb	0,00087	0,00098	0,00160
CVAC [1]	*0,00075*	*0,00054*	*0,00063*
CVAA [2]	*0,01900*	*0,01400*	*0,01600*
Zinc	0,087	0,058	0,039
CVAC [1]	*0,046*	*0,037*	*0,041*
CVAA [2]	*0,046*	*0,037*	*0,041*

[1] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par MELCCFP (2024).
[2] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par MELCCFP (2024).
[3] Critère visant à empêcher la prolifération excessive d'algues et de plantes aquatiques MELCCFP (2024).
En rose : Dépassement du critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique; CVAC).
En rouge : Dépassement du critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë; CVAA).
Note : Les résultats pour l'ensemble des paramètres analysés sont présentés à l'annexe C.

Qualité des sédiments

Les sédiments dans le bassin OX2 présentent une très forte contamination par le cadmium, le cuivre et le zinc. Dans les trois échantillons prélevés en mars 2022, les concentrations de ces métaux se situent largement au-dessus de la concentration d'effets fréquents (CEF), à partir duquel des effets néfastes sont appréhendés pour la majorité des espèces benthiques (EC et MDDEP, 2007) (tableau 3-12). Un dépassement de la CEF a également été mesuré pour le plomb. De plus, des dépassements de critères de moindre impact ont été mesurés pour le plomb, le chrome et l'arsenic. Il s'agit de dépassements de la concentration d'effets probables (CEP) à partir de laquelle des effets néfastes sont fréquemment observés, ou de la concentration seuil d'effet (CSE) à partir de laquelle des effets néfastes sont occasionnellement observés (tableau 3-12).

Tableau 3-12 Qualité des sédiments du bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée (mg/kg)			Critères de qualité des sédiments [1] (mg/kg)		
	OX2-01	OX2-02	OX2-03	CSE	CEP	CEF
Arsenic	15,66	19,40	5,01	5,9	17	23
Cadmium	20,49	14,73	14,50	0,6	3,5	12
Chrome	50,80	40,40	35,09	37	90	120
Cuivre	1868	2751	1070	36	200	700
Plomb	170,21	64,0	110,04	35	91	150
Zinc	2 407,90	2 294,39	2 216,41	120	310	770

[1] Critères tirés d'EC et de MDDEP (2007).
En rose : Dépassement de la concentration seuil d'effet (CSE).
En orange : Dépassement de la concentration d'effets probables (CEP).
En rouge : Dépassement de la concentration d'effets fréquents (CEF).
Note : Les résultats pour l'ensemble des paramètres analysés sont présentés à l'annexe C.

Communauté de poissons

Un effort de pêche représentant 5 nuits-filet a été déployé au bassin OX2 en juin 2017. Les filets à petites mailles ont permis la capture de 50 poissons, soit 31 ménés du genre *Chrosomus* (*C. eos*, le ventre rouge du nord ou *C. neogaeus*, le ventre citron) et 19 ménés à grosse tête, alors que les filets à grandes mailles n'ont rien capturé (tableau 3-7).

Bien que le bassin OX2 constitue un habitat du poisson, sa productivité piscicole apparaît faible au vu des résultats de pêche. Les deux espèces capturées sont très communes et peuvent tolérer des conditions extrêmes (température élevée, faible teneur en oxygène, turbidité élevée, etc.).

3.3.4 Étangs du secteur des IGRM

Les étangs décrits dans cette sous-section sont des étangs à castor et ils ont été inventoriés en 2018 ainsi qu'aux printemps 2022 et 2023. Une visite terrain en mai 2023 a mis en évidence que certains barrages de castor responsables de la retenue des eaux dans l'extrémité sud de ce secteur ont cédé et que ces habitats occupent une superficie moindre depuis cet événement (voir la photo 32 de l'annexe B). Les caractéristiques de ces habitats avant cet évènement sont toutefois présentées ci-après.

Caractéristiques de l'habitat

Les étangs situés dans l'emprise des IGRM sont des étangs à castor d'une profondeur de l'ordre de 1,5 m, dont le lit vaseux est constitué de matière organique et de limon, avec une végétation aquatique faiblement ou moyennement abondante (voir photos à l'annexe B).

Des prélèvements d'eau de surface en vue de l'analyse en laboratoire ont été faits à six occasions par Falco dans l'un de ces étangs (station PE4 à la carte 2-2), soit de juillet à novembre 2022 et en mai 2023. Les résultats montrent des

dépassements fréquents des critères de qualité aiguë (CVAA) pour le cuivre et chroniques (CVAC) pour les nitrites, le phosphore et le plomb (tableau 3-13).

Tableau 3-13 Qualité de l'eau dans les étangs du secteur des IGRM (station PE4) : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée à la station PE4 (mg/L)					
	Juil. 2022	Août 2022	Sept. 2022	Oct. 2022	Nov. 2022	Mai 2023
Cuivre	0,0039	0,0034	0,0018	0,0032	0,0038	0,0062
CVAC [1]	*0,0029*	*0,0029*	*0,0028*	*0,0024*	*0,0024*	*0,0016*
CVAA [2]	*0,0038*	*0,0038*	*0,0036*	*0,0031*	*0,0031*	*0,002*
Nitrites	0,03	< 0,01	0,06	0,05	< 0,01	0,03
CVAC [1]	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*
CVAA [2]	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*
Phosphore total	3,27	0,04	0,05	0,06	0,02	0,05
CVAC (eutrophisation) [3]	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Plomb	0,00059	0,00042	0,00029	0,00025	0,00041	0,00055
CVAC [1]	*0,00054*	*0,00054*	*0,00052*	*0,00041*	*0,00041*	*0,00024*
CVAA [2]	*0,014*	*0,014*	*0,013*	*0,011*	*0,011*	*0,006*

[1] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) ajusté en fonction de la dureté, comme prescrit par MELCCFP (2024).
[2] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) ajusté en fonction de la dureté, comme prescrit par MELCCFP (2024).
[3] Critère visant à empêcher la prolifération excessive d'algues et de plantes aquatiques MELCCFP (2024).
En rose : Dépassement du critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique; CVAC).
En rouge : Dépassement du critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë; CVAA).
Note : Les résultats pour l'ensemble des paramètres analysés sont présentés à l'annexe D.

Communauté de poissons

Lors des inventaires de 2018, 10 stations de pêche à la bourolle ont été positionnées dans cinq étangs des IGRM (carte 2-2). Des poissons ont été capturés dans chacun d'eux, à l'exception de l'étang hydrologiquement isolé où étaient positionnées les stations B01 et B02. Les captures se sont avérées peu abondantes et peu diversifiées, avec seulement 96 poissons appartenant à deux espèces, soit 95 ménés du genre *Chrosomus* (méné ventre rouge ou ventre-citron) et une épinoche à cinq épines, ceci malgré un effort de pêche de 30 bourolles-jour (tableau 3-14).

Les détails relatifs à l'effort de pêche sont présentés à l'annexe A-3.

Tableau 3-14 Captures de poissons dans les étangs du secteur des IGRM et dans le ruisseau Vauze en août 2018

Espèce	Nombre de poissons												
	Stations dans les étangs du secteur des IGRM										Ruisseau Vauze		
	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	V01	V02	V03
Méné ventre rouge ou méné ventre citron *(Chrosomus* sp.)			38			1	25	15	16		1	38	400
Cyprinidé sp.											1		
Épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*)										1		3	314
Méné à grosse tête (*Pimephales promelas*)												1	26
Meunier noir (*Catostomus commersonii*)											1	33	
Mulet perlé (*Margariscus margarita*)												7	1
Nombre d'espèces	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**	**5**	**4**
Total	**0**	**0**	**38**	**0**	**0**	**1**	**25**	**15**	**16**	**1**	**3**	**82**	**741**
Effort de pêche et captures par unité d'effort (CPUE) [1]													
Verveux (CPUE)											3 (1)	3 (27)	3 (247)
Bourolle (CPUE)	3 (0)	3 (0)	3 (13)	3 (0)	3 (0)	3 (0,3)	3 (8)	3 (5)	3 (5)	3 (0,3)			

[1] Unité d'effort = nombre d'engins-jour.

3.3.5 Ruisseau Vauze (amont et aval des installations du site Norbec)

Caractéristiques de l'habitat

Trois stations d'inventaire ont été positionnées dans le ruisseau Vauze en août 2018. L'une de celles-ci, la station V03, a été positionnée à l'intérieur du futur site des IGRM, à la tête du bassin OX2 (carte 2-2). La station V02 se trouvait dans la partie du ruisseau Vauze qui se retrouvera en aval immédiat des IGRM, tandis que la station V01 était positionnée à environ 3 km plus loin en aval.

Dans le secteur de la station V03, le ruisseau Vauze présente une largeur d'environ 1 m et une profondeur d'eau de 1 à 1,5 m, la vitesse du courant varie de 5 à 20 cm/s, et le substrat est composé à 60 % de matière organique et à 40 % de limon. L'abondance de la végétation aquatique y est faible (voir photo à l'annexe B), mais elle augmente à l'entrée du bassin OX2. Des caractéristiques similaires sont présentes dans le secteur des stations V01 et V02, sauf que la végétation aquatique y est moyennement abondante.

Communauté de poissons

Des stations de pêche ont été positionnées aux mêmes stations que pour la caractérisation de l'habitat. Puisque l'échantillonnage a été réalisé en période d'étiage estival, la station V03 était alors localisée dans le chenal du

ruisseau Vauze et se trouvait exclusivement sous l'influence de l'eau en provenance du lac Vauze. Cependant, en période de crue, il arrive que cet endroit soit inondé par un mélange des eaux du ruisseau Vauze et de celles du bassin OX2.

Un total de 741 poissons appartenant à quatre espèces a été capturé à la station V03 (tableau 3-14). Les deux espèces largement prédominantes dans les captures étaient les ménés du genre *Chrosomus* et l'épinoche à cinq épines.

À la station V02, 82 poissons de cinq espèces ont été capturés avec le même effort de pêche. Il s'agit des mêmes espèces que celles retrouvées à la station V03, avec en plus le meunier noir.

Enfin, seulement trois poissons ont été capturés à la station V01 (*Chrosomus* sp., cyprinidé non identifié et meunier noir), malgré un effort de pêche totalisant trois verveux-nuit.

3.4 Secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté

Le secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté est essentiellement un vaste marécage arbustif qui s'assèche en cours d'année (voir la figure 3-2). Aucune activité de pêche scientifique n'a eu lieu dans ce secteur, mais il est en lien hydrologique avec des habitats du poisson où des captures ont été réalisées (étangs du secteur des IGRM et extension latérale du bassin OX2) et est considéré comme un habitat potentiel de poisson de façon conservatrice. Cependant, la qualité de l'eau y a été mesurée à six reprises entre juillet 2022 et mai 2023 (station PE2, figure 3-2). Des dépassements fréquents du CVAA pour le cuivre et le zinc, des dépassements fréquents du CVAC pour le cadmium, le fer et le plomb, ainsi que des dépassements occasionnels pour les nitrites et le phosphore y ont été mesurés (tableau 3-15).

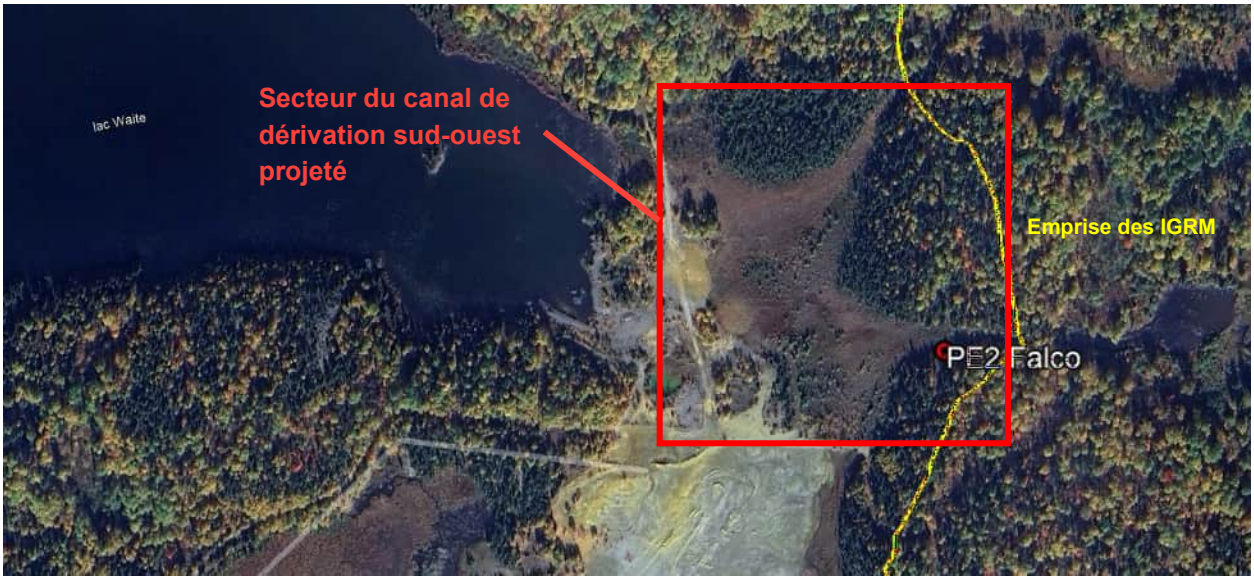


Figure 3-2 Aperçu du secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté en octobre 2023 (source : Google Earth)

Tableau 3-15 Qualité de l'eau dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté (station PE2) : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée (mg/L)					
	5 juil. 2022	3 août 2022	6 sept. 2022	3 oct. 2022	31 oct. 2022	9 mai 2023
Cadmium	0,00029	0,00033	0,00018	0,00021	0,00034	0,00031
CVAC [1]	*0,00012*	*0,00011*	*0,00012*	*0,00006*	*0,00007*	*0,00005*
CVAA [2]	*0,00070*	*0,00060*	*0,00070*	*0,00030*	*0,00030*	*0,00020*
Cuivre	0,0230	0,0260	0,0160	0,0150	0,0310	0,0180
CVAC [1]	*0,0035*	*0,0033*	*0,0035*	*0,0016*	*0,0019*	*0,0013*
CVAA [2]	*0,0048*	*0,0045*	*0,0048*	*0,0020*	*0,0025*	*0,0016*
Fer	3,0	7,5	3,8	2,2	1,8	0,74
CVAC [1]	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*
CVAA [2]	*3,4*	*3,4*	*3,4*	*3,4*	*3,4*	*3,4*
Nitrites	0,03	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	0,07
CVAC [1]	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*
CVAA [2]	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*
Phosphore total	0,02	<0,01	0,02	0,04	0,02	0,03
CVAC [3]	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Plomb	0,00130	0,00110	0,00083	0,00060	0,00100	0,00073
CVAC [1]	*0,00075*	*0,00069*	*0,00075*	*0,00024*	*0,00031*	*0,00017*
CVAA [2]	*0,01900*	*0,01800*	*0,01900*	*0,00600*	*0,00800*	*0,00400*
Zinc	0,041	0,053	0,036	0,037	0,065	0,059
CVAC [1]	*0,046*	*0,043*	*0,046*	*0,021*	*0,025*	*0,017*
CVAA [2]	*0,046*	*0,043*	*0,046*	*0,021*	*0,025*	*0,017*

[1] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) ajusté en fonction de la dureté, comme prescrit par MELCCFP (2024).
[2] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) ajusté en fonction de la dureté, comme prescrit par MELCCFP (2024).
[3] Critère visant à empêcher la prolifération excessive d'algues et de plantes aquatiques MELCCFP (2024).
En rose : Dépassement du critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique; CVAC).
En rouge : Dépassement du critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë; CVAA).
Note : Les résultats pour l'ensemble des paramètres analysés sont présentés à l'annexe E.

4 Identification des plans d'eau affectés par le projet

Les habitats du poisson qui seront touchés par le projet minier Horne 5 sont ceux se trouvant :

- dans l'empreinte des IGRM (perte d'habitat);
- dans le ruisseau Waite et le lac Waite (gain d'habitat en lien avec la hausse des débits et des niveaux d'eau);
- dans le ruisseau Vauze en aval de l'empreinte des IGRM, dans les ruisseaux traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation, et au niveau du secteur du canal de dérivation sud-ouest (pertes d'habitat).

Les sections suivantes présentent plus en détail la façon dont ces plans d'eau seront affectés par le projet Horne 5. Bien que l'habitat du poisson soit protégé par un seul processus réglementaire au Québec (autorisation en vertu de la LCMVF), les infrastructures prévues dans le cadre du projet sont encadrées par deux processus réglementaires fédéraux. Ainsi, pour faciliter la compréhension des effets du projet dans ce contexte, la façon dont ces plans d'eau seront affectés est présentée séparément pour les plans d'eau à inscrire à l'annexe 2 du REMMMD et pour ceux visés par l'article 35(2) de la *Loi sur les pêches*.

Les sous-sections suivantes présentent une évaluation de l'importance (valeur) des poissons et des habitats du poisson qui seront touchés par le projet. Cette évaluation s'inscrit notamment dans le contexte du paragraphe 34.1(1)a) de la *Loi sur les pêches*, qui précise que le ministre doit tenir compte, lors de l'exercice de son pouvoir relatif à la protection du poisson et de son habitat, de « l'importance, pour la productivité des pêches en cause, du poisson ou de l'habitat qui seront vraisemblablement touchés » par l'ouvrage, l'entreprise ou l'activité. Il convient de préciser que le terme « pêche » (« fishery » dans la version anglaise) au sens de la *Loi sur les pêches* englobe notamment les espèces, populations, assemblages et stocks de poissons pêchés ou non. De plus, la Politique de protection du poisson du MPO (2019) demande aux promoteurs de fournir les renseignements qui permettront au MPO de « réaliser une analyse décrivant la contribution que le poisson et l'habitat touchés apportent à la productivité d'une pêche en cause ».

Dans cette optique, on retrouve aux sections suivantes une appréciation, fondée sur le jugement professionnel de la personne qualifiée en charge du dossier :

- de l'importance de la contribution des espèces de poissons touchées à la productivité des pêches, et
- de la qualité des habitats du poisson touchés par le projet.

Cette analyse est basée sur les caractéristiques halieutiques des plans d'eau (p. ex. : composition de la communauté de poissons, abondance, rareté, rôle écologique des espèces) et sur les caractéristiques biophysiques de l'habitat (p. ex. : qualité de l'eau et des sédiments, durée d'inondation, connectivité, type de substrat, présence de végétation aquatique, profondeur d'eau). L'abondance des poissons, déterminée à partir de la pêche scientifique, a été utilisée comme indicateur approximatif de la productivité de poissons dans le secteur du site de pêche.

L'analyse réalisée ici ne vise pas à établir l'équivalence entre l'impact du projet sur la productivité des pêches et les mesures de compensation proposées. Cette équivalence sera démontrée dans un plan de compensation.

4.1 Plans et cours d'eau devant faire l'objet d'une autorisation en vertu de la LCMVF et d'une inscription à l'annexe 2 du REMMMD

4.1.1 Détail des pertes d'habitat du poisson

Des pertes de superficie des eaux où vit le poisson sont prévues au site des IGRM en raison des futurs dépôts de résidus miniers.

La construction des IGRM entraînera la disparition du bassin OX2 (19,3 ha), d'une partie du ruisseau Vauze « amont » (1,4 ha) et « aval (0,5 ha), ainsi que d'une chaîne d'étangs de castor reliés entre eux par de petits cours d'eau (33,0 ha), pour une perte de superficie totalisant 54,2 ha des eaux où vit le poisson dans l'empreinte des IGRM (carte 4-1).

Soulignons qu'une visite terrain en mai 2023 a mis en évidence que certains barrages de castor responsables de la retenue des eaux dans l'extrémité sud de ce secteur ont cédé et que ces habitats occupent une superficie moindre depuis cet événement. De façon conservatrice, ces habitats sont présentés dans le bilan actuel, mais les pertes d'habitats dans ce secteur devront être précisées lors d'une mise à jour future. Tout porte à croire que les pertes d'habitats dans ce secteur devront être revues à la baisse lors de cette mise à jour.

La synthèse des informations sur ces plans et cours d'eau est présentée au tableau 4-1.

4.1.2 Importance des poissons et des habitats touchés

Bassin OX2

Les espèces de poissons présentes dans le bassin OX2, soit le méné ventre rouge/ventre citron et le méné à grosse tête, sont des espèces de petite taille très communes au Québec. Il s'agit de poissons-fourrage, qui peuvent être la proie d'autres poissons ou d'oiseaux ichtyophages. Ces espèces de ménés ne sont pas exploitées par l'humain. Elles pouvaient autrefois servir d'appât pour la pêche, mais ce n'est plus le cas depuis l'interdiction généralisée de la pêche utilisant des poissons-appâts instaurée en 2017 au Québec.

L'abondance des poissons dans le bassin OX2 est plutôt faible (CPUE de 50 poissons/filet-nuit) et en raison de la faible taille des espèces qui s'y trouvent, le rendement en poissons (biomasse par hectare) y est certainement très faible. Les poissons-fourrage qui vivent dans le bassin OX2 ne contribuent pas à supporter autrement que par leur propre rendement la productivité des pêches, en raison de l'absence d'espèces de poissons piscivores et de l'absence de connectivité avec d'autres habitats aquatiques retrouvés en aval. Par conséquent, l'importance de la production de poissons du bassin OX2 pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée comme très faible.

Tableau 4-1 Synthèse des informations sur les habitats du poisson devant faire l'objet d'une inscription à l'Annexe 2 du REMMMD

Site	Perte d'habitat (destruction)	Faciès d'écoulement	Substrat dominant	Abondance de la végétation aquatique	Qualité de l'eau ou des sédiments	Poissons présents	Valeur des fonctions d'habitat [1]	Importance pour la productivité des pêches [2]	Qualité de l'habitat du poisson [2]
Bassin OX2	19,3 ha	Eau calme (lac)	Matière organique, sable et argile/limon	Faible	– pH < CVAC – Hypoxie sous 1-2 m – Cu, Zn > CVAA (eau) – Cd, P, Pb > CVAC (eau) – Cd, Cu, Pb, Zn > CEF (sédiments) – As, Cr > CSE (sédiments)	– Méné ventre citron/ventre rouge – Méné à grosse tête	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible – Alimentation : faible – Migration : faible	Très faible	Très faible
Partie du ruisseau Vauze (amont de OX2)	1,4 ha	Chenal/plat lentique et plat courant	Matière organique et limon	Faible à modérée	– Aucune donnée	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : faible-modérée – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : faible-modérée	Faible	Moyenne – bonne
Partie du ruisseau Vauze (aval de OX2)	0,5 ha	Chenal/plat lentique	Matière organique et limon	Modérée	– Aucune donnée	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Meunier noir – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : faible-modérée – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : modérée	Faible	Moyenne
Autres étangs et cours d'eau	33,0 ha	Étangs de castor et plats lentiques	Matière organique et limon	Faible à modérée	– Cu, NO_2^- > CVAA – P, Pb > CVAC	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : faible	Très faible	Très faible

[1] Valeur déduite des caractéristiques de l'habitat.
[2] Voir l'analyse dans le texte, à la section 4.1.2.

L'habitat que constitue le bassin OX2 est de piètre qualité en raison de la forte contamination de l'eau et des sédiments par le cuivre et le zinc, entre autres. Cette contamination peut s'avérer toxique non seulement pour le poisson, mais également pour les invertébrés formant le zooplancton et le benthos. La qualité de l'habitat est également altérée par la faible profondeur du bassin, ce qui fait en sorte qu'une grande partie de sa superficie s'assèche rapidement après la crue printanière. Enfin, les très faibles concentrations en oxygène qui prévalent durant l'hiver à partir de 1 m de profondeur réduisent encore davantage la superficie d'habitat disponible pour assurer la survie du poisson et des communautés d'invertébrés durant cette période.

Ruisseau Vauze amont

La station de pêche la plus rapprochée du secteur « Vauze amont » est la station V03, où quatre espèces ont été capturées (méné ventre rouge/ventre citron, méné à grosse tête, mulet perlé, épinoche à cinq épines), avec une abondance de 247 poissons par verveux-nuit. Il s'agit d'espèces de poissons-fourrage de petite taille non exploitées par l'humain.

L'abondance des poissons dans le ruisseau Vauze amont est moyenne, mais en raison de leur faible masse corporelle (poids moyen de 0,55 g), il en résulte un faible rendement. Les poissons-fourrage qui vivent dans le ruisseau Vauze amont ne contribuent pas à supporter autrement que par leur propre rendement la productivité des pêches, en raison de l'absence d'espèces de poissons piscivores dans le ruisseau ou dans le lac Vauze, ou dans les habitats aquatiques retrouvés en aval (bassin OX2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons du ruisseau Vauze amont pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée faible.

Le ruisseau Vauze amont est dans un état naturel peu impacté par les activités humaines. Toutefois, le substrat vaseux qui s'y retrouve partout, constitué à 60 % de matière organique et à 40 % de limon, n'est propice que pour certaines espèces d'habitats marécageux/tourbeux comme celles qui y ont été capturées. C'est pourquoi l'habitat est globalement considéré de qualité moyenne à bonne pour le poisson.

Ruisseau Vauze aval

Les mêmes espèces de poissons que dans le ruisseau Vauze amont se retrouvent à la station V02 du ruisseau Vauze aval, en plus du meunier noir. L'abondance des poissons y était relativement faible avec une CPUE moyenne de 27 poissons par verveux-nuit. Les meuniers noirs capturés étaient de petite taille (poids moyen de 57 g), ce qui fait en sorte que le rendement global en poissons à ce site est faible. Les poissons-fourrage qui vivent dans le ruisseau Vauze amont ne contribuent pas à supporter autrement que par leur propre rendement la productivité des pêches, en raison de l'absence d'espèces de poissons piscivores. Il est toutefois possible que les meuniers noirs qui s'y trouvent, plus mobiles que les très petites espèces, se déplacent vers l'aval au cours de leur cycle vital. Considérant les résultats de pêche, l'importance de la production de poissons du ruisseau Vauze aval pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée faible.

Le substrat vaseux qui se retrouve dans le ruisseau Vauze aval, constitué à 60 % de matière organique et à 40 % de limon, n'est propice que pour certaines espèces d'habitats marécageux/tourbeux comme celles qui y ont été capturées. De plus, le ruisseau reçoit les eaux traitées en provenance du parc à résidus Norbec (bassin OX2). Bien que ces eaux doivent être traitées aux exigences de la *Directive 019 sur l'industrie minière* et du *Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants*, on y trouve tout de même une charge résiduelle en différents éléments et composés ayant le potentiel de modifier la qualité de l'habitat en aval. L'habitat est donc considéré de qualité moyenne pour le poisson.

Chaîne d'Étangs de castor

La communauté de poissons de la chaîne d'étangs de castor dans l'emprise des IGRM est très peu diversifiée (méné ventre rouge/ventre citron et épinoche à cinq épines) et très peu abondante (CPUE de 3,2 poissons/bourolle-nuit). Par conséquent, l'importance de ces espèces pour la productivité des pêches est considérée comme très faible.

L'eau de ce secteur présente une forte contamination par le cuivre et des dépassements fréquents du CVAC pour les nitrites, le phosphore et le plomb. De plus, le substrat y est constitué uniquement de matière organique et de limon. L'habitat du poisson est donc considéré de très faible qualité.

4.2 Plans et cours d'eau devant faire l'objet d'une autorisation en vertu de la LCMVF et visés par l'article 35 de la Loi sur les pêches

4.2.1 Détail des pertes et des gains d'habitat du poisson

Le projet nécessitera l'élargissement de l'emprise du chemin le long du tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation. Ceci impliquera plusieurs empiétements de faible superficie dans les eaux où vit le poisson aux sites de traversées de cours d'eau le long du tracé (carte 4-2). La superficie totale affectée par l'élargissement de l'emprise de la route représente 0,431 ha (tableau 4-2).

Dans le ruisseau Vauze en aval de l'emprise des IGRM la réduction du débit et du niveau de l'eau du ruisseau occasionnera une perte de 6,9 ha d'habitat (carte 4-3).

À l'ouest immédiat des IGRM, une perte de 3,0 ha est attendue dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest, en raison des aménagements requis pour l'effluent final projeté (carte 4-1). Soulignons toutefois que les modalités du point de rejet final demeurent à évaluer et que la conception de ces infrastructures influencera les pertes d'habitats réelles dans ce secteur. À l'heure actuelle, et de façon conservatrice, il est considéré que l'ensemble de cet habitat sera perdu.

L'augmentation du débit en direction du lac Waite n'aura pas d'impact significatif sur celui-ci, mais la hausse de 5 à 15 cm du niveau de l'eau qui surviendra dans le ruisseau Waite se traduira par un gain de 4,9 ha d'habitat du poisson (carte 4-4).

Au bilan, une perte d'habitat du poisson totalisant 5,43 ha est attendue dans les cours d'eau situés à l'extérieur de l'emprise des IGRM (tableau 4-2).

4.2.2 Importance des poissons et des habitats touchés par le projet Horne 5

L'importance du poisson ou de l'habitat qui seront vraisemblablement touchés par le projet a été établie telle que décrite à la section 4.

Traversées de cours d'eau par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation

Hormis la présence de la route et de ses ponceaux, ces cours d'eau sont apparemment dans un état naturel peu impacté par les activités humaines. Il s'agit essentiellement de cours d'eau à courant lent, marécageux et à substrat organique (voir photos à l'annexe B et tableau 3-3).

Cours d'eau CE-01

La traversée de ce cours d'eau en milieu urbain se fera en longeant une route existante et en utilisant un ponceau existant. Ce cours d'eau ne sera donc pas affecté par le projet.

Cours d'eau CE-02 (permanent)

L'abondance des poissons à ce site est moyenne (CPUE de 153 poissons par verveux-jour), mais seules trois espèces de petite taille y ont été capturées (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée comme faible.

Les valeurs d'oxygène dissous (30,2 %) et de pH (6,34) mesurées en juin 2017 ne satisfaisaient pas les critères de protection de la vie aquatique (CVAC). L'habitat est donc considéré de faible qualité pour le poisson.

Cours d'eau CE-03 (permanent)

L'abondance des poissons à ce site est élevée (CPUE de 1 655 poissons par verveux-jour) et neuf espèces de poissons incluant deux espèces de grande taille y ont été capturées (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée comme grande.

Les valeurs d'oxygène dissous (2,4 %) et de pH (6,31) mesurées en juin 2017 ne satisfaisaient pas les critères de protection de la vie aquatique (CVAC). Considérant l'hypoxie très prononcée, l'habitat est considéré de très faible qualité pour le poisson.

Cours d'eau CE-04 (permanent)

L'abondance des poissons à ce site est élevée (CPUE de 836 poissons par verveux-jour) et sept espèces de poissons incluant une espèce de grande taille y ont été capturées (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée comme grande.

Seule la concentration en oxygène dissous (54,5 %) se trouvait légèrement inférieure au critère de protection de la vie aquatique (CVAC), lequel s'établit à 57 % à une température de l'eau de 20 °C. Les autres caractéristiques de l'habitat (substrat, végétation, abris) étaient adéquates pour les espèces typiques des petits cours d'eau marécageux à

substrat vaseux présentes dans ce cours d'eau. Par conséquent, l'habitat est considéré de qualité moyenne à bonne pour le poisson.

Cours d'eau CE-05 (permanent)

L'abondance des poissons à ce site est faible (CPUE de 79 poissons par verveux-jour) et seules deux espèces de petite taille y ont été capturées (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée comme faible.

Seul le pH (6,45) se trouvait légèrement inférieur au critère de protection de la vie aquatique (CVAC) de 6,5. Les autres caractéristiques de l'habitat (substrat, végétation, abris) étaient adéquates pour les espèces typiques des petits cours d'eau marécageux à substrat vaseux. Par conséquent, l'habitat est considéré de qualité moyenne à bonne pour le poisson.

Cours d'eau CE-06 (intermittent)

La pêche dans ce cours d'eau n'a pas pu être réalisée au moment de l'échantillonnage. L'hypoxie très prononcée (7,3 % d'oxygène) et le faible pH (4,54) en font un habitat de très faible qualité pour le poisson.

Cours d'eau CE-07 (intermittent)

Aucun poisson n'a été capturé dans ce cours d'eau malgré l'emploi de la pêche électrique sur une distance de 54 m. L'hypoxie y était très prononcée (8,7 % d'oxygène) et le pH sous le CVAC (6,37). L'importance de ce cours d'eau pour la productivité des pêches et la qualité de l'habitat sont considérées comme très faibles.

Cours d'eau CE-08 (Permanent)

L'abondance des poissons à ce site est moyenne (CPUE de 333 poissons par verveux-jour) et quatre espèces de poissons incluant deux espèces de grande taille y ont été capturées (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée comme moyenne.

La qualité de l'eau à ce site respectait les CVAC pour l'oxygène dissous et le pH. Les autres caractéristiques de l'habitat (substrat, végétation, abris) étaient adéquates pour les espèces typiques des petits cours d'eau marécageux à substrat vaseux présentes dans ce cours d'eau. Par conséquent, l'habitat est considéré de bonne qualité pour le poisson.

Cours d'eau CE-09 (intermittent)

L'abondance des poissons à ce site est faible (CPUE de 1,6 poissons par minute de pêche électrique) et seules trois espèces de poissons de petite taille y ont été capturées (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée faible.

La qualité de l'eau à ce site respectait les CVAC pour l'oxygène dissous et le pH. Les autres caractéristiques de l'habitat (substrat, végétation, abris) étaient adéquates pour les espèces typiques des petits cours d'eau marécageux à substrat vaseux présentes dans ce cours d'eau. Par conséquent, l'habitat est considéré de bonne qualité pour le poisson.

Tableau 4-2 Synthèse des informations sur les cours d'eau visés par l'article 35 de la LP

Site	Perte d'habitat (destruction)	Faciès d'écoulement	Substrat dominant	Abondance de la végétation aquatique	Qualité de l'eau	Poissons présents	Valeur des fonctions d'habitat [1]	Importance pour la productivité des pêches [2]	Qualité de l'habitat du poisson [2]
CE-02 (tracé des conduites)	455 m²	Chenal/plat lentique	Matière organique et argile/limon	Modérée	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : faible	Faible	Faible
CE-03 (tracé des conduites)	1 849 m²	Chenal/plat lentique	Matière organique et argile/limon	Modérée à forte	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Méné jaune – Meunier noir – Mulet à cornes – Mulet de lac – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) modérée – Alevinage : modérée – Alimentation : modérée – Migration : faible-modérée	Grande	Très faible
CE-04 (tracé des conduites)	408 m²	Chenal lentique	Matière organique et argile/limon	Faible à modérée	– Oxygène dissous < CVAC	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Méné jaune – Mulet de lac – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : modérée – Alevinage : faible – Alimentation : modérée – Migration : faible	Grande	Moyenne à bonne
CE-05 (tracé des conduites)	731 m²	Chenal/plat lentique	Matière organique et argile/limon	Faible à modérée	– pH < CVAC	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines	– Fraie (eau calme) : modérée – Alevinage : modérée – Alimentation : modérée – Migration : faible	Faible	Moyenne à bonne
CE-06 (tracé des conduites)	633 m²	Cascade-radier, chenal/plat lentique	Matière organique, argile/limon, sable et galet	Faible	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Aucune pêche possible	– Fraie (eau calme) : très faible – Alevinage : très faible – Alimentation : très faible – Migration : très faible	Très faible	Très faible
CE-07 (tracé des conduites)	50 m²	Plat lentique	Matière organique	Modérée	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Aucune capture	– Fraie (eau calme) : très faible – Alevinage : très faible – Alimentation : très faible – Migration : très faible	Très faible	Très faible

Tableau 4-2 Synthèse des informations sur les cours d'eau visés par l'article 35 de la LP (suite)

Site	Perte d'habitat (destruction)	Faciès d'écoulement	Substrat dominant	Abondance de la végétation aquatique	Qualité de l'eau	Poissons présents	Valeur des fonctions d'habitat [1]	Importance pour la productivité des pêches [2]	Qualité de l'habitat du poisson [2]
CE-08 (tracé des conduites)	129 m²	Chenal lentique, étang	Matière organique et argile/limon	Faible	– Critères respectés	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Méné jaune – Perchaude	– Fraie (eau calme) : modérée – Alevinage : faible – Alimentation : modérée – Migration : faible	Moyenne	Bonne
CE-09 (tracé des conduites)	37 m²	Radier, plat lentique	Matière organique, argile/limon, gravier et caillou	Faible à forte	– Critères respectés	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : faible	Faible	Bonne
CE-13 (tracé des conduites)	19 m²	Chenal lentique	Matière organique et argile/limon	Faible	– pH < CVAC	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible – Alimentation : faible – Migration : faible	Faible à moyenne	Moyenne à bonne
Ruisseau Vauze aval	6,9 ha	Chenal/plat lentique	Matière organique et limon	Modérée	– Aucune donnée	– Méné ventre citron/ventre rouge – Cyprinidé sp. – Meunier noir	– Fraie (eau calme) : faible-modérée – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : modérée	Faible	Faible
Secteur du canal de dérivation sud-ouest	3,0 ha	Marécage arbustif à inondation saisonnière seulement	Indéterminé	Indéterminée	– Cu > CVAA (6 fois en 6 mesures) – Cd, Pb > CVAC ou > CVAA (6 fois en 6 mesures) – Zn > CVAA (4 fois en 6 mesures) – Fer > CVAC ou >CVAA (5 fois en 6 mesures) – Nitrites et phosphore : dépassements occasionnels	– Aucune pêche effectuée	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : très faible	Très faible	Très faible
Ruisseau Waite	-4,9 ha (gain de superficie)	Chenaux et méandres avec barrages de castor	Matière organique et limon principalement	Indéterminée	– Indéterminée	– Indéterminée	– Indéterminée	Indéterminée	Indéterminée

[1] Valeur déduite des caractéristiques de l'habitat.
[2] Voir l'analyse dans le texte, à la section 4.2.2.

Cours d'eau CE-10 (permanent)

Ce cours d'eau ne sera pas affecté par le projet puisque la traversée se fera en utilisant un pont existant, sans empiétement dans l'habitat du poisson.

Cours d'eau CE-11 (intermittent)

Ce cours d'eau ne sera pas affecté par le projet puisque la traversée se fera via le talus de la route existante (rang Inmet).

Cours d'eau CE-12 (intermittent)

Ce cours d'eau ne sera pas affecté par le projet puisque la traversée se fera via le talus de la route existante (rang Inmet).

Cours d'eau CE-13 (permanent)

L'abondance des poissons à ce site est moyenne (CPUE de 7,4 poissons par minute de pêche électrique) et les captures y étaient surtout constituées d'espèces de petite taille (tableau 4-2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons à ce site pour la productivité des pêches est considérée moyenne à faible.

Seul le pH (6,27) se trouvait légèrement inférieur au CVAC de 6,5. Les autres caractéristiques de l'habitat (substrat, végétation, abris) étaient adéquates pour les espèces typiques des petits cours d'eau marécageux à substrat vaseux. Par conséquent, l'habitat est considéré de qualité moyenne à bonne pour le poisson.

Ruisseau Vauze aval

L'abondance des poissons à ce site est très faible (CPUE de 1 poisson par verveux-nuit). Considérant ces captures et celles faites dans le même ruisseau plus en amont (station V02), l'importance de la production de poissons dans le ruisseau Vauze aval pour la productivité des pêches est considérée faible.

Le substrat vaseux qui se retrouve dans le ruisseau Vauze aval, constitué à 60 % de matière organique et à 40 % de limon, n'est propice que pour certaines espèces d'habitats marécageux/tourbeux comme celles qui y ont été capturées. Puisque le ruisseau reçoit les eaux traitées en provenance du parc à résidus Norbec (bassin OX2), l'habitat est considéré de faible qualité pour le poisson. Bien que ces eaux doivent être traitées aux exigences de la *Directive 019 sur l'industrie minière* et du *Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants*, on y trouve tout de même une charge résiduelle en différents éléments et composés ayant le potentiel de modifier la qualité de l'habitat en aval.

Secteur du canal de dérivation sud-ouest

Le secteur du canal de dérivation sud-ouest constitue un marécage hydrologiquement connecté au réseau de cours d'eau et d'étangs de castor qui se situent dans l'emprise des IGRM. Les mêmes espèces de poissons, en abondance similaire ou moindre, sont donc susceptibles de s'y retrouver en période de hautes eaux, soit des ménés du genre *Chrosomus* et l'épinoche à cinq épines. Compte tenu de la saisonnalité de l'inondation, des espèces en cause et de leur faible abondance, l'importance de ce secteur pour la productivité des pêches est considérée comme très faible.

La qualité de l'eau du secteur est très affectée par les activités minières passées ayant eu lieu à proximité, comme en font foi les nombreux dépassements de critères de qualité de l'eau mesurés, notamment pour le cuivre, le cadmium,

le plomb et le zinc (tableau 3-15). Par conséquent, l'habitat du poisson potentiel y est considéré de très faible qualité.

Ruisseau Waite

Le rejet de l'effluent final de l'usine de traitement des eaux de l'IGRM vers le lac Waite occasionnera un gain de 4,9 ha d'habitat du poisson le long du ruisseau Waite puisque des hausses du niveau de l'eau de 5 à 15 cm y sont attendues et que les rives du ruisseau présentent une topographie plutôt plane. Une hausse du niveau du lac Waite d'environ 4 cm en période de crue est aussi attendue, mais cela ne se traduira pas par un gain significatif de superficie de l'habitat du poisson dans le lac en raison de la pente de ses rives.

Le ruisseau Waite est constitué principalement de chenaux, de méandres et de bassins formés par les barrages de castor. La pente est faible et les berges présentent peu de relief. Elles forment généralement une vaste plaine de débordement de part et d'autre du lit du ruisseau. Le substrat est dominé par les particules fines et les berges sont généralement recouvertes d'une végétation herbacée ou arbustive. Aucun inventaire des poissons n'y a été réalisé.

4.3 Synthèse des pertes

Le remblayage de plans d'eau et de cours d'eau requis pour accueillir les IGRM se traduira par une destruction de 54,2 ha d'habitat du poisson (tableau 4-3). Plus du tiers de cette superficie (19,3 ha) constitue un habitat déjà fortement dégradé et peu productif pour le poisson en raison de la présence du bassin OX2. La chaîne d'étangs de castor, qui représente près du deux tiers de la superficie totale (33,0 ha), est également un habitat très dégradé et peu productif. Rappelons de plus que de récentes observations terrain révèlent que les barrages de castor créant ces étangs ont cédé et qu'une partie ces habitats ne sont actuellement plus présents sur le site. Les pertes d'habitat de moyenne à bonne qualité se situeront donc uniquement dans le ruisseau Vauze et totalisent 1,9 ha.

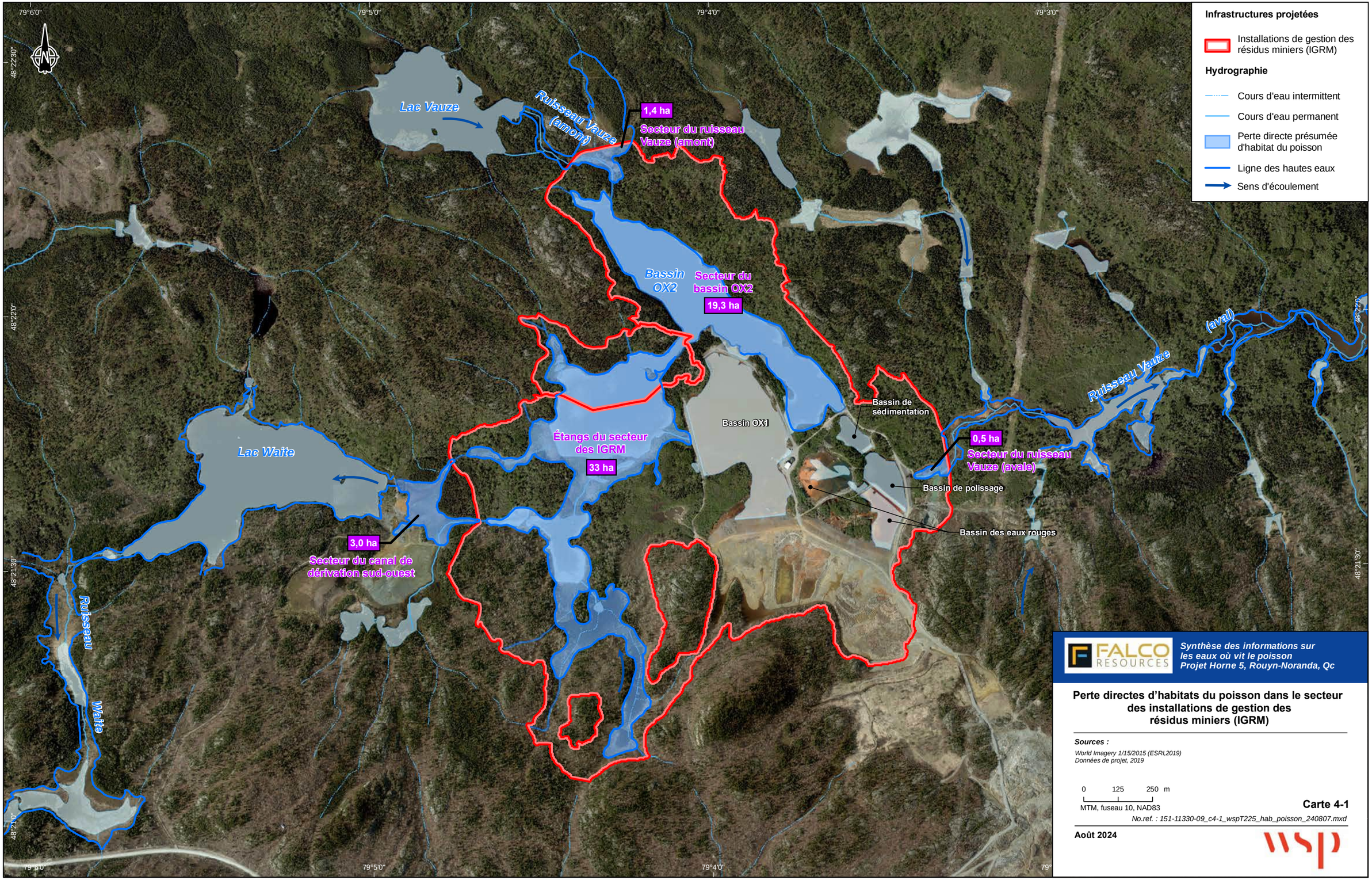
Les pertes d'habitat du poisson ailleurs que dans l'emprise des IGRM se chiffrent à 5,4 ha, et se situent dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest (3,0 ha), aux traverses de cours d'eau (0,431 ha) et dans le ruisseau Vauze aval (6,9 ha). Une partie de ces pertes sera directement contrebalancée par le gain de 4,9 ha résultant de l'augmentation du débit au ruisseau Waite (tableau 4-3).

Tableau 4-3 Sommaire des pertes d'habitat du poisson occasionnées par le projet

Site	Source d'impact	Superficie de perte
Plans et cours d'eau devant faire l'objet d'une inscription à l'annexe 2 du REMMMD		**-54,2 ha**
– Bassin OX2	Remblayage de plans d'eau et de cours d'eau existants	-19,3 ha
– Partie du ruisseau Vauze amont		-1,4 ha
– Partie du ruisseau Vauze aval		-0,5 ha
– Autres étangs et cours d'eau		-33,0 ha [1]
Plans et cours d'eau visés par l'article 35 de la *Loi sur les pêches*		**-5,4 ha**
– Secteur du canal de dérivation sud-ouest	Assèchement des eaux où vit le poisson	-3,0 ha
– Traversées de cours d'eau	Élargissement de l'emprise du chemin	
CE-02		-0,0455 ha
CE-03		-0,1849 ha
CE-04		-0,0408 ha
CE-05		-0,0731 ha
CE-06		-0,0633 ha
CE-07		-0,0050 ha
CE-08		-0,0129 ha
CE-09		-0,0037 ha
CE-13		-0,0019 ha
– Ruisseau Vauze aval	Réduction du débit de crue 2 ans	-6,9 ha
– Ruisseau Waite	Augmentation du débit de crue 2 ans	+4,9 ha
Grand total :		**- 59,6 ha**

Note : Ce sommaire des pertes d'habitat du poisson occasionnées par le projet constitue le plus récent bilan et est le plus conservateur en intégrant l'ensemble des pertes appréhendées à cette étape du projet. Ce bilan pourrait être revu à la baisse au moment des demandes d'autorisation à la suite de réductions des empiétements résultant de l'ingénierie de détail.

[1] Tout porte à croire que les pertes d'habitats dans ce secteur devront être revues à la baisse lors d'une mise à jour future du bilan en raison de la rupture de certains barages de castors en 2023.



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Perte directes d'habitats du poisson dans le secteur des installations de gestion des résidus miniers (IGRM)

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

0 125 250 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-1

No.ref. : 151-11330-09_c4-1_wspT225_hab_poisson_240807.mxd

Août 2024

wsp

79°5'
79°0'
48°20'
48°20'
Lac Vauze
Lac Waite
Ruisseau Vauze
Ruisseau Brunet
101
Route d'Aiguebelle
CE-12
Rang de l'Exploration
Rang Inmet
Lac Duprat
CE-11
CE-13
Rang Jason
CE-10
CE-09
Rang Inmet
Rivière Duprat
CE-08
Ruisseau Fourcet
CE-07
Rang Inmet
Rang Jolicoeur
Rivière Duprat
Baie Sergius
Lac Dufault
Chemin Millenback
CE-06
Ruisseau Landry
CE-05
CE-04
Baie de la Pump House
CE-03
Ruisseau Marlon
CE-02
101
Lac Marlon
CE-01
101
Bassin Nord Osisko
117
Lac Noranda
117
Rouyn-Noranda

Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Traversée de cours d'eau avec perte d'habitat du poisson
- Complexe minier Horne 5

Infrastructures

- Ligne électrique à 120 kV
- Route nationale ou régionale
- Voie ferrée

Hydrologie

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Sens de l'écoulement de l'eau

FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Sources :

Imagerie ESRI
RNCan, 2016
Données de projet, 2019

0 400 800 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2

No.réf. : 151-11330-09_c4-2_wspT227_Loc_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

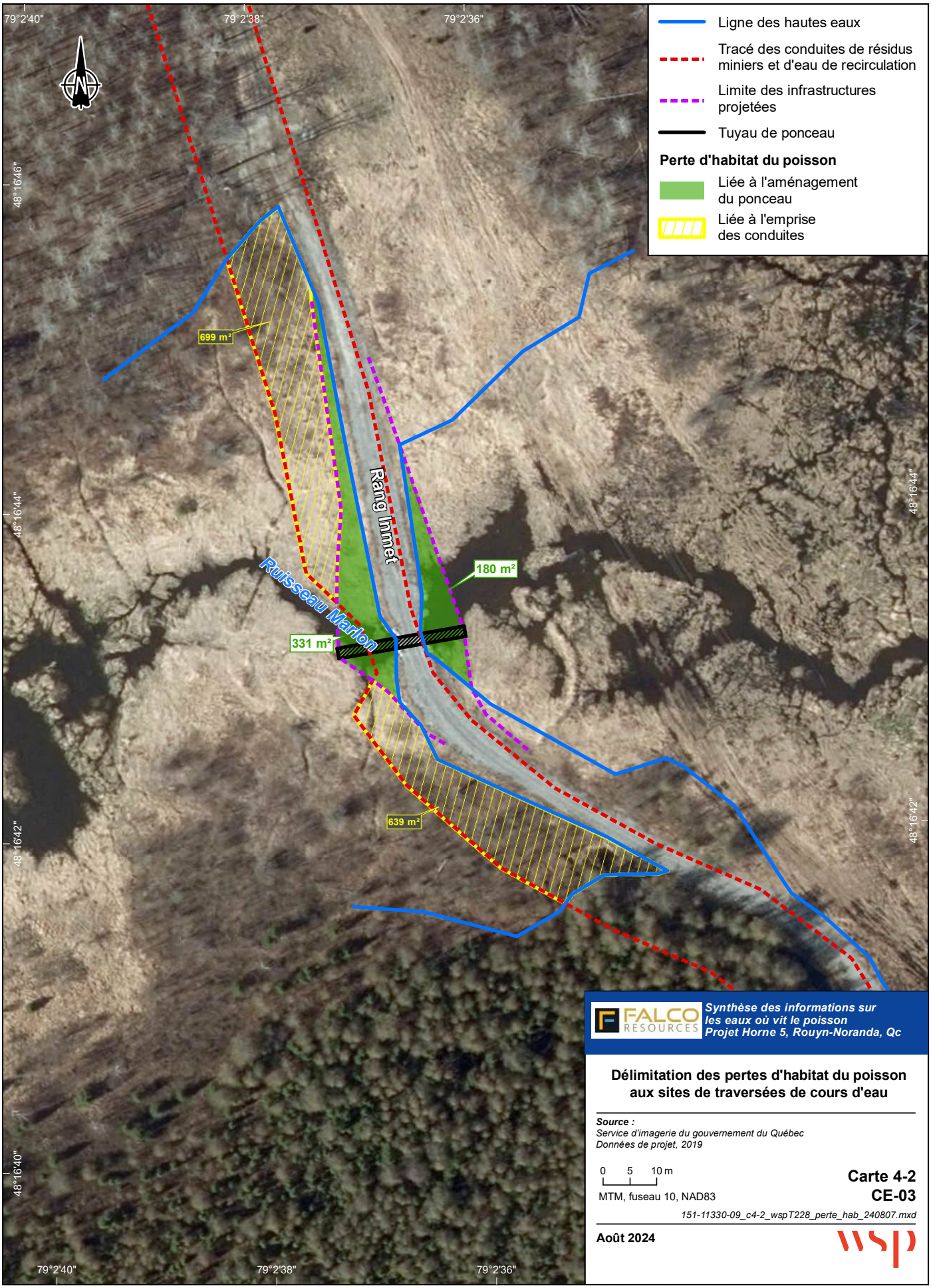
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-02

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

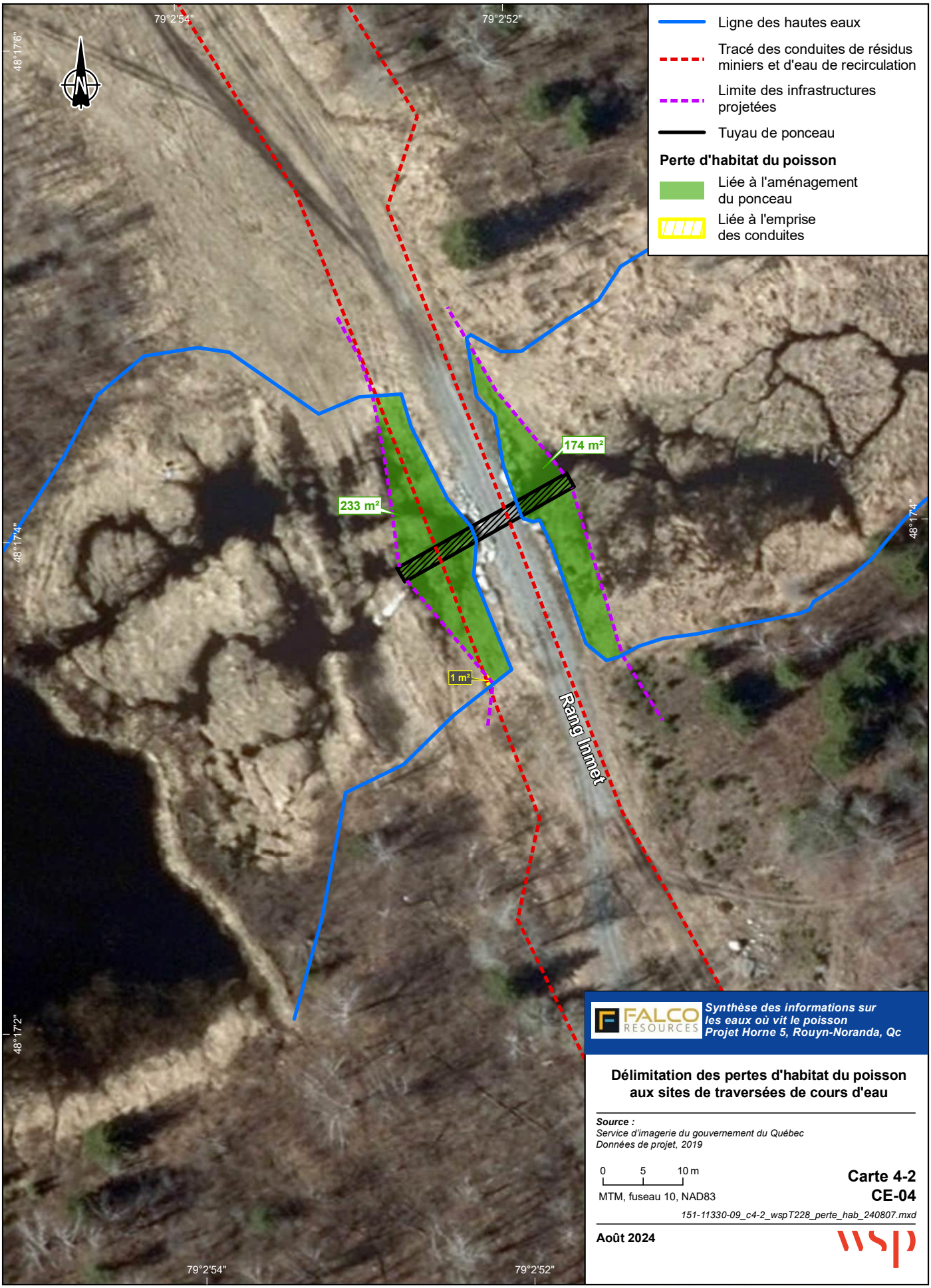
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-03

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

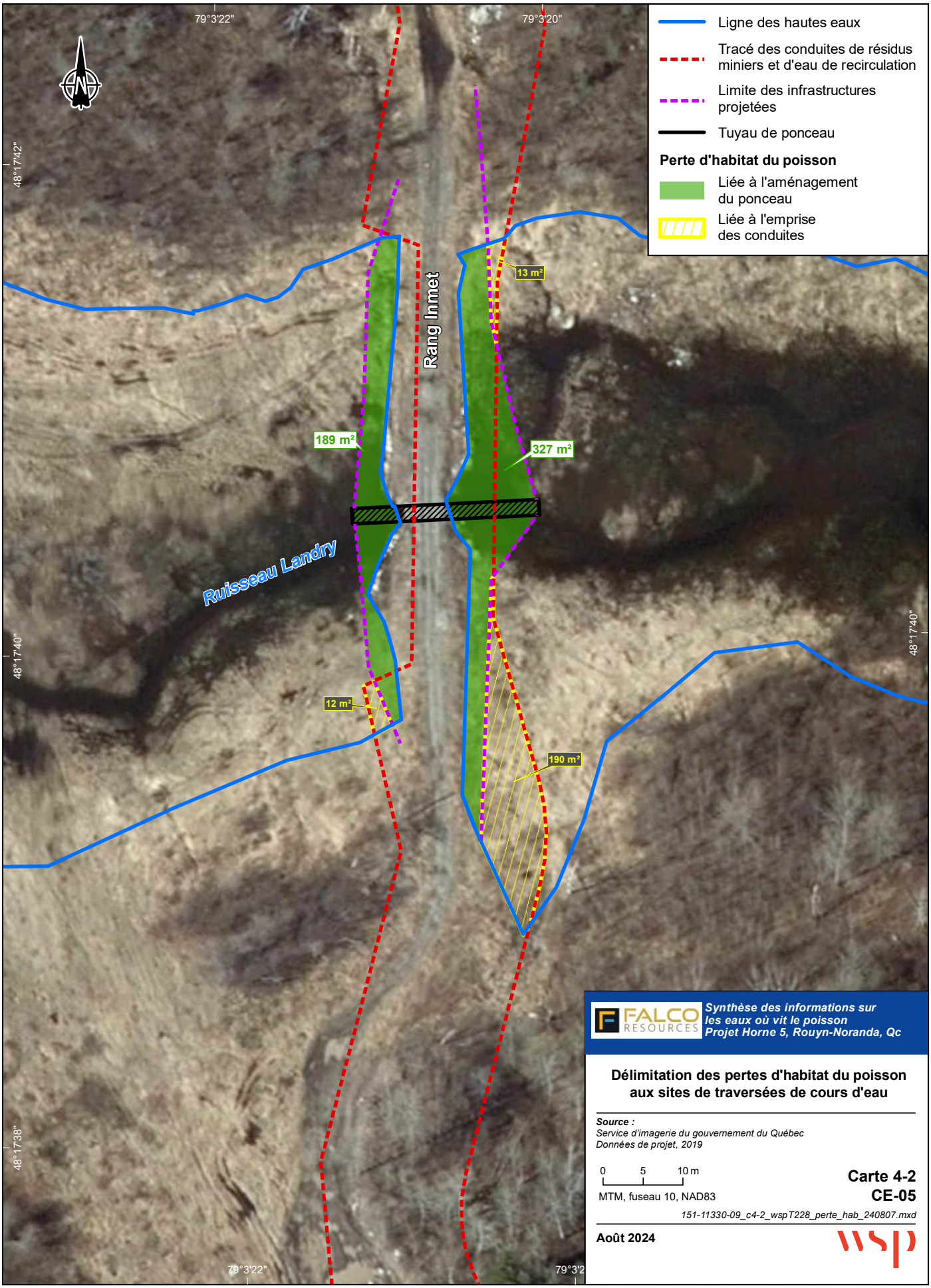
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-04

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

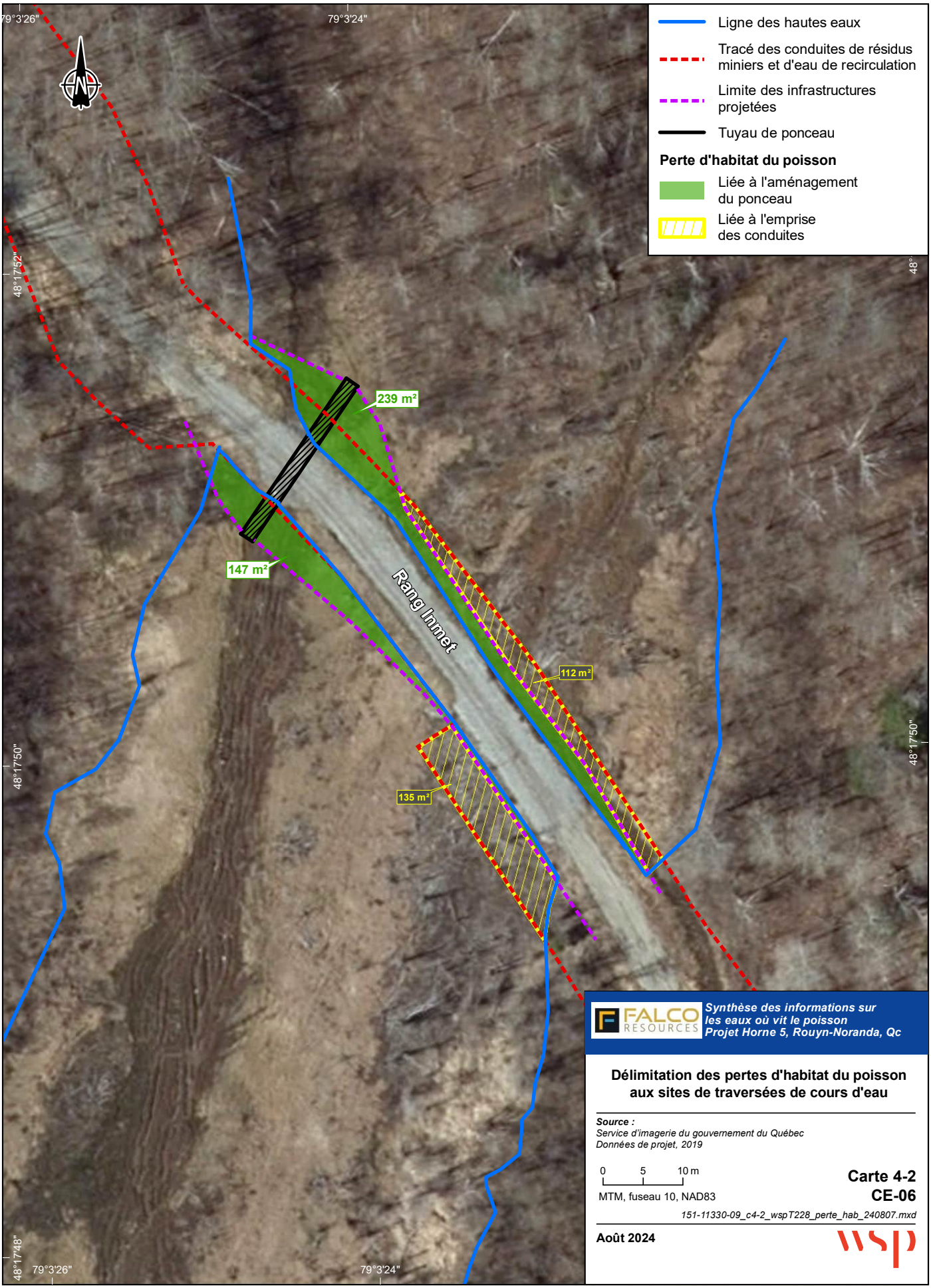
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-05

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-06

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

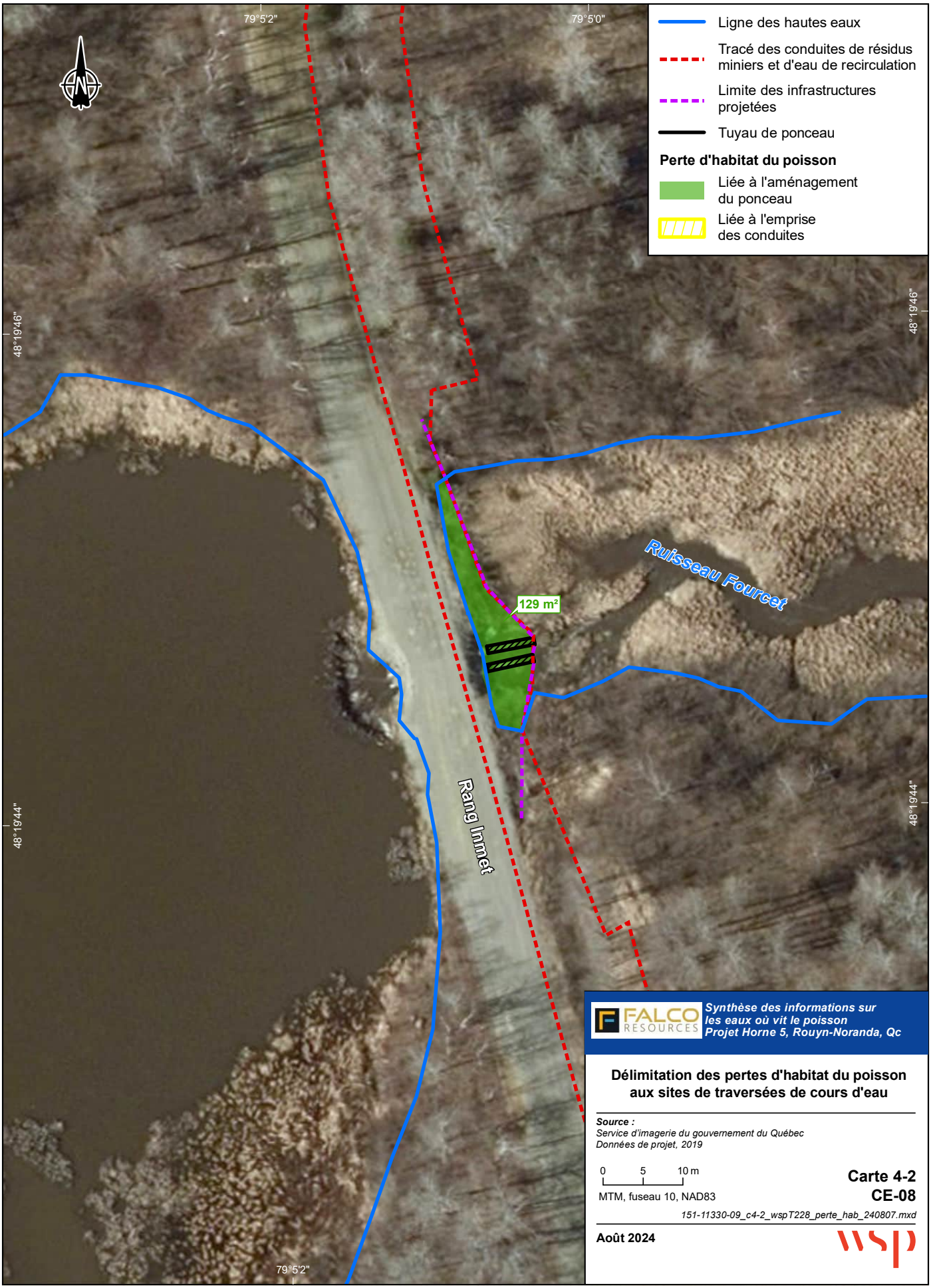
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-07

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

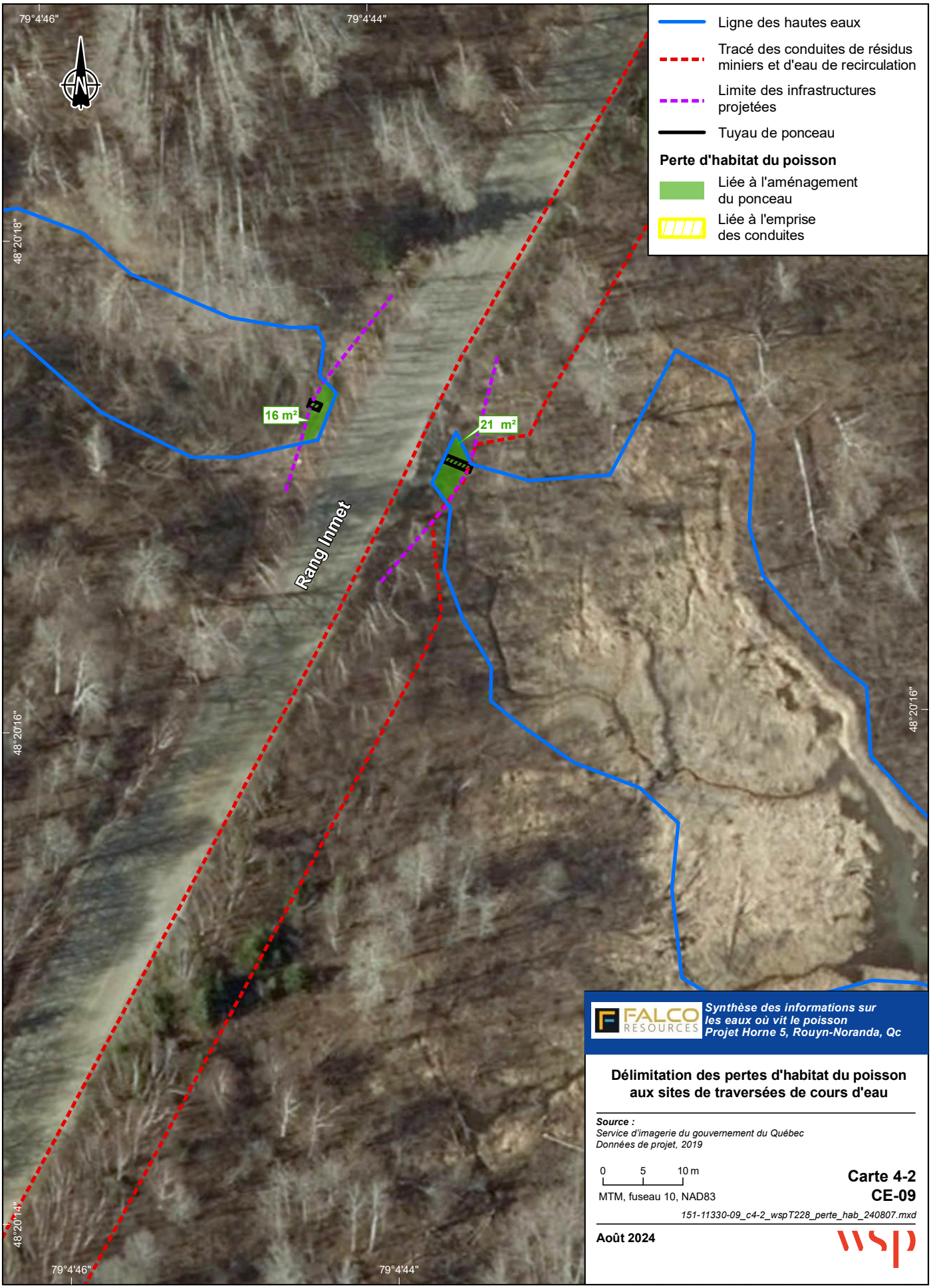
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-08

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-09

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-10

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

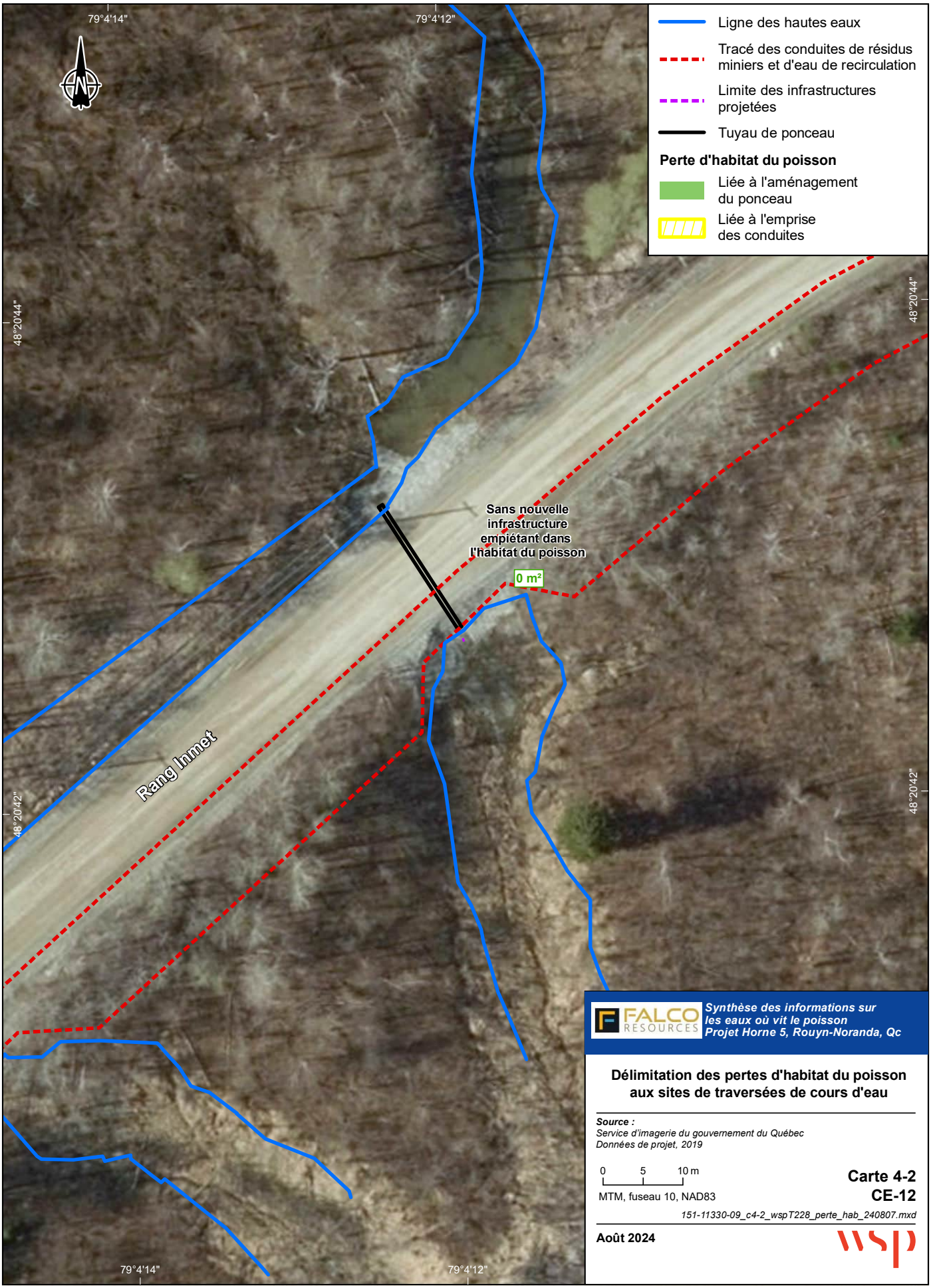
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-11

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-12

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

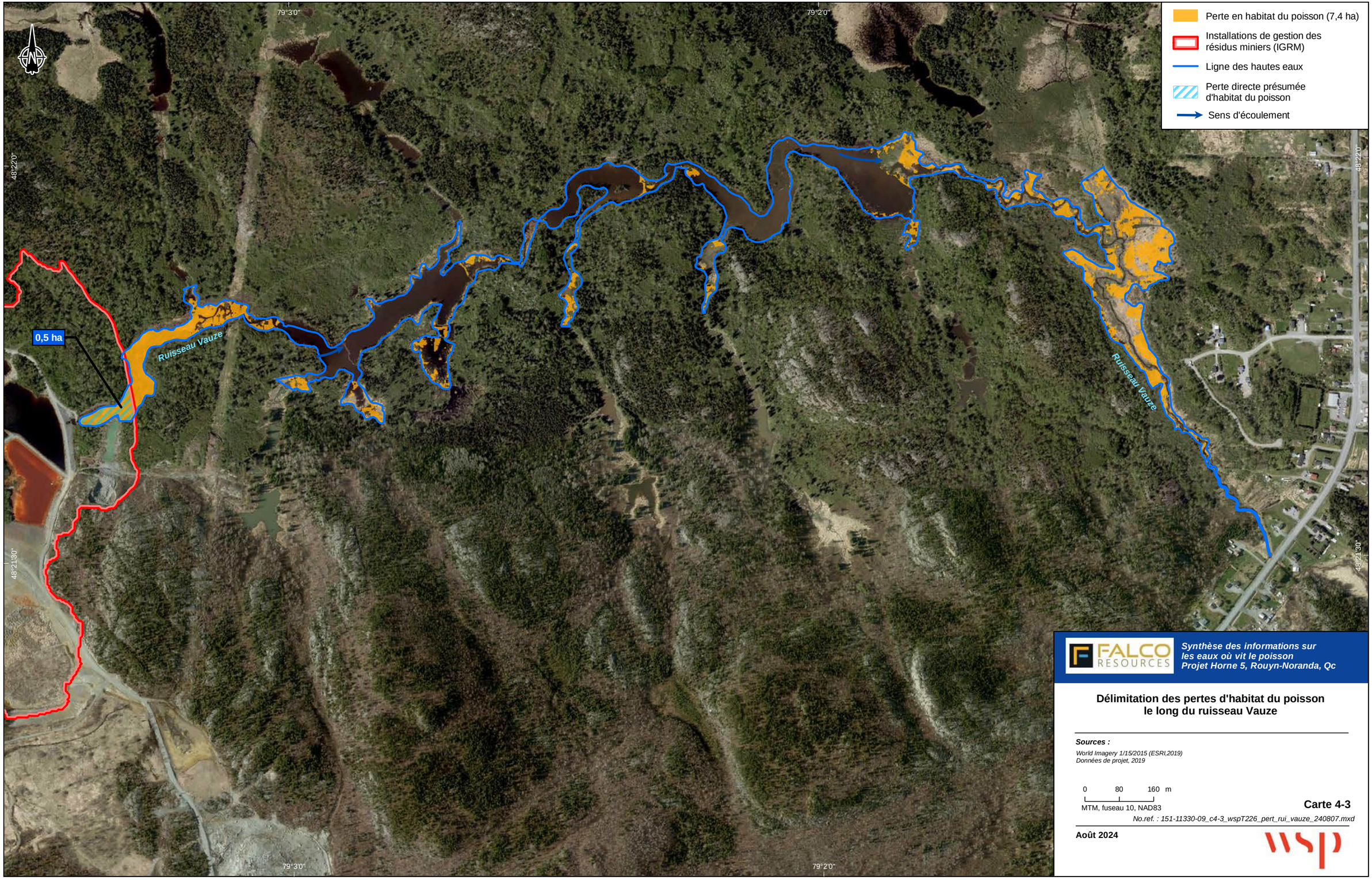
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-2
CE-13

151-11330-09_c4-2_wspT228_perte_hab_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson le long du ruisseau Vauze

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

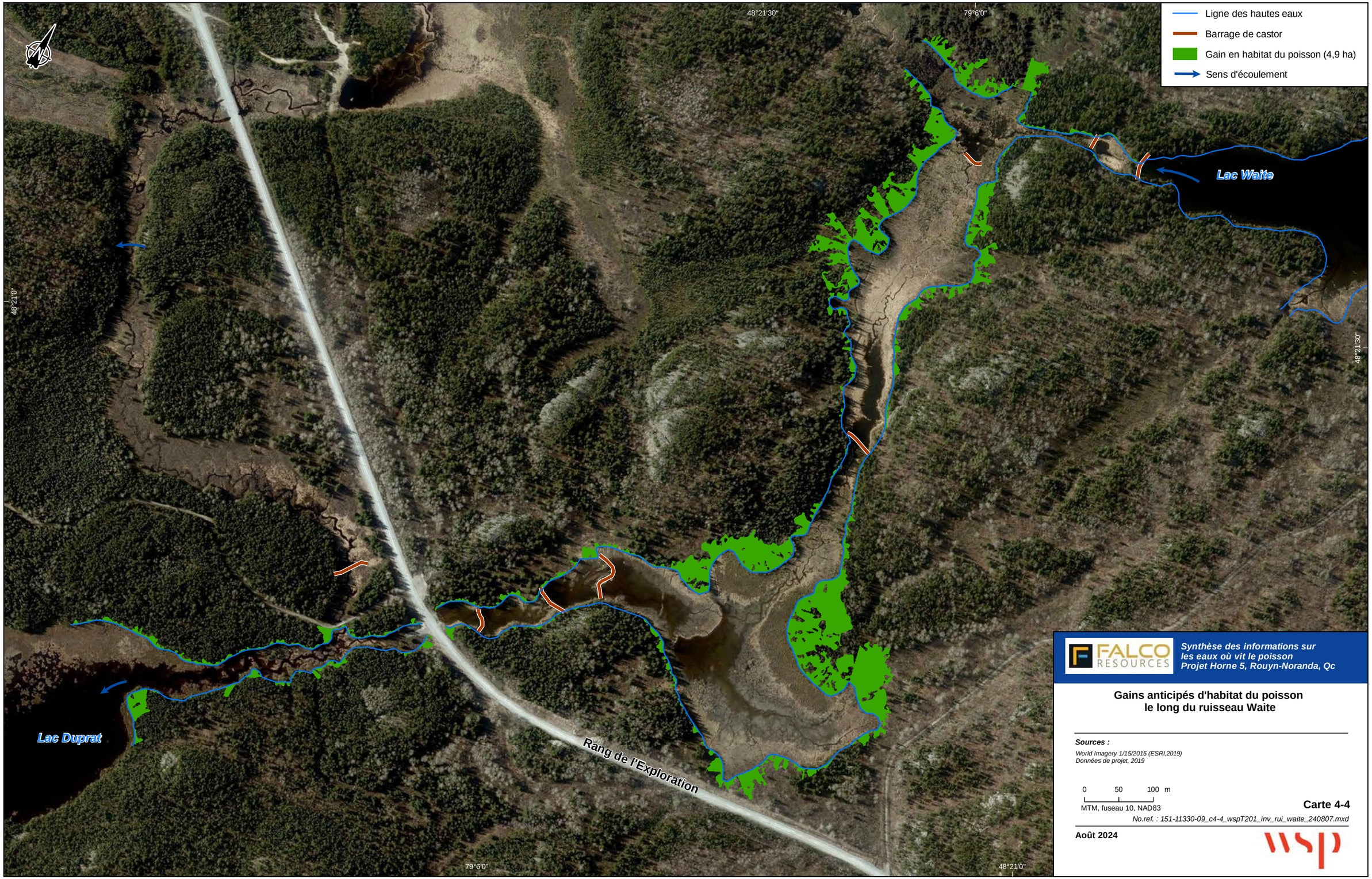
0 80 160 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-3

No.ref. : 151-11330-09_c4-3_wspT226_pert_rui_vauze_240807.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Synthèse des informations sur les eaux où vit le poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Gains anticipés d'habitat du poisson le long du ruisseau Waite

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

0 50 100 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4-4

No.ref. : 151-11330-09_c4-4_wspT201_inv_rui_waite_240807.mxd

Août 2024

wsp

5 Références bibliographiques

- CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC (CEHQ). 2017. *Expertise hydrique et barrages - X2009578.* En ligne : https://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/detail.asp?no_mef_lieu=X2009578.
- COULOMBE, M.-L. 2018. *Questions et commentaires pour le projet Horne 5 sur le territoire de la ville de Rouyn-Noranda par Ressources Falco Ltée*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, direction de l'évaluation environnementale des projets miniers et nordiques et de l'évaluation environnementale stratégique. 68 p. + annexe.
- EC (ENVIRONNEMENT CANADA) et MDDEP (MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC). 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 p.
- GENIVAR. 2007. *Avis de présentation des cours d'eau - Construction de la voie de contournement de Rouyn-Noranda, route 117*. Rapport présenté au ministère des Pêches et des Océans du Canada. 17 p. et ann.
- MELCCFP (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS). 2024. *Critères de qualité de l'eau de surface*. En ligne : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.
- MPO (PÊCHES ET OCÉANS CANADA). 2019. *Énoncé de politique sur la protection du poisson et de son habitat*. 38 p.
- VÉZINA, S. 2015. *Lettre du 25 novembre 2015 adressée à Mme Sylvie Baillargeon (WSP), ayant pour objet « Demande d'informations - Cours d'eau Dallaire »*. Par Stéphane Vézina, technicien de la faune, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de l'Abitibi-Témiscamingue.

ANNEXE

A

DÉTAILS RELATIFS À L'EFFORT DE PÊCHE

ANNEXE

A-1 *DONNÉES BRUTES DES PÊCHES EFFECTUÉES EN 2016*

Cours d'eau	Date Pose	Date levée	Temps de pêche	Long	Lat	Engin	Espèce	Nombre
R1	2016-05-09 16:00	2016-05-10 13:10	21h10min	-79,004129	48,262076	Bourolle	-	-
R1	2016-05-09 16:00	2016-05-10 13:11	21h11min	-79,004308	48,262331	Bourolle	-	-
R1	2016-05-10 13:15	2016-05-12 10:10	44h55min	-79,004129	48,262076	Bourolle	-	-
R1	2016-05-10 13:16	2016-05-12 10:15	44h59min	-79,004308	48,262331	Bourolle	CUIN	2
R1	2016-05-10 13:10	2016-05-12 10:22	45h12min	-79,004149	48,261923	Bourolle	-	-
R1	2016-05-10 13:11	2016-05-12 10:25	45h14min	-79,003945	48,261605	Bourolle	CUIN	5
R1	2016-05-12 10:14	2016-05-14 20:00	57h46min	-79,004129	48,262076	Bourolle	-	-
R1	2016-05-12 10:21	2016-05-14 20:02	57h41min	-79,004308	48,262331	Bourolle	-	-
R1	2016-05-12 10:24	2016-05-14 20:05	57h41min	-79,004149	48,261923	Bourolle	-	-
R1	2016-05-12 10:30	2016-05-14 20:07	57h37min	-79,003945	48,261605	Bourolle	-	-
R2	2016-05-12 09:47	2016-05-16 15:00	101h13min	-79,009485	48,258453	Bourolle	-	-
R2	2016-05-12 09:53	2016-05-16 15:00	101h7min	-79,009329	48,257955	Bourolle	-	-
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	CACO	3
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	*Chrosomus* sp.	6
Osisko	2016-06-01 15:00	2016-06-02 11:00	20h0min	-78,972724	48,247643	Verveux	CACO	1
Osisko	2016-05-17 12:30	2016-05-18 16:30	27h60min	-78,961934	48,251348	Verveux	COPL	1
Osisko	2016-05-17 13:27	2016-05-19 15:30	50h3min	-78,983502	48,251728	Verveux	COPL	13
Osisko	2016-05-19 16:00	2016-05-20 09:15	17h15min	-78,983502	48,251728	Verveux	COPL	7
Osisko	2016-05-18 17:00	2016-05-20 11:30	42h30min	-78,983502	48,251728	Verveux	COPL	3
Osisko	2016-05-17 12:30	2016-05-18 16:30	27h60min	-78,961934	48,251348	Verveux	CUIN	1
Osisko	2016-05-18 17:00	2016-05-20 11:30	42h30min	-78,983502	48,251728	Verveux	CUIN	12
Osisko	2016-06-01 15:00	2016-06-02 11:00	20h0min	-78,956554	48,263651	Verveux	CUIN	3620
Dallaire	2016-05-17 10:30	2016-05-19 14:30	51h60min	-78,956554	48,263651	Verveux	COPL	13
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,961934	48,251348	Verveux	COPL	63
Dallaire	2016-05-17 10:30	2016-05-19 14:30	51h60min	-78,956554	48,263651	Verveux	CUIN	2
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,961934	48,251348	Verveux	CUIN	7
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	ICNE	9
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	LUCO	253
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	NOAN	10
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	NOHE	95
Dallaire	2016-05-19 15:00	2016-05-20 12:55	21h55min	-78,956554	48,263651	Verveux	NOVO	1
Osisko	2016-06-02 16:30	2016-06-03 11:00	18h30min	-78,972724	48,247643	Verveux	CUIN	292

Cours d'eau	Date Pose	Date levée	Temps de pêche	Long	Lat	Engin	Espèce	Nombre
Osisko	2016-06-01 15:00	2016-06-02 11:00	20h0min	-78,972724	48,247643	Verveux	MAMA	55
Osisko	2016-06-02 16:30	2016-06-03 11:00	18h30min	-78,972724	48,247643	Verveux	MAMA	5
Osisko	2016-05-17 13:27	2016-05-19 15:30	50h3min	-78,983502	48,251728	Verveux	PEFL	1
Osisko	2016-06-02 16:30	2016-06-03 11:00	18h30min	-78,972724	48,247643	Verveux	PEFL	1
Osisko	2016-05-19 16:00	2016-05-20 09:15	17h15min	-78,983502	48,251728	Verveux	SEAT	9
Osisko	2016-06-01 15:00	2016-06-02 11:00	20h0min	-78,972724	48,247643	Verveux	SEAT	49
Osisko	2016-06-02 16:30	2016-06-03 11:00	18h30min	-78,972724	48,247643	Verveux	SEAT	3

ANNEXE

A-2 *DONNÉES BRUTES DES PÊCHES EFFECTUÉES EN 2017*

Cours d'eau	Numéro de Station	Date	Heure début	Heure fin	Temps de pêche (secondes)	Longueur du segment (m)	Largeur du Segment (moyenne; m)	Ouverte/ Fermée	Espèce	Longueur Totale (mm)	nombre
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	53	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	57	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	47	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	56	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	55	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	49	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	53	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	68	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	49	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	54	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	51	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	56	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	50	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	51	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	49	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	48	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	61	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	51	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	46	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	44	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	50	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	49	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	61	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	48	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	65	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	51	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	55	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp	40	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	Phoxinus sp		60
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	46	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	36	1

Cours d'eau	Numéro de Station	Date	Heure début	Heure fin	Temps de pêche (secondes)	Longueur du segment (m)	Largeur du Segment (moyenne; m)	Ouverte/ Fermée	Espèce	Longueur Totale (mm)	nombre
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	39	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	41	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	38	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	45	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	47	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	48	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	35	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	45	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	45	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	39	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	39	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	48	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	45	
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	CUIN	45	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	MAMA	74	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	MAMA	101	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	MAMA	64	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	MAMA	71	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	MAMA	61	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	PIPR	60	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	PIPR	55	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	AMNE	162	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	AMNE	151	1
CE-13	PE-1	2017-06-10	14:49	15:16	928	100	0,4	Ouverte	AMNE	113	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	48	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	39	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	40	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	33	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	40	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	42	1

Cours d'eau	Numéro de Station	Date	Heure début	Heure fin	Temps de pêche (secondes)	Longueur du segment (m)	Largeur du Segment (moyenne; m)	Ouverte/ Fermée	Espèce	Longueur Totale (mm)	nombre
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	33	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	44	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	42	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	43	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	48	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	37	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	41	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	42	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	39	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	32	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	45	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	43	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	40	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	41	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	46	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	42	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	39	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	40	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	42	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp	40	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	Phoxinus sp		160
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	29	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	43	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	21	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	22	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	41	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	42	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	47	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	50	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	42	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	32	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	40	1

Cours d'eau	Numéro de Station	Date	Heure début	Heure fin	Temps de pêche (secondes)	Longueur du segment (m)	Largeur du Segment (moyenne; m)	Ouverte/ Fermée	Espèce	Longueur Totale (mm)	nombre
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	37	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	40	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	32	1
CE-12	PE-2	2017-06-11	09:35	09:54	615	65	3	Ouverte	CUIN	30	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	35	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	40	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	MAMA	73	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	61	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	61	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	50	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	51	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	48	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	53	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	36	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	37	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	40	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	28	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	30	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	32	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	40	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	48	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	29	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	56	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	CUIN	48	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	50	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	51	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	55	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	49	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	53	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	53	1
CE-09	PE-3	2017-06-12	08:05	08:31	1019	70	1,5	Ouverte	Phoxinus sp	52	1
CE-07	PE-4	2017-06-12	12:30	12:54	543	58	0,4	Ouverte			0
CE-01	PE-5	2017-06-12	15:27	15:45	263	32	0,3	Ouverte			0

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
Waite	2017-06-06 16:00	2017-06-07 10:08	18h8min	1,5	-79,09269	48,36014	3	Filet Exp	ESLU	671	2005	1
Waite	2017-06-06 16:00	2017-06-07 10:08	18h8min	1,5	-79,09269	48,36014	3	Filet Exp	CACO	220	108,74	1
Waite	2017-06-06 16:20	2017-06-07 10:45	18h25min	1,5	-79,08544	48,36054	2,4	Filet Exp	ESLU	474	670	1
Waite	2017-06-06 16:35	2017-06-07 11:15	18h40min	6,6	-79,08797	48,36261	3	Filet Exp	CACO	590	2700	1
Waite	2017-06-06 16:35	2017-06-07 11:15	18h40min	6,6	-79,08797	48,36261	3	Filet Exp	ESLU	662	2050	1
Waite	2017-06-06 16:35	2017-06-07 11:15	18h40min	6,6	-79,08797	48,36261	3	Filet Exp	CACO	513	1600	1
Waite	2017-06-06 16:35	2017-06-07 11:15	18h40min	6,6	-79,08797	48,36261	3	Filet Exp	ESLU	463	650	1
Waite	2017-06-06 16:35	2017-06-07 11:15	18h40min	6,6	-79,08797	48,36261	3	Filet Exp	CACO	232	141	1
Waite	2017-06-06 00:00	2017-06-07 00:00		0,6	-79,08366	48,36171		Seine				0
Waite	2017-06-06 00:00	2017-06-07 00:00		1	-79,09083	48,35932		Seine				0
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	1	-79,06416	48,036529	1,5	FGM				0
OX2	2017-06-08 09:45	2017-06-09 09:10	23h25min	1	-79,06416	48,036529	1,5	FGM				0
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	2,9	-79,06709	48,36753	2,7	FGM				0
OX2	2017-06-08 10:00	2017-06-09 09:00	23h0min	2,9	-79,06709	48,36753	2,7	FGM				0
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	59	1,95	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	68	2,6	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	59	2,13	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	58	1,82	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	57	1,84	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	61	2,47	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	62	2,41	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	61	2,43	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	62	2,55	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	59	2,08	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	63	2,52	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	62	2,25	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	55	1,74	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	63	2,6	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	54	1,57	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	59	2	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	61	2,12	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	54	1,56	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	60	2,11	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	55	1,69	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	60	2,06	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	64	2,98	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	58	1,81	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	57	1,83	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	57	1,79	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	60	2,06	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	56	1,86	1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	53	1,44	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	58	1,88	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.	59	2,04	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	Phox.			362
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	75	5,44	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	77	5,87	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	76	5,69	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	79	6,19	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	76	5,83	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	80	6,06	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	81	6,3	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	80	5,81	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	74	4,99	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	74	6	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	79	5,87	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	76	5,72	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	74	5,4	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	75	5,22	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	79	6,38	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	79	5,97	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	76	5,38	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	76	5,42	1
OX2	2017-06-07 16:05	2017-06-08 09:38	17h33min	0,7	-79,07194	48,3698	1,2	FPM	PIPR	74	4,75	1
Vauze	2017-06-08 15:59	2017-06-09 13:26	21h27min	1	-79,07825	48,07898	4	FGM				0
Vauze	2017-06-09 13:30	2017-06-10 10:10	20h40min	1	-79,07825	48,07898	4	FGM				0
Vauze	2017-06-08 16:28	2017-06-09 13:36	21h8min	1,4	-79,07754	48,37192	2,7	FGM				0
Vauze	2017-06-09 13:50	2017-06-10 09:59	20h9min	1,5	-79,08134	48,37293	1,5	FGM				0
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	79	5,97	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	78	5,11	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	77	3,81	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	76	5,7	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	79	5,64	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	73	4,71	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	74	4,41	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	80	5,01	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	81	5,47	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	79	5,72	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	81	5,44	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	73	3,81	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	63	3,52	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	72	3,5	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	78	5,41	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	76	4,42	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	80	6,24	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	78	5,4	1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	75	4,13	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	77	3,85	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	82	3,71	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	79	4,7	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	82	4,46	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	1,99	60	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	1,84	59	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	1,7	57	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	2	57	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	1,78	60	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	1,86	59	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	PIPR	1,84	60	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	96	9,8	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	11	12,3	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	90	5,48	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	102	9,22	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	85	5,24	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	89	6,35	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	88	6,07	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	85	6,11	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	63	2,04	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	87	5,21	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT	85	4,55	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT			1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	SEAT			1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	59	2,18	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	59	2,22	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	58	1,93	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	57	1,98	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	61	1,99	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	54	1,8	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	61	2,21	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	57	1,77	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	58	1,94	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	57	1,72	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	63	2,23	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	59	2,2	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	65	1,86	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	55	1,81	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	51	1,29	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	54	1,78	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	57	1,66	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	62	1,71	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	63	2,29	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	58	1,9	1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	50	1,5	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	58	2,18	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	63	1,95	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	66	2,25	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	58	2,15	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	57	1,54	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	59	1,89	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	CUIN	56	1,86	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	58	1,94	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	56	1,96	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	60	2,37	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	65	2,71	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	57	2,02	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	2,06	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	56	1,98	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	64	1,84	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	54	1,62	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	2,41	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	1,66	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	63	1,8	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	60	2,17	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	60	2,25	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	58	2,12	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	62	2,5	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	54	1,34	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	57	2,14	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	52	1,59	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	58	2,06	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	60	2,46	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	1,79	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	2	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	2,34	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	61	2,09	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	53	1,72	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	62	1,72	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	59	1,93	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	54	1,75	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	63	2,06	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.	57	1,59	1
Vauze	2017-06-08 16:10	2017-06-09 13:55	21h45min	0,9	-79,08125	48,37528	1,2	FPM	Phox.			
CE-11	2017-06-11 11:30	2017-06-12 07:30	20h0min	0,6	-79,07115	48,34489		Bourolle	CUIN	65		1
CE-11	2017-06-11 11:30	2017-06-12 07:30	20h0min	0,6	-79,07115	48,34489		Bourolle	Phox.	63		1
CE-11	2017-06-11 11:30	2017-06-12 07:30	20h0min	0,45	-79,07095	48,34489		Bourolle				0
CE-10	2017-06-11 14:30	2017-06-12 07:45	17h15min	2	-79,7797	48,3393		Verveux	AMNE	140		1
CE-10	2017-06-11 14:30	2017-06-12 07:45	17h15min	2	-79,7797	48,3393		Verveux	AMNE	70		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	76		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	106		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	69		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	93		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	103		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	85		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	120		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	95		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	88		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	78		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	96		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	86		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	97		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	90		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	72		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	111		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	80		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	82		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	84		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	75		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	83		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	100		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	87		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	80		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	117		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	90		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	111		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	101		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	80		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR	92		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	116		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	195		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	187		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	152		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	185		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	185		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	121		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	157		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	179		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	168		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	165		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	180		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	175		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	156		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	163		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	166		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	157		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	175		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	191		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	181		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	180		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	192		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	109		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	160		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	139		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	88		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	183		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	111		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	114		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE	116		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	Phoxinus	55		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	Phoxinus	62		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	Phoxinus	56		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	Phoxinus	61		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	143		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	110		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	210		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	130		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	116		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	112		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	137		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	146		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	181		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	135		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	126		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	280		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	203		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	165		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	114		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	123		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	241		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	173		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	142		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	13		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	144		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	116		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	187		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	139		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	166		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	157		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	182		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	136		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	145		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL	211		1
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	NOCR			218
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	PEFL			17
CE-08	2017-06-12 10:38	2017-06-13 08:04	21h26min	1	-79,08444	48,32859		Verveux	AMNE			4
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	37		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	47		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	26		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	51		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	40		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	39		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	40		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	33		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	39		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	32		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	31		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	31		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	29		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	30		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	36		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	31		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	31		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	30		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	35		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	29		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	36		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	33		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	27		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	31		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	41		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	36		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	30		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	34		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	30		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	35		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN	30		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	71		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	51		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	56		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	58		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	26		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	42		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	51		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	31		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	35		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	Phoxinus	49		1
CE-05	2017-06-12 14:14	2017-06-13 09:27	19h13min	1	-79,05601	48,29453		Verveux	CUIN			39
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	60		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	67		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	60		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	62		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	60		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	53		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	56		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	62		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	51		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR	62		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	Phoxinus	49		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	61		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	49		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	60		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	51		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	33		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	52		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	48		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	50		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	49		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	41		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	47		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	52		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	45		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	55		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	46		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	CUIN	51		1
CE-02	2017-06-13 11:00	2017-06-14 08:13	21h13min	1,2	-79,0397	48,27463		Verveux	PIPR			126
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	42		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	39		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	43		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	49		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	40		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	46		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	42		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	46		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	39		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	42		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	48		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	40		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	39		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	40		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	53		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CUIN			391
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	91		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	82		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	66		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	85		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	88		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	138		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	136		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	99		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	75		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	86		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	78		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	85		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	80		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	86		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	96		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	70		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	68		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	75		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	74		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	56		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	146		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	151		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	111		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	92		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	102		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	85		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	89		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	CACO			247
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	78		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	55		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	46		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	53		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	56		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	46		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	58		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	49		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	57		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	80		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	59		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	65		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	52		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	52		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	56		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	48		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	55		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	71		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	NOCR			439
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	55		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	65		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	52		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	48		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	47		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	68		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	53		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	58		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	69		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	44		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	52		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	48		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	61		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	49		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	59		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	46		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	53		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	45		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus	52		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	Phoxinus			215
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	119		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	90		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	85		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	80		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	111		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	85		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	81		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	86		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	121		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	68		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	91		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	SEAT	99		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	57		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	68		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	80		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	65		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	41		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	68		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	42		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	71		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	67		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	54		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	66		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	56		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	57		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	68		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	52		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	71		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	PIPR	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	150		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	94		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	93		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	82		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	72		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	82		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	103		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	74		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	79		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	95		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	82		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	90		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	100		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	66		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	75		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	111		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	121		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	108		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	82		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	112		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	96		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	96		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	83		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	95		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	81		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	96		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	74		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	75		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	87		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA	98		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	MAMA			53
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	80		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	86		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	72		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	87		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	70		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	76		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	105		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	71		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	81		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	71		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	70		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	48		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	55		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	105		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	80		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	50		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	85		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	81		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	120		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	100		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	101		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	75		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	76		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	65		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	48		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL	51		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	COPL			71
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	112		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	119		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	165		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	169		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	118		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	118		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	114		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	98		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	135		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	61		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	61		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	64		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	61		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	100		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	62		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	114		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	66		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	61		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	56		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	60		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	67		1
CE-03	2017-06-13 12:29	2017-06-14 08:45	20h16min	0,5	-79,04324	48,2788		Verveux	AMNE	65		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	75		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	65		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	41		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	52		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	44		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	47		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	42		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	70		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	76		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	74		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	43		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	37		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	63		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	56		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	69		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	40		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	40		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	44		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	41		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	40		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	43		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	45		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	40		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	42		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus	48		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	Phoxinus			141
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	42		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	31		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	28		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	26		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	37		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	43		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	49		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	31		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	34		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	34		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	36		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	31		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	37		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	39		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	36		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	37		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	38		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	33		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	30		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	36		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	42		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	36		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	41		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	31		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	31		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	35		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	47		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	40		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	45		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN	33		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	CUIN			519
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	61		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	61		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	68		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	65		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	68		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	63		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	64		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	66		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	61		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	56		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	67		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	65		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	70		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	66		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	68		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	68		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	54		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	60		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	64		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	57		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	65		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	AMNE	61		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	31		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	42		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	33		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	59		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	59		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	63		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	54		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	54		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	62		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	53		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	62		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	65		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	59		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	36		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	56		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	PIPR	36		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	50		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	43		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	45		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	43		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	48		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	50		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	47		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	44		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	44		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	45		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	50		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	58		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	46		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	47		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	49		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	47		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	43		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	45		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	NORC	48		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	50		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	75		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	70		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	64		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	74		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	71		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	12		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	69		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	75		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	74		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	79		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	72		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	54		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	80		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	86		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	125		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	86		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	72		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	76		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	MAMA	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	40		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	45		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	41		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	120		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	50		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	58		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	46		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	55		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	63		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	119		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	80		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	60		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	61		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	48		1

Cours d'eau	Date Pose	Date levé	Temps de pêche	Prof. début (m)	Long	Lat	Prof. fin (m)	Engin	Espèce	Longueur (mm)	Poids (g)	Nombre
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	82		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	51		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	82		1
CE-04	2017-06-13 13:12	2017-06-14 11:00	21h48min	0,6	-79,04697	48,28977		verveux	COPL	56		1

ANNEXE

A-3 *DONNÉES BRUTES DES PÊCHES EFFECTUÉES EN 2018*

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	**Plan d'eau**	**Numéro de station**	**Date Pose**	**Date levé**	**Temps de pêche**	**Long**	**Lat**	**Engin**	**Espèce**	**Nombre**
2	Étang castor	B01	2018-08-28 12:35	2018-08-29 13:30	24h54min	48,360107	-79,068184	Bourolle	-	0
3	Étang castor	B01	2018-08-29 13:30	2018-08-31 13:20	47h50min	48,360107	-79,068184	Bourolle	-	0
4	Étang castor	B02	2018-08-28 12:38	2018-08-29 13:30	24h52min	48,360068	-79,068473	Bourolle	-	0
5	Étang castor	B02	2018-08-29 13:30	2018-08-31 13:20	47h50min	48,360068	-79,068473	Bourolle	-	0
6	Étang castor	B03	2018-08-28 13:00	2018-08-29 14:00	24h60min	48,359847	-79,072778	Bourolle	Chrosomus	19
7	Étang castor	B03	2018-08-29 14:00	2018-08-31 13:52	47h52min	48,359847	-79,072778	Bourolle	Chrosomus	19
8	Étang castor	B04	2018-08-28 13:01	2018-08-29 14:00	24h59min	48,359978	-79,072789	Bourolle	-	0
9	Étang castor	B04	2018-08-29 14:00	2018-08-31 13:52	47h52min	48,359978	-79,072789	Bourolle	-	0
10	Étang castor	B05	2018-08-28 13:27	2018-08-29 14:34	25h6min	48,357261	-79,072198	Bourolle	-	0
11	Étang castor	B05	2018-08-29 14:34	2018-08-31 14:18	47h44min	48,357261	-79,072198	Bourolle	-	0
12	Étang castor	B06	2018-08-28 13:28	2018-08-29 14:34	25h5min	48,357264	-79,072114	Bourolle	Chrosomus	1
13	Étang castor	B06	2018-08-29 14:34	2018-08-31 14:18	47h44min	48,357264	-79,072114	Bourolle	-	0
14	Étang castor	B07	2018-08-28 13:48	2018-08-29 14:54	25h6min	48,355712	-79,070247	Bourolle	Chrosomus	19
15	Étang castor	B07	2018-08-29 14:54	2018-08-31 14:33	47h39min	48,355712	-79,070247	Bourolle	Chrosomus	6
16	Étang castor	B08	2018-08-28 13:48	2018-08-29 14:54	25h5min	48,355712	-79,070192	Bourolle	Chrosomus	6
17	Étang castor	B08	2018-08-29 14:54	2018-08-31 14:33	47h39min	48,355712	-79,070192	Bourolle	Chrosomus	9
18	Étang castor	B09	2018-08-28 14:04	2018-08-29 15:20	25h16min	48,353594	-79,070155	Bourolle	Chrosomus	9
19	Étang castor	B09	2018-08-29 15:20	2018-08-31 14:55	47h35min	48,353594	-79,070155	Bourolle	Chrosomus	7
20	Étang castor	B10	2018-08-28 14:05	2018-08-29 15:20	25h15min	48,353638	-79,070008	Bourolle	-	
21	Étang castor	B10	2018-08-29 15:20	2018-08-31 14:55	47h35min	48,353638	-79,070008	Bourolle	-	0
22	Étang castor	B10	2018-08-29 15:20	2018-08-31 14:55	47h35min	48,353638	-79,070008	Bourolle	CUIN	1
23	Ruisseau Vauze	V01	2018-08-28 08:06	2018-08-29 07:43	23h37min	48,361617	-79,022449	Verveux(Grand)	-	0
24	Ruisseau Vauze	V01	2018-08-29 07:43	2018-08-30 08:10	24h26min	48,361617	-79,022449	Verveux(Grand)	-	0
25	Ruisseau Vauze	V01	2018-08-30 08:10	2018-08-31 08:50	24h40min	48,361617	-79,022449	Verveux(Grand)	Cyprin sp,	1
26	Ruisseau Vauze	V01	2018-08-30 08:10	2018-08-31 08:50	24h40min	48,361617	-79,022449	Verveux(Grand)	CACO	1
27	Ruisseau Vauze	V01	2018-08-30 08:10	2018-08-31 08:50	24h40min	48,361617	-79,022449	Verveux(Grand)	Chrosomus	1
28	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-28 09:51	2018-08-29 09:16	23h25min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	CACO	25
29	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-28 09:51	2018-08-29 09:16	23h25min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	Chrosomus	3
30	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-29 09:16	2018-08-30 08:59	23h42min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	PIPR	1
31	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-29 09:16	2018-08-30 08:59	23h42min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	CUIN	1
32	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-29 09:16	2018-08-30 08:59	23h42min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	CACO	8
33	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-29 09:16	2018-08-30 08:59	23h42min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	MAMA	1
34	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-29 09:16	2018-08-30 08:59	23h42min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	Chrosomus	31
35	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-30 08:59	2018-08-31 10:10	25h11min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	CUIN	2
36	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-30 08:59	2018-08-31 10:10	25h11min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	MAMA	6
37	Ruisseau Vauze	V02	2018-08-30 08:59	2018-08-31 10:10	25h11min	48,363094	-79,053716	Verveux(Grand)	Chrosomus	4
38	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-28 11:13	2018-08-29 12:00	24h47min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	CUIN	92
39	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-28 11:13	2018-08-29 12:00	24h47min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	Chrosomus	24
40	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-29 12:00	2018-08-30 10:30	22h30min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	PIPR	14
41	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-29 12:00	2018-08-30 10:30	22h30min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	CUIN	150
42	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-29 12:00	2018-08-30 10:30	22h30min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	Chrosomus	223
43	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-30 10:30	2018-08-31 11:30	24h60min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	Chrosomus	153
44	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-30 10:30	2018-08-31 11:30	24h60min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	MAMA	1
45	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-30 10:30	2018-08-31 11:30	24h60min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	CUIN	72

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	**Plan d'eau**	**Numéro de station**	**Date Pose**	**Date levé**	**Temps de pêche**	**Long**	**Lat**	**Engin**	**Espèce**	**Nombre**
46	Ruisseau Vauze	V03	2018-08-30 10:30	2018-08-31 11:30	24h60min	48,369922	-79,071864	Verveux(Petit)	PIPR	12

ANNEXE

B

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE



Photo 1 : Embouchure du cours d'eau 1 dans le bassin Nord-Osisko (secteur CMH5)



Photo 2 : Cours d'eau 1 (secteur CMH5)



Photo 3 : Cours d’eau 2 (secteur CMH5)



Photo 4 : Cours d’eau 2 (secteur CMH5)



Photo 5 : Cours d'eau Dallaire (secteur CMH5)



Photo 6 : Barrage de castor sur le cours d'eau Dallaire (secteur CMH5)



Photo 7 : Rapide du ruisseau Osisko (secteur CMH5)



Photo 8 : Petit verveux installé dans le ruisseau Osisko (secteur CMH5)



Photo 9 : Ruisseau CE-01 (tracé des conduites)



Photo 10 : Ruisseau CE-02 (tracé des conduites)



Photo 11 : Ruisseau CE-03 (tracé des conduites)



Photo 12 : Ruisseau CE-04 (tracé des conduites)



Photo 13 : Ruisseau CE-05 (tracé des conduites)



Photo 14 : Ruisseau CE-06 (tracé des conduites)



Photo 15 : Ruisseau CE-07 (tracé des conduites)



Photo 16 : Ruisseau CE-08 (tracé des conduites)



Photo 17 : Ruisseau CE-09 (tracé des conduites)



Photo 18 : Ruisseau CE-10 (tracé des conduites)



Photo 19 : Ruisseau CE-11 (tracé des conduites)



Photo 20 : Ruisseau CE-12 (tracé des conduites)



Photo 21 : Ruisseau CE-13 (tracé des conduites)



Photo 22 : Lac Waite



Photo 23 : Lac Vauze



Photo 24 : Bassin OX2



Photo 25 : Bassin OX2



Photo 26 : Étang des stations B01-B02 (secteur des IGRM)



Photo 27 : Étang des stations B03-B04 (secteur des IGRM)



Photo 28 : Étang des stations B05-B06 (secteur des IGRM)



Photo 29 : Étang des stations B07-B08 (secteur des IGRM)



Photo 30 : Étang des stations B09-B10 (secteur des IGRM)



Photo 31 : Ruisseau Vauze, station V03



Photo 32 : Brèche dans un barrage du secteur des étangs de castor aux IGRM

ANNEXE

C

RAPPORT SUR LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS DU BASSIN OX2

RAPPORT DES TRAVAUX

Échantillonnage des eaux de surface et des sédiments et bathymétrie sommaire dans les secteurs du bassin OX2, du lac 336 et du milieu humide au nord du lac Vauze

Ressources Falco Ltée

Juin 2022

Préparé par : Marilyn Gagnon, B.Sc. Bio

Localisation des stations d'échantillonnage

L'ensemble des 13 stations d'échantillonnage ont été visitées pour l'échantillonnage et la bathymétrie. La localisation prévue pour chacune des stations a été respectée pour tous les sites, sauf un (tableau 1). Effectivement, la station 336-07-B a été déplacée de quelques mètres puisqu'il était évident sur le terrain qu'il n'y aurait pas d'eau à la localisation initiale. Le terrain était nettement plus élevé à cet endroit et il était craint que la perceuse à glace atteigne du roc. L'initiative a été prise de déplacer le site de quelques mètres vers le centre du lac, la nouvelle position est la suivante :

17 U 0643398
5359423

Tableau 1. Localisation des stations d'échantillonnage

Stations	Localisation	
	Abscisse	Ordonnées
OXY2-01	643567.01 m E	5358598.52 m N
OXY2-02	643236.82 m E	5358841.69 m N
OXY2-03	642855.68 m E	5359129.83 m N
MH-01	642628.18 m E	5360637.39 m N
336-01	643449.34 m E	5359338.06 m N
336-02	643464.60 m E	5359346.55 m N
336-03	643477.13 m E	5359356.00 m N
336-04	643419.60 m E	5359370.60 m N
336-05	643433.45 m E	5359378.40 m N
336-06	643447.82 m E	5359388.05 m N
336-07	643398.00 m E	5359423.00 m N
336-08	643405.31 m E	5359424.43 m N
336-09	643419.09 m E	5359430.75 m N

Station pour bathymétrie et observation qualitative des sédiments

À chacune des stations dédiées à la bathymétrie et à l'observation qualitative des sédiments, le protocole suivant a été appliqué :

- Percer la glace;
- Mesurer la profondeur de l'eau à l'aide d'une tige graduée;

- Mesurer la profondeur des sédiments meubles en enfonçant la tige graduée à bras jusqu'à ce que la résistance soit trop forte;
- À l'aide d'une benne, prélever les sédiments meubles;
- Déposer les sédiments dans un grand sac d'échantillon et en faire une description;
- Prendre des photos;
- Conserver le sac pour les besoins futurs.

Station pour prélèvement d'eau de surface

À chacune des stations prévues pour l'échantillonnage de l'eau de surface, le protocole suivant a été appliqué :

- Percer la glace;
- Vérifier qu'il n'y a eu aucune contamination résultant du perçage de la glace;
- Enfiler des gants de nitrile neufs;
- Procéder au prélèvement d'eau et remplir les contenants fournis par le laboratoire en respectant les volumes demandés et en évitant de renverser les fixatifs;
- Conserver les bouteilles au frais et envoyer au laboratoire pour analyse à l'intérieur des délais de préservation;
- L'eau n'a pas été filtrée au terrain;
- À l'aide d'une sonde multiparamétrique, les paramètres ont été prélevés en surface, à tous les mètres et à proximité du fond.

Les protocoles standards suivants ont été respectés :

- *Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel* (MDDELCC, 2017);
- *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces* (MDDELCC, 2014).

Station pour prélèvement de sédiments

À chacune des stations prévues pour le prélèvement de sédiments, le protocole suivant a été appliqué :

- À l'aide d'une benne, prélever les sédiments meubles;
- Noter la présence de végétation aquatique ou de signe de pollution;
- Déposer les sédiments dans un sac d'échantillonnage pour permettre de l'homogénéiser;
- Prendre des photos du sédiment récolté;
- Déposer les sédiments dans les contenants fournis par le laboratoire, en respectant les volumes demandés;
- Conserver les échantillons au frais et envoyer au laboratoire pour analyse à l'intérieur du délai de préservation.

Le protocole standard suivant a été respecté :

- *Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel* (MDDELCC, 2017).

Date des travaux

Les travaux ont été échelonnés sur une période de 4 jours. Les dates des travaux sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 2. Date des travaux de chacune des stations

Date des travaux	Stations réalisées
17 mars 2022	OX2-01
18 mars 2022	OX2-02 et OX2-03
20 mars 2022	MH-01, 336-02, 336-09, 336-08, 336-07 et 336-04
21 mars 2022	336-06, 336-05, 336-01 et 336-03

Les informations prisent sur le terrain telles que les analyses In-situ, les profondeurs d'eau et de sédiments ainsi que les descriptions des sédiments sont présentées dans les tableaux 2, 3 et 4. Les photos des résidus sont présentées à l'annexe 1. L'annexe 2 présente les résultats des analyses d'eau de surface et des sédiments. À noter que le duplicata a été prélevé à la station MH-01. Les résultats de granulométrie des sédiments sont présentés à l'annexe 3.

Tableau 3. Analyses In-situ de l'eau des différentes stations

Paramètres	pH (mv)	pH	ORP (mV)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité (µs/cm)	Solide totaux dissous (ppm)	Température
OX2-01								
Surface	21,3	6,24	-19,2	64,4	8,8	140	43	0,24
1 m	21,8	6,59	-53,2	37,7	4,84	61	31	1,51
2 m	34,1	6,39	-58,1	0	0	139	70	4,44
2,7 m	13,8	6,78	-67,2	0	0	206	103	5,24
3,2 m	Fond							
OX2-02								
Surface	65,5	5,48	-97,6	67	9,05	271	129	0,22
1 m	59,6	5,85	103,9	65,2	8,87	65	32	0,15
2 m	54,1	5,98	112,9	4,7	0,51	108	54	3,07
2,8 m	40,2	6,25	150,6	0	0	178	89	4,07
3,1 m	Fond							
OX2-03								
Surface	12,9	6,77	-78,5	77,1	10,55	72	36	0,04
1 m	14,1	6,75	-85,1	64,9	8,81	62	31	0,77
1,4 m	26,8	6,52	-92,5	20,1	2,52	75	38	1,7
1,67 m	Fond							
MH-01								
Surface	50,8	6,05	101,3	53,8	7,31	44	22	0,04
1 m	49,7	5,87	-85,6	48,3	6,42	42	21	0,05
1,22 m	Fond							
336-02								
Surface	46,6	6,1	-106,1	20,3	2,78	55	28	0,2
1 m	44,6	5,91	-107,5	6,3	0,82	50	25	0,38
1,42 m	Fond							

Tableau 4. Profondeur de l'eau et des sédiments

Stations	Profondeur de l'eau (m)	Profondeur des sédiments (m)	Épaisseur de la glace (m)	Commentaires
OX2-01	3,2	0,33	1,1	
OX2-02	3,1	0,41	1,1	
OX2-03	1,67	0,56	1,1	
MH-01	1,22	0,89	0,9	
336-01	0	0	0,8	Pas d'eau et incapable d'enfoncer la perche.
336-02	1,42	1,08	1,0	
336-03	1,28	0,53	1,0	
336-04	0	0,15	0,9	Pas d'eau, la glace est directement sur les sédiments, ceux-ci sont en slush. Trop de branches/arbres pour enfoncer la tige.
336-05	1,15	0,57	1,0	
336-06	0	0,12	0,8	Pas d'eau, la glace est directement sur les sédiments.
336-07	0,76	0,54	1,0	Il ne semble pas y avoir plus de 10 cm entre la glace et les sédiments.
336-08	0	1,66	0,9	Pas d'eau, la glace est directement sur les sédiments.
336-09	0	0	0,8	Pas d'eau, la glace est directement sur les sédiments, ceux-ci semblent gelés au fond.

Tableau 5. Descriptions des sédiments prélevés au différentes stations

Stations	Descriptions sédiment	Autres commentaires
OX2-01	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 25 % végétale, couleur brune très foncée presque noire, avec reflet verdâtre au soleil.	
OX2-02	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 10 % végétale, couleur brune très foncée presque noire, avec reflet verdâtre au soleil.	
OX2-03	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 3 % végétale, 15 % bois avec décomposition avancé, couleur brune très foncée presque noire, avec reflet verdâtre au soleil.	
MH-01	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 35 % végétale, couleur brune.	Présence de plantes aquatiques, forte odeur naturelle des sédiments.
336-01	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 1 % végétale, 10 % bois, couleur brune.	Les sédiments ont été récupérés à la tarière lors du perçage de la glace, les sédiments sont gelés.
336-02	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 5 % végétale, 55 % bois, couleur brune.	
336-03	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 5 % bois, couleur brune.	Présence de plantes aquatiques et de beaucoup de bois au fond.
336-04	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 3 % végétale, 80 % bois, couleur brune.	Présence d'arbres et de beaucoup de branches au fond. Sédiment en slush, difficile à récupérer.
336-05	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 75 % bois et sciure de bois, couleur brune.	Présence de plantes aquatiques, beaucoup de branches au fond, la station est à 9 m du centre de la hutte des castors, sédiments très difficiles à prendre.
336-06	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 5 % végétale, 15 % bois, couleur brune.	Les sédiments ont été récupérés à la tarière lors du perçage de la glace, les sédiments sont gelés.
336-07	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 25 % végétale, 20 % bois, couleur brune	
336-08	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 30 % végétale, 15 % bois, couleur brune.	
336-09	Aucun granulaire au toucher, composition organique, 5 % végétale, 20 % bois, couleur brune.	Les sédiments ont été récupérés à la tarière lors du perçage de la glace, les sédiments sont gelés.

ANNEXE 1



Photo 1. Sédiments du OX2-01

Photo prise à l'intérieur d'un bâtiment, donc la luminosité est intensifiée et la couleur des sédiments apparaît donc plus pâle qu'en réalité.



Photo 2. Sédiments du OX2-02

Le reflet orangé dans les sédiments est simplement le reflet des vestes de terrain.



Photo 3. Sédiments du OX2-03



Photo 4. Sédiments du MH-01



Photo 5. Sédiments du 336-01



Photo 6. Sédiments du 336-02

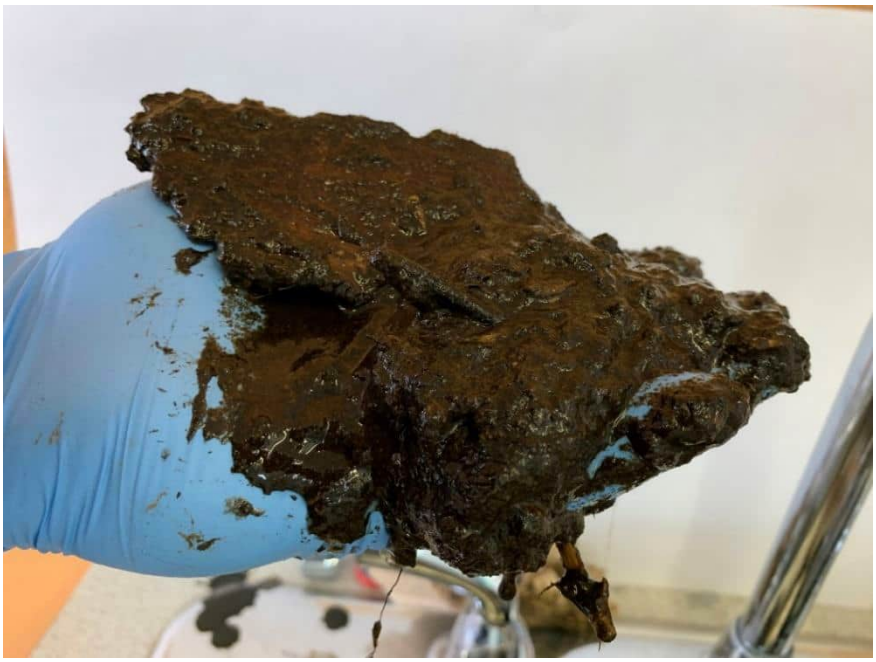


Photo 7. Sédiments du 336-03

Photo prise à l'intérieur d'un bâtiment.



Photo 8. Sédiments du 336-04

Photo prise à l'intérieur d'un bâtiment. Les sédiments sont délayés dans l'eau après la fonte de la slush, donc très difficile de prendre une photo des sédiments, mis à part le bois.



Photo 9. Sédiments du 336-05

Sédiments remontés à la surface avec la tarière.



Photo 10. Sédiments du 336-05



Photo 11. Sédiments du 336-06



Photo 12. Sédiments du 336-07



Photo 13. Sédiments du 336-08



Photo 14. Sédiments du 336-09

ANNEXE 2

Résultats d'analyse des sédiments – Avril 2022

Lieu de prélèvement	Humidité (%)	Granulométrie	Aluminium (Al) (mg/kg)	Antimoine (Sb) (mg/kg)	Argent (Ag) (mg/kg)	Arsenic (As) (mg/kg)	Baryum (Ba) (mg/kg)	Béryllium (Be) (mg/kg)	Bore (B) (mg/kg)	Cadmium (Cd) (mg/kg)	Carbone organique total (C.O.T.) (% g/g)	Chrome (Cr) (mg/kg)	Cobalt (Co) (mg/kg)	Cuivre (Cu) (mg/kg)	Fer (Fe) (mg/kg)	Manganèse (Mn) (mg/kg)	Molybdène (Mo) (mg/kg)	Nickel (Ni) (mg/kg)	Plomb (Pb) (mg/kg)	Sélénium (Se) (mg/kg)	Soufre (S) (mg/kg)	Strontium (Sr) (mg/kg)	Uranium (U) (mg/kg)	Vanadium (V) (mg/kg)	Zinc (Zn) (mg/kg)
OX2-01	75,7	Voir Annexe 3	21209,6	< 0,1	10	15,66	38,36	0,2	2933,03	20,490	13,00	50,80	23,36	1868	33808,5	249,58	12,97	22,29	170,21	84,41	14839	24	< 1	41,9	2407,90
OX2-02	81,5	Voir Annexe 3	14447,7	< 0,1	12	19,40	29,70	0,2	1035,20	14,730	14,00	40,40	28,46	2751	125205,3	219,84	19,33	20,20	64,00	60,91	14685	16	< 1	40,7	2294,39
OX2-03	85,2	Voir Annexe 3	12655,2	< 0,1	3	5,01	43,43	0,2	731,14	14,500	39,00	35,09	16,86	1070	19384,4	345,93	7,45	17,85	110,04	51,55	12611	25	< 1	29,4	2216,41
MH-01	92,7	Voir Annexe 3	6497,0	< 0,1	< 2	11,44	55,14	0,1	< 0,01	7,200	38,00	12,79	3,76	140	4988,4	141,15	1,23	13,28	99,56	3,38	5043	21	< 1	9,3	195,44
336-02	93,1	Voir Annexe 3	7031,4	< 0,1	< 2	17,17	60,94	0,2	< 0,01	9,500	36,00	13,37	5,24	161	5666,3	221,61	1,61	12,71	134,45	2,69	5904	31	< 1	12,2	272,46

Résultats d'analyse d'eau – Avril 2022

Lieu de prélèvement	Type d'échantillon	Alcalinité (mg/L CaCO3)	Aluminium (Al) Basse limite* (µg/L)	Antimoine (Sb) Basse limite* (µg/L)	Argent (Ag) Basse limite* (µg/L)	Arsenic (As) Basse limite* (µg/L)	Azote ammoniacal (NH3-NH4) (mg/L)	Azote total Kjeldahl (mg/L N)	Azote total par calcul (NTK + NO2NO3) (mg/L N)	Baryum (Ba) Basse limite* (µg/L)	Béryllium (Be) Basse limite* (µg/L)	Bore (B) Basse limite* (µg/L)	Cadmium (Cd) Basse limite* (µg/L)	Calcium (Ca) (mg/L)	Carbone organique dissous (C.O.D.) (mg/L)	Chlorures (Cl) (mg/L)	Chrome (Cr) Basse limite* (µg/L)	Cobalt (Co) Basse limite* (µg/L)	Coliformes fécaux (UFC/100mL)	Conductivité (µS/cm)	Cuivre (Cu) Basse limite* (µg/L)	Dureté (mg/L CaCO3)	Fer (Fe) Basse limite* (µg/L)	Filtration au laboratoire
OX2-01	Eau de surface	20	82	0,23	0,010	1,8	0,18	0,76	0,94	6,7	< 0,010	3,0	0,27	9,33	11,7	1,0	0,37	0,31	< 2	86	17	32	400	N/A
OX2-02	Eau de surface	15	94	0,20	< 0,0030	1,9	0,24	0,85	1,1	6,9	< 0,010	2,7	0,24	7,50	12,8	0,5	0,54	0,32	< 2	58	12	25	500	N/A
OX2-03	Eau de surface	21	130	0,18	0,019	2,4	0,20	0,71	1,0	7,6	< 0,010	2,7	0,28	8,76	13,2	1,6	0,36	0,89	< 2	70	18	28	770	N/A
MH-01	Eau de surface	13	120	0,12	< 0,0030	1,3	0,24	0,68	0,86	5,6	< 0,010	1,4	0,094	5,62	11,7	1,2	0,33	0,22	< 2	47	4,7	18	330	N/A
336-02	Eau de surface	19	85	0,11	< 0,0030	2,4	0,49	1,1	1,2	8,9	< 0,010	2,0	0,11	7,50	17,0	1,5	< 0,040	1,1	< 2	55	4,3	22	820	N/A
Blanc terrain	Eau de surface	2	< 5,0	< 0,0050	< 0,0030	< 0,080	< 0,01	< 0,05	< 0,0050	< 0,030	< 0,010	< 0,30	< 0,0060	< 0,03	0,5	< 0,5	< 0,040	< 0,0080	0	3	< 0,30	< 1	< 0,50	N/A
Dup (MH-01)	Eau de surface	10	120	0,085	0,0042	1,2	0,27	0,85	1,4	5,8	< 0,010	1,4	0,11	7,35	10,7	1,2	0,26	0,24	< 2	52	4,9	23	340	N/A

Lieu de prélèvement	Type d'échantillon	Fluorures (F) (mg/L)	Magnésium (Mg) (mg/L)	Manganèse (Mn) Basse limite* (µg/L)	Matières en suspension (MES) (mg/L)	Molybdène (Mo) Basse limite* (µg/L)	Nickel (Ni) Basse limite* (µg/L)	Nitrites-Nitrates (mg/L)	Oxygène dissous (mg/L)	pH (UpH)	Phosphore total (P) (mg/L)	Plomb (Pb) Basse limite* (µg/L)	Potassium (K) (mg/L)	Sélénium (Se) Basse limite* (µg/L)	Sodium (Na) (mg/L)	Solides dissous totaux (mg/L)	Strontium (Sr) Basse limite* (µg/L)	Sulfates (SO4) (mg/L)	Turbidité (UTN)	Uranium (U) Basse limite* (µg/L)	Vanadium (V) Basse limite* (µg/L)	Zinc (Zn) Basse limite* (µg/L)
OX2-01	Eau de surface	< 0,02	2,13	70	1	0,24	1,2	0,18	8,7	6,73	0,09	0,87	0,59	0,80	2,11	57	23	12,5	1,90	0,0066	0,20	87
OX2-02	Eau de surface	< 0,02	1,63	69	2	0,13	1,0	0,24	11,0	6,62	0,11	0,98	0,37	0,45	1,75	39	20	9,3	1,86	0,0056	0,24	58
OX2-03	Eau de surface	< 0,02	1,62	160	1	0,31	0,95	0,29	11,2	6,75	0,04	1,6	0,45	0,67	1,73	46	18	8,0	2,89	0,0084	0,33	39
MH-01	Eau de surface	< 0,02	0,87	79	1	0,038	1,6	0,18	9,8	6,07	0,05	1,1	0,06	0,18	1,18	31	13	5,3	1,48	0,0041	0,16	8,9
336-02	Eau de surface	< 0,02	0,93	240	1	0,065	0,91	0,10	3,8	5,95	0,03	1,2	0,23	0,27	1,44	37	20	7,9	1,21	0,0041	0,17	8,4
Blanc terrain	Eau de surface	< 0,02	< 0,02	< 0,030	< 1	< 0,010	< 0,030	< 0,01	9,3	5,61	0,02	< 0,010	< 0,05	< 0,050	0,170	2	< 0,040	1,0	0,13	< 0,0010	< 0,050	< 0,50
Dup (MH-01)	Eau de surface	< 0,02	1,11	70	2	0,033	1,4	0,55	9,8	5,96	0,04	1,2	0,06	0,21	1,45	34	14	4,0	1,01	0,0042	0,17	< 10

ANNEXE 3

eNGLOBe

129, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda, J9X 7B9
Téléphone: (819) 762-5119

Essais sur sols, granulats et autres matériaux

Client : H2Lab inc.
Projet : H2Lab; Demande d'analyse 17847
Endroit : N/A

Dossier : 02200195.012-0100-0101
Réf. client : 334708
Rapport n° : 1 **Rév.** 0
Page 1 **de** 1

Échantillonnage

N° d'échantillon	:	1
N° d'échantillon client	:	P.O.17847
Type de matériau	:	
Source première; ville	:	H2 Lab
Endroit échantillonné	:	OX2-01

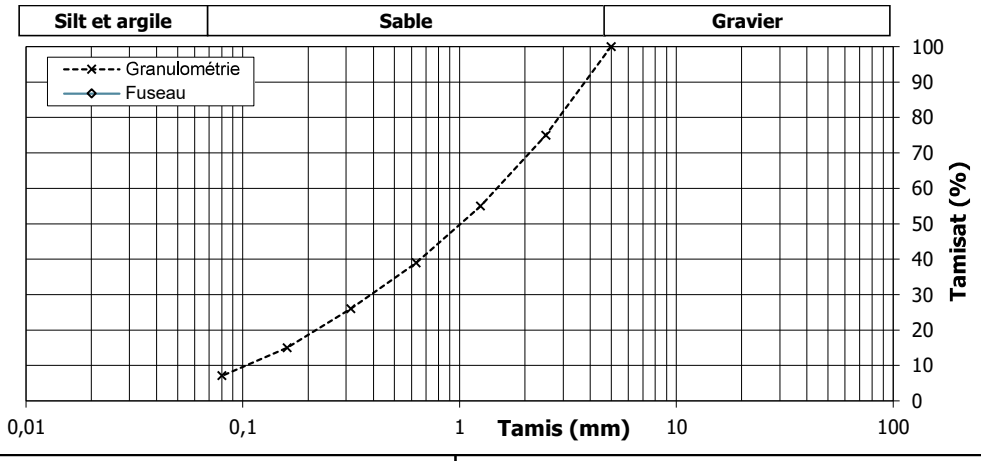
Spécification n° 1

Référence	:	
Usage	:	
Calibre	:	
Classe	:	

Prélevé le	:	2022-03-17
Par	:	le client
Reçu le	:	2022-03-21

Analyse granulométrique (LC 21-040)

TAMIS (mm)	TAMISAT (%) EXIGENCES	TAMISAT (%) MESURÉ
112		
80		
56		
40		
31,5		
20		
14		
10		
5		100
2,5		75
1,25		55
0,630		39
0,315		26
0,160		15
0,080		7,1



Cu : 14,6 Cc : 1,0 MF : 2,90 D_{10} : 0,102 D_{30} : 0,391 D_{60} : 1,496

Masse vol. sèche maximale kg/m³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	0,0	Sable :	92,9
Gravier :	0,0	Silt et argile :	7,1

Autres essais	Exigé	Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTÉRISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME À L'EXIGENCE SPÉCIFIÉE.

Préparé par :	Date :	Approuvé par :	Date :
Rock Desjardins, tech.	2022-03-25	**François Demers**	

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

eNGLOBe

129, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda, J9X 7B9
Téléphone: (819) 762-5119

Essais sur sols, granulats et autres matériaux

Client : H2Lab inc.
Projet : H2Lab; Demande d'analyse 17847
Endroit : N/A

Dossier : 02200195.012-0100-0101
Réf. client : 334709
Rapport n° : 2 **Rév.** 0
Page 1 **de** 1

Échantillonnage

N° d'échantillon	:	2
N° d'échantillon client	:	P.O.17847
Type de matériau	:	
Source première; ville	:	H2 Lab
Endroit échantillonné	:	OX2-02

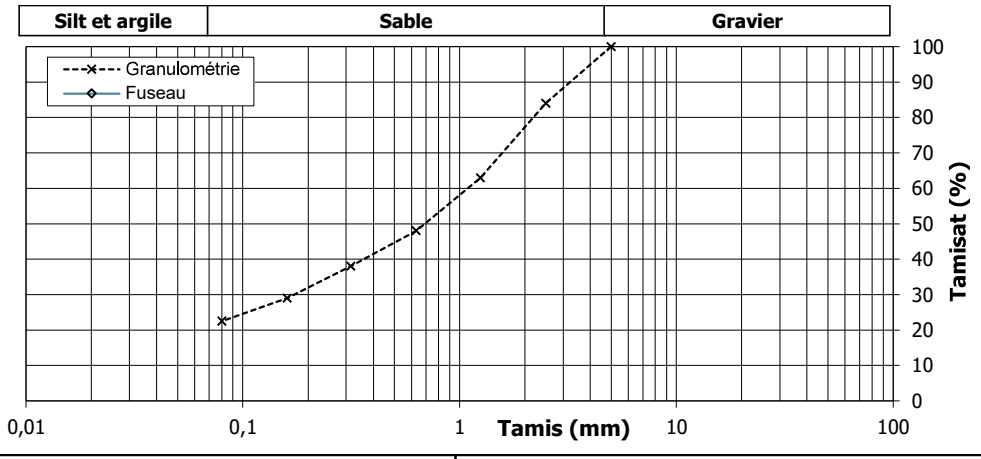
Spécification n° 1

Référence	:	
Usage	:	
Calibre	:	
Classe	:	

Prélevé le	:	2022-03-18
Par	:	le client
Reçu le	:	2022-03-21

Analyse granulométrique (LC 21-040)

TAMIS (mm)	TAMISAT (%) EXIGENCES	TAMISAT (%) MESURÉ
112		
80		
56		
40		
31,5		
20		
14		
10		
5		100
2,5		84
1,25		63
0,630		48
0,315		38
0,160		29
0,080		22,5



Cu : Cc : MF : 2,38 D_{10} : D_{30} : 0,169 D_{60} : 1,096

Masse vol. sèche maximale kg/m³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	0,0	Sable :	77,5
Gravier :	0,0	Silt et argile :	22,5

Autres essais	Exigé	Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTÉRISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME À L'EXIGENCE SPÉCIFIÉE.

Préparé par :	Date :	Approuvé par :	Date :
Rock Desjardins, tech.	2022-03-24	**François Demers**	

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

ENGLOBE

129, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda, J9X 7B9
Téléphone: (819) 762-5119

Essais sur sols, granulats et autres matériaux

Client : H2Lab inc.
Projet : H2Lab; Demande d'analyse 17847
Endroit : N/A

Dossier : 02200195.012-0100-0101
Réf. client : 334710
Rapport n° : 3 **Rév.** 0
Page 1 **de** 1

Échantillonnage

N° d'échantillon	:	3
N° d'échantillon client	:	P.O.17847
Type de matériau	:	
Source première; ville	:	H2 Lab
Endroit échantillonné	:	OX2-03

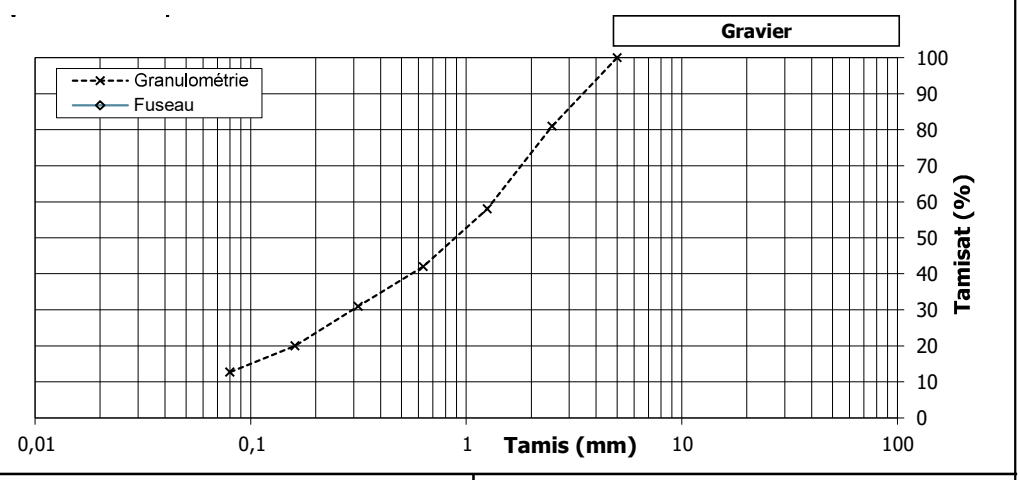
Spécification n° 1

Référence	:	
Usage	:	
Calibre	:	
Classe	:	

Prélevé le	:	2022-03-18
Par	:	le client
Reçu le	:	2022-03-21

Analyse granulométrique (LC 21-040)

TAMIS (mm)	TAMISAT (%) EXIGENCES	TAMISAT (%) MESURÉ
112		
80		
56		
40		
31,5		
20		
14		
10		
5		100
2,5		81
1,25		58
0,630		42
0,315		31
0,160		20
0,080		12,7



Cu : Cc : MF : 2,68 D_{10} : D_{30} : 0,295 D_{60} : 1,336

Masse vol. sèche maximale kg/m³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	0,0	Sable :	87,3
Gravier :	0,0	Silt et argile :	12,7

Autres essais	Exigé	Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTÉRISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME À L'EXIGENCE SPÉCIFIÉE.

Préparé par :	Date :	Approuvé par :	Date :
Rock Desjardins, tech.	2022-03-25	**François Demers**	

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

eNGLOBe

129, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda, J9X 7B9
Téléphone: (819) 762-5119

Essais sur sols, granulats et autres matériaux

Client : H2Lab inc.
Projet : H2Lab; Demande d'analyse 17847
Endroit : N/A

Dossier : 02200195.012-0100-0101
Réf. client : 334730
Rapport n° : 4 **Rév.** 0
Page 1 **de** 1

Échantillonnage

N° d'échantillon	:	4
N° d'échantillon client	:	P.O.17847
Type de matériau	:	
Source première; ville	:	H2 Lab
Endroit échantillonné	:	MH-01

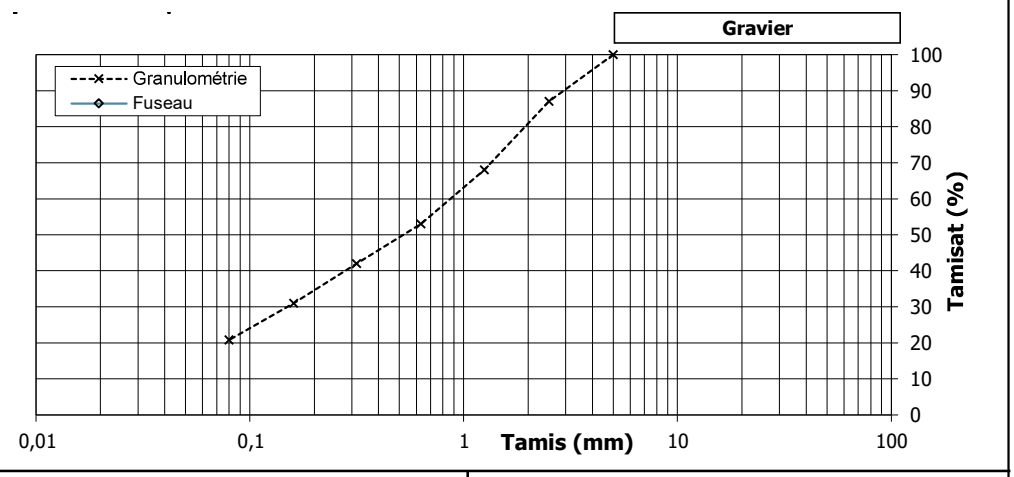
Spécification n° 1

Référence	:	
Usage	:	
Calibre	:	
Classe	:	

Prélevé le	:	2022-03-20
Par	:	le client
Reçu le	:	2022-03-21

Analyse granulométrique (LC 21-040)

TAMIS (mm)	TAMISAT (%) EXIGENCES	TAMISAT (%) MESURÉ
112		
80		
56		
40		
31,5		
20		
14		
10		
5		100
2,5		87
1,25		68
0,630		53
0,315		42
0,160		31
0,080		20,8



Cu : Cc : MF : 2,19 | D_{10} : D_{30} : 0,146 D_{60} : 0,869

Masse vol. sèche maximale kg/m³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	0,0	Sable :	79,2
Gravier :	0,0	Silt et argile :	20,8

Autres essais	Exigé	Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTÉRISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME À L'EXIGENCE SPÉCIFIÉE.

Préparé par :	Date :	Approuvé par :	Date :
Rock Desjardins, tech.	2022-03-25	**François Demers**	

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

eNGLOBe

129, avenue Marcel-Baril
Rouyn-Noranda, J9X 7B9
Téléphone: (819) 762-5119

Essais sur sols, granulats et autres matériaux

Client : H2Lab inc.
Projet : H2Lab; Demande d'analyse 17847
Endroit : N/A

Dossier : 02200195.012-0100-0101
Réf. client : 334731
Rapport n° : 5 **Rév.** 0
Page 1 **de** 1

Échantillonnage

N° d'échantillon	:	5
N° d'échantillon client	:	P.O.17847
Type de matériau	:	
Source première; ville	:	H2 Lab
Endroit échantillonné	:	336-02

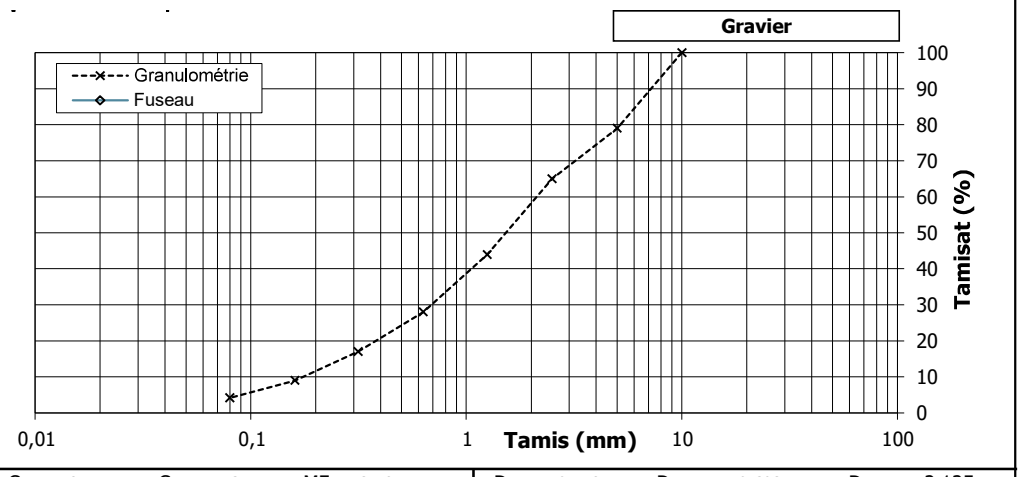
Spécification n° 1

Référence	:	
Usage	:	
Calibre	:	
Classe	:	

Prélevé le	:	2022-03-20
Par	:	le client
Reçu le	:	2022-03-21

Analyse granulométrique (LC 21-040)

TAMIS (mm)	TAMISAT (%) EXIGENCES	TAMISAT (%) MESURÉ
112		
80		
56		
40		
31,5		
20		
14		
10		100
5		79
2,5		65
1,25		44
0,630		28
0,315		17
0,160		9
0,080		4,2



Cu : 12,4 Cc : 1,3 MF : 3,58 D_{10} : 0,172 D_{30} : 0,693 D_{60} : 2,125

Masse vol. sèche maximale kg/m³	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %

Proportions selon analyse granulométrique (%)

Cailloux :	0,0	Sable :	75,2
Gravier :	20,6	Silt et argile :	4,2

Autres essais	Exigé	Mesuré

Remarques

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTÉRISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME À L'EXIGENCE SPÉCIFIÉE.

Préparé par : Rock Desjardins, tech. **Date :** 2022-03-25

Approuvé par : François Demers **Date :**

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

ANNEXE

D

QUALITÉ DE L'EAU DANS LE SECTEUR DES ÉTANGS DES IGRM (STATION PE4)

Paramètres	Unite	LDR	Résultats d'analyses de la station d'échantillonage PE 4					
Date d'échantillonage			2022-07-06	2022-08-02	2022-09-07	2022-10-04	2022-11-01	2023-05-10
Alcalinité	mg/L CaCO3	2	22	25	26	16	20	13
Azote ammoniacal (NH3-NH4)	mg/L N	0,01	0,13	0,06	0,2	0,02	0,01	0,02
Azote total Kjeldahl	mg/L N	0,05	0,87	0,66	1,9	0,61	0,55	0,5
Calcium (Ca)	mg/L	0,03	8,03	7,84	7,68	6,25	6,18	4,25
Carbone organique dissous (C.O.D.)	mg/L	0,2	8,8	12,6	11,4	12,1	8,9	9
Chlorures (Cl)	mg/L	0,5	0,7	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Chrome VI (Cr VI)	mg/L	0,008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Chrome VI dissous	mg/L	0,008	-	<0.008	-	<0.008	<0.008	<0.008
Coliformes fécaux	UFC/100mL	0	20	27	6	0	< 2	< 10
Conductivité	µmhos/cm	1	91	72	81	57	50	41
Cyanures totaux (CNt)	mg/L CN	0,001	< 0.001	< 0.001	0,001	< 0.001	0,001	0,001
Dureté	mg/L CaCO3	1	25	25	24	20	20	13
Fluorures (F)	mg/L	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Magnésium (Mg)	mg/L	0,02	1,1	1,32	1,11	1,02	1,07	0,7
Matières en suspension (MES)	mg/L	1	9	10	6	4	9	10
Nitrates (NO3)	mg/L N	0,01	< 0.01	< 0.01	0,07	0,16	< 0.01	0,04
Nitrites (NO2)	mg/L N	0,01	0,03	< 0.01	0,06	0,05	< 0.01	0,03
Nitrites-Nitrates	mg/L N	0,01	< 0.01	< 0.01	0,13	0,21	< 0.01	0,08
Oxygène dissous	mg/L	0,1	6,7	5,6	8,2	8,6	10	8,3
pH	UpH	-	6,8	6,76	7,14	7,13	6,91	6,81
Phosphore total (P)	mg/L P	0,01	3,27	0,04	0,05	0,06	0,02	0,05
Solides dissous totaux	mg/L	2	60	48	54	38	34	28
Sulfates (SO4)	mg/L	0,06	1,8	1	< 1.9	1,9	2,4	3,2
Turbidité	UTN	0,02	5,99	4,69	3,7	3,46	8,17	5,33
Groupe Métaux Trace								
Aluminium (Al)Basse limite*	µg/L	0,5	160	110	14	94	240	190
Antimoine (Sb)Basse limite*	µg/L	0,005	0,074	0,079	0,062	0,082	0,08	0,13
Argent (Ag)Basse limite*	µg/L	0,003	0,0051	0,004	<0.0030	0,0033	<0.0050	0,011
Arsenic (As)Basse limite*	µg/L	0,08	2	2,2	1,5	1,1	0,9	1,2
Baryum (Ba) Basse limite*	µg/L	0,03	5,4	4,9	3,5	3,5	4,8	4,5
Béryllium (Be)Basse limite*	µg/L	0,01	<0.010	<0.010	<0.010	0,011	0,012	<0.010
Bore (B)Basse limite*	µg/L	0,3	2,3	3,3	2,7	2,8	2,1	2,4

Paramètres	Unite	LDR	Résultats d'analyses de la station d'échantillonage PE 4					
Date d'échantillonage			2022-07-06	2022-08-02	2022-09-07	2022-10-04	2022-11-01	2023-05-10
Cadmium (Cd)Basse limite*	µg/L	0,006	0,059	0,051	0,02	0,016	0,037	0,093
Calcium (Ca)Basse limite*	µg/L	20	6900	7600	7900	5900	5700	4250
Cobalt (Co)Basse limite*	µg/L	0,008	0,29	0,3	0,15	0,12	0,17	0,16
Cuivre (Cu)Basse limite*	µg/L	0,05	3,9	3,4	1,8	3,2	3,8	6,2
Fer (Fe)Basse limite*	µg/L	0,5	660	790	350	270	340	270
Magnésium (Mg)Basse limite*	µg/L	10	900	1200	1100	1100	1100	700
Manganèse (Mn)Basse limite*	µg/L	0,03	140	230	59	32	22	28
Mercure (Hg)Basse limite*	µg/L	0,0013	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200
Molybdène (Mo)Basse limite*	µg/L	0,01	0,15	0,14	0,079	0,15	0,079	0,14
Nickel (Ni)Basse limite*	µg/L	0,03	0,72	0,79	0,44	0,52	0,63	0,56
Plomb (Pb)Basse limite*	µg/L	0,01	0,59	0,42	0,29	0,25	0,41	0,55
Potassium (K)Basse limite*	µg/L	10	110	160	190	280	470	300
Sélénium (Se)Basse limite*	µg/L	0,05	0,23	0,18	<0.050	0,15	0,096	0,24
Sodium (Na)Basse limite*	µg/L	10	610	750	850	970	1200	900
Strontium (Sr)Basse limite*	µg/L	0,04	20	20	21	16	15	11
Uranium (U)Basse limite*	µg/L	0,001	0,017	0,015	0,0093	0,015	0,016	0,012
Vanadium (V)Basse limite*	µg/L	0,05	0,65	0,46	0,33	0,42	0,47	0,58
Zinc (Zn)Basse limite*	µg/L	0,5	3,6	4,1	2,3	3	3	4,7
Groupe Métaux Trace dissous								
Aluminium (Al) dissous Basse limite*	µg/L	0,05	63	230	27	48	65	94
Antimoine (Sb) dissous Basse limite*	µg/L	0,005	0,076	0,14	0,054	0,081	0,074	0,12
Argent (Ag) dissous Basse limite*	µg/L	0,003	<0.0030	0,011	<0.0030	0,0041	<0.0030	<0.0030
Arsenic (As)dissous Basse limite*	µg/L	0,08	1,7	2,4	1,4	1,2	0,74	1,3
Baryum (Ba)dissous Basse limite*	µg/L	0,03	4,8	4,6	2,7	3,3	2,8	3,5
Béryllium (Be)dissous Basse limite*	µg/L	0,01	<0.010	0,016	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Bore (B)dissous Basse limite*	µg/L	0,3	1,9	6,6	2,4	2,2	1,9	2,1
Cadmium (Cd)dissous Basse limite*	µg/L	0,006	0,038	0,17	0,008	0,016	0,017	0,065
Calcium (Ca)dissous Basse limite*	µg/L	20	6900	5900	7900	7000	5100	3800
Cobalt (Co)dissous Basse limite*	µg/L	0,008	0,13	0,76	0,045	0,048	0,069	0,28
Cuivre (Cu)dissous Basse limite*	µg/L	0,05	3	6,1	1,5	2,6	3	5,2
Fer (Fe)dissous Basse limite*	µg/L	0,5	350	520	180	200	110	110
Magnésium (Mg)dissous Basse limite*	µg/L	10	930	420	1200	1000	980	-

Paramètres	Unite	LDR	Résultats d'analyses de la station d'échantillonage PE 4					
Date d'échantillonage			2022-07-06	2022-08-02	2022-09-07	2022-10-04	2022-11-01	2023-05-10
Manganèse (Mn)dissous Basse limite*	µg/L	0,03	80	20	5,3	9,4	11	7,1
Mercure (Hg)dissous Basse limite*	µg/L	0,0013	<0.00200	0,0073	<0.00200	<0.00200	<0.00200	-
Molybdène (Mo)dissous Basse limite*	µg/L	0,01	0,13	2,9	0,069	0,12	0,056	0,13
Nickel (Ni)dissous Basse limite*	µg/L	0,03	0,48	1,6	0,33	0,38	0,42	0,56
Plomb (Pb)dissous Basse limite*	µg/L	0,01	0,25	3,2	0,1	0,12	0,13	0,19
Potassium (K)dissous Basse limite*	µg/L	10	94	1600	160	290	360	220
Sélénium (Se)dissous Basse limite*	µg/L	0,05	0,29	0,29	0,094	0,13	0,13	0,14
Sodium (Na)dissous Basse limite*	µg/L	10	590	9300	960	1100	1200	680
Strontium (Sr)dissous Basse limite*	µg/L	0,04	20	8	20	20	14	10
Uranium (U)dissous Basse limite*	µg/L	0,001	0,012	0,011	0,0064	0,01	0,032	0,011
Vanadium (V)dissous Basse limite*	µg/L	0,05	0,33	9,3	0,19	0,17	0,14	0,34
Zinc (Zn)dissous Basse limite*	µg/L	0,5	2,4	18	0,71	1,8	1,6	3,2

ANNEXE

E

QUALITÉ DE L'EAU DANS LE SECTEUR DU CANAL DE DÉRIVATION SUD-OUEST (STATION PE2)

Paramètres	Unite	LDR	Résultats d'analyses de la station d'échantillonage PE 2					
Date d'échantillonage			2022-07-05	2022-08-03	2022-09-06	2022-10-03	2022-10-31	2023-05-09
Alcalinité	mg/L CaCO3	2	26	27	26	13	16	10
Azote ammoniacal (NH3-NH4)	mg/L N	0,01	0,04	< 0.01	0,13	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Azote total Kjeldahl	mg/L N	0,05	0,61	0,63	0,7	0,28	0,42	0,25
Calcium (Ca)	mg/L	0,03	9,87	9,06	9,67	6,77	6,17	5
Carbone organique dissous (C.O.D.)	mg/L	0,2	6,1	9,5	7,8	7,4	6,1	6,1
Chlorures (Cl)	mg/L	0,5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Chrome VI (Cr VI)	mg/L	0,008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Chrome VI dissous	mg/L	0,008	-	<0.008	-	<0.008	<0.008	<0.008
Coliformes fécaux	UFC/100mL	0	1 200	230	28	6	2	2
Conductivité	µmhos/cm	1	65	96	148	70	52	75
Cyanures totaux (CNt)	mg/L CN	0,001	< 0.001	0,001	< 0.001	0,005	0,001	< 0.001
Dureté	mg/L CaCO3	1	32	30	32	24	21	16
Fluorures (F)	mg/L	0,02	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
Magnésium (Mg)	mg/L	0,02	1,9	1,75	2	1300	1,36	0,98
Matières en suspension (MES)	mg/L	1	10	6	4	3	37	45
Nitrates (NO3)	mg/L N	0,01	< 0.01	0,05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Nitrites (NO2)	mg/L N	0,01	0,03	< 0.01	0,07	< 0.01	< 0.01	0,07
Nitrites-Nitrates	mg/L N	0,01	< 0.01	0,06	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,05
Oxygène dissous	mg/L	0,1	7,4	6,7	6,9	7,7	9,5	8,4
pH	UpH	-	6,91	7,02	6,84	6,97	6,83	6,9
Phosphore total (P)	mg/L P	0,01	0,02	< 0.01	0,02	0,04	0,02	0,03
Solides dissous totaux	mg/L	2	44	64	99	46	35	50
Sulfates (SO4)	mg/L	0,06	7,8	3,4	6,5	7,6	9,1	4,6
Turbidité	UTN	0,02	8,12	10,3	6,78	5,42	9,19	6,64
Groupe Métaux Trace								
Aluminium (Al)Basse limite*	µg/L	0,5	81	120	66	55	240	110
Antimoine (Sb)Basse limite*	µg/L	0,005	0,085	0,06	0,065	0,07	0,059	0,083
Argent (Ag)Basse limite*	µg/L	0,003	0,036	0,053	0,024	0,019	0,044	0,026
Arsenic (As)Basse limite*	µg/L	0,08	1,2	1,4	0,94	0,79	0,69	0,88
Baryum (Ba) Basse limite*	µg/L	0,03	6,6	6,9	6,7	5,9	4,5	4,8
Béryllium (Be)Basse limite*	µg/L	0,01	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Bore (B)Basse limite*	µg/L	0,3	2,3	2,3	2,1	2,3	1,5	1,9

Paramètres	Unite	LDR	Résultats d'analyses de la station d'échantillonage PE 2					
Date d'échantillonage			2022-07-05	2022-08-03	2022-09-06	2022-10-03	2022-10-31	2023-05-09
Cadmium (Cd)Basse limite*	µg/L	0,006	0,29	0,33	0,18	0,21	0,34	0,31
Calcium (Ca)Basse limite*	µg/L	20	7900	8400	8900	6900	6100	4900
Cobalt (Co)Basse limite*	µg/L	0,008	2,8	3,1	1,6	1	0,73	0,69
Cuivre (Cu)Basse limite*	µg/L	0,05	23	26	16	15	31	18
Fer (Fe)Basse limite*	µg/L	0,5	3000	7500	3800	2200	1800	740
Magnésium (Mg)Basse limite*	µg/L	10	1200	1200	1700	1620	1500	890
Manganèse (Mn)Basse limite*	µg/L	0,03	140	200	92	52	26	26
Mercure (Hg)Basse limite*	µg/L	0,0013	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200
Molybdène (Mo)Basse limite*	µg/L	0,01	0,13	0,079	0,098	0,068	0,045	0,086
Nickel (Ni)Basse limite*	µg/L	0,03	2,4	2	1,8	1,3	1,3	1,6
Plomb (Pb)Basse limite*	µg/L	0,01	1,3	1,1	0,83	0,6	1	0,73
Potassium (K)Basse limite*	µg/L	10	130	180	230	240	270	190
Sélénium (Se)Basse limite*	µg/L	0,05	0,89	0,64	0,55	0,37	0,4	0,35
Sodium (Na)Basse limite*	µg/L	10	770	740	1000	1000	950	800
Strontium (Sr)Basse limite*	µg/L	0,04	18	17	18	15	11	9,6
Uranium (U)Basse limite*	µg/L	0,001	0,0032	0,0038	0,0057	0,002	0,0022	0,0024
Vanadium (V)Basse limite*	µg/L	0,05	0,12	0,12	0,11	0,082	0,086	0,065
Zinc (Zn)Basse limite*	µg/L	0,5	41	53	36	37	65	59
Groupe Métaux Trace dissous								
Aluminium (Al) dissous Basse limite*	µg/L	0,05	53	47	36	47	56	66
Antimoine (Sb) dissous Basse limite*	µg/L	0,005	0,089	0,054	0,072	0,065	0,051	0,081
Argent (Ag) dissous Basse limite*	µg/L	0,003	0,0066	<0.0030	<0.0030	0,009	<0.0050	0,0069
Arsenic (As)dissous Basse limite*	µg/L	0,08	1,1	1	0,89	0,74	0,51	0,65
Baryum (Ba)dissous Basse limite*	µg/L	0,03	6,2	5,7	6,2	5,4	4	4,3
Béryllium (Be)dissous Basse limite*	µg/L	0,01	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Bore (B)dissous Basse limite*	µg/L	0,3	1,9	2,2	2,8	2,4	1,5	1,9
Cadmium (Cd)dissous Basse limite*	µg/L	0,006	0,23	0,2	0,14	0,21	0,26	0,28
Calcium (Ca)dissous Basse limite*	µg/L	20	8100	8400	7900	7200	5700	-
Cobalt (Co)dissous Basse limite*	µg/L	0,008	2,6	3	1,4	0,99	0,48	0,58
Cuivre (Cu)dissous Basse limite*	µg/L	0,05	15	15	10	13	16	14
Fer (Fe)dissous Basse limite*	µg/L	0,5	2300	3500	2900	1800	590	430
Magnésium (Mg)dissous Basse limite*	µg/L	10	1400	1200	1400	1200	1200	-

Paramètres	Unite	LDR	Résultats d'analyses de la station d'échantillonage PE 2					
Date d'échantillonage			2022-07-05	2022-08-03	2022-09-06	2022-10-03	2022-10-31	2023-05-09
Manganèse (Mn)dissous Basse limite*	µg/L	0,03	150	190	85	48	22	24
Mercure (Hg)dissous Basse limite*	µg/L	0,0013	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200
Molybdène (Mo)dissous Basse limite*	µg/L	0,01	0,15	0,12	0,089	0,045	0,038	0,075
Nickel (Ni)dissous Basse limite*	µg/L	0,03	2,1	1,7	1,9	1,4	1,2	1,2
Plomb (Pb)dissous Basse limite*	µg/L	0,01	0,75	0,54	0,54	0,41	0,27	0,46
Potassium (K)dissous Basse limite*	µg/L	10	160	200	200	250	250	-
Sélénium (Se)dissous Basse limite*	µg/L	0,05	0,47	0,31	0,35	0,26	0,17	0,25
Sodium (Na)dissous Basse limite*	µg/L	10	850	800	860	1000	1100	-
Strontium (Sr)dissous Basse limite*	µg/L	0,04	16	17	18	13	11	9,4
Uranium (U)dissous Basse limite*	µg/L	0,001	0,0022	0,0059	0,0017	0,001	0,0014	0,0018
Vanadium (V)dissous Basse limite*	µg/L	0,05	0,075	0,081	0,058	< 0.050	< 0.050	0,065
Zinc (Zn)dissous Basse limite*	µg/L	0,5	33	27	31	40	52	44

ANNEXE

ANNEXE 11

PLAN DE COMPENSATION PRÉLIMINAIRE DES PERTES D'HABITAT DU POISSON

RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET MINIER HORNE 5

PLAN DE COMPENSATION PRÉLIMINAIRE DES PERTES D'HABITAT DU POISSON

AOÛT 2024

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE WSP : 221-11330-04

VERSION FINALE



RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET MINIER HORNE 5

PLAN DE COMPENSATION PRÉLIMINAIRE DES PERTES D'HABITAT DU POISSON

VERSION FINALE
CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE WSP : 221-11330-04

AOÛT 2024

WSP CANADA INC.
2E ÉTAGE
3535, BOULEVARD L.-P.-NORMAND
TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC) G9B 0G8
CANADA

TÉLÉPHONE : +1-819-375-1292

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Patrice Hamel, biol., M.Sc. Environnement
Directeur de projets

RÉVISÉ PAR

Carl Martin, biol., M.Sc. Environnement
Gestionnaire

9 août 2024
Date

LIMITATIONS

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Ressources Falco Ltée, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de terminer ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, comme indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informé et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

CLIENT

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente, Environnement et développement durable	Hélène Cartier ing. LL.B. ASC

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargé de projet	Carl Martin, biol., M. Sc.
Rédaction	Patrice Hamel, biol., M. Sc.
Cartographie	Alain Lemay, tech.

RÉFÉRENCE À CITER

WSP. 2023. Projet minier Horne 5. Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson. Rapport produit pour Ressources Falco Ltée. Référence WSP : 221-11330-04. 47 pages et annexe.

TABLE DES MATIÈRES

1 Mise en contexte 1

1.1 Survol du projet minier Horne 5 1

1.2 Habitats du poisson qui seront affectés 2

2 Participation des Premières Nations à l'élaboration du plan de compensation 15

3 Présentation du plan de compensation 17

3.1 Description de l'aménagement proposé 17

3.2 Mise en œuvre du plan 22

3.3 Mesures d'atténuation 23

3.4 Mesures de surveillance et de suivi 24

3.5 Propriété des terres et autorisations d'accès 24

3.6 Coût de réalisation et garantie financière 25

4 Équilibre entre les effets résiduels du projet et les mesures de compensation proposées 27

4.1 Valeur des habitats affectés 27

4.1.1 Chaîne d'étangs de castor du secteur des IGRM 27

4.1.2 Bassin d'oxydation OX2 28

4.1.3 Secteur de la dérivation sud-ouest projetée 35

4.1.4 Ruisseau Vauze 37

4.1.5 Réseau de conduites 38

4.2 Équivalence des pertes et des gains 45

Références bibliographiques 47

Tableaux

Tableau 1 Sommaire des pertes d'habitat occasionnées par le projet minier Horne 5 3

Tableau 2 Qualité de l'eau dans l'un des étangs du secteur des IGRM : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 28

Tableau 3 Qualité de l'eau dans le bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 33

Tableau 4 Physico-chimie de l'eau mesurée *in situ* dans le bassin OX2 en mars 2022 34

Tableau 5 Qualité des sédiments du bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 34
Tableau 6 Qualité de l'eau dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest (station PE2) : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères 36
Tableau 7 Caractéristiques des habitats aquatiques à l'intérieur des cours d'eau traversés par les conduites d'eau et de résidus projetées 39
Tableau 8 Qualité de l'eau mesurée en juin 2017 dans les cours d'eau traversés par les conduites d'eau de recirculation et de résidus miniers projetées 41
Tableau 9 Synthèse des informations sur les cours d'eau traversés par les par les conduites d'eau et de résidus projetées et valeurs de l'habitat 43
Tableau 10. Bilan des pertes et des gains 46

Figures

Figure 1 Étapes de rehaussement progressif du niveau de l'eau du lac Vauze 21
Figure 2 Évolution saisonnière des niveaux d'eau au site des IGRM (mai 2022 – octobre 2023) 29
Figure 3 Aperçu du secteur du canal de dérivation sud-ouest en octobre 2023 (source : Google Earth) 35

Cartes

Carte 1 Emplacement des composantes du projet 5
Carte 2 Perte directes d'habitats du poisson dans le secteur des installations de gestion des résidus miniers (IGRM) 7
Carte 3 Délimitation des pertes d'habitat du poisson le long du ruisseau Vauze 9
Carte 4 Gains anticipés d'habitat du poisson le long du ruisseau Waite 11
Carte 5 Localisation des sites de traversées de cours d'eau 13
Carte 6 Représentation du projet de compensation proposé 19

Annexe

A Détail des pertes d’habitat du poisson le long du réseau de conduites

1 Mise en contexte

Le projet minier Horne 5 de Ressources Falco Ltée (ci-après « Falco ») vise l'exploitation souterraine d'un gisement polymétallique aurifère de classe mondiale situé au cœur de la ville de Rouyn-Noranda, en Abitibi-Témiscamingue. La réalisation de ce projet occasionnera des pertes d'habitat du poisson estimées à près de 60 ha, localisées principalement dans le secteur des installations de gestion des résidus miniers (IGRM; parc à résidus).

Un projet de compensation à deux volets est proposé afin de compenser ces pertes d'habitat. Dans un premier temps, le niveau de l'eau du lac Vauze, adjacent aux IGRM, serait rehaussé de 2 m ce qui entraînerait un gain de superficie d'habitat du poisson estimé à 30,6 ha. Par la suite, un canal de dérivation serait creusé et aménagé en habitat propice au poisson, afin de rétablir un lien hydrique sans obstacle permettant le passage du poisson entre le lac Vauze et les habitats aquatiques situés en aval. Un tel lien est perdu depuis des décennies en raison de la présence historique des installations du parc à résidus de Norbec, ayant rompu ce lien hydrique et du même coup la libre circulation des poissons.

Les sections suivantes de ce chapitre présentent un survol du projet minier Horne 5 (infrastructures et phases de développement), les pertes d'habitat du poisson qui en résulteront, ainsi qu'une évaluation de la qualité des habitats affectés. Les chapitres suivants portent sur la participation des peuples autochtones à la planification du plan de compensation, la description détaillée du plan de compensation proposé, puis l'analyse des équivalences entre les pertes et les gains d'habitat.

1.1 Survol du projet minier Horne 5

La mise en exploitation du projet Horne 5 nécessitera les infrastructures suivantes, dont la localisation est montrée à la carte 1 :

- **Le complexe minier Horne 5 (CMH5) :** situé dans le parc industriel Noranda-Nord, sur un site déjà impacté par d'anciennes activités minières. Environ 15 000 tonnes de minerai y seront transformées chaque jour en lingots d'or et d'argent ainsi qu'en concentrés de zinc et de cuivre. Le gisement Horne 5 se trouve directement sous l'ancienne mine Horne, exploitée par Noranda inc. de 1926 à 1976. La mine souterraine sera développée à une profondeur de 650 m à plus de 2 000 m et accessible à partir du puits de l'ancienne mine Quémont, qui sera remis en état.
- **Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM) :** des résidus miniers seront valorisés dans le remblai en pâte et plus de la moitié des résidus générés seront retournés sous terre. L'excédent des résidus sera déposé au site des IGRM, situé sur un site déjà impacté par des activités minières historiques, soit celui de l'ancienne mine Norbec.
- **Le réseau de conduites :** un réseau de conduites d'une longueur d'environ 17 km transportera les résidus miniers du CMH5 aux IGRM, et l'eau de recirculation dans la direction inverse. Ce réseau sera composé de conduites à double paroi instrumentées et de réservoirs de rétention à chaque kilomètre, pour une protection supplémentaire. Le tracé longe des infrastructures existantes (routes, chemins, ligne de transport électrique) réduisant ainsi l'impact sur les milieux naturels.

Lors des deux premières années d'exploitation de la mine, les résidus miniers seront exclusivement retournés sous terre. Ce n'est qu'à partir de la 3e année d'exploitation que des résidus miniers seront acheminés aux IGRM. Le

développement du parc à résidus se poursuivra jusqu'à la fin de l'exploitation prévue à l'année 15. Suivra alors la période de réaménagement et de restauration du site.

1.2 Habitats du poisson qui seront affectés

Les pertes d'habitat du poisson surviendront dans différents secteurs touchés par le projet minier Horne 5.

Tout d'abord, environ 90 % des superficies qui seront perdues se situent dans l'empreinte des IGRM (carte 2), où une grande partie des habitats du poisson se trouvent déjà affectés par des eaux ou des sédiments fortement contaminés, en raison notamment de la présence de l'ancien parc à résidus Norbec[1].

Ensuite, la mise en place des IGRM nécessitera une gestion des eaux différente de la situation actuelle, ce qui entraînera l'assèchement de certains secteurs et la mise en eau d'autres secteurs. Ainsi, les eaux issues du parc à résidus Norbec qui s'écoulent vers le ruisseau Vauze « aval », seront entièrement redirigées ailleurs lors de la mise en place du nouveau parc à résidus. Cette réduction du débit du ruisseau Vauze « aval » se traduira par une baisse du niveau d'eau et une perte d'habitat de 6,9 ha (carte 3). Le secteur du canal sud-ouest projeté, visible à la carte 2, sera affecté par les aménagements requis pour l'effluent final projeté, ce qui se traduira par une perte conservatrice de 3,0 ha de marécage arbustif[2]. Enfin, les eaux traitées provenant du parc à résidus seront rejetées vers le lac Waite via le canal sud-ouest. Cette augmentation du débit vers le lac Waite n'aura pas d'impact significatif sur le niveau du lac, mais entraînera une hausse du niveau d'eau dans son exutoire, le ruisseau Waite. Cette hausse du niveau d'eau se traduira dans ce cas par un gain de 4,9 ha d'habitat du poisson (carte 4).

En dernier lieu, des pertes d'habitat du poisson totalisant 0,43 ha surviendront à neuf traversées de cours d'eau le long du tracé des conduites de résidus et d'eau de recirculation reliant le CMH5 aux IGRM (cours d'eau CE-02 à CE-09, ainsi que CE-13). Ces sites de traversées sont localisés à la carte 5, et le détail des superficies touchées à chaque site est présenté à l'annexe A. Les pertes d'habitat aux sites de traversées de cours d'eau seront occasionnées par l'élargissement d'emprises existantes ou par la réfection de ponceaux, nécessaires au passage des conduites.

À cette étape du projet, la totalité des superficies d'habitat du poisson affectées par les travaux a été considérée comme des pertes d'habitat. Lorsque l'ingénierie sera plus avancée, il sera possible de distinguer plus précisément les superficies détruites, les superficies détériorées et celles simplement perturbées temporairement.

La synthèse des pertes d'habitat dans l'état actuel d'avancement du projet est présentée au tableau 1.

---

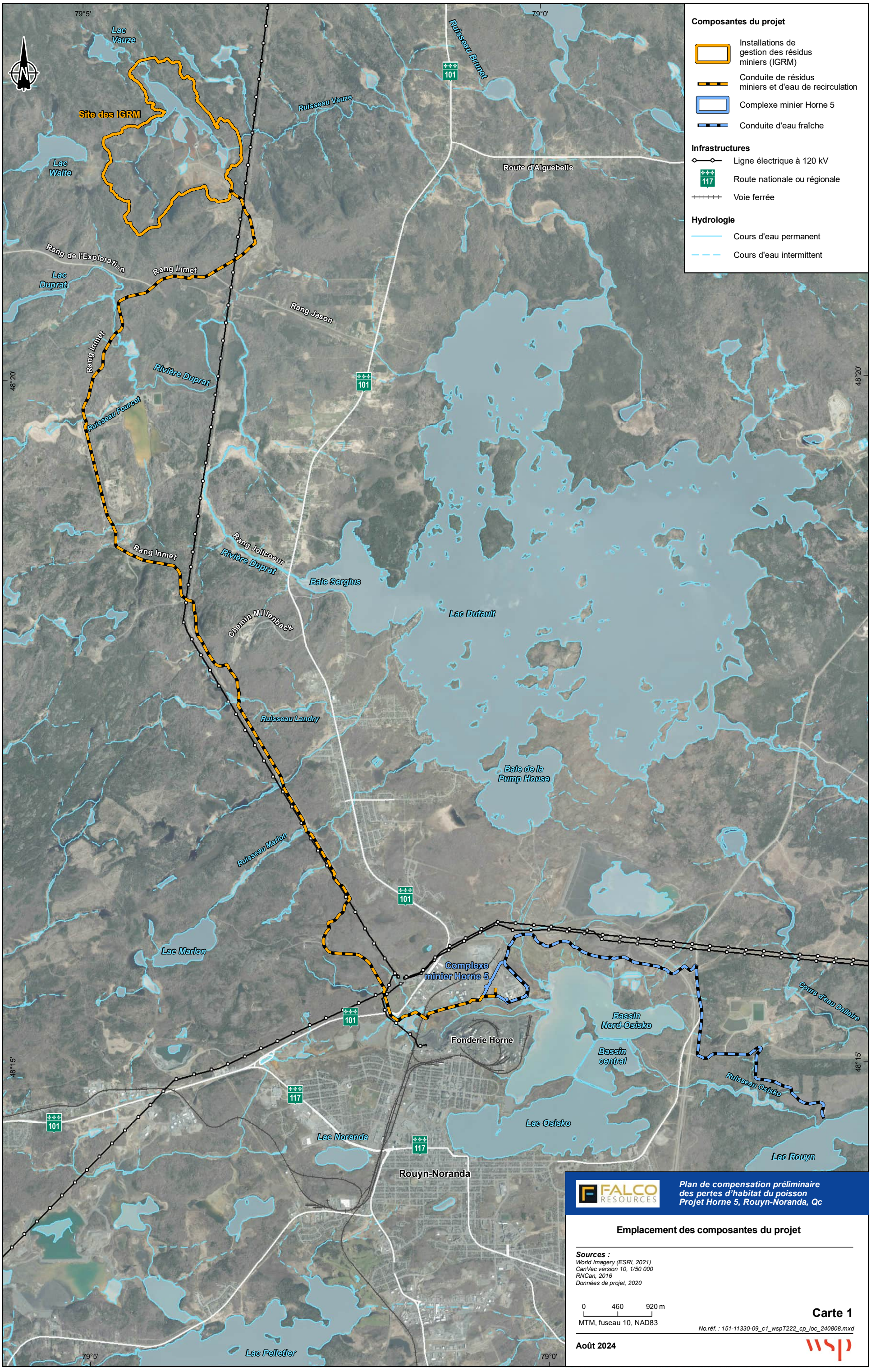
1 Une visite terrain en mai 2023 a mis en évidence que certains barrages de castor responsables de la retenue des eaux dans l'extrémité sud de ce secteur ont cédé et que ces habitats occupent une superficie moindre depuis cet événement. De façon conservatrice, ces habitats sont présentés dans le bilan actuel, mais les pertes d'habitats dans ce secteur devront être précisées lors d'une mise à jour future. Tout porte à croire que les pertes d'habitats dans ce secteur devront être revues à la baisse lors de cette mise à jour.

2 Les modalités du point de rejet final demeurent à évaluer et que la conception de ces infrastructures influencera les pertes d'habitats réelles dans ce secteur. À l'heure actuelle, et de façon conservatrice, il est considéré que l'ensemble de cet habitat sera perdu.

Tableau 1 Sommaire des pertes d'habitat occasionnées par le projet minier Horne 5

Site	Source d'impact	Superficie de perte
Chaîne d'étangs de castor (IGRM)	Remblayage de plans d'eau et de cours d'eau	-33,0 ha [1]
Bassin OX2 (IGRM)	Remblayage du plan d'eau	-19,3 ha
Partie du ruisseau Vauze amont (IGRM)	Remblayage du cours d'eau	-1,4 ha
Partie du ruisseau Vauze aval (IGRM)	Remblayage du cours d'eau	-0,5 ha
Ruisseau Vauze aval	Baisse du débit et du niveau d'eau	-6,9 ha
Dérivation sud-ouest	Assèchement du marécage arbustif	-3,0 ha
Réseau de conduites (traversées de cours d'eau)	Élargissement des emprises	-0,43 ha
Ruisseau Waite	Hausse du débit et du niveau d'eau	+4,9 ha
Total :		**-59,6 ha**

[1] Tout porte à croire que les pertes d'habitats dans ce secteur devront être revues à la baisse lors d'une mise à jour future du bilan en raison de la rupture de certains barrages de castors en 2023.



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Emplacement des composantes du projet

Sources :
World Imagery (ESRI, 2021)
CanVec version 10, 1/50 000
RNCan, 2016
Données de projet, 2020

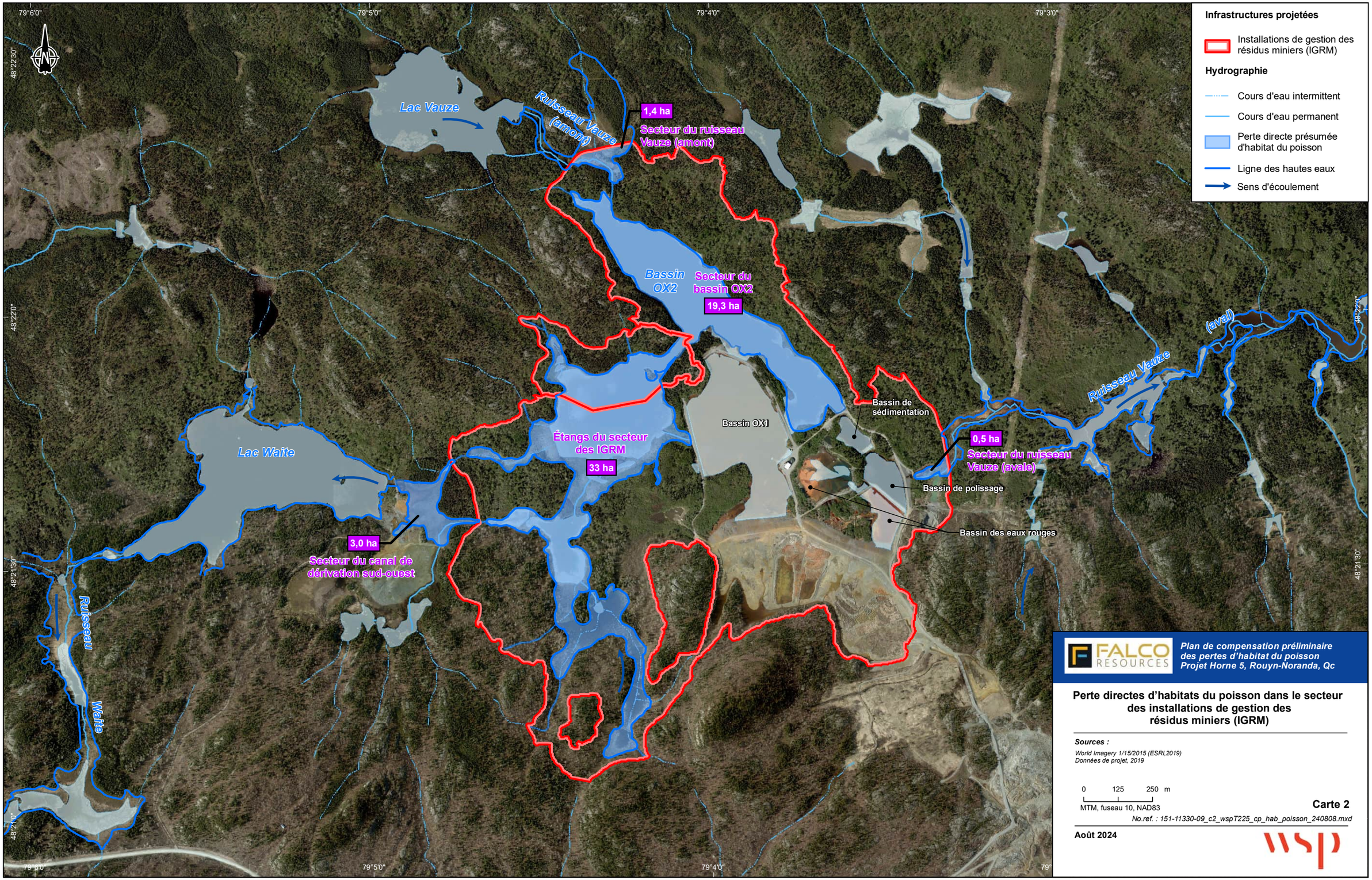
0 460 920 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 1

No.réf. : 151-11330-09_c1_wspT222_cp_loc_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Perte directes d'habitats du poisson dans le secteur des installations de gestion des résidus miniers (IGRM)

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

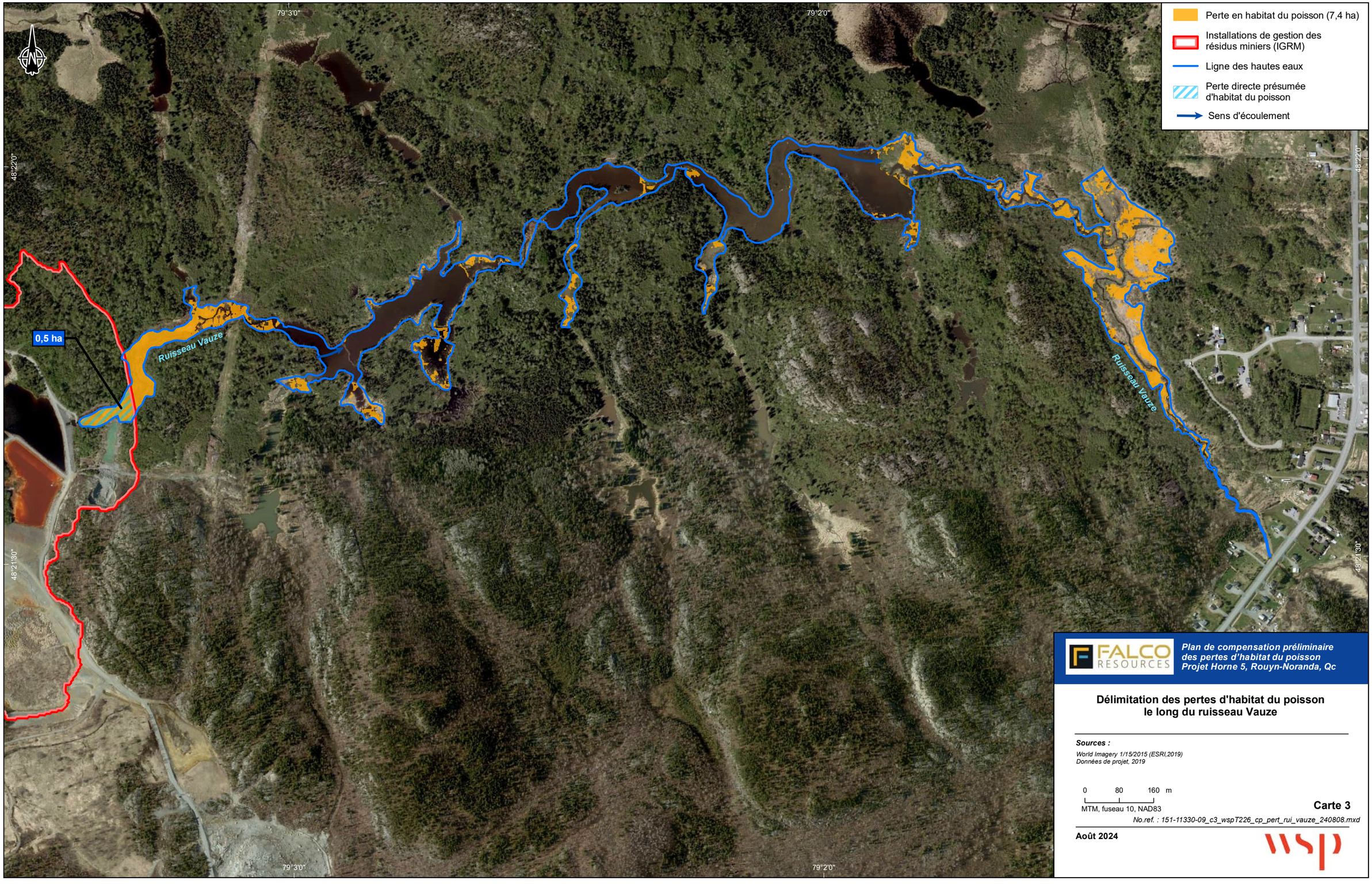
0 125 250 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2

No.ref. : 151-11330-09_c2_wspT225_cp_hab_poisson_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson le long du ruisseau Vauze

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

0 80 160 m

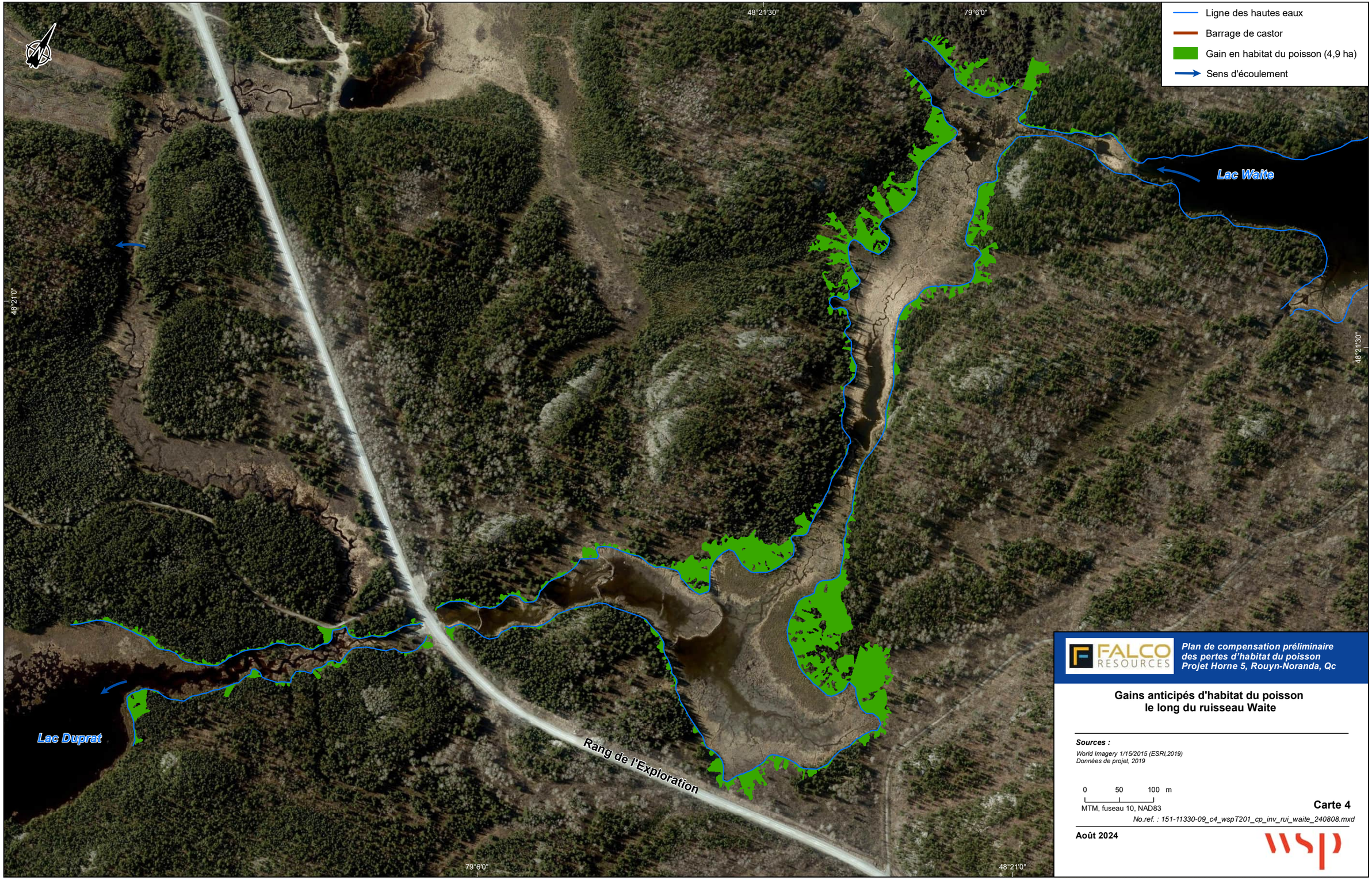
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 3

No.ref. : 151-11330-09_c3_wspT226_cp_pert_rui_vauze_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Gains anticipés d'habitat du poisson le long du ruisseau Waite

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

0 50 100 m

MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 4

No.ref. : 151-11330-09_c4_wspT201_cp_inv_rui_waite_240808.mxd

Août 2024

wsp

79°5'
79°0'
48°20'
48°20'
Lac Vauze
Lac Waite
Ruisseau Vauze
Ruisseau Brunet
101
Route d'Aiguebelle
CE-12
Rang de l'Exploration
Rang Inmet
Lac Duprat
CE-11
CE-13
Rang Jason
CE-10
CE-09
Rang Inmet
Rivière Duprat
CE-08
Ruisseau Fourcet
CE-07
Rang Inmet
Rang Jolicoeur
Rivière Duprat
Baie Sergius
Lac Dufault
Chemin Millenback
CE-06
Ruisseau Landry
CE-05
CE-04
Baie de la Pump House
CE-03
Ruisseau Marlon
CE-02
101
Lac Marlon
CE-01
101
Bassin Nord Osisko
117
Lac Noranda
117
Rouyn-Noranda

Composantes du projet

- Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
- Tracé des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
- Traversée de cours d'eau avec perte d'habitat du poisson
- Complexe minier Horne 5

Infrastructures

- Ligne électrique à 120 kV
- Route nationale ou régionale
- Voie ferrée

Hydrologie

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Sens de l'écoulement de l'eau

FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Localisation des sites de traversées de cours d'eau

Sources :

Imagerie ESRI
RNCan, 2016
Données de projet, 2019

0 400 800 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 5

No.réf. : 151-11330-09_c5_wspT227_cp_loc_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp

2 Participation des Premières Nations à l'élaboration du plan de compensation

Les Premières Nations n'ont pas été impliqués dans l'élaboration de la version préliminaire de ce plan de compensation. Falco s'engage à collaborer avec les Premières Nations dans les étapes subséquentes de développement de ce plan.

3 Présentation du plan de compensation

3.1 Description de l'aménagement proposé

Concept général

Le projet de compensation est constitué de deux volets qui seront réalisés de façon consécutive pour finalement constituer un aménagement intégré. Dans un premier temps, une digue de séparation sera construite au nord de la digue RCP-A des IGRM projetées et un rehaussement topographique sera aménagé au nord du lac Vauze[3] afin de rehausser le niveau de ce lac de 2 m par rapport à l'état actuel (sans risque de déversement dans le bassin versant au nord), ce qui permettra d'accroître la superficie du lac de 30,6 ha, tel que représenté à la carte 6. La construction de la digue de séparation, la construction du rehaussement topographique au nord du lac Vauze et l'accroissement du niveau de l'eau du lac débuteront à l'année 3 suivant le début de l'exploitation du projet Horne 5, et se poursuivront progressivement au fur et à mesure que la digue RCP-A du parc à résidus sera construite. En effet, pour des raisons de sécurité, la hauteur de la digue de séparation doit s'élever progressivement au même rythme que celle de la digue RCP-A. Ainsi, au cours des années 3 à 5, un bassin d'eau de faible superficie (0,14 ha) sera créé devant la digue de séparation, ce bassin atteindra plus de 9 ha au cours des années 5 à 7, et rejoindra finalement le lac Vauze au cours des années 7 à 10 (figure 1). Le niveau d'eau du lac Vauze atteindra l'élévation finale de 336,5 m durant l'année 10 suivant le début de l'exploitation minière. Au final, la digue de séparation et le rehaussement topographique au nord du lac Vauze s'élèveront jusqu'au niveau 338 m, de façon à créer une revanche de sécurité de 1,5 m. Les plans d'ingénierie préliminaire montrant le concept avec plus de détails sont présentés à l'annexe B.

Parallèlement au remplissage du lac Vauze, la deuxième partie du projet comprend l'aménagement d'un canal de dérivation à l'est du lac Vauze, de façon à permettre l'écoulement gravitaire des eaux vers le lac 336, lequel rejoint le ruisseau Vauze plus loin en aval (carte 6). La construction de ce canal de 600 m de longueur sera réalisée de manière à récréer un cours d'eau naturel sans obstacle pour la migration du poisson (voir les plans à l'annexe B). Les principaux critères de conception du canal sont les suivants :

- critères écologiques :
  - assurer un passage permanent pour le poisson;
  - concevoir la jonction au lac 336 de façon à ne pas causer de perte d'habitat du poisson;
  - créer une plaine inondable dans les sections adjacentes au chenal principal;
- critères hydrologiques :
  - débit moyen : 15 à 20 l/s;
  - débit d'étiage : 3,3 à 6,1 l/s;
- critères de conception hydraulique :
  - le chenal comportera un lit d'étiage permettant de concentrer l'écoulement et assurer une lame d'eau favorable au déplacement du poisson (hauteur d'eau en étiage de 15 à 20 cm);

[3] Coordonnées géographiques du lac Vauze : 48,373549°N, 79,079785°O.

- capacité hydraulique du canal pour le passage de la crue centennale;
- pente moyenne du cours d'eau de 0,001 m/m;
- profondeur minimale pour prévenir les risques de colmatage avec le temps.

Considérant une largeur moyenne de 10 m entre les limites du littoral, l'aménagement du canal se traduira par la création de 6 000 m² (0,6 ha) supplémentaires d'habitat du poisson. La mise en service du canal de dérivation est prévue au cours de l'année 10 suivant le début de l'exploitation. Avant cette date, les eaux excédentaires seront dirigées vers le bassin versant du lac 336 par pompage.

Des bénéfices pour le poisson et son habitat sont anticipés à partir de l'année 4 environ, au fur et à mesure que le bassin au-devant de la digue de séparation commencera à se remplir. Les poissons présents dans le lac et le ruisseau Vauze amont pourront alors coloniser ces nouveaux habitats, lesquels seront aussi progressivement colonisés naturellement par la végétation aquatique et les invertébrés benthiques.

Espèces de poissons ciblées par l'aménagement

Les espèces de poissons qui bénéficieront de l'aménagement sont celles présentes dans le lac Vauze et le ruisseau Vauze, comme déterminé au cours des études sectorielles réalisées dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du projet Horne 5, soit l'épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*), les ménés du genre *Chrosomus* (méné ventre-rouge, *Chrosomus eos*, ou méné ventre-citron, *Chrosomus neogaeus*), le méné à grosse tête (*Pimephales promelas*), le mulet à cornes (*Semotilus atromaculatus*), le mulet perlé (*Margariscus margarita*) et le meunier noir (*Catostomus commersonii*).

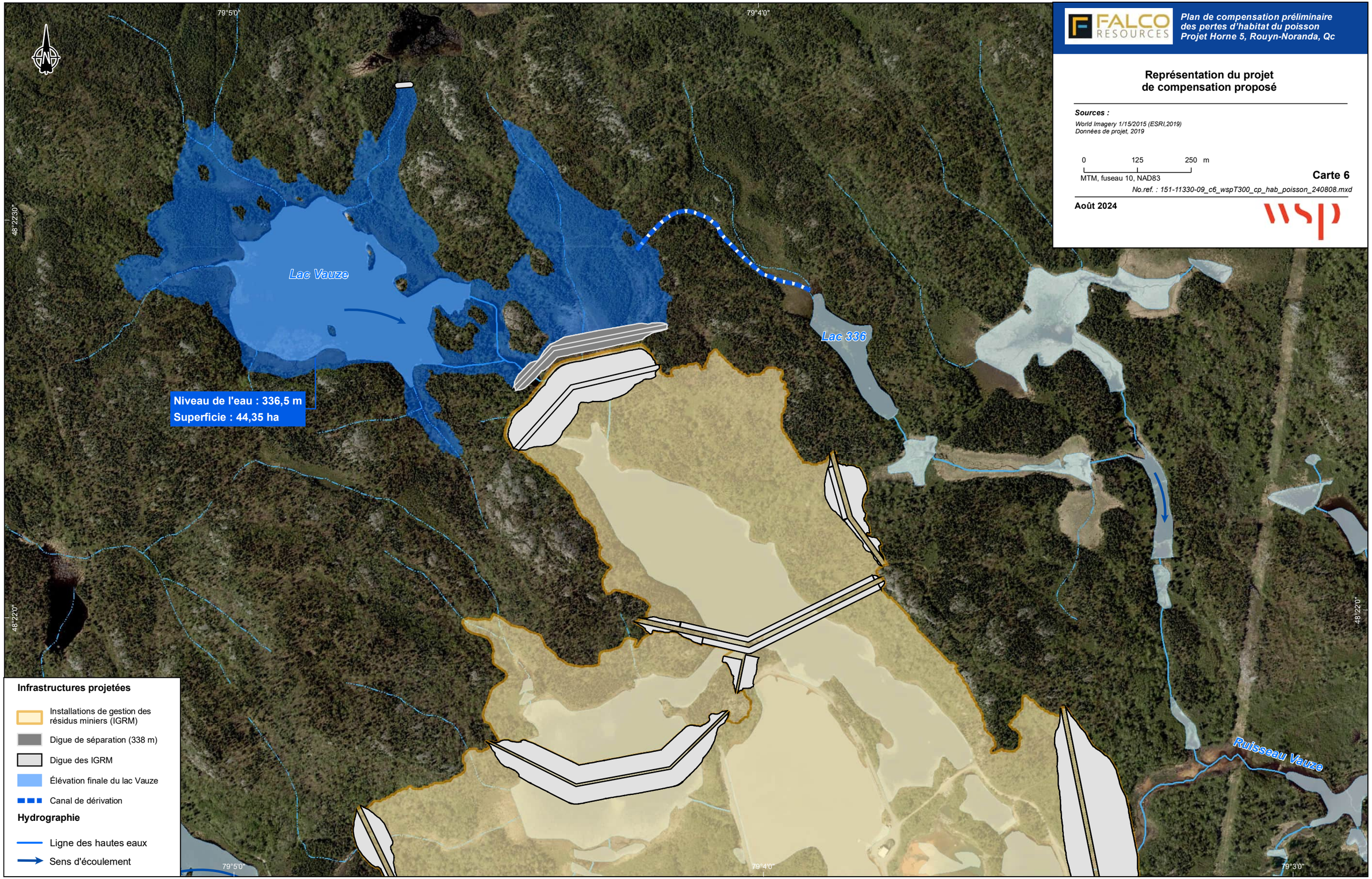
Bénéfices pour les autres groupes fauniques

Diverses espèces d'oiseaux aquatiques pourront utiliser les nouvelles superficies inondées comme secteur d'alimentation ou de repos, ou comme habitat de reproduction. Il en est de même pour les amphibiens, les reptiles et autres mammifères semi-aquatiques qui peuplent le secteur.

Pérennité de l'aménagement

La digue de séparation et le rehaussement topographique au nord du lac Vauze seront conçus de sorte à constituer des ouvrages robustes ne nécessitant aucun entretien à la suite de leur mise en place. La végétation y prendra racine naturellement avec les années et contribuera à stabiliser les ouvrages encore davantage.

Quant au canal de dérivation, il sera conçu à très faible pente et sera ainsi très similaire aux autres cours d'eau naturels du secteur. L'équilibre sédimentaire devrait être atteint très rapidement après la mise en service et aucune problématique d'érosion ou de sédimentation excessive n'est appréhendée.



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Représentation du projet de compensation proposé

Sources :

World Imagery 1/15/2015 (ESRI,2019)
Données de projet, 2019

0 125 250 m

MTM, fuseau 10, NAD83

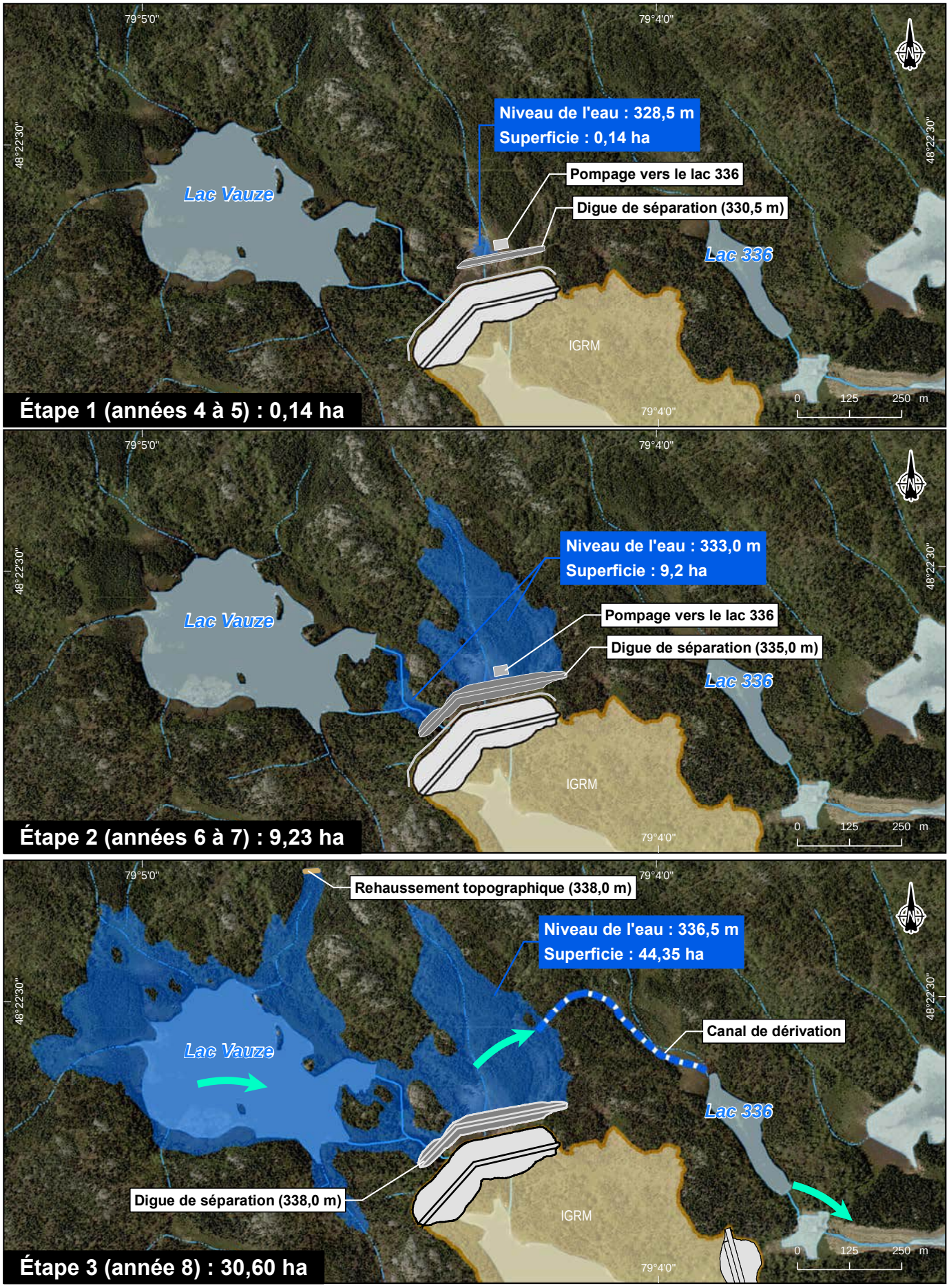
Carte 6

No.ref. : 151-11330-09_c6_wspT300_cp_hab_poisson_240808.mxd

Août 2024

wsp

Figure 1 – Étapes de rehaussement progressif du niveau de l'eau du lac Vauze



No.ref. : 151-11330-09_f1_wspT301_cp_etapes_240809.mxd

3.2 Mise en œuvre du plan

Méthodes de travail

Les travaux comprennent les activités suivantes, sans s'y limiter, et tout ouvrage connexe nécessaire à la réalisation de celles-ci :

- la construction de routes d'accès vers la digue de séparation, le rehaussement topographique au nord du lac Vauze et vers le canal de dérivation,
- le déboisement des sites de la digue de séparation, du rehaussement topographique au nord du lac Vauze et de toute la superficie à ennoyer (abattage, retrait et élimination de tous les arbres), de façon à laisser un dégagement d'au moins 1,5 m entre la surface de l'eau et la cime des arbres laissés debout et ainsi assurer une navigation sécuritaire sur le futur lac;
- la mise en place des installations de pompage temporaires pour la dérivation des eaux excédentaires en provenance du lac Vauze;
- la construction progressive de la digue de séparation suivant l'évolution de la digue RCP-A des IGRM;
- le déboisement, l'excavation et l'aménagement du canal de dérivation, incluant la végétalisation de ses berges;
- la disposition des déblais générés lors de l'excavation du canal de dérivation (4 300 m³ de roc et 2 100 m³ de terre);
- la mise en eau du canal de dérivation;
- le démantèlement des chemins temporaires et leur restauration à l'état naturel.

Calendrier de réalisation

L'échéancier visé pour les travaux est basé sur l'hypothèse que la période de construction et de préproduction du complexe minier commencera au début de l'année 0, la production au début de l'année 2, et que la déposition de résidus aux IGRM surviendra en début d'année 4. Par conséquent, les durées estimées pour la réalisation des principales activités du plan de compensation sont les suivantes :

- Travaux de déboisement des aires de travail (digue de séparation) : ..... Janvier-avril de l'année 4;
- Construction des chemins d'accès à la digue de séparation : ..... Avril-juin de l'année 4;
- Construction de la digue de séparation (phase 1) : ..... Été de l'année 4;
- Rehaussement de la digue de séparation (phase 2) : ..... Été de l'année 6;
- Rehaussement de la digue de séparation (phase 3) : ..... Été de l'année 8;
- Travaux de déboisement des aires de travail (rehaussement topographique au nord du lac Vauze et canal de dérivation) : ..... Janvier-avril de l'année 8;
- Construction des chemins d'accès au rehaussement topographique au nord du lac Vauze et au canal de dérivation : ..... Avril-juin de l'année 8;
- Construction et aménagement du canal de dérivation : ..... Été de l'année 8;

- Construction du rehaussement topographique au nord du lac Vauze : ..... Été de l'année 8;
- Mise en eau du canal de dérivation : ..... Automne de l'année 8;
- Restauration des chemins temporaires : ..... Automne de l'année 8;
- Finalisation du projet :..... Avant la fin de décembre de l'année 8.

D'autre part, l'entrepreneur devra considérer la période suivante qui est invariable :

- L'interdiction de couper des arbres durant la période régionale de nidification des oiseaux, soit entre la fin d'avril et la fin d'août (ECCC, 2024).

3.3 Mesures d'atténuation

Certains travaux requis pour la mise en oeuvre du plan de compensation sont susceptibles d'affecter le poisson ou son habitat. Il s'agit de l'aménagement des chemins d'accès, dont la position reste à déterminer, mais qui pourraient croiser un ou des petits cours d'eau; du pompage temporaire des eaux du lac Vauze vers le lac 336; de la construction de la digue de séparation qui empiétera sur 9 452 m² dans le littoral du ruisseau Vauze amont; de la construction du canal de dérivation permanent qui pourrait affecter la qualité de l'eau à proximité du lac 336 par l'augmentation de la quantité de matières en suspension (MES) et; de la mise en eau du canal de dérivation qui pourrait aussi s'avérer une source de MES.

Les mesures d'atténuation suivantes, sans s'y limiter, seront mises en œuvre afin d'atténuer ces effets.

- Franchissement de cours d'eau :
  - Mise en place d'un pontage temporaire (p. ex. : billots de bois ou plaques d'acier) ou d'un pont temporaire pour éviter de circuler à l'intérieur du littoral du cours d'eau.
  - Installer des barrières à sédiments ou des balles de foin au besoin.
  - Lors du démantèlement, ensemencer les bandes riveraines le plus tôt possible après les travaux afin de prévenir l'érosion.
  - Suivre les recommandations du code de pratique « Ponts à portée libre » du MPO (2022*a*) ou, selon le cas, du code de pratique « Traverses à gué temporaires » (MPO (2022*b*).
- Pompage temporaire des eaux du lac Vauze
  - Suivre les recommandations du code de pratique provisoire « Grillages à poissons à l'entrée des petites prises d'eau douce » du MPO (2020).
  - Gérer les eaux de pompage conformément aux indications du MDDELCC (2015), de façon à éviter les impacts sur l'habitat du poisson au point de rejet :
    - Installer l'embout de la pompe dans une dépression ou l'isoler avec du gravier ou de la pierre nette de manière à empêcher la succion des sédiments et minimiser l'apport de MES;
    - Rejeter les eaux à l'intérieur d'un bassin de dissipation d'énergie respectant les critères du MDDELCC;

    - Vérifier que les eaux de pompage ne contiennent pas de matières en suspension au-delà du bruit de fond et visibles à l'œil nu, et veiller à ce qu'elles ne causent pas d'érosion et ne génèrent pas de MES à leur sortie. Autrement, diriger les eaux vers un système de contrôle des MES (bassin de sédimentation ou autre).

- Construction de la digue de séparation et du canal de dérivation permanent :
    - Protéger en tout temps l'habitat du poisson conformément à la norme provisoire « Confinement d'une aire de travail dans l'eau » (MPO, 2023);
    - Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion sur les aires dénudées (p. ex. : ensemencement des sols, matelas antiérosion);
    - Appliquer les mesures d'atténuation courantes visant à prévenir les déversements accidentels d'hydrocarbures.
- Mise en eau du canal de dérivation permanent :
    - Procéder à la mise en eau de façon lente et graduelle, de manière à éviter l'érosion et la mise en suspension de sédiments.

3.4 Mesures de surveillance et de suivi

Un surveillant des travaux sera présent durant toute la durée des travaux de construction. Ce surveillant s'assurera de la conformité aux plans et devis, ainsi que du respect des mesures de protection de l'environnement par l'entrepreneur.

Un suivi environnemental sera effectué aux années 1, 3 et 5 suivant la fin des travaux de compensation. Ce suivi portera sur la reprise végétale des sites végétalisés, ainsi que sur l'utilisation des aménagements par la faune. Pour la végétation, les paramètres qui feront l'objet de mesures sont ceux évalués de façon régulière dans de tels projets, comme le taux de survie des plantations, l'identification des plants à remplacer, l'identification des secteurs à ensemencer, etc. Les travaux correctifs identifiés seront réalisés le plus rapidement possible à la suite de chaque activité de suivi.

Le suivi faunique consistera d'abord en des activités de pêche scientifique employant une technique non létale, afin de vérifier l'utilisation des aménagements par les poissons. En complément, une embarcation et un bathyscope seront utilisés pour faire des observations subaquatiques de la reprise végétale et de la présence de poissons. On procédera également à l'identification et au dénombrement des espèces de tous les autres groupes fauniques observées de façon fortuite (oiseaux, amphibiens, reptiles, mammifères), mais aucune technique de capture ne sera déployée dans ce cas.

Un rapport sera soumis aux autorités ministérielles après chaque activité de suivi.

3.5 Propriété des terres et autorisations d'accès

La totalité des infrastructures projetées dans ce plan de compensation préliminaire est localisée dans le territoire public du domaine de l'État, soit les terres :

- 3760-24-8221 (cadastre non rénové), au nord de l'actuel site Norbec, incluant le pourtour du lac Vauze, le secteur du canal de dérivation et le secteur du lac 336;
- 2558-38-9752 (cadastre non rénové), à l'ouest du lac Vauze;
- 2760-54-9375 (cadastre non rénové), au nord-ouest du lac Vauze.

Selon la base de données « Couche des droits fonciers (baux) » de Données Québec (MRNF, 2024), le territoire visé par le projet de compensation contient un bail pour fins d'abri sommaire en forêt en rive nord du lac Vauze.

Le territoire visé par ce projet devra faire l'objet d'une demande d'utilisation du territoire public auprès du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).

3.6 Coût de réalisation et garantie financière

Les coûts de réalisation du plan de compensation préliminaire n'ont pas encore fait l'objet d'une évaluation. De même, la garantie financière requise pour la réalisation n'a pas été évaluée à cette étape préliminaire.

Ces montants seront évalués à une étape ultérieure et présentés lors de la mise à jour de ce plan préliminaire.

4 Équilibre entre les effets résiduels du projet et les mesures de compensation proposées

Ce chapitre vise à établir l'équivalence entre les pertes d'habitat du poisson et les mesures de compensation proposées. On y présente une évaluation de la valeur des espèces et des habitats du poisson qui seront touchés par le projet. Cette évaluation s'inscrit notamment dans le contexte du paragraphe 34.1(1)a) de la *Loi sur les pêches*, qui précise que le ministre doit tenir compte, lors de l'exercice de son pouvoir relatif à la protection du poisson et de son habitat, de « l'importance, pour la productivité des pêches en cause, du poisson ou de l'habitat qui seront vraisemblablement touchés » par l'ouvrage, l'entreprise ou l'activité.

Cette appréciation professionnelle est fondée sur les caractéristiques halieutiques des plans d'eau (composition de la communauté de poissons, abondance, rareté, rôle écologique des espèces) et sur les caractéristiques biophysiques de l'habitat qui s'y retrouve (qualité de l'eau et des sédiments, durée d'inondation, connectivité, présence de végétation aquatique, profondeur d'eau).

Les sections qui suivent présentent d'abord les caractéristiques et la valeur de chaque habitat affecté par le projet Horne 5, puis le chapitre est complété par un bilan des pertes et des gains faisant la comparaison entre les habitats actuels et l'habitat de remplacement qui sera créé avec la mise en œuvre du plan de compensation proposé.

4.1 Valeur des habitats affectés

Les informations de cette section sont issues des inventaires réalisés par WSP entre 2016 et 2018 dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du projet minier Horne 5.

4.1.1 Chaîne d'étangs de castor du secteur des IGRM

Caractéristiques physico-chimiques et halieutiques

La chaîne d'étangs situés dans l'emprise des IGRM est constituée d'étangs à castor d'une profondeur de l'ordre de 1,5 m, dont le lit vaseux est constitué de matière organique et de limon, avec une végétation aquatique faiblement ou moyennement abondante. Une grande partie de ce secteur s'assèche en période estivale et automnale. Une série d'images aériennes prises en mai, juin, juillet et septembre 2022, ainsi qu'en mai et octobre 2023 illustrent cet assèchement saisonnier (figure 2).

Des prélèvements d'eau de surface ont été faits à six occasions dans l'un de ces étangs de juillet à novembre 2022 et en mai 2023. Les résultats montrent des dépassements fréquents et allant jusqu'à près de quatre fois la valeur du critère de protection de la vie aquatique contre une toxicité aiguë (CVAA) pour le cuivre (tableau 2). De fréquents dépassements du critère de protection de la vie aquatique contre une toxicité chronique (CVAC) ont aussi été mesurés pour les nitrites, le phosphore et le plomb.

En 2018, 10 stations de pêche à la bourolle ont été positionnées dans cinq étangs du secteur des IGRM, pour un effort totalisant 30 bourolles-nuit. Les captures se sont avérées peu abondantes et peu diversifiées, avec seulement

96 poissons appartenant à deux espèces, soit 95 ménés du genre *Chrosomus* (méné ventre rouge ou méné ventre-citron) et une épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*).

Tableau 2 Qualité de l'eau dans l'un des étangs du secteur des IGRM : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée à la station PE4 (mg/L)					
	Juil. 2022	Août 2022	Sept. 2022	Oct. 2022	Nov. 2022	Mai 2023
Cuivre	0,0039	0,0034	0,0018	0,0032	0,0038	0,0062
CVAC [1]	*0,0029*	*0,0029*	*0,0028*	*0,0024*	*0,0024*	*0,0016*
CVAA [2]	*0,0038*	*0,0038*	*0,0036*	*0,0031*	*0,0031*	*0,002*
Nitrites	0,03	< 0,01	0,06	0,05	< 0,01	0,03
CVAC [1]	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*
CVAA [2]	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*
Phosphore total	3,27	0,04	0,05	0,06	0,02	0,05
CVAC (eutrophisation) [3]	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Plomb	0,00059	0,00042	0,00029	0,00025	0,00041	0,00055
CVAC [1]	*0,00054*	*0,00054*	*0,00052*	*0,00041*	*0,00041*	*0,00024*
CVAA [2]	*0,014*	*0,014*	*0,013*	*0,011*	*0,011*	*0,006*

[1] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par le MELCCFP (2024).
[2] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par le MELCCFP (2024).
[3] Critère visant à empêcher la prolifération excessive d'algues et de plantes aquatiques (MELCCFP, 2024).
En rose : Dépassement du CVAC.
En rouge : Dépassement du CVAA.

Valeur de l'habitat

La communauté de poissons de la chaîne d'étangs de castor apparaît très peu diversifiée et très peu abondante (CPUE de 3,2 poissons/bourolle-nuit). Par conséquent, l'importance de la production de poissons dans ce secteur pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée comme très faible.

L'eau de ce secteur présente une forte contamination par le cuivre et des dépassements fréquents du CVAC pour les nitrites, le phosphore et le plomb. De plus, le substrat y est constitué uniquement de matière organique et de limon. L'habitat du poisson est donc considéré de médiocre qualité.

4.1.2 Bassin d'oxydation OX2

Caractéristiques physico-chimiques et halieutiques

Le bassin OX2 présente une superficie de 19,3 ha, une profondeur moyenne de 1,6 m et une profondeur maximale de 4,1 m. Il fait partie des installations du parc à résidus miniers Norbec. Ses eaux s'écoulent vers le bassin de sédimentation et le bassin de polissage du parc à résidus, puis atteignent le ruisseau Vauze. Une partie du bassin OX2 s'assèche en période estivale et automnale (figure 2).

6 mai 2022

15 juin 2022

14-15 juillet 2022

Lac Vauze

-79°4'0"

48°22'0"

48°21'0"

Rang Inmet

Rang de l'Exploration

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 33,3 ha

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 22,7 ha

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 21,2 ha

Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
Plans d'eau
Hydrographie GRHQ
Cours d'eau intermittent GRHQ
Ligne des hautes eaux

FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Figure 2
Évolution saisonnière des niveaux d'eau au site des IGRM (mai 2022- octobre 2023)

Sources :
Imagerie par drone WSP, 2022-2023
Orthophoto : Google Earth, 2023
AQréseau+, réseau routier, MERN Québec, 2023
GRHQ, 2017 et photo-interprétation

09 août 2024

0 130 260 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Préparée par : F. Audet
Dessinée par : M. Jacob
Vérifiée par : C. Martin

_221_11330_04_Representation_eau.aprx
_221_11330_04_Juillet2022_Juin2022_Mai2022comp

wsp

La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

29-30 septembre 2022

4 mai 2023

2 octobre 2023

-79°4'0"

48°22'0"

48°21'0"

Lac Vauze

Rang Inmet

Rang de l'Exploration

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 19,1 ha

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 32,3 ha

Superficie sous la LHE : 53,7 ha
Superficie inondée : 15,4 ha

Installations de gestion des résidus miniers (IGRM)
Plans d'eau
Hydrographie GRHQ
Cours d'eau intermittent GRHQ
Ligne des hautes eaux

FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Figure 2 (suite)
Évolution saisonnière des niveaux d'eau au site des IGRM (mai 2022- octobre 2023)

Sources :
Imagerie par drone WSP, 2022-2023
Orthophoto : Google Earth, 2023
AQréseau+, réseau routier, MERN Québec, 2023
GRHQ, 2017 et photo-interprétation

09 août 2024

0 130 260 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Préparée par : F. Audet
Dessinée par : M. Jacob
Vérifiée par : C. Martin

_221_11330_04_Representation_eau.aprx
_221_11330_04_Sept2022_Mai2023_oct2023comp

wsp

La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

Des mesures de qualité de l'eau et des sédiments ont été prises sous la glace en mars 2022, à trois stations situées dans les parties amont, centrale et aval du bassin OX2. Une forte contamination de l'eau par les métaux a alors été détectée, notamment par le cuivre, dont les concentrations atteignaient jusqu'à 4 fois la valeur du CVAA (tableau 3). Des dépassements du CVAC ont aussi été mesurés pour le cadmium, le phosphore et le plomb. Les mesures prises *in situ* à ce moment indiquent un pH généralement inférieur au CVAC et des conditions anoxiques ou fortement hypoxiques près du fond (tableau 4).

Les sédiments présentent une forte contamination par le cadmium, le cuivre et le zinc. Les concentrations de ces métaux se situent largement – jusqu'à 3 fois – au-dessus de la concentration d'effets fréquents (CEF), à partir duquel des effets néfastes sont appréhendés pour la majorité des espèces benthiques (EC et MDDEP, 2007) (tableau 5). De plus, des dépassements de critères de moindre impact ont été mesurés pour le plomb, le chrome et l'arsenic. Il s'agit de dépassements de la concentration d'effets probables (CEP) à partir de laquelle des effets néfastes sont fréquemment observés, ou de la concentration seuil d'effet (CSE) à partir de laquelle des effets néfastes sont occasionnellement observés.

Les espèces de poissons présentes dans le bassin OX2 sont des ménés du genre *Chrosomus* et le méné à grosse tête (*Pimephales promelas*).

Tableau 3 Qualité de l'eau dans le bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée (mg/L)		
	OX2-01 (aval)	**OX2-02 (centre)**	**OX2-03 (amont)**
Cadmium	0,00027	0,00024	0,00028
CVAC [1]	*0,00012*	*0,00010*	*0,00011*
CVAA [2]	*0,00070*	*0,00050*	*0,00060*
Cuivre	0,0170	0,0120	0,018
CVAC [1]	*0,0035*	*0,0029*	*0,0031*
CVAA [2]	*0,0048*	*0,0038*	*0,0042*
Phosphore total	0,09	0,11	0,04
CVAC (eutrophisation) [3]	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Plomb	0,00087	0,00098	0,00160
CVAC [1]	*0,00075*	*0,00054*	*0,00063*
CVAA [2]	*0,01900*	*0,01400*	*0,01600*
Zinc	0,087	0,058	0,039
CVAC [1]	*0,046*	*0,037*	*0,041*
CVAA [2]	*0,046*	*0,037*	*0,041*

[1] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par le MELCCFP (2024).
[2] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par le MELCCFP (2024).
[3] Critère visant à empêcher la prolifération excessive d'algues et de plantes aquatiques (MELCCFP, 2024).
En rose : Dépassement du CVAC.
En rouge : Dépassement du CVAA.

Tableau 4 Physico-chimie de l'eau mesurée *in situ* dans le bassin OX2 en mars 2022

Paramètre	pH	ORP (mV)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité (µS/cm)	Solides totaux dissous (ppm)	Température (°C)
Station OX2-01							
Surface	6,24	-19,2	64,4	8,8	140	43	0,24
1 m	6,59	-53,2	37,7	4,84	61	31	1,51
2 m	6,39	-58,1	0	0	139	70	4,44
2,7 m	6,78	-67,2	0	0	206	103	5,24
3,2 m	Fond						
Station OX2-02							
Surface	5,48	-97,6	67	9,05	271	129	0,22
1 m	5,85	103,9	65,2	8,87	65	32	0,15
2 m	5,98	112,9	4,7	0,51	108	54	3,07
2,8 m	6,25	150,6	0	0	178	89	4,07
3,1 m	Fond						
Station OX2-03							
Surface	6,77	-78,5	77,1	10,55	72	36	0,04
1 m	6,75	-85,1	64,9	8,81	62	31	0,77
1,4 m	6,52	-92,5	20,1	2,52	75	38	1,7
1,67 m	Fond						

En rose : Non-respect du CVAC.

Tableau 5 Qualité des sédiments du bassin OX2 en mars 2022 : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères

Paramètre	Concentration mesurée (mg/kg)			Critères de qualité des sédiments [1] (mg/kg)		
	OX2-01	OX2-02	OX2-03	CSE	CEP	CEF
Arsenic	15,66	19,40	5,01	5,9	17	23
Cadmium	20,49	14,73	14,50	0,6	3,5	12
Chrome	50,80	40,40	35,09	37	90	120
Cuivre	1868	2751	1070	36	200	700
Plomb	170,21	64,0	110,04	35	91	150
Zinc	2407,90	2294,39	2216,41	120	310	770

[1] Critères tirés d'EC et de MDDEP (2007).
En rose : Dépassement de la concentration seuil d'effet (CSE).
En orange : Dépassement de la concentration d'effets probables (CEP).
En rouge : Dépassement de la concentration d'effets fréquents (CEF).

Valeur de l'habitat

L'abondance des poissons dans le bassin OX2 est plutôt faible (CPUE de 50 poissons/filet-nuit) et en raison de la faible taille des espèces qui s'y trouvent, le rendement en poissons (biomasse par hectare) est y certainement très faible. Les poissons qui vivent dans le bassin OX2 ne contribuent pas à supporter autrement que par leur propre rendement la productivité des pêches, en raison de l'absence d'espèces de poissons piscivores et de l'absence de connectivité avec d'autres habitats aquatiques retrouvés en aval. Par conséquent, l'importance de la production de poissons du bassin OX2 pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée comme très faible.

L'habitat que constitue le bassin OX2 est de médiocre qualité en raison de la forte contamination de l'eau et des sédiments par le cuivre et le zinc, entre autres. Cette contamination peut s'avérer toxique non seulement pour le poisson, mais également pour les invertébrés formant le zooplancton et le benthos. La qualité de l'habitat est également altérée par la faible profondeur du bassin, ce qui fait en sorte qu'une grande partie de sa superficie s'assèche rapidement après la crue printanière. Enfin, les très faibles concentrations en oxygène qui prévalent durant l'hiver à partir de 1 m de profondeur réduisent encore davantage la superficie d'habitat disponible pour assurer la survie du poisson et des communautés d'invertébrés durant cette période.

4.1.3 Secteur de la dérivation sud-ouest projetée

Caractéristiques physico-chimiques et halieutiques

Le secteur du canal de dérivation sud-ouest projeté est essentiellement un vaste marécage arbustif qui s'assèche en cours d'année (voir la figure 3). Aucune activité de pêche scientifique n'a eu lieu dans ce secteur, mais il est en lien hydrologique avec des habitats du poisson où des captures ont été réalisées (étangs du secteur des IGRM et extension latérale du bassin OX2) et est considéré comme un habitat potentiel de poisson de façon conservatrice. La qualité de l'eau a été mesurée à six reprises entre juillet 2022 et mai 2023 (station PE2, figure 3). Des dépassements fréquents du CVAA – allant jusqu'à 16 fois ce critère – ont été mesurés pour le cuivre et le zinc (tableau 6). Des dépassements fréquents du CVAC pour le cadmium, le fer et le plomb, ainsi que des dépassements occasionnels pour les nitrites et le phosphore y ont aussi été mesurés.

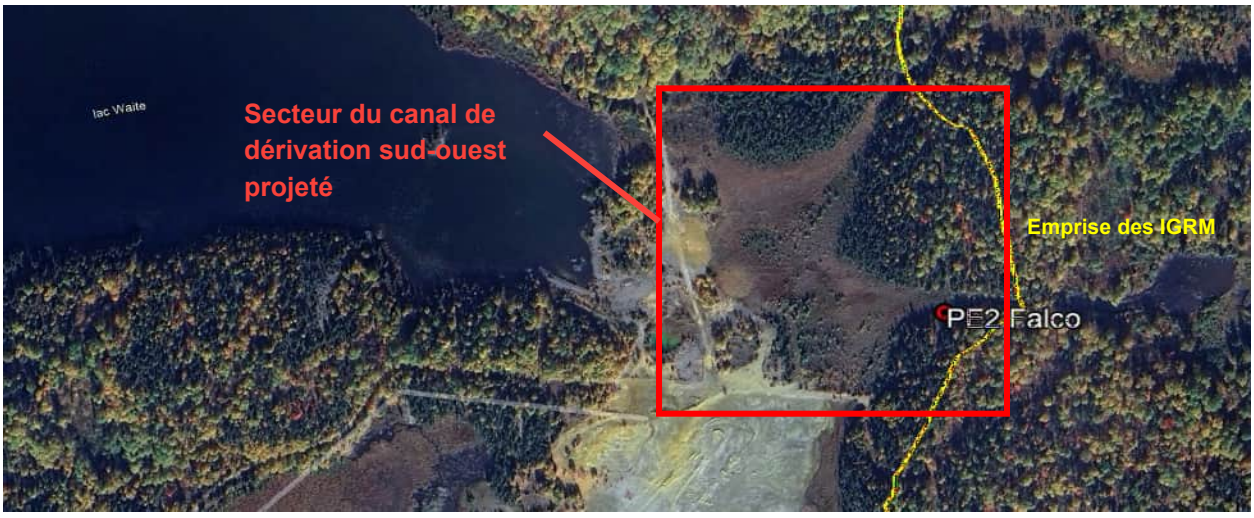


Figure 3 Aperçu du secteur du canal de dérivation sud-ouest en octobre 2023 (source : Google Earth)

Tableau 6 **Qualité de l'eau dans le secteur du canal de dérivation sud-ouest (station PE2) : extrait des résultats pour les paramètres présentant des dépassements de critères**

Paramètre	Concentration mesurée (mg/L)					
	5 juil. 2022	3 août 2022	6 sept. 2022	3 oct. 2022	31 oct. 2022	9 mai 2023
Cadmium	0,00029	0,00033	0,00018	0,00021	0,00034	0,00031
CVAC [1]	*0,00012*	*0,00011*	*0,00012*	*0,00006*	*0,00007*	*0,00005*
CVAA [2]	*0,00070*	*0,00060*	*0,00070*	*0,00030*	*0,00030*	*0,00020*
Cuivre	0,0230	0,0260	0,0160	0,0150	0,0310	0,0180
CVAC [1]	*0,0035*	*0,0033*	*0,0035*	*0,0016*	*0,0019*	*0,0013*
CVAA [2]	*0,0048*	*0,0045*	*0,0048*	*0,0020*	*0,0025*	*0,0016*
Fer	3,0	7,5	3,8	2,2	1,8	0,74
CVAC [1]	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*
CVAA [2]	*3,4*	*3,4*	*3,4*	*3,4*	*3,4*	*3,4*
Nitrites	0,03	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	0,07
CVAC [1]	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*0,02*
CVAA [2]	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*	*0,06*
Phosphore total	0,02	<0,01	0,02	0,04	0,02	0,03
CVAC [3]	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*	*0,03*
Plomb	0,00130	0,00110	0,00083	0,00060	0,00100	0,00073
CVAC [1]	*0,00075*	*0,00069*	*0,00075*	*0,00024*	*0,00031*	*0,00017*
CVAA [2]	*0,01900*	*0,01800*	*0,01900*	*0,00600*	*0,00800*	*0,00400*
Zinc	0,041	0,053	0,036	0,037	0,065	0,059
CVAC [1]	*0,046*	*0,043*	*0,046*	*0,021*	*0,025*	*0,017*
CVAA [2]	*0,046*	*0,043*	*0,046*	*0,021*	*0,025*	*0,017*

[1] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par le MELCCFP (2024).
[2] Critère pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) ajusté en fonction de la dureté ou des chlorures, comme prescrit par le MELCCFP (2024).
[3] Critère visant à empêcher la prolifération excessive d'algues et de plantes aquatiques (MELCCFP, 2024).
En rose : Dépassement du CVAC.
En rouge : Dépassement du CVAA.

Valeur de l'habitat

Le secteur du canal de dérivation sud-ouest est relié au réseau de cours d'eau et d'étangs de castor qui se situent dans l'emprise des IGRM. Les mêmes espèces de poissons, en abondance similaire ou moindre, sont donc susceptibles de s'y retrouver en période de hautes eaux, soit des ménés du genre *Chrosomus* et l'épinoche à cinq épines. Compte tenu de la saisonnalité de l'inondation, des espèces en cause et de leur faible abondance, l'importance de ce secteur pour la productivité des pêches est considérée comme très faible.

La qualité de l'eau du secteur est affectée par les activités minières passées ayant eu lieu à proximité, comme en font foi les nombreux dépassements de critères de qualité de l'eau mesurés, notamment pour le cuivre, le cadmium, le plomb et le zinc. Par conséquent, l'habitat du poisson y est considéré de qualité médiocre.

4.1.4 Ruisseau Vauze

Caractéristiques physico-chimiques et halieutiques

Ruisseau Vauze « amont »

Le ruisseau Vauze est alimenté en amont par le lac Vauze, un petit lac de tête de 15,4 ha entouré de milieux humides, et s'écoule vers le bassin OX2 plus en aval. Ce cours d'eau se présente dans un état naturel, et son bassin versant en amont des infrastructures projetées est peu impacté par les activités humaines. En amont du bassin OX2, il présente une largeur d'environ 1 m et une profondeur d'eau de 1 à 1,5 m, la vitesse du courant y varie de 5 à 20 cm/s, et le substrat est composé à 60 % de matière organique et à 40 % de limon. L'abondance de la végétation aquatique y est faible. Quatre espèces ont été capturées dans ce cours d'eau en 2018 (méné ventre rouge/ventre citron, méné à grosse tête, mulet perlé, épinoche à cinq épines), avec une abondance de 247 poissons par verveux-nuit. Il s'agit d'espèces de poissons-fourrage de petite taille non exploitées par l'humain.

Ruisseau Vauze « aval »

La portion aval du ruisseau Vauze est alimentée par l'effluent final du parc à résidus miniers Norbec. Ce secteur présente des caractéristiques similaires à celles présentées ci-dessus pour le secteur amont, mais la végétation aquatique y est moyennement abondante. La qualité de l'eau y était généralement acceptable, des dépassements occasionnels de la CVAC pour l'aluminium, le cuivre et le fer y ayant été mesurés en 2018. Cinq espèces ont été capturées dans le ruisseau Vauze en aval du parc à résidus Norbec, soit les mêmes qu'en amont en plus du meunier noir, avec une abondance de 27 poissons par verveux-nuit. Davantage en aval, seulement trois poissons ont été capturés (*Chrosomus* sp., cyprinidé non identifié et meunier noir), malgré un effort de pêche totalisant trois verveux-nuit (1 capture par verveux-nuit).

Valeur de l'habitat

Ruisseau Vauze « amont »

L'abondance des poissons dans le ruisseau Vauze amont est moyenne, mais en raison de leur faible masse corporelle (poids moyen de 0,55 g), il en résulte un faible rendement. Les poissons-fourrage qui vivent dans le ruisseau Vauze amont ne contribuent pas à supporter autrement que par leur propre rendement la productivité des pêches, en raison de l'absence d'espèces de poissons piscivores dans le ruisseau ou dans le lac Vauze, ou dans les habitats aquatiques retrouvés en aval (bassin OX2). Par conséquent, l'importance de la production de poissons du ruisseau Vauze amont pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée faible.

Le ruisseau Vauze amont est dans un état naturel peu impacté par les activités humaines. Toutefois, le substrat vaseux qui s'y retrouve partout, constitué à 60 % de matière organique et à 40 % de limon, n'est propice que pour certaines espèces d'habitats marécageux/tourbeux comme celles qui y ont été capturées. C'est pourquoi l'habitat est globalement considéré de qualité moyenne à bonne pour le poisson.

Ruisseau Vauze « aval »

Les mêmes espèces de poissons que dans le ruisseau Vauze amont se retrouvent à la station V02 du ruisseau Vauze aval, en plus du meunier noir. L'abondance des poissons y était relativement faible avec une CPUE moyenne de 27 poissons par verveux-nuit. Les meuniers noirs capturés étaient de petite taille (poids moyen de 57 g), ce qui fait

en sorte que le rendement global en poissons à ce site est faible. Les poissons-fourrage qui vivent dans le ruisseau Vauze amont ne contribuent pas à supporter autrement que par leur propre rendement la productivité des pêches, en raison de l'absence d'espèces de poissons piscivores. Il est toutefois possible que les meuniers noirs qui s'y trouvent, plus mobiles que les très petites espèces, se déplacent vers l'aval au cours de leur cycle vital. Considérant les résultats de pêche, l'importance de la production de poissons du ruisseau Vauze aval pour la productivité des pêches à l'échelle de l'écosystème est considérée faible.

Le substrat vaseux qui se retrouve dans le ruisseau Vauze aval, constitué à 60 % de matière organique et à 40 % de limon, n'est propice que pour certaines espèces d'habitats marécageux/tourbeux comme celles qui y ont été capturées. De plus, le ruisseau reçoit les eaux traitées en provenance du parc à résidus Norbec (bassin OX2). Bien que ces eaux doivent être traitées en respect des exigences de la *Directive 019 sur l'industrie minière* et du *Règlement sur les effluents des mines de métaux et des mines de diamants*, on y trouve tout de même une charge résiduelle en différents éléments et composés ayant le potentiel de modifier la qualité de l'habitat en aval. L'habitat est donc considéré de qualité moyenne pour le poisson.

4.1.5 Réseau de conduites

Caractéristiques physico-chimiques et halieutiques

Un total de 13 cours d'eau seront traversés par les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation entre le CMH5 et les IGRM.

De façon générale, ces cours d'eau sont pour la plupart constitués de chenaux ou plats lentiques à substrat meuble, avec une profondeur d'eau et une vitesse du courant relativement faibles, une granulométrie fine et un substrat où la matière organique est abondante (tableau 7). Des fonctions d'alevinage ou d'alimentation pour le poisson ont été attribuées à 9 des 13 cours d'eau inventoriés, alors que la fonction de migration a été attribuée à 4 cours d'eau et la fonction de reproduction en eau vive à un cours d'eau. En revanche, l'habitat n'apparaissait propice pour aucune de ces fonctions dans les tronçons inventoriés des cours d'eau CE-01, CE-06, CE-07 et CE-11, ce qui n'exclut toutefois pas que d'autres tronçons de ces cours d'eau puissent s'avérer plus propices au poisson.

Au niveau de la qualité de l'eau, le pH était inférieur au critère de 6,5 visant à assurer la protection de la vie aquatique (toxicité chronique; CVAC) établi par le MELCCFP (2024) dans 8 des 13 cours d'eau (tableau 8). L'acidité était la plus marquée dans les cours d'eau CE-06 et CE-11, où le pH était inférieur à 6. De plus, la concentration en oxygène dissous se situait sous le CVAC (57 % de saturation à une température de l'eau de 20 °C ou 54 % à 10 °C; MELCCFP, 2024) dans six cours d'eau. Elle était particulièrement faible dans les cours d'eau CE-03 (2,4 %), CE-06 (7,3 %), CE-07 (8,7 %) et CE-11 (12,5 %).

Des poissons ont été capturés dans 10 des 12 cours d'eau inventoriés au moyen de pêches expérimentales, avec des captures totalisant 3 407 poissons appartenant à 10 espèces. Les espèces capturées en plus grande abondance sont l'épinoche à cinq épines, le méné jaune ainsi que les ménés du genre *Chrosomus*. Le rendement de pêche était relativement élevé, mis à part dans les cours d'eau CE-01 et CE-07 où aucune capture n'a été réalisée, et CE-10 et CE-11 où seulement deux poissons ont été capturés. Dans tous les cas, il s'agit d'espèces tolérantes, communes et généralement distribuées au Québec.

Tableau 7 **Caractéristiques des habitats aquatiques à l'intérieur des cours d'eau traversés par les conduites d'eau et de résidus projetées**

Cours d' eau	Faciès d'écoulement	N° du segment	Longueur (m)	Largeur à la LHE (m)	Profondeur (m)	Vitesse du courant (m/s)	Transparence de l' eau (m)	Granulométrie du substrat (%) [1]									Abris [2]			Fonction d'habitat pour le poisson				Présence d' obstacles [3]	Pente du lit	Végétation aquatique [4]	Nature des rives											
																											Rive gauche						Rive droite					
								MO	F	S	Gr	C	Ga	B	Gb	Roche	Tronc d' arbre	Végétation. aquatique	Végétation surplombante	Frayère (espèces d' eau vive)	Alevinage	Alimentation	Migration				Hauteur (m)	Pente (%)	Arborescent (%)	Arbustif (%)	Herbacée (%)	Érosion	Hauteur (m)	Pente (%)	Arborescent (%)	Arbustif (%)	Herbacée (%)	Érosion
CE-01	Radier	1	100	0,4	0,15	0,1	3	20	20	10	45	5	0	0	0	2	0	0	3	non	non	non	non	non	2	Qu	0,3	10	0	50	50	non	0,3	10	0	50	50	non
CE-02	Chenal	1	100	0,6	0,7	<0,02	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	oui	oui	1	oui	0,15	< 5	5	25	70	oui	0,15	< 5	0	35	65	oui
CE-02	Plat lentique	2	95	25 à 30	1	0	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	non	BC	1	oui	0,2	< 5	0	30	70	oui	0,2	< 5	5	30	65	oui
CE-03	Chenal	1	54	15	0,7	< 0,02	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	non	BC	1	non	0,1	< 5	0	1	99	non	0,1	< 5	0	1	99	non
CE-03	Plat lentique	2	42	75	0,5	0	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	non	oui	oui	non	BC	1	oui	0,1	< 5	5	45	55	non	0,1	< 5	5	45	55	non
CE-03	Chenal	3	99	1,5	0,8	< 0,02	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	non	oui	oui	non	non	1	Qu	0,05	< 5	0	5	95	non	0,05	< 5	0	5	95	non
CE-04	Chenal	2	56	1	0,8	0,04	2	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	non	oui	oui	non	P	1	oui	0,1	< 5	0	5	95	non	0,1	< 5	0	5	95	non
CE-04	Chenal	1	96	0,6	0,6	0,07	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	non	oui	oui	non	B	1	oui	0,1	< 5	0	20	80	non	0,1	< 5	25	25	50	non
CE-05	Chenal	1	72	2	1	0	2	40	40	10	10	0	0	0	0	0	1	1	0	non	oui	oui	oui	oui	1	non	0,05	< 5	0	5	95	non	0,05	< 5	0	5	95	non
CE-05	Plat lentique	2	30	1	1	<0,5	2	60	35	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	non	oui	oui	non	oui	1	oui	0,05	< 5	0	0	100	non	0,05	< 5	0	0	100	non
CE-05	Plat lentique	3	100	15	0,8	<0,5	2	50	40	5	5	0	0	0	0	0	0	2	0	non	oui	oui	oui	non	1	oui	0,2	5	5	65	30	non	0,2	5	5	65	30	non
CE-06	Cascade-radier	1	60	0,7	0,15	0,2	3	20	10	20	10	10	15	0	0	2	1	0	2	non	non	non	non	oui	3	non	0,3	70	30	35	35	oui	0,25	60	45	45	10	non
CE-06	Plat lentique	2	40	0,3	0,15	0,05	3	50	25	10	10	5	0	0	0	0	0	3	0	non	non	non	non	non	1	Al	0,1	< 5	5	50	45	non	0,1	< 5	10	50	40	non
CE-06	Chenal	3	100	0,15	0,1	0,05	3	25	35	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	non	non	non	non	non	1	non	0,1	< 5	0	0	100	non	0,1	< 5	0	0	100	non
CE-07	Plat lentique	1	98	0,75	0,3	0	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	non	non	non	non	Inter	1	Qu, Le	0	< 5	20	60	20	non	0,15	< 5	20	60	20	non
CE-07	Plat lentique	2	100	0,6	0,4	0	1	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	non	non	non	non	non	1	Qu	1,2	45	50	35	15	oui	0,2	10	50	35	15	non
CE-08	Chenal	1	100	2	0,6	0,23	1	10	80	0	0	5	5	0	0	1	1	1	0	non	non	non	non	non	1	non	0,2	40	0	0	100	oui	0,5	50	5	80	15	oui
CE-08	Étang	2	100	35	1	0	1	90	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	non	non	oui	oui	non	1	Né	0,4	< 5	0	60	40	non	0,4	< 5	0	5	95	non
CE-09	Radier	1	69	0,35	0,15	0,15	3	10	10	20	30	30	0	0	0	1	1	3	3	non	non	non	non	non	1	oui	0,1	< 5	0	50	60	non	0,1	< 5	0	50	50	non
CE-09	Plat lentique	2	31	0,95	0,45	0	3	50	50	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	non	oui	oui	non	BC	1	oui	0,15	< 5	0	50	50	non	0,1	< 5	0	80	20	non
CE-09	Radier	3	100	0,25	0,1	0,2	3	0	60	10	10	10	0	10	0	1	2	1	3	non	non	non	non	oui	1	non	0,3	10	10	80	30	non	0,3	25	10	60	30	non
CE-10	Chenal	1	100	6	1,5	0,09	1	20	70	0	0	0	5	5	0	1	1	1	0	oui	oui	oui	oui	Ch, BC	1	non	2	80	10	60	30	non	0,75	20	1	40	59	non
CE-10	Rapide-Radier	2	55	10	0,25	0,66	3	0	5	0	45	15	15	10	10	1	1	2	1	oui	oui	oui	oui	non	2	non	3	50	1	80	19	non	3	50	7	90	10	non
CE-10	Chenal	3	45	5	0,5	0,42	3	5	35	25	25	10	0	0	0	1	1	2	1	oui	oui	oui	oui	non	1	oui	0,5	< 5	5	80	15	0,5	0,5	< 5	0	75	25	non
CE-11	Plat lentique	1	100	0	0,05	n.d.	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	non	non	non	non	inter	1	non	0	< 5	1	30	60	non	0	< 5	1	30	60	non
CE-11	Plat lentique	2	60	12	0,45	nul	1	100	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	non	non	non	non	non	1	Qu (100 %)	0,1	< 5	5	80	15	non	0,1	< 5	1	95	4	non
CE-12	Plat lentique	1	100	0,15	0,15	<0,01	3	85	5	5	5	0	0	0	0	1	1	3	1	non	non	non	non	oui	1	Qu	0,1	< 5	0	5	95	non	0,1	5	0	5	95	non
CE-12	Plat lentique	2	65	3	0,35	0	3	70	30	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	non	non	oui	non	B	1	Qu	0,1	< 5	1	30	70	non	0,15	5 - 10	5	45	50	non
CE-12	Chenal	3	35	0,3	0,1	0,1	3	90	10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	non	non	non	non	non	1	non	0,05	< 5	5	60	35	non	0,05	5 - 10	5	70	25	non
CE-13	Chenal	1	100	0,4	0,2	0,08	3	25	35	10	30	0	0	0	0	1	2	1	3	non	non	non	oui	Dl	1	non	0,4	80	s. o.	s. o.	s. o.	fort	0,4	70	s. o.	s. o.	s. o.	fort
CE-13	Chenal	2	100	0,7	0,35	0,09	3	40	30	5	0	10	10	5	0	2	1	1	1	non	oui	oui	non	non	1	< 5 %	0,3	80	0	5	95	oui	0,3	80	0	5	95	oui

[1] MO = matière organique; F = fine (< 1,0 mm); S = sable (1-2 mm); Gr = gravier (2-15 mm); C = caillou (16-63 mm); Ga = galet (64-256 mm); B = bloc (257-1000 mm); GB = gros bloc (> 1000 mm).
[2] 0 = absent; 1 = faible; 2 = moyen; 3 = élevé.
[3] BC = barrage de castor; P = ponceau; Inter = intermittent; Ch = chute; Dl = débris ligneux.
[4] Qu = quenouille; Le = lentille d'eau; Né = nénuphar.

Valeur de l'habitat

Hormis la présence de la route et de ses ponceaux, ces cours d'eau sont apparemment dans un état naturel peu impacté par les activités humaines. Il s'agit essentiellement de cours d'eau à courant lent, marécageux et à substrat organique. De façon synthèse, la valeur des habitats dans les cours d'eau où les aménagements de traversées de cours d'eau occasionneront des pertes d'habitat est résumée au tableau 9.Ces valeurs d'habitats varient de « très faible » à « bonne ».

Tableau 8 Qualité de l'eau mesurée en juin 2017 dans les cours d'eau traversés par les conduites d'eau de recirculation et de résidus miniers projetées

Cours d'eau	Profondeur de la mesure (m)	Profondeur d'eau maximale (m)	Température de l'eau (°C)	Concentration en oxygène dissous (%)[1]	Conductivité spécifique (µS/cm)	pH[2]
CE-1	0,10	0,15	20,30	81,4	104,6	6,97
CE-2	0,25	0,50	21,50	30,2	70,2	6,34
CE-3	0,30	1,00	17,50	2,4	80,8	6,31
CE-4	0,25	0,60	20,90	54,5	86,8	6,55
CE-5	0,50	1,00	21,00	97,1	97,1	6,45
CE-6	0,10	0,15	19,40	7,3	508,1	4,54
CE-7	0,15	0,30	20,00	8,7	529,2	6,37
CE-8	0,25	0,40	21,00	86,0	66	6,72
CE-9	0,15	0,40	20,40	116,4	66,3	6,95
CE-10	1,00	2,50	21,40	97,4	49	7,03
CE-11	0,15	0,40	16,40	12,5	100,8	5,93
CE-12	0,20	0,35	11,00	74,7	82,1	6,37
CE-13	0,15	0,25	17,29	95,1	74,1	6,27

[1] Les valeurs en évidence sont inférieures au critère de protection de la vie aquatique (57 % de saturation à une température de l'eau de 20 °C ou 54 % à 10 °C) du MELCCFP (2024).
[2] Les valeurs en évidence sont hors de la plage de protection de la vie aquatique (effet chronique; 6,5 à 9,0) du MELCCFP (2024).

Tableau 9 Synthèse des informations sur les cours d'eau traversés par les par les conduites d'eau et de résidus projetées et valeurs de l'habitat

Site	Perte d'habitat (destruction)	Faciès d'écoulement	Substrat dominant	Abondance de la végétation aquatique	Qualité de l'eau	Poissons présents	Valeur des fonctions d'habitat [1]	Importance pour la productivité des pêches	Valeur de l'habitat
CE-02	455 m²	Chenal/plat lentique	Matière organique et argile/limon	Modérée	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : faible	Faible	Faible
CE-03	1 849 m²	Chenal/plat lentique	Matière organique et argile/limon	Modérée à forte	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Méné jaune – Meunier noir – Mulet à cornes – Mulet de lac – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) modérée – Alevinage : modérée – Alimentation : modérée – Migration : faible-modérée	Grande	Très faible
CE-04	408 m²	Chenal lentique	Matière organique et argile/limon	Faible à modérée	– Oxygène dissous < CVAC	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Méné jaune – Mulet de lac – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : modérée – Alevinage : faible – Alimentation : modérée – Migration : faible	Grande	Moyenne à bonne
CE-05	731 m²	Chenal/plat lentique	Matière organique et argile/limon	Faible à modérée	– pH < CVAC	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines	– Fraie (eau calme) : modérée – Alevinage : modérée – Alimentation : modérée – Migration : faible	Faible	Moyenne à bonne
CE-06	633 m²	Cascade-radier, chenal/plat lentique	Matière organique, argile/limon, sable et galet	Faible	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Aucune pêche possible	– Fraie (eau calme) : très faible – Alevinage : très faible – Alimentation : très faible – Migration : très faible	Très faible	Très faible
CE-07	50 m²	Plat lentique	Matière organique	Modérée	– pH < CVAC – Oxygène dissous < CVAC	– Aucune capture	– Fraie (eau calme) : très faible – Alevinage : très faible – Alimentation : très faible – Migration : très faible	Très faible	Très faible

Tableau 9 Synthèse des informations sur les cours d'eau traversés par les par les conduites d'eau et de résidus projetées et valeurs de l'habitat (suite)

Site	Perte d'habitat (destruction)	Faciès d'écoulement	Substrat dominant	Abondance de la végétation aquatique	Qualité de l'eau	Poissons présents	Valeur des fonctions d'habitat [1]	Importance pour la productivité des pêches	Qualité de l'habitat du poisson
CE-08	129 m²	Chenal lentique, étang	Matière organique et argile/limon	Faible	– Critères respectés	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Méné jaune – Perchaude	– Fraie (eau calme) : modérée – Alevinage : faible – Alimentation : modérée – Migration : faible	Moyenne	Bonne
CE-09	37 m²	Radier, plat lentique	Matière organique, argile/limon, gravier et caillou	Faible à forte	– Critères respectés	– Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible-modérée – Alimentation : faible-modérée – Migration : faible	Faible	Bonne
CE-13	19 m²	Chenal lentique	Matière organique et argile/limon	Faible	– pH < CVAC	– Barbotte brune – Méné ventre citron/ventre rouge – Épinoche à cinq épines – Méné à grosse tête – Mulet perlé	– Fraie (eau calme) : faible – Alevinage : faible – Alimentation : faible – Migration : faible	Faible à moyenne	Moyenne à bonne

[1] Valeur déduite des caractéristiques de l'habitat.

4.2 Équivalence des pertes et des gains

Cette section présente les principaux arguments évoqués pour justifier l'équivalence entre les pertes d'habitat qui seront engendrées par le projet minier Horne 5 et les gains d'habitats qui résulteront du projet lui-même, de même que du projet de compensation proposé. Le bilan de ces pertes et gains est présenté de façon sommaire au tableau 10.

Qualité des habitats de remplacement

À l'exception de quelques cas spécifiques (détaillés dans la section 4.1), les habitats qui seront impactés par le projet ne présentent généralement qu'une qualité médiocre pour les populations piscicoles. Le concept de compensation envisagé propose la création d'habitats de substitution de qualité écologique supérieure, offrant des valeurs supérieures à celles des habitats actuels qui sont souvent fragmentés, influencés par l'activité humaine ou même contaminés dans certains cas. Cette approche vise à améliorer significativement les conditions de vie des populations de poisson en créant dans l'écosystème des milieux plus propices à leur développement et à leur reproduction et leur survie. L'objectif du concept proposé est de compenser non seulement en quantité, mais aussi en qualité, en créant des environnements aquatiques qui seront bénéfiques à long terme pour la biodiversité locale et la santé de l'écosystème.

Bien que d'origine anthropique, les habitats de substitution proposés seront conçus de façon à présenter des caractéristiques aussi naturelles que possible, exemptes de fragmentation et de contamination.

Utilisation potentielle par la faune aquatique

Le concept de compensation envisagé propose la création d'habitats de substitution qui seront totalement accessibles et utilisables par les populations de poisson existantes en amont (lac Vauze et ruisseau Vauze amont) et en aval (ruisseau Vauze aval, décharge du lac 336 et lac 336). Selon les caractéristiques locales des nouveaux habitats et les besoins spécifiques des espèces, les habitats de substitution visent à offrir une variété de fonctions d'habitat essentielles. Les poissons pourront y trouver des zones de fraie, des aires d'alevinage, des espaces d'alimentation et des voies de migration, leur permettant de compléter l'ensemble de leur cycle vital.

En mettant l'accent sur l'accessibilité et l'utilité de ces habitats pour la faune aquatique, le concept de compensation fait en sorte que les espèces ciblées pourront bénéficier de ces aménagements. Les habitats de substitution seront des écosystèmes dynamiques, capables de soutenir la vie aquatique et de favoriser la biodiversité.

En plus des poissons, les habitats pourront être utilisés par une variété d'autres espèces aquatiques ou semi-aquatiques.

Rétablissement de la connectivité avec l'aval

Le bassin OX2 résulte de l'endiguement historique du ruisseau Vauze pour l'aménagement du parc à résidus Norbec (aménagé au début des années 1980). Ce bassin a été utilisé pour l'oxydation des thiosels; de la chaux y était ajoutée pour contrôler l'acidité. De ce fait, les populations de poisson des ruisseau Vauze (amont) et lac Vauze sont isolées en tête de bassin versant depuis cette époque, ne pouvant migrer davantage vers l'aval. De la même façon, les populations de poisson du ruisseau Vauze (aval) ne peuvent migrer vers l'amont en direction du lac Vauze, le parc à résidus Norbec constituant un obstacle.

La restauration du lien hydrique entre le lac Vauze et le ruisseau Vauze par la création d'un canal de dérivation rejoignant le bassin versant voisin permettra de rétablir de façon permanente la connectivité hydrologique et écologique d'antan. Cette reconnexion pourra se faire en évitant au maximum les impacts sur le lac 336 (actuellement sous contrôle des castors).

Maintien des superficies ennoyées

À l'heure actuelle, les habitats du poisson dans l'empreinte des IGRM projetées présentent de fortes fluctuations saisonnières des niveaux de l'eau, principalement influencées par les opérations du parc à résidus Norbec (figure 2). Le concept de compensation propose la création d'un plan d'eau de substitution qui offrira des fonctions d'habitats durables toute l'année pour l'ensemble du cycle vital du poisson contrairement à certains plans d'eau et ruisseaux intermittents présents actuellement. Sur une base annuelle, les habitats de substitution offriront donc des habitats plus stables et seront donc davantage disponibles pour la faune aquatique pendant les périodes de crue ou de sécheresse.

En conclusion, le concept de compensation met en avant la création d'habitats de substitution qui serviront de support durable et fiable pour les populations de poisson, en leur fournissant un environnement stable et adapté à leurs besoins tout au long de l'année, et en favorisant la continuité de leurs cycles vitaux.

Tableau 10. Bilan des pertes et des gains

Critère d'évaluation	Pertes d'habitat			Gains d'habitat
	IGRM et secteur de la dérivation sud-ouest	Ruisseau Vauze	Réseau de conduites	Habitat de remplacement
Superficie de perte ou de gain	- 57,2 ha	- 6,9 ha	- 0,43 ha	+ 31,2 ha (incluant le canal de dérivation) (+4,9 ha au ruisseau Waite résultant de la hausse du débit)
Proportion des pertes totales	89 %	11 %	< 1 %	–
Qualité de l'eau	Médiocre	Moyenne	Moyenne	Bonne
Qualité des sédiments	Médiocre	s. o.	s. o.	s. o.
Communauté de poissons	3 espèces	4 espèces (amont) 5 espèces (aval)	10 espèces	Espèces des habitats en amont et en aval
Importance des espèces	Poissons fourrage communs	Poissons fourrage communs	Poissons fourrage communs Espèces sportives	Poissons fourrage communs
Connectivité avec le réseau hydrographique permettant le passage du poisson	Non	Oui	Oui	Oui

Références bibliographiques

ECCC (ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA). 2024. *Périodes de nidification*. En ligne : www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/prevention-effets-nefastes-oiseaux-migrateurs/periodes-generales-nidification/periodes-nidification.html#toc0. Consulté en juin 2024.

EC (ENVIRONNEMENT CANADA) et MDDEP (MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC). 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 p.

MDDELCC (MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES). 2015. *Aménagement d'un batardeau et d'un canal de dérivation*. 18 p. En ligne : www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/Amenagement-batardeau-canal-derivation.pdf. Consulté en juin 2024.

MELCCFP (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS). 2024. *Critères de qualité de l'eau de surface*. En ligne : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.

MRNF (MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DES FORÊTS). 2024. Couche des droits fonciers (baux), [jeu de données], dans Données Québec, 2019. Mis à jour le 14 juillet 2023. En ligne : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/couche-des-droits-fonciers-baux

MPO (MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS DU CANADA). 2023. *Norme provisoire : confinement d'une aire de travail dans l'eau*. En ligne : www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/codes/interim-provisoire/site-isolation-confinement-aire-travail-fra.html. Consulté en juin 2024.

MPO (MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS DU CANADA). 2022*a*. *Code de pratique – Ponts à portée libre*. En ligne : waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/41113457.pdf. Consulté en juin 2024.

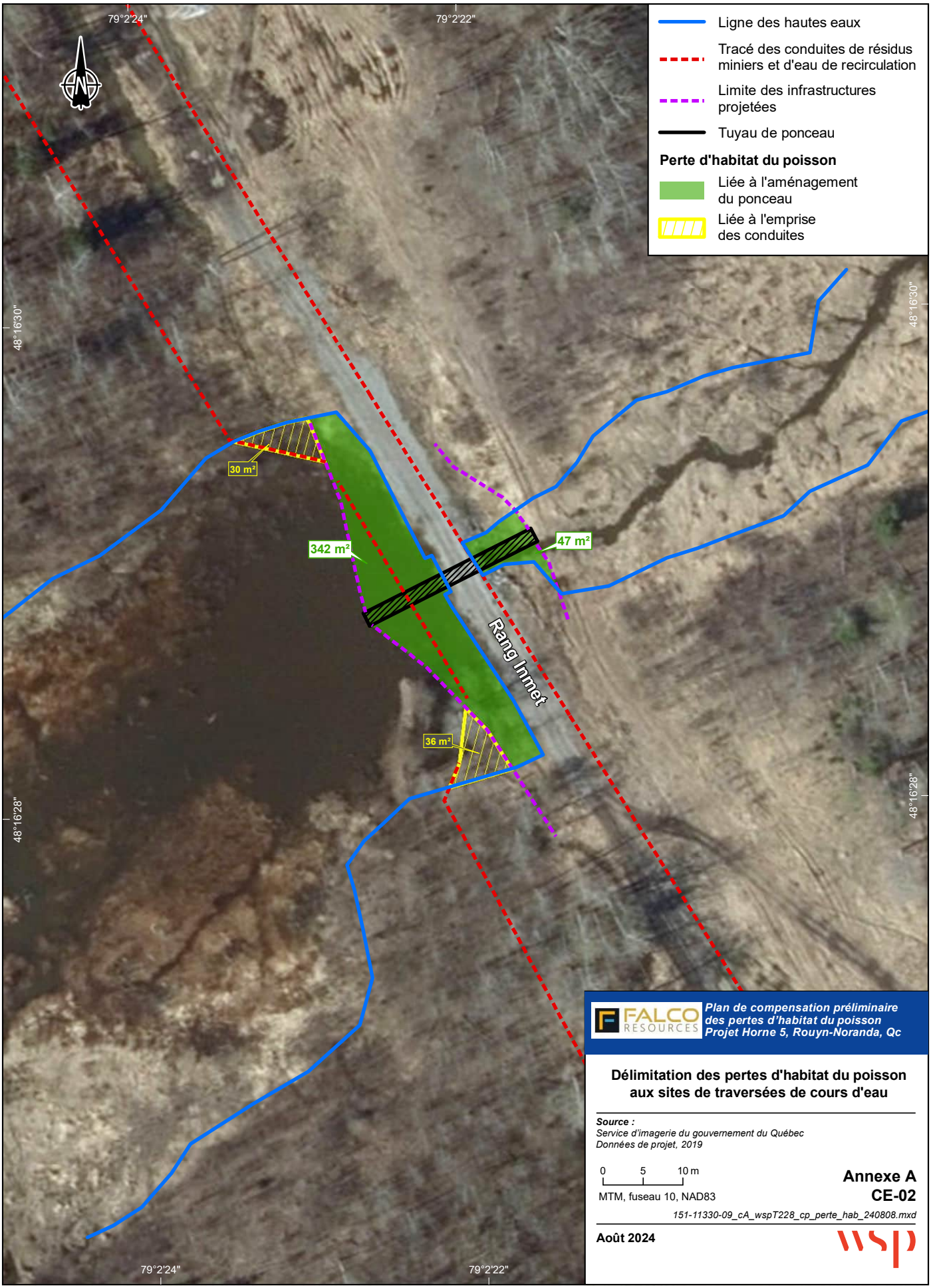
MPO (MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS DU CANADA). 2022*b*. *Code de pratique – Traverses à gué temporaires*. En ligne : waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/41113494.pdf. Consulté en juin 2024.

MPO (MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS DU CANADA). 2020. *Code de pratique provisoire – Grillages à poissons à l'entrée des petites prises d'eau douce*. En ligne : www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/codes/screen-ecran-fra.html. Consulté en juin 2024.

ANNEXE

A

DÉTAIL DES PERTES D'HABITAT DU POISSON LE LONG DU RÉSEAU DE CONDUITES



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

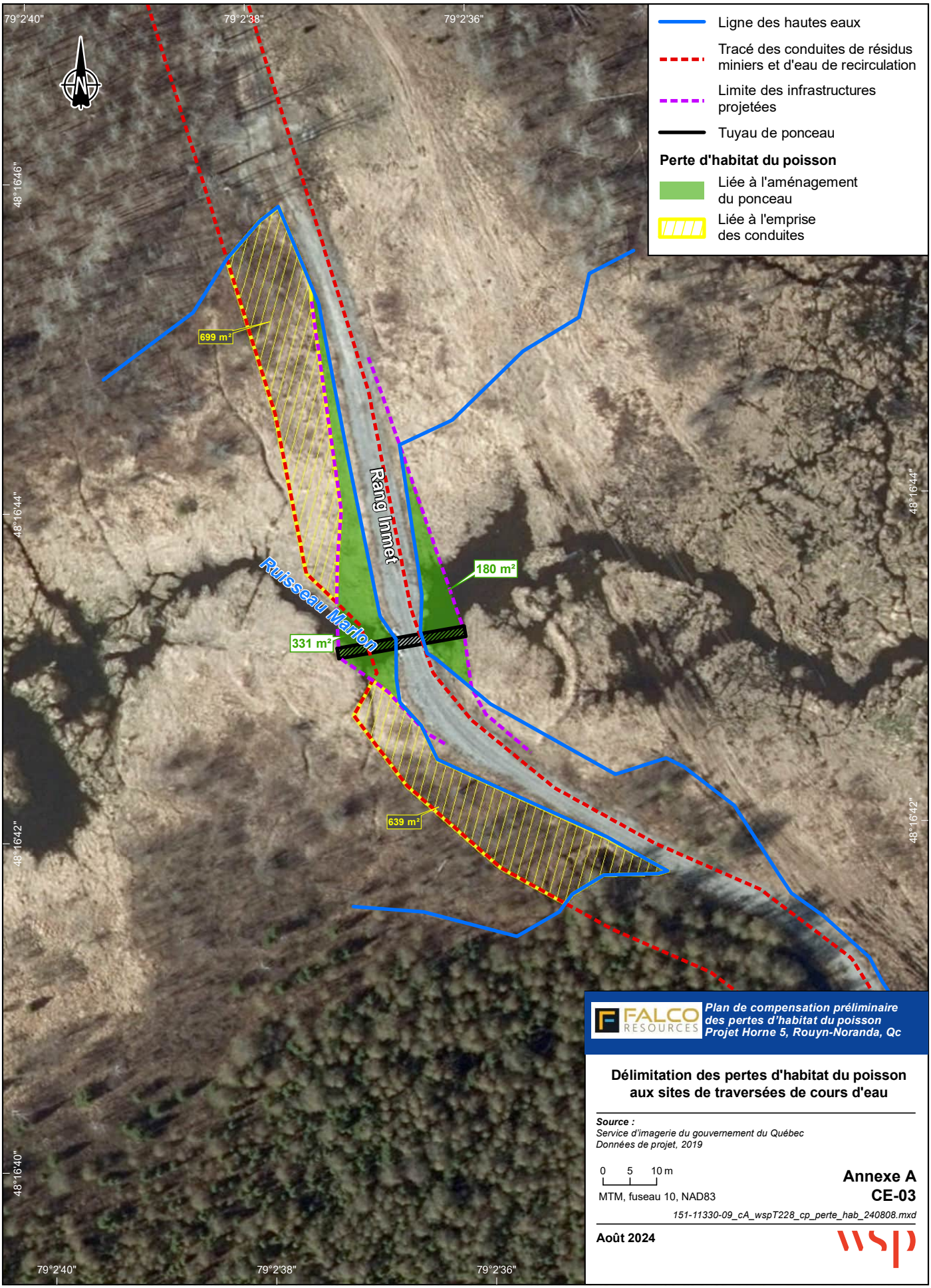
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-02

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

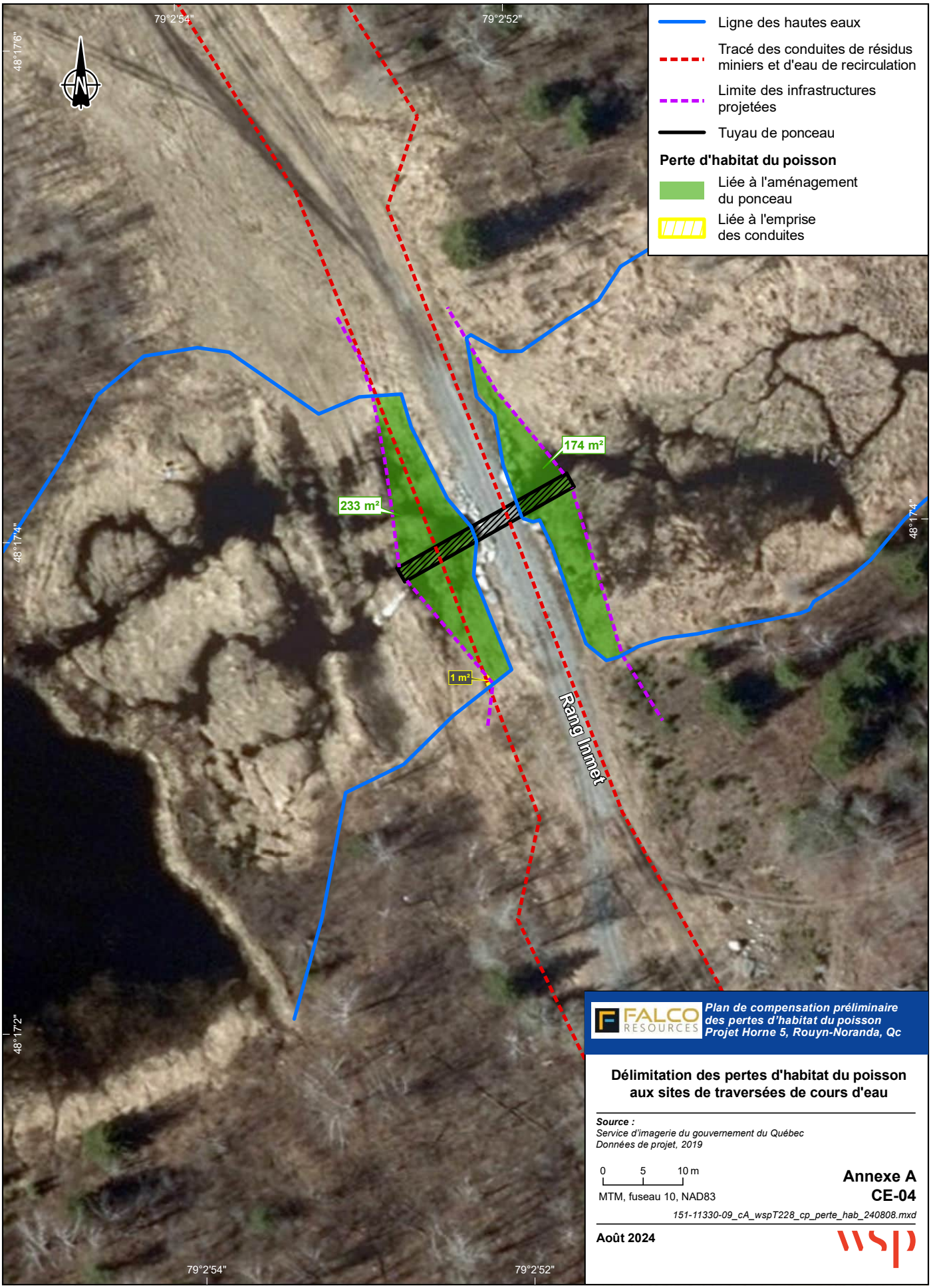
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-03

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

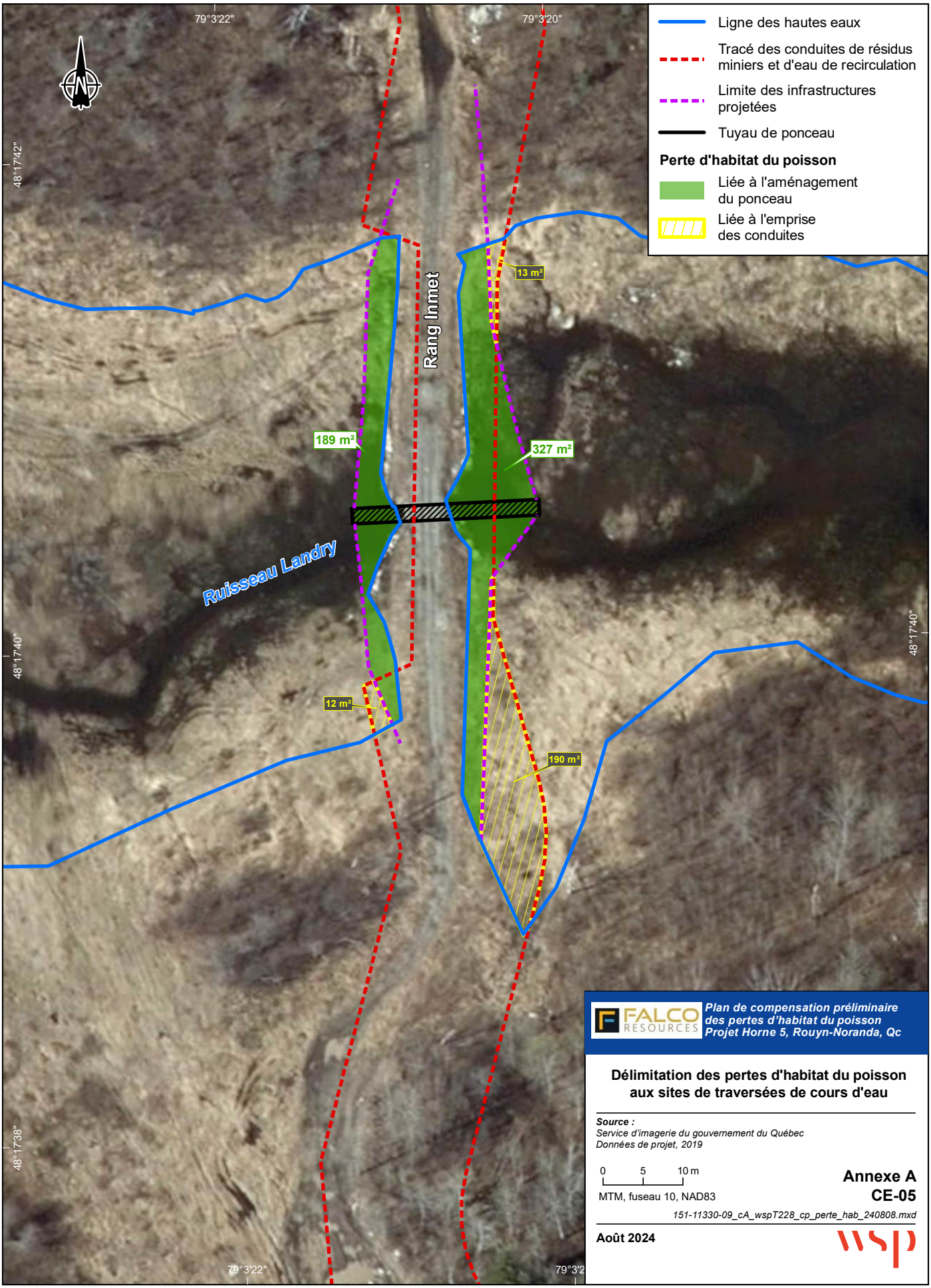
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-04

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

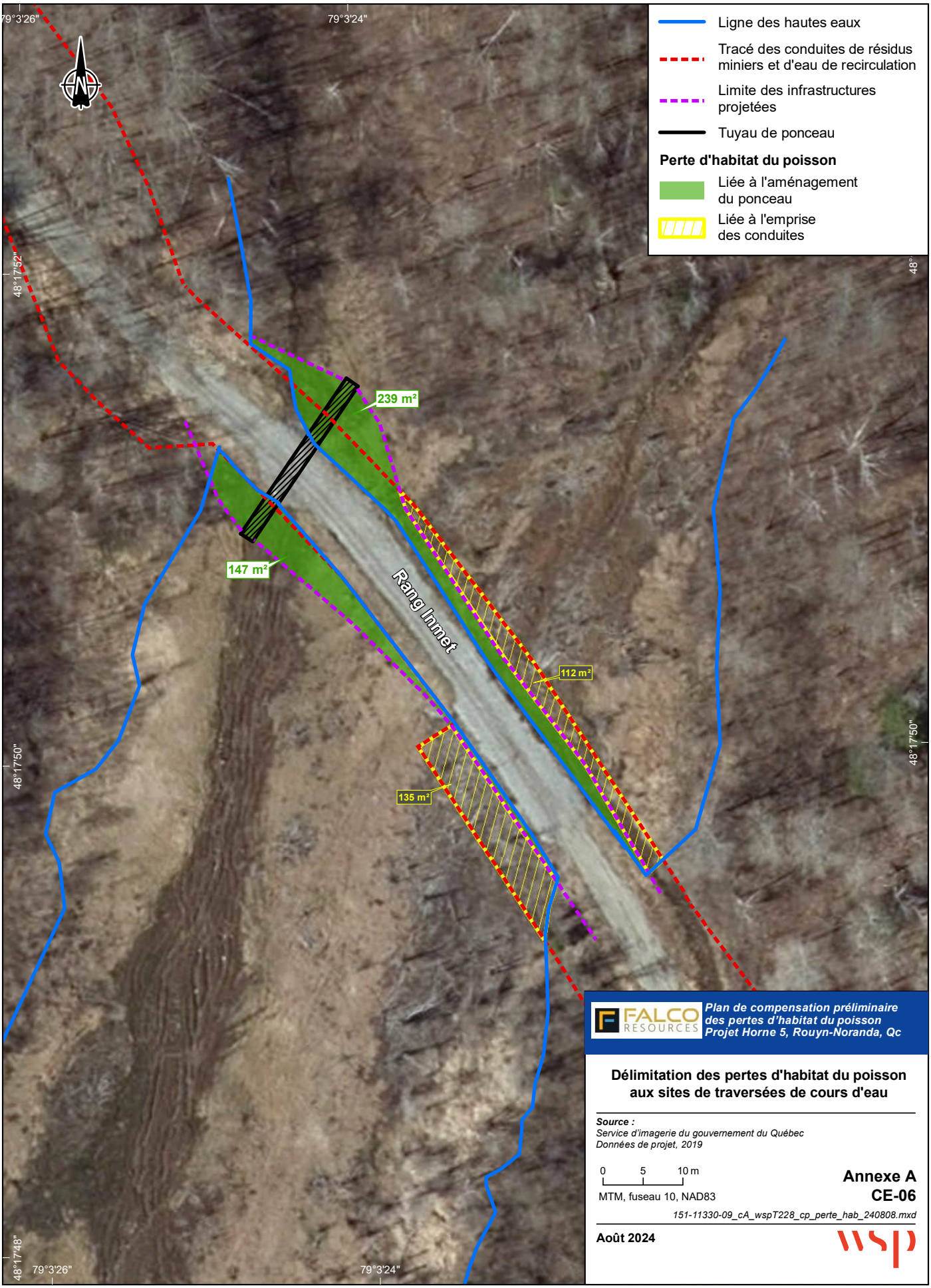
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-05

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-06

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

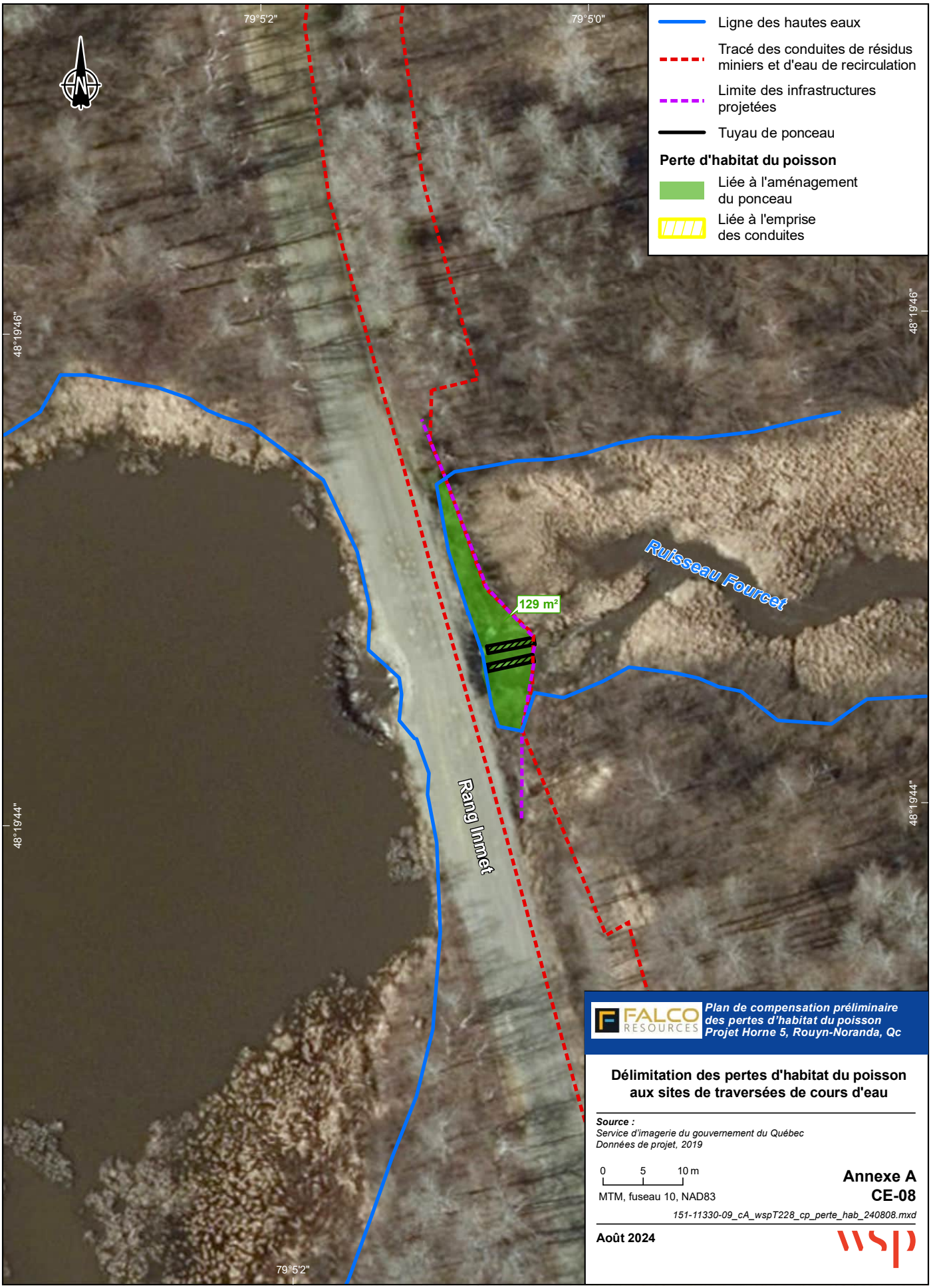
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-07

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

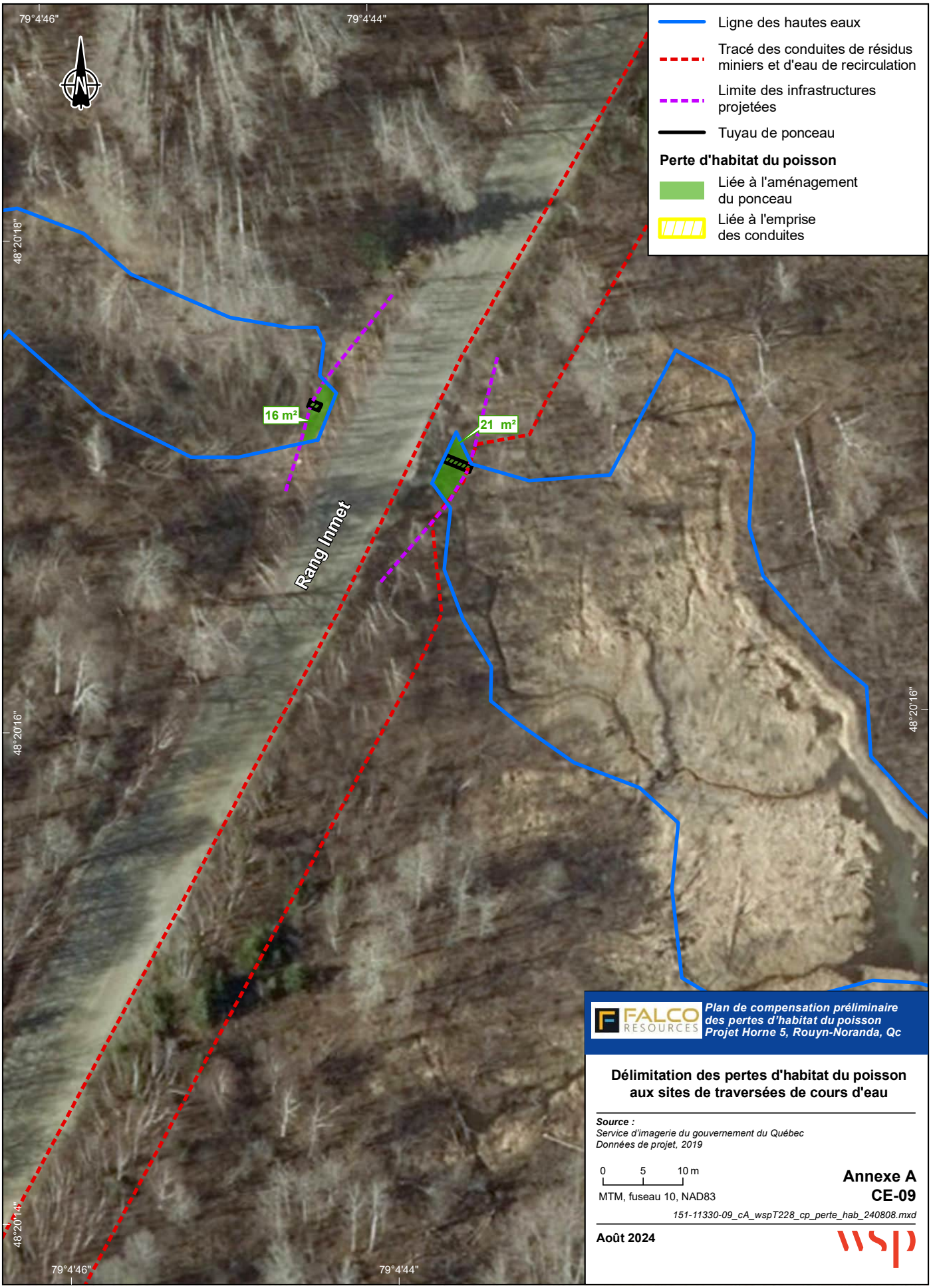
Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-08

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-09

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

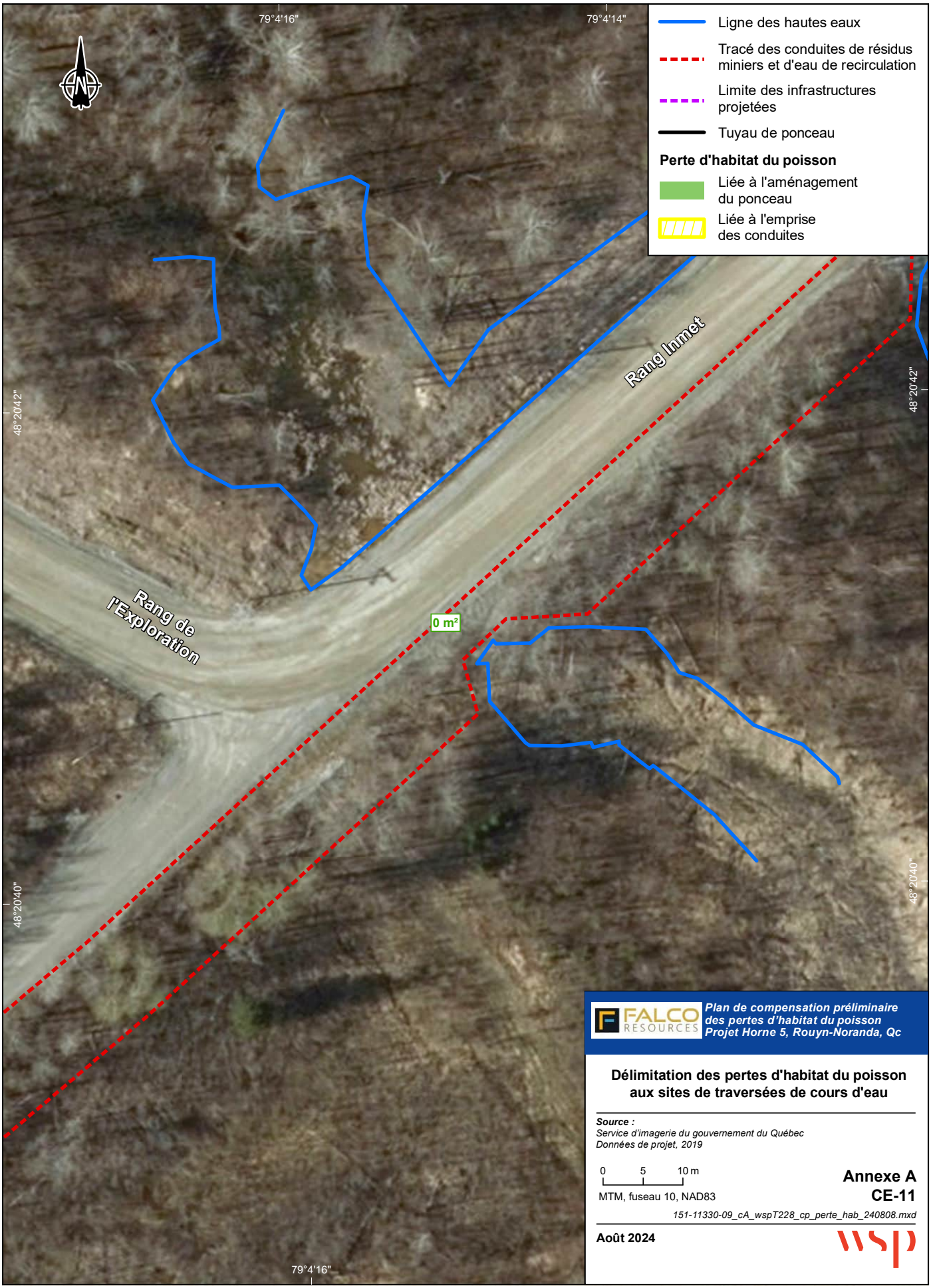
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-10

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

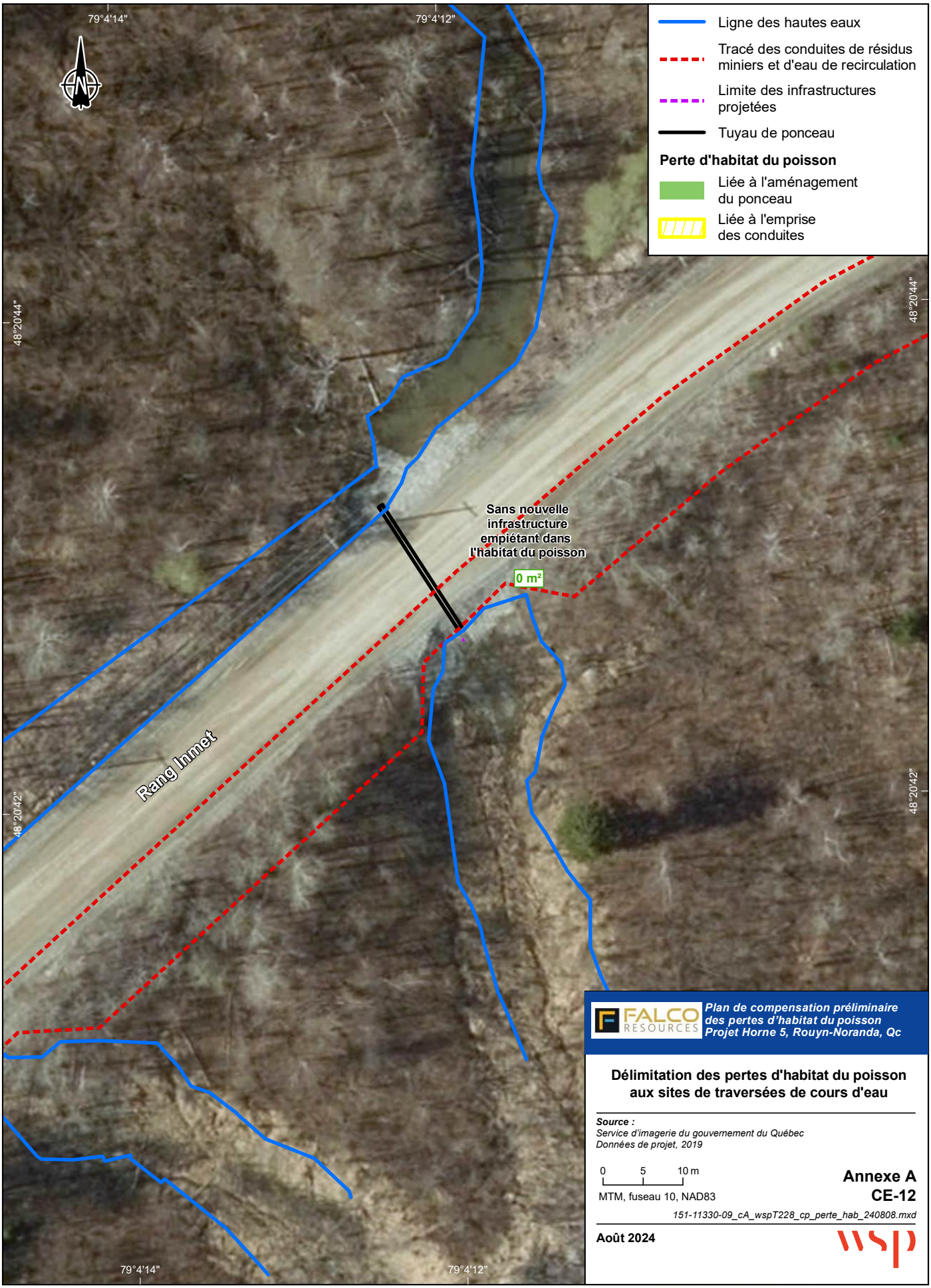
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-11

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

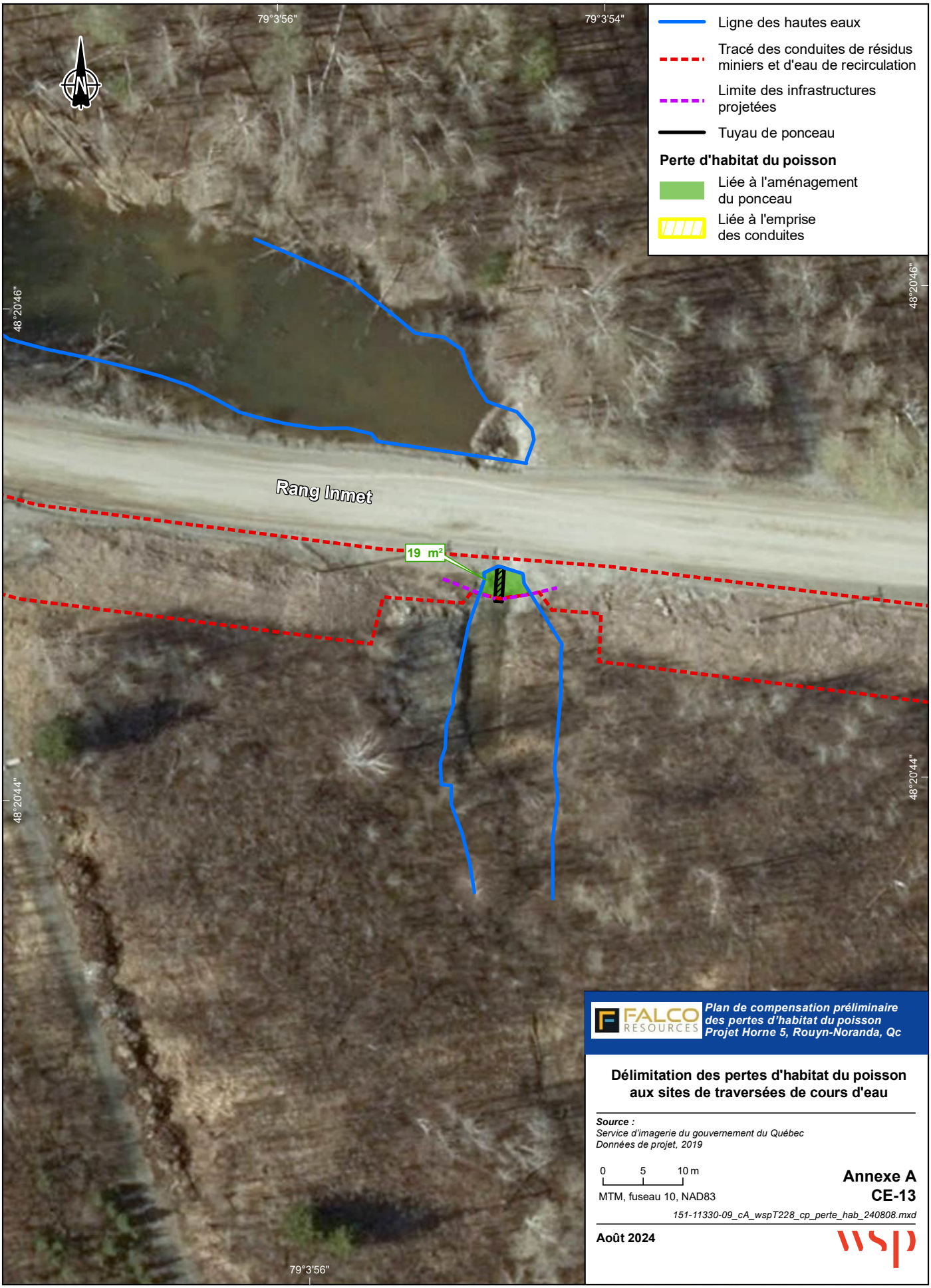
0 5 10 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-12

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp



FALCO RESOURCES

Plan de compensation préliminaire des pertes d'habitat du poisson Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Délimitation des pertes d'habitat du poisson aux sites de traversées de cours d'eau

Source :
Service d'imagerie du gouvernement du Québec
Données de projet, 2019

0 5 10 m

MTM, fuseau 10, NAD83

Annexe A
CE-13

151-11330-09_cA_wspT228_cp_perte_hab_240808.mxd

Août 2024

wsp

ANNEXE

ANNEXE 12

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE

RESSOURCES FALCO LTÉE

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE

PROJET MINIER HORNE 5

ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

JUILLET 2024

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE WSP : CA0008099.7339

RAPPORT PRÉLIMINAIRE



SOURCE : RESSOURCES FALCO LTÉE (PORTAIL VIRTUEL)

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE

PROJET MINIER HORNE 5

RESSOURCES FALCO LTÉE

RAPPORT FINAL
CONFIDENTIEL

PROJET NO.: CA0008099.7339
DATE: 19 JUILLET 2024

WSP CANADA INC.
11E ÉTAGE
1600 BOUL. RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL, QC H3H 1P9
CANADA

T: +1-514-340-0046
F: +1-514-340-1337

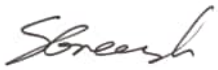
WSP.COM

GESTION DE LA QUALITÉ

VERSION	DATE	DESCRIPTION
0A	2023-12-22	Version préliminaire pour commentaires
0B	2024-03-22	Version préliminaire révisée
00	2024-07-05	Version pré-finale pour approbation
01	2024-07-19	Version finale-signée

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Stephanie Greenough, M.Sc., CPI
Conseillère, Risques climatiques et résilience

RÉVISÉ ET APPROUVÉ PAR



Nicolas Sbarrato, ing., M.Sc., PMP®
Conseiller senior, Changements climatiques et sites contaminés

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Falco Ressources Ltée, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation. Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet. WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels. WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations. Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc. Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informé et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment. L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix (10) ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente, Environnement et Développement durable	Hélène Cartier
Coordinatrice aux études techniques	Annie Beaulieu
Technicienne senior en environnement	Marilyn Gagnon

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet	Nicolas Sbarrato, ing., M.Sc., PMP®
Conseillère en risques et résilience climatiques	Stephanie Greenough, M.Sc., CPI
Conseiller en risques et résilience climatiques	Mohammad Bizhanimanzar, PhD.

ABBRÉVIATIONS ET ACRONYMES

CMH5	Complexe minier Horne 5
CMIP	*Couple model intercomparison project*
CNB	Code national du bâtiment
CRIM	Centre de recherche en informatique de Montréal
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IDF	Intensité-durée-fréquence
IGRM	Installations de gestion de résidus miniers
ISO	*International Organization for Standardization* (Organisation internationale de normalisation)
LQE	Loi sur la Qualité de l'Environnement
MSP	Ministère de la Sécurité publique
PCC	*Prairie Climate Center*
PCIC	*Pacific Climate Impacts Consortium*
RCP	*Representative Concentration Pathway*
SSP	*Shared Socio-Economic Pathways*
URSTM	Unité de recherche et de service en technologie minérale

GLOSSAIRE DES TERMES CLIMATIQUES

Adaptation	Processus d'ajustement au climat actuel ou futur et à ses conséquences. De manière générale dans la société actuelle et pour des projets d'infrastructure, l'adaptation vise à atténuer ou à éviter des dommages ou à exploiter des occasions que les changements climatiques causent. Dans certains écosystèmes, une intervention humaine peut faciliter l'adaptation.
Aléa climatique	Phénomène, manifestation physique ou activité humaine liés aux conditions climatiques susceptibles d'occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement.
Atténuation	Intervention humaine réduisant les sources et augmentant les puits de gaz à effet de serre.
Capacité d'adaptation	Capacité d'un projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions ou pour faire face aux impacts les plus conséquents.
Changement climatique	Fait référence à un changement de l'état du climat qui peut être identifié par des tests statistiques des changements de la moyenne et/ou la variabilité de ses propriétés. Ce changement doit persister pendant une période prolongée, généralement des décennies ou plus. Un changement climatique peut être dû à des processus naturels ou à des forçages externes tels que les variations du cycle solaire, des éruptions volcaniques et des changements anthropiques persistants modifiant la composition de l'atmosphère ou l'utilisation des sols.
Climat	Modes de variabilité des conditions atmosphériques dans une région donnée sur une longue période, souvent des décennies ou plus (à ne pas confondre avec la météo, c.-à-d. le temps qu'il fait, qui décrit les conditions atmosphériques actuelles, p. ex. : « il pleut » ou « il vente »).
Confiance	Niveau de fiabilité de jeux de données utilisés.
Cycle de gel-dégel	Jour pendant lequel la température maximum est positive et la température minimum est négative. Dans ces conditions, il est très probable que des étendues d'eau sur des surfaces telles que les routes, les toits et les équipements soient sous forme solide et liquide en fonction du moment de la journée.
Données historiques	Données récoltées par les stations météorologiques disponibles à proximité d'une localisation précise durant une certaine période passée.
Durée de vie	La période pendant laquelle l'infrastructure est censée fonctionner selon les paramètres de conception. Théoriquement, il s'agit de la durée entre la mise en service et le début de l'usure. En général, la durée de vie nominale est plus courte que la période entre la mise en service et le moment prévu de la défaillance réelle. Dans certains cas, la durée de vie théorique est exprimée en termes de période de rentabilité économique d'un projet d'ingénierie.
Exposition	Présence de personnes, de moyens de subsistance, de ressources, de services environnementaux, d'infrastructures ou d'actifs économiques, sociaux et culturels dans un endroit qui pourrait être affecté par les changements climatiques.

Glissement de terrain	Phénomène d'origine sismique, géologique et géophysique où une masse de terre descend sur une pente.
IDF	Se référer à Courbe d'intensité-durée-fréquence (IDF).
Impact	Effet des aléas météorologiques et climatiques extrêmes et des changements climatiques sur le milieu humain, l'économie et l'environnement. Un impact se réfère généralement aux effets sur le vivant, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures causés par l'interaction entre les changements ou aléas climatiques et la vulnérabilité d'une société ou d'un système exposé. Les impacts peuvent également être appelés conséquences ou résultats.
Jour de précipitations extrêmes	Jour durant lequel le cumul de précipitations (pluie, neige, grêle, grésil confondus) est supérieur à une certaine limite d'équivalent en eau liquide (souvent, 10 ou 20 mm).
Mesure de contrôle / Mesure d'adaptation	Actions prises pour réduire le potentiel d'exposition à un risque climatique, pour supprimer le risque ou pour réduire la probabilité que le risque d'exposition à ce risque se réalise.
Modèle global de climat	Représentation mathématique des composantes principales du système climatique et de leurs interactions (aussi *modèle climatique*).
Pergélisol	Couche du sol qui reste à une température inférieure ou égale à 0 °C pendant au moins deux ans.
Période de retour	Mesure statistique représentant le temps moyen entre l'apparition de deux évènements semblables. Par exemple, une inondation d'une période de retour de 100 ans est un évènement qui est susceptible de se produire tous les 100 ans en moyenne. L'inverse de la période de retour est la fréquence annuelle d'occurrence. Une crue avec une période de retour de 100 ans a 1 chance sur 100 ou 1 % de chance de se produire chaque année.
Pluie verglaçante	Pluie tombant à des températures négatives, causant son gel immédiat au contact d'une surface.
Pointage de risque	Évaluation du niveau de risque selon une échelle prédéfinie.
Précipitations annuelles	Cumul total de précipitations tombées sur toute une année.
Probabilité	Mesure représentant la chance qu'un évènement se produise. Dans cette étude, deux probabilités distinctes sont abordées : la probabilité qu'un aléa climatique se produise dans une période donnée (basée sur les données historiques et les projections climatiques) et la probabilité que cet aléa ait un impact sur le projet (basée sur le niveau de vulnérabilité du projet).
Projection climatique	Évaluation de l'état du système climatique à une période future prédéfinie (à ne pas confondre avec *prévision météorologique*).
Rafale	Augmentation brève de la vitesse du vent, habituellement mesurée en moins de 20 secondes.
Régime des vents	Caractéristiques du vent dans une région spécifique, telles que la vitesse moyenne, la direction et les rafales les plus puissantes.
Résilience	Habileté d'un système à absorber ou de compenser les perturbations, tout en maintenant une structure et un fonctionnement similaires.

Risque	Mesure des pertes potentielles humaines, des cas de blessures, des dommages (voire des destructions) d'actifs, des dégâts environnementaux ou des pertes économiques que pourraient subir un système, une société ou une communauté au cours d'une période spécifique, déterminée de manière probabiliste en fonction du danger, de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.
Scénario	Représentation plausible du climat futur qui a été construite pour une utilisation précise dans le cadre d'études sur les impacts potentiels des changements climatiques.
Scénario actif	Scénario SSP2-4.5 se caractérise par la poursuite des émissions de CO2 à des niveaux similaires aux niveaux actuels avant le milieu du siècle, et par une diminution par la suite. La température augmente de 2,7°C d'ici la fin du siècle et le forçage radiatif atteint 4.5 W/m2
Scénario passif	Scénario SSP5-8.5 se caractérise par d'importants défis en matière d'atténuation des changements climatiques et de faibles défis en matière d'adaptation, avec un objectif de forçage radiatif de 8,5 W/m2. La température augmente de 4,6°C d'ici la fin du siècle.
Sensibilité	Mesure représentant le niveau avec lequel un système est affecté, de manière défavorable ou avantageuse, par un aléa ou par les changements climatiques. Son effet peut être direct (p. ex. : un changement dans le rendement des cultures en réponse à un changement de température) ou indirect (p. ex. : des dommages causés par une augmentation de la fréquence des inondations fluviales en raison de l'augmentation du niveau de la mer).
Sévérité	Mesure représentant le niveau des dommages potentiels que l'impact étudié aura sur le projet. Dans cette étude, la sévérité est détaillée selon trois axes principaux : le milieu humain (santé et sécurité, société, réputation et gouvernance), l'environnement physique et l'aspect financier (coût de restauration, affaires légales et litiges et économie).
Température annuelle moyenne	Température moyenne observée sur une année.
Tempête de neige	Perturbation atmosphérique ayant pour résultat un cumul minimum de neige de 15 cm à un endroit donné.
Trajectoires représentatives de la concentration (RCP)	Un scénario de trajectoire de concentration de gaz à effet de serre adopté par le GIEC. Les quatre scénarios (RCP2.6, RCP4.5, RCP6 et RCP8.5) représentent l'éventail des résultats possibles de politiques climatiques pour le 21^{e} siècle. Le RCP2.6, le scénario le plus optimiste, suppose des mesures d'atténuation agressives, tandis que le RCP8.5 provoquera le plus grand réchauffement planétaire, avec peu ou pas de changements.
Vulnérabilité	Degré avec lequel un système est susceptible ou incapable de faire face aux effets négatifs des changements climatiques. La vulnérabilité est alors la combinaison de la sensibilité et de la capacité d'adaptation de chaque composante et de chaque activité.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 14

1.1 Mise en contexte 14

1.2 Objectifs de l'étude 15

2 MÉTHODOLOGIE 16

2.1 Notre approche 16

2.2 Cadre de travail 16

2.3 Terminologie utilisée 18

2.4 tendances climatiques 21

3 DESCRIPTION DU PROJET 23

3.1 Emplacement et accès 23

3.2 Composantes du projet et infrastructures considérées 25

3.3 Calendrier adopté et horizons temporels 27

4 CARACTÉRISATION DES ALÉAS CLIMATIQUES 28

4.1 Sélection des aléas pertinents 28

4.2 Portrait climatique et tendances actuelles 31

4.3 Projections climatiques des aléas retenus 33

4.4 Analyse d'exposition aux aléas retenus 39

5 ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DU PROJET 42

5.1 Interactions entre le projet et les conditions climatiques 42

5.2 Liste des impacts potentiels 43

5.3 Sensibilité et capacité d'adaptation 46

5.4 Pointage de vulnérabilité 56

6 ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES 58
6.1 **Probabilité des impacts 58**
6.2 **Sévérité des conséquences 60**
6.3 **Pointage de risque 62**
6.4 **Occasion à saisir 64**
7 ATTÉNUATION DU NIVEAU DE RISQUE 65
7.1 **Exemples de Mesures pouvant être mises en place au besoin 65**
7.2 **Risque résiduel 78**
CONCLUSION 79
RÉFÉRENCES 80

ANNEXES

A TERMINOLOGIE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

TABLEAUX

TABLEAU 2-1 GRILLE D'ÉVALUATION COMPLÈTE DE L'ANALYSE DES RISQUES CLIMATIQUES 18
TABLEAU 2-2 MATRICE D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ 19
TABLEAU 2-3 MATRICE D'ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ DES IMPACTS 20
TABLEAU 2-4 MATRICE D'ÉVALUATION DU NIVEAU DE RISQUE CLIMATIQUE 20
TABLEAU 2-5 PÉRIODES DES PORTAILS D'INFORMATION SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES 22
TABLEAU 4-1 ALÉAS CLIMATIQUES RETENUS ET REJETÉS 28
TABLEAU 4-2 ÉVÈNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES RECENSÉS À LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE MONT-BRUN (1981-2010) 31
TABLEAU 4-3 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 33
TABLEAU 4-4 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES ÉPISODES DE PLUIE VERGLAÇANTE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 34
TABLEAU 4-5 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES CANICULES POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 35
TABLEAU 4-6 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES CYCLES GEL-DÉGEL ET LE REDOUX HIVERNAL POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 35
TABLEAU 4-7 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LA SÈCHERESSE ET LES FEUX DE FORÊT POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 37
TABLEAU 4-8 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES VENTS VIOLENTS ET LES TEMPÊTES AVEC

ACTIVITÉ ORAGEUSE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 38
TABLEAU 4-9 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT LES TEMPÊTES DE NEIGE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 39
TABLEAU 4-10 TENDANCES CLIMATIQUES À COURT TERME (HORIZON 2021-2050) CONCERNANT L'ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET 39
TABLEAU 4-11 LIENS ENTRE LES ALÉAS, LES TENDANCES DES INDICATEURS CLIMATIQUES ET LES POINTAGES (SCORE) DE PROBABILITÉ À COURT TERME (2021-2050) POUR LE SCÉNARIO PASSIF (SSP5-8.5) 40
TABLEAU 5-1 ANALYSE OUI/NON (O/N) DES INTERACTIONS ENTRE LES ALÉAS CLIMATIQUES ET LES COMPOSANTES DU PROJET 42
TABLEAU 5-2 LISTE DES IMPACTS POTENTIELS IDENTIFIÉS 43
TABLEAU 5-3 SENSIBILITÉ ET CAPACITÉ D'ADAPTATION DU PROJET SOUS L'INFLUENCE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES 48
TABLEAU 5-4 POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ DE CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ 56
TABLEAU 6-1 POINTAGE DE PROBABILITÉ DE CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ 58
TABLEAU 6-2 POINTAGE DE SÉVÉRITÉ POUR CHAQUE IMPACT POTENTIEL IDENTIFIÉ 60
TABLEAU 6-3 LISTE DES NIVEAUX DE RISQUE ÉVALUÉS POUR LES IMPACTS POTENTIELS IDENTIFIÉS 63

FIGURES

FIGURE 2-1 APPROCHE GÉNÉRALE D'UNE ÉTUDE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE (ADAPTÉ DU GUIDE DU MELCCFP) 16

FIGURE 2-2 CADRE D'ÉVALUATION DU RISQUE SELON LE SIXIÈME RAPPORT DU GIEC 17
FIGURE 2-3 CHANGEMENT DE LA TEMPÉRATURE DE LA TERRE PROJETÉ PAR RAPPORT À LA PÉRIODE 1850-1900 22
FIGURE 3-1 LOCALISATION GÉNÉRALE DU PROJET HORNE 5 23
FIGURE 3-2 LOCALISATION DES COMPOSANTES DU PROJET HORNE 5..... 24
FIGURE 4-1 RÉPARTITION DES ZONES DE PERGÉLISOL ET LOCALISATION DU SITE DU PROJET 29
FIGURE 4-2 LIDAR DU SECTEUR DU CMH5 (MRNF, 2023)..... 30
FIGURE 4-3 INONDATIONS HISTORIQUES DOCUMENTÉES DANS LA RÉGION DE ROUYN-NORANDA (MSP, 2023) 30
FIGURE 4-4 (A) TEMPÉRATURE MOYENNE ET (B) PRÉCIPITATIONS TOTALES ANNUELLES POUR LA PÉRIODE 1950-2013 32
FIGURE 4-5 NOMBRE DE JOURS AVEC DES PRÉCIPITATIONS ÉGALES OU SUPÉRIEURES À 20 MM POUR LA PÉRIODE 1950-2013..... 32
FIGURE 4-6 FEUX DE FORÊT DE PLUS DE 200 HA RÉPERTORIÉS AU CANADA POUR LA PÉRIODE 1980-2018 36
FIGURE 4-7 INDICE FORÊT-MÉTÉO MOYEN POUR LE MOIS DE JUILLET AU CANADA ENTRE 1980 ET 2019 37

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Ressources Falco Ltée (ci-après « Falco ») projette de développer une mine souterraine d'or, d'argent, de cuivre et de zinc.

Le projet Horne 5 est situé dans le parc industriel Noranda-Nord à Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue. Ce projet prévoit l'exploitation, sur une période d'environ 15 ans, du gisement Horne 5, situé directement sous l'ancienne mine Horne à Rouyn-Noranda.

Le projet est présentement au stade de faisabilité et est soumis à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Depuis 2018, la prise en compte des changements climatiques dans le régime d'autorisation environnementale du Québec est requise par la Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement via l'Annexe II de la LQE. En complément à l'évaluation de la contribution du projet aux émissions de gaz à effet de serre (GES), l'étude d'impact doit également évaluer les impacts des changements climatiques anticipés sur les différentes phases du projet, soit la construction, l'exploitation et la restauration.

Le projet Horne 5 est soumis au régime transitoire d'autorisation, qui n'exige pas spécifiquement d'intégrer les changements climatiques au développement du projet. Falco désire néanmoins faire preuve de proactivité en présentant une vision claire sur la manière dont les risques climatiques et la résilience sont considérés dans le développement du projet Horne 5.

La prise en compte des changements climatiques doit notamment considérer :

- les exigences et recommandations des moteurs réglementaires nationaux et bonnes pratiques, comme les recommandations développées par le Ministère de l'environnement, de la lutte contre les changements climatiques, de la faune et des parcs (MELCCFP) dans le document « Les changements climatiques et l'évaluation environnementale : Guide à l'intention de l'initiateur de projet » (ci-après « le Guide »);
- les exigences et recommandations des moteurs réglementaires internationaux et bonnes pratiques, comme les recommandations du Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD) afin d'aider les compagnies à établir un cadre pour tester la résilience d'une entreprise ou d'un projet, ou les divulgations volontaires ou obligatoires en vigueur;
- les exigences des investisseurs qui peuvent demander des redditions de compte en lien avec les risques climatiques;
- les opportunités d'affaires, incluant la prise en compte des paramètres climatiques pour l'identification de risques et d'opportunités, la divulgation des émissions de GES et les objectifs d'entreprise en lien avec les changements climatiques.

L'évaluation préliminaire présentée dans ce rapport s'inscrit dans cette démarche, ainsi que dans la stratégie globale de gestion du risque de Falco. Cette analyse sera revue dans le cadre d'une étude de résilience climatique complète et d'une analyse globale incluant une évaluation du cycle de vie.

Ainsi, afin de contribuer à cette démarche, Falco a mandaté WSP Canada Inc. (ci-après désigné « WSP ») pour réaliser une évaluation préliminaire de résilience climatique du projet Horne 5.

Cette évaluation préliminaire est réalisée sur les composantes principales du projet, soit la mine (les infrastructures souterraines), le complexe minier Horne 5 (CMH5), les installations de gestion de résidus miniers (IGRM), les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et la conduite d'eau fraîche.

Il est à noter que les composantes du projet sont analysées sans égard aux différentes étapes de développement du projet. Les activités du projet ne sont pas davantage considérées dans cette étude. Falco prévoit évaluer la résilience climatique des infrastructures et des activités du projet pour chacune des étapes de développement du projet lors de prochaines études.

Cette évaluation préliminaire a été réalisée par WSP et discutée avec Falco mais n'a pas été revue en détail. Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude est de réaliser une évaluation préliminaire de la résilience climatique du projet en identifiant les aléas climatiques qui pourraient affecter les composantes du projet Horne 5 telles qu'elles sont présentement conçues ainsi qu'en dressant un profil préliminaire des risques climatiques et en proposant des mesures d'adaptation génériques, afin de déterminer si des changements devraient être apportés à la conception ou aux plans de gestion et aux programmes de suivi. Par la suite, une étude de résilience climatique complète permettra de préciser ce profil ainsi que les risques et les opportunités associés aux vulnérabilités climatiques identifiées et de développer des mesures d'adaptation qui pourraient être mises en place pour réduire ces vulnérabilités au besoin.

Cette étude se base sur une approche qui répond aux lignes directrices de l'*Optique des Changements Climatiques* d'Infrastructure Canada (Infrastructure Canada, 2019), tout en restant conforme à la norme ISO 31000:2018 sur la *gestion des risques* et en respectant les concepts clés de la norme ISO 14091:2021 sur l'*adaptation aux changements climatiques.*

L'approche retenue pour cette évaluation préliminaire est basée sur une analyse de type qualitative. Il est à noter que des seuils historiques sont utilisés pour la qualification de la probabilité de changement des aléas climatiques. Falco prévoit intégrer une approche quantitative, avec l'utilisation spécifique de seuils de conception, lors de prochaines études.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 NOTRE APPROCHE

La méthodologie se base sur les meilleures pratiques, les exigences des normes ISO 31000:2018 sur *la gestion des risques* et ISO 14091:2021 *Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques*. Elle suit également les fondements conceptuels et méthodologiques recommandés par le ministère de la Sécurité publique (MSP) du Québec de même que les lignes directrices générales de l'*Optique des changements climatiques* élaborées par Infrastructure Canada. La Figure 2-1 présente l'approche générale d'une étude de résilience climatique.

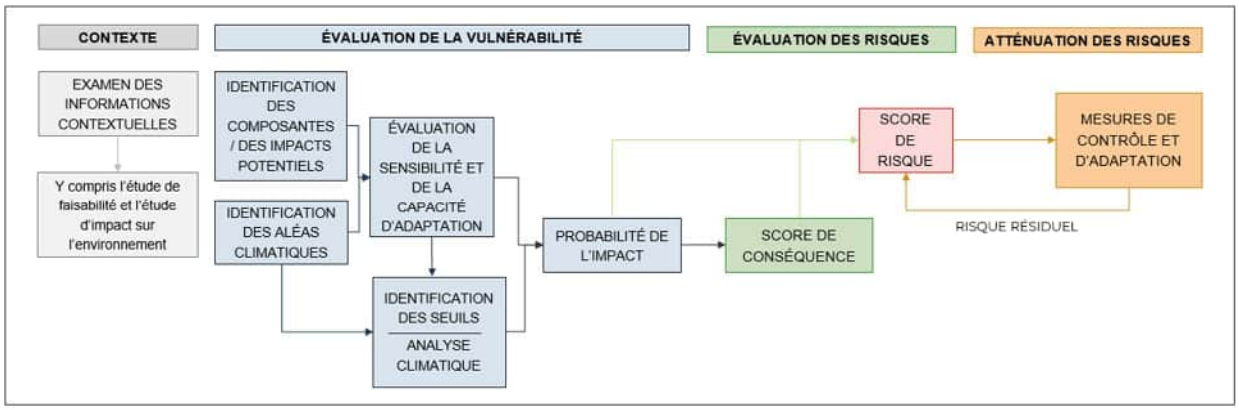
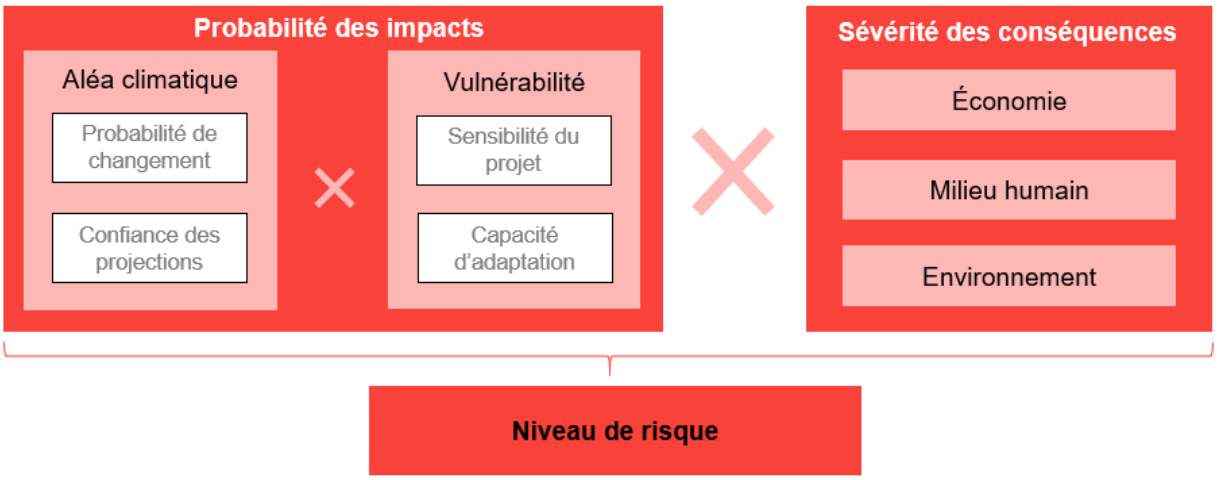


Figure 2-1 Approche générale d'une étude de résilience climatique (adapté du Guide du MELCCFP)

2.2 CADRE DE TRAVAIL

La Figure 2-2 présente le cadre de travail basé sur la définition du risque issue du sixième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ; IPCC, 2022). Le risque est défini comme le produit de la probabilité d'observer des impacts climatiques sur le projet avec la sévérité de leurs conséquences.

La probabilité des impacts est évaluée en couplant la probabilité de changement dans l'occurrence des aléas climatiques avec la vulnérabilité du projet.



Source: Basé sur IPCC (2022) et mis au point par WSP.

Figure 2-2 Cadre d'évaluation du risque selon le sixième rapport du GIEC

Les différentes étapes de l'exercice peuvent être décrites comme suit :

1 Caractérisation de l'**aléa climatique** :

   a Analyse des tendances climatiques pour la région dans laquelle se situe le projet;

   b Association des tendances d'indicateurs climatiques à la probabilité de changement des aléas climatiques pertinents pour le projet.

2 Évaluation de la **vulnérabilité** :

   a Identification des impacts potentiels des tendances climatiques sur les personnes, les infrastructures, l'économie et l'environnement;

   b Évaluation de la sensibilité des composantes, soit leur potentiel à être exposées et affectées par les aléas climatiques, en fonction des mesures d'atténuation/adaptation déjà mises en place;

   c Évaluation de leur capacité d'adaptation, soit la capacité du projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions à saisir ou pour faire face aux impacts les plus conséquents.

3 Évaluation de la **probabilité des impacts** :

   a La probabilité des impacts est le croisement de la probabilité d'observer des changements dans l'occurrence des aléas climatiques et de la vulnérabilité des composantes à ces aléas.

4 Spécification de la **sévérité des conséquences** lors de l'occurrence de l'aléa, en fonction de la situation particulière du projet :

   a Les conséquences sont évaluées d'un point de vue économique, humain et environnemental;

   b La sévérité générale des conséquences est donnée par la sévérité maximale des trois secteurs dans une approche conservatrice, dans le but de ne minimiser aucune conséquence importante.

5 Évaluation du **risque** :

a Pour chaque impact identifié, le niveau de risque initial lié aux changements climatiques est obtenu par le croisement de la probabilité des impacts avec la sévérité des conséquences identifiées.

6 Proposition de **mesures de contrôle et d'adaptation** pour tous les risques identifiés avec un niveau modéré, élevé et très élevé.

2.3 TERMINOLOGIE UTILISÉE

L'échelle utilisée pour évaluer les aléas climatiques, la sensibilité, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité comporte cinq niveaux. Ceux-ci correspondent à la terminologie décrite dans le Tableau 2-1.

Tableau 2-1 Grille d'évaluation complète de l'analyse des risques climatiques

Niveau	Caractérisation de l'aléa	Évaluation de la vulnérabilité		Sévérité des conséquences	Risque
	Probabilité de changement	Sensibilité	Capacité d'adaptation		
1	**Très basse**	**Très basse**	**Très haute**	**Très faible**	**Négligeable**
	Le seuil historique choisi n'est pas dépassé par les valeurs projetées futures.	Les probabilités que le projet soit affecté par l'aléa sont minimales.	Les mesures d'adaptation peuvent être très facilement mises en place et sont efficaces.	Pourrait légèrement affecter ou non la qualité de vie des travailleurs. Pourrait mener ou non à des impacts limités en intensité et spatialement ou n'a pas d'impact.	Évènement ne requérant pas une considération supplémentaire.
2	**Basse**	**Basse**	**Haute**	**Faible**	**Faible**
	Le seuil historique choisi n'est pas dépassé par le 90e percentile des valeurs projetées futures, mais pourrait être dépassé par les valeurs les plus conservatrices futures.	Les probabilités que les composantes principales du projet soient affectées par l'aléa sont minimales. Il y a de faibles chances que les composantes secondaires soient affectées par l'aléa.	Les mesures d'adaptation peuvent être facilement mises en place et sont efficaces.	Pourrait affecter la qualité de vie des travailleurs de manière temporaire. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux localisés et réversibles.	Mesures de contrôle probablement non requises.
3	**Modérée**	**Modérée**	**Modérée**	**Moyenne**	**Modéré**
	Le seuil historique choisi est dépassé par le 90e percentile des valeurs projetées.	Il y a de faibles probabilités que les composantes principales soient affectées par l'aléa. Il y a de fortes chances que les composantes secondaires soient affectées par l'aléa.	Il existe des mesures d'adaptation, mais leur coût et leur temps de mise en place ou leur efficacité rend leur implantation questionnable.	Pourrait affecter la qualité de vie des personnes de manière prolongée. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux importants, mais réversibles	Certaines mesures de contrôle sont requises pour réduire le niveau de risque.

Tableau 2-1 Grille d'évaluation complète de l'analyse des risques climatiques (suite)

Niveau	Caractérisation de l'aléa	Évaluation de la vulnérabilité		Sévérité des conséquences	Risque
	Probabilité de changement	Sensibilité	Capacité d'adaptation		
4	**Haute**	**Haute**	**Basse**	**Élevée**	**Élevé**
	Le seuil historique choisi est dépassé par le 90e percentile et la moyenne des valeurs projetées.	Il y a de fortes probabilités que le projet soit directement affecté par l'aléa.	La mise en place des mesures d'adaptation est longue et peu efficace. Le coût de mise en place des mesures d'adaptation est similaire à la valeur du projet.	Pourrait affecter significativement et irrémédiablement la qualité de vie des personnes. Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux majeurs ou irréversibles sur la durée de vie du projet	Mesures de contrôle requises en priorité.
5	**Très haute**	**Très haute**	**Très basse**	**Très élevée**	**Très élevé**
	Le seuil historique choisi est dépassé par le 90e percentile, la moyenne et le 10e percentile des valeurs projetées.	Il y a de très fortes probabilités que le projet soit directement affecté par l'aléa.	Les mesures d'adaptation sont inexistantes. Le coût de mise en place des mesures d'adaptation dépasse la valeur du projet.	Pourrait mener à des décès (directs ou non). Pourrait mener à des impacts économiques ou environnementaux majeurs et irréversibles pour la communauté.	Mesures de contrôle immédiates requises.
Opportunité	Selon les catégories ci-dessus.	Selon les catégories ci-dessus.	Selon les catégories ci-dessus.	**Impact positif**	**Opportunité**
				Gain en qualité de vie, opportunité économique ou environnementale.	Mesures pour saisir l'opportunité recommandée.

Source : Basé sur Infrastructure Canada (2019), puis adapté et complété par WSP.

Les impacts potentiels sont priorisés selon l'échelle de vulnérabilité obtenue par le croisement de la sensibilité et de la capacité d'adaptation des composantes du projet (Tableau 2-2).

Tableau 2-2 Matrice d'évaluation de la vulnérabilité

Vulnérabilité		Sensibilité				
		Très basse	**Basse**	**Modérée**	**Haute**	**Très haute**
Capacité d'adaptation	**Très basse**	Très basse	Basse	Modérée	Haute	Très haute
	Basse	Très basse	Basse	Modérée	Haute	Haute
	Modérée	Très basse	Basse	Basse	Modérée	Haute
	Haute	Très basse	Très basse	Basse	Modérée	Modérée
	Très haute	Très basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée

Source : basé sur IPCC (2014), adapté par WSP

La probabilité de l'impact potentiel, la sévérité des conséquences et le niveau de risque sont aussi évalués selon une échelle à cinq niveaux. La probabilité de l'impact potentiel est le résultat du croisement de la probabilité de changement de l'aléa climatique avec le niveau de vulnérabilité du projet (Tableau 2-3).

Tableau 2-3 Matrice d'évaluation de la probabilité des impacts

Probabilité de l'impact		Vulnérabilité				
		Très basse	Basse	Modérée	Haute	Très haute
Probabilité de changement de l'aléa	Très haute	Basse	Modérée	Haute	Très haute	Très haute
	Haute	Basse	Modérée	Haute	Haute	Très haute
	Modérée	Basse	Basse	Modérée	Haute	Haute
	Basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée	Modérée
	Très basse	Très basse	Très basse	Basse	Basse	Modérée

Source : basé sur IPCC (2014), adapté par WSP

Les différentes catégories du niveau de conséquences et de risques proviennent également des lignes directrices de l'*Optique des changements climatiques* (deux dernières colonnes du Tableau 2-1). Une notion d'opportunité a également été incluse, permettant de considérer toute conséquence positive causée par les changements climatiques. Cette notion est complétée par la notion de « risque positif » qu'elle entraîne. La sévérité des conséquences est systématiquement évaluée selon un point de vue économique, humain et environnemental. Selon le pointage de probabilité des impacts et de sévérité des conséquences, chaque risque est placé dans une matrice d'évaluation permettant d'évaluer son niveau général (Tableau 2-4). L'établissement de la terminologie plus détaillée pour la sévérité des conséquences est présenté dans l'annexe A.

Tableau 2-4 Matrice d'évaluation du niveau de risque climatique

Niveau de risque		Sévérité de conséquences					
		Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée	Impact positif
Probabilité de l'impact	Très haute	Faible	Modéré	Élevé	Très élevé	Très élevé	Opportunité
	Haute	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Très élevé	Opportunité
	Modérée	Faible	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Opportunité
	Basse	Négligeable	Faible	Faible	Modéré	Modéré	Opportunité
	Très basse	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Modéré	Opportunité

Source : basé sur IPCC (2014), adapté par WSP

Les risques sont alors priorisés par un code de couleurs :

- Vert : risque négligeable.
- Jaune : risque faible.
- Orange clair : risque modéré. Cela ne remet pas en question la faisabilité ou la vitalité du projet, mais des coûts supplémentaires et des actions pourraient être nécessaires pour remédier à la situation.
- Orange foncé : risque élevé. Des actions de plus grande ampleur pourraient devoir être entreprises pour remédier à la situation. Cela pourrait, dans certains cas, affecter la rentabilité ou encore la faisabilité d'un projet; des impacts significatifs sur le milieu naturel et humain sont à prévoir.
- Rouge : risque très élevé. La faisabilité ou la vitalité d'un projet peut être remise en question. Cela s'applique également aux évènements où le risque pour la protection de l'environnement est grand (contamination, déversements, pollution des cours d'eau, etc.) et pourrait avoir des impacts à long terme sur le milieu naturel et humain.
- Bleu : risque « positif » ou occasion à saisir. Les changements climatiques peuvent également avoir un effet bénéfique. Une saison hivernale moins neigeuse pourrait, par exemple, avoir des avantages pour des conditions routières plus favorables.

2.4 TENDANCES CLIMATIQUES

Les données et tendances climatiques considérées pour cette étude proviennent de quatre sources distinctes :

- Atlas climatique du Canada, version 2.0 (PCC, 2023), cellule contenant le projet Horne 5.
- Environnement et changement climatique canada (ECCC, 2023). Données des stations Mont-Brun pour le calcul des normales climatiques et les tendances de la température moyenne et précipitation totale annuels.
- Portail de données climatiques Canada (DonnéesClimatiques.ca, 2023), cellule contenant le projet Horne 5.
- Outil de courbes intensité-durée-fréquence (IDF) sous l'influence des changements climatiques IDF-CC Tool 6.0 (Simonovic et al., 2022), station météorologique de Kirkland Lake, Ontario (ID climatologique : 6074211).

Le nouvel Atlas climatique du Canada est mis à disposition par le *Prairie Climate Center* (PCC), en collaboration avec l'Université du Manitoba. Le PCC est un consortium travaillant sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques et a réalisé des scénarios climatiques d'ensemble pour le Canada, en se basant sur 24 modèles globaux de climat issus du cinquième plus récent exercice du CMIP5 (Taylor et al., 2012). Le CMIP (*Coupled Model Intercomparison Project*) est une collaboration de chercheurs internationaux visant à mieux comprendre les variations climatiques passées et futures. Ces simulations ont subi une mise à l'échelle statistique, puis ont été agglomérées sur deux grilles de l'Index des cartes du Système national de référence cartographique au 1:50 000 (grille à haute résolution) et au 1:250 000 (grille à basse résolution). Ces données provenant du *Pacific Climate Impacts Consortium* (PCIC) sont fiables et reconnues dans le milieu académique, par les agences gouvernementales et par le milieu des ingénieurs. L'usager de cette plateforme a accès à l'évolution d'une trentaine d'indicateurs climatiques, à des données graphiques et à des histogrammes de fréquences anticipées.

Le portail de Données climatiques Canada a été mis au point par le Centre de recherche en informatique de Montréal (CRIM) en collaboration avec Ouranos, le PCIC, Environnement et Changement climatiques Canada (ECCC), le PCC et Habitat Seven. Son objectif est d'appuyer les décideurs situés partout au Canada et œuvrant dans un large éventail de secteurs en leur fournissant les données climatiques les plus à jour dans des formats et des visualisations conviviaux. Tous les résultats présentés proviennent également d'un ensemble de 24 modèles climatiques par interpolation sur une grille de 1/12° (~9 km x 6 km) sur l'ensemble du Canada. Chaque modèle climatique simule le climat pour la période historique 1950-2005 et pour des avenirs plausibles sur la période 2006-2100. Ce portail est utilisé ici dans le but de calculer l'évolution d'indicateurs climatiques qui ne sont pas disponibles sur d'autres portails à partir des données quotidiennes de température et de précipitations.

L'outil hydrologique IDF-CC a été développé par Western University et est le résultat d'une utilisation de données de précipitations des stations d'ECCC, d'interpolations spatiales et de statistiques futures se basant sur 24 modèles globaux de climat mis à l'échelle. En fonction des statistiques historiques et des différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, des courbes IDF (intensité, durée, fréquence) et leurs incertitudes sont générées pour différents futurs envisagés pour de nombreuses jauges de précipitations réparties dans tout le Canada. Cet outil fournit, entre autres, l'évolution du cumul horaire ou journalier maximum de précipitations avec différentes périodes de retour allant de 2 à 100 ans. Les courbes IDF historiques utilisées pour cette analyse ont été statistiquement calculées en utilisant une distribution de Gumbel.

Ces trois sources de données présentent des projections climatiques en se basant sur une référence du passé récent et du futur sur un horizon à court terme (c.-à-d. prochaines trois décennies) (Tableau 2-5). L'horizon temporel à court terme (2021-2050) a été sélectionné afin de correspondre au calendrier des phases de construction et d'exploitation du projet.

Tableau 2-5 Périodes des portails d'information sur les changements climatiques

Nom du portail	Période historique de référence	Horizon à court terme
Atlas climatique du Canada	1976-2005	2021-2050
Données climatiques Canada	1991-2020	2021-2050
Outil IDF-CC	1980-2021*	2021-2050

*Note : * Cette période correspond à la disponibilité des mesures à la station météorologique utilisée (Kirkland Lake).*

Pour tous les indicateurs climatiques à l'étude, les projections sont présentées selon deux trajectoires communes d'évolution socio-économique communes (de l'anglais *Shared Socio-Economic Pathways* ou *SSP*) SSP2-4.5 (scénario actif) et SSP5-8.5 (scénario passif). Les SSP sont utilisés dans le 6e rapport (IPCC, 2021) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, en anglais Intergovernemental Panel on Climate Change, IPCC) pour décrire l'évolution future des températures en fonction de la croissance démographique, du remplacement des combustibles fossiles par des sources d'énergie renouvelables et des niveaux de coopération internationale. Parmi les nombreuses combinaisons possibles de scénarios SSP et de forçage radiatif, plusieurs ont été sélectionnés comme représentatifs des futurs possibles (Riahi et al., 2017). Les scénarios décrivent différents niveaux d'atténuation et d'adaptation combinés à des objectifs de forçage radiatif. La Figure 2-3 montre la fourchette prévue des augmentations de la température mondiale modélisées pour plusieurs SSP. Plus le forçage radiatif est élevé, plus l'augmentation de la température mondiale est importante.

Le SSP2-4.5 se caractérise par la poursuite des émissions de CO_2 à des niveaux similaires aux niveaux actuels avant le milieu du siècle, et par une diminution par la suite. La température augmente de 2,7°C d'ici la fin du siècle et le forçage radiatif atteint 4.5 W/m2. Le SSP5-8.5, quant à lui, décrit un avenir mondial caractérisé par d'importants défis en matière d'atténuation des changements climatiques et de faibles défis en matière d'adaptation, avec un objectif de forçage radiatif de 8,5 W/m2. L'utilisation des SSP2-4.5 et SSP5-8.5 est courante et considérée comme une bonne pratique dans les évaluations des risques et de la vulnérabilité climatique. Dans le cadre de ce rapport, les scénarios d'émission SSP2-4.5 et SSP8.5 sont présentés pour faire l'état des lieux du portrait climatique projeté de la région. Ce choix repose sur le fait que les données pour ces modèles d'émissions sont disponibles et que ce sont les scénarios les plus probables. Le SSP2-4.5 est abordé à titre de comparaison avec le SSP5-8.5 mais ne sera pas utilisé pour l'analyse des risques afin de garder une approche conservatrice. Le SSP5-8.5 est le scénario le plus utilisé dans les évaluations des risques climatiques car il présume que les concentrations de GES continueront d'augmenter à un taux similaire à celui vécu actuellement.

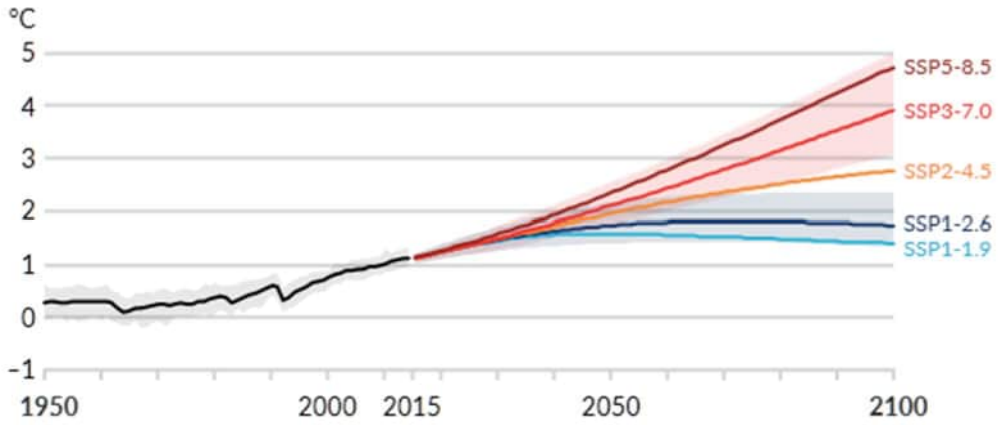


Figure 2-3 Changement de la température de la terre projeté par rapport à la période 1850-1900

Source : IPCC (2021), Page 22

3 DESCRIPTION DU PROJET

Le chapitre 5 de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE; WSP, 2017) présente les caractéristiques générales du milieu de réalisation, ainsi que les activités et infrastructures du projet Horne 5.

Les sections suivantes présentent un sommaire des principaux éléments considérés dans le cadre de cette étude.

3.1 EMPLACEMENT ET ACCÈS

Le projet Horne 5 est situé à Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (Figures 3-1 et 3-2).

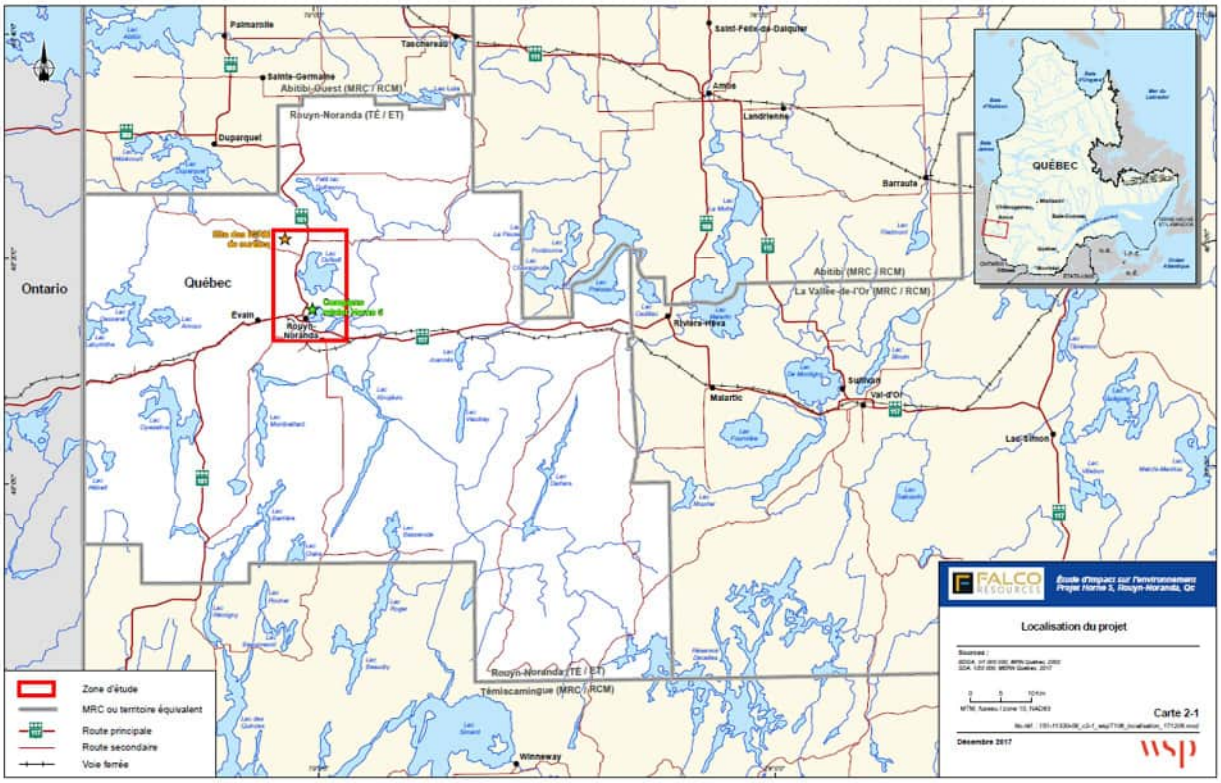


Figure 3-1 Localisation générale du projet Horne 5

Source : Étude d'impact sur l'environnement (Ressources Falco - WSP, 2017)

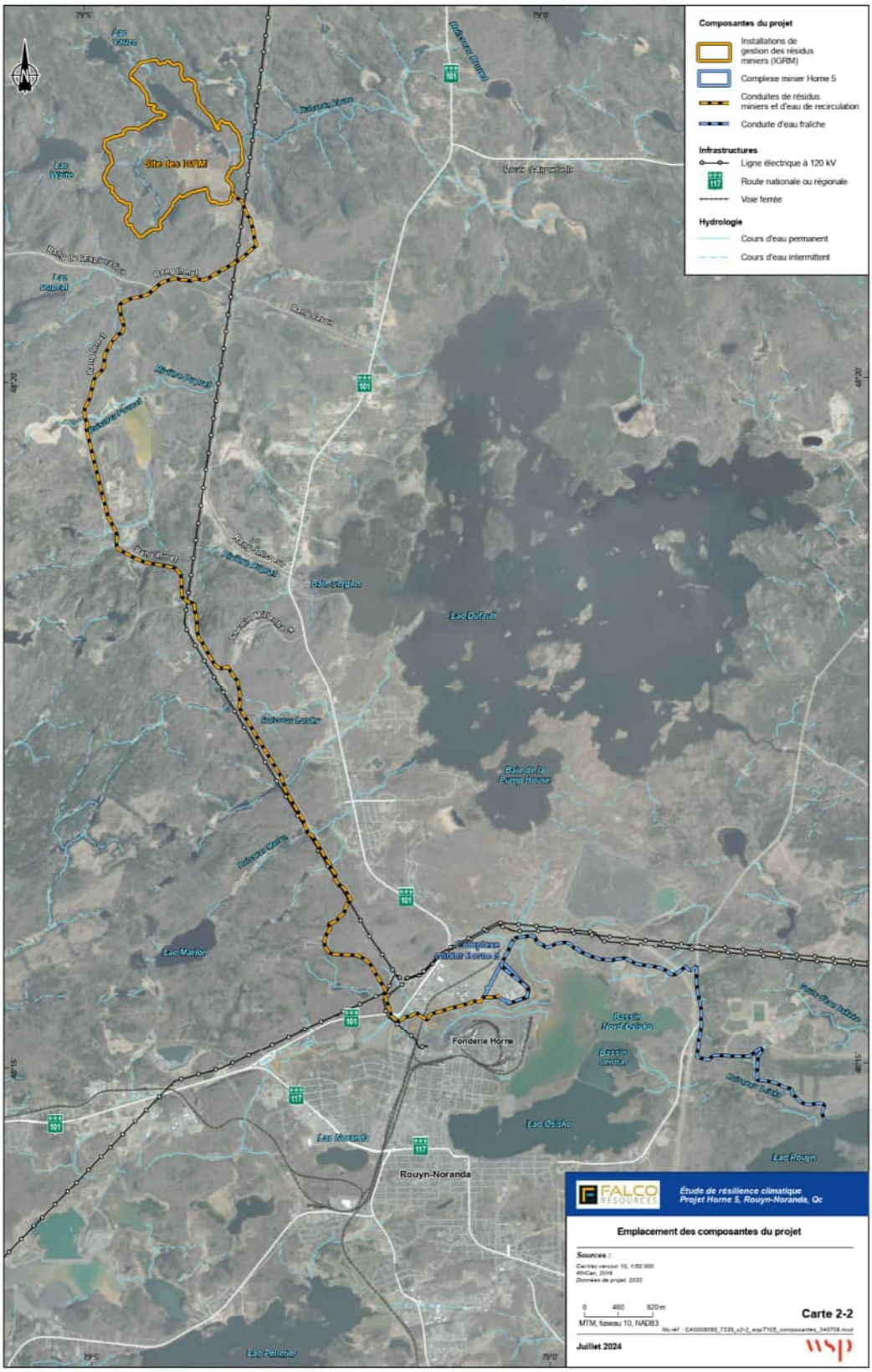


Figure 3-2 Localisation des composantes du projet Horne 5

Source : WSP 2024

Le CMH5 sera accessible toute l'année à partir de la route provinciale 117 et se fera par l'avenue Marcel-Baril. Le réseau ferroviaire existant sera prolongé pour permettre l'acheminement du concentré de zinc et la livraison de certains consommables.

Les IGRM, localisés à 11 km au nord-nord-ouest du CMH5, seront accessible par la route 101 en direction nord à partir du centre de Rouyn-Noranda, par le rang Jason, puis par le rang Inmet.

Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation reliant le CMH5 au site des IGRM seront aménagées le long des sentiers, chemins, rues et routes existantes et le long d'une emprise de ligne de transport d'énergie électrique.

La conduite d'eau fraiche reliant le CMH5 au lac Rouyn sera également aménagée le long d'emprise d'infrastructures existantes.

3.2 COMPOSANTES DU PROJET ET INFRASTRUCTURES CONSIDÉRÉES

La liste des infrastructures considérées a été élaborée avec Falco pour chacune des composantes du projet Horne 5.

3.2.1 LA MINE HORNE 5 (INFRASTRUCTURES SOUTERRAINES)

Le gisement Horne 5 est situé entre 650 m et 2 000 m sous la surface du sol. Falco prévoit réutiliser l'ancien puits Quemont No. 2 pour y accéder. L'utilisation d'équipements électriques est priorisée. Les principaux éléments considérés pour cette composante sont :

- La mine, entièrement souterraine avec des galeries et chantiers à divers niveaux, ainsi que des rampes, monteries et convoyeurs;
- Le puits Quemont No.2 qui constituera le puits principal donnant accès à la mine Horne 5;
- Diverses salles avec équipements (ateliers mécaniques/soudure/électrique, espaces d'entreposage pour les pièces, les pneus, le combustible, les explosifs et les détonateurs, bureaux et espaces pouvant servir de refuges ou de salles à manger, etc.);
- Divers équipements (concasseur, convoyeur, machinerie, ventilation et chauffage, éclairage, électricité, réseaux de communications, etc.).

3.2.2 LE COMPLEXE MINIER HORNE 5 (CMH5)

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- Le chevalement (au-dessus du puits Quemont No.2) qui permettra le transport du personnel et du matériel d'une hauteur de 100 m et le bâtiment des treuils;
- L'usine de traitement du minerai, ainsi que l'usine de remblai en pâte et le laboratoire (tous deux situés à l'intérieur du bâtiment de l'usine de traitement du minerai);
- Une aire d'entreposage du minerai recouverte d'un dôme à toit fixe;
- Un convoyeur couvert acheminera le minerai concassé de la mine vers l'aire d'entreposage du minerai et des convoyeurs nécessaires au déplacement du minerai entre le chevalement et l'usine de traitement;
- Trois épaississeurs situés à l'extérieur du bâtiment; un pour le concentré de cuivre, un pour le concentré de zinc, un pour le concentré de pyrite;
- Des cuves de lixiviation et des réservoirs de cyanuration, situés à l'extérieur du bâtiment;

- Une ligne de transmission électrique de 120 kV reliant le CMH5 à un poste d'Hydro-Québec et une sous-station électrique;
- Des bâtiments de soutien (entrepôt, atelier, administratif, multiusage : salles dédiées au personnel, salle électrique, vestiaires et sècherie, cafétéria, infirmerie, salles de toilette et salles de conférences);
- Un stationnement d'environ 350 places et une guérite;
- Un raccordement à la voie ferrée existante;
- Les génératrices et autres équipements;
- Des réservoirs d'entreposage de carburant;
- Deux étangs de drainage;
- Une halde à minerai extérieure temporaire d'environ 200 000 tonnes, pendant une courte période lors de la période de préproduction du projet alors que l'aire d'entreposage intérieure du minerai sera en construction.

3.2.3 LES INSTALLATIONS DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS (IGRM)

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- La cellule de résidus de concentré de pyrite (RCP);
- La cellule de résidus de flottation de pyrite (RFP);
- Le bassin interne (collectant les eaux de ruissellement et drainage des résidus);
- Des digues en enrochement ceinturant ou séparant les différents bassins ou cellules (digue médiane, digue RCP-A, digue RCP-B, digue RFP-1, digue RFP-2, digue RFP-3);
- Le bassin de polissage;
- Une usine de traitement des eaux;
- L'effluent (l'eau qui sera récupérée aux IGRM et qui ne pourra pas être acheminée vers le CMH5 afin d'être utilisée comme eau de recirculation sera traitée et retournée à l'environnement par l'effluent).

3.2.4 LES CONDUITES DE RÉSIDUS MINIERS ET D'EAU DE RECIRCULATION

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- Un réseau de 4 conduites (2 par types de résidus) qui acheminera les résidus miniers qui n'auront pu être retournés sous terre vers les IGRM, qui seront à double-paroi et muni d'un système de détection et de rétention des fuites;
- Une conduite qui acheminera l'eau de recirculation des IGRM vers le CMH5, également à double paroi et munie d'un système de détection et de rétention des fuites.

Les conduites seront en parties recouvertes par un matériel granulaire.

3.2.5 LA CONDUITE D'EAU FRAÎCHE

Cette composante du projet comprend les éléments suivants :

- Une prise d'eau fraiche, en bordure du la Rouyn, pour compléter l'approvisionnement en eau fraiche de l'usine de traitement du minerai au besoin;
- Une conduite, qui acheminera de l'eau du lac Rouyn vers le CMH5.

3.3 CALENDRIER ADOPTÉ ET HORIZONS TEMPORELS

L'évaluation préliminaire considère l'ensemble des composantes, sans égard aux différentes étapes du projet. Ainsi, aucun calendrier n'a été considéré pour cette étude.

Tel que présenté à la section 2.4, l'horizon temporel choisi pour l'analyse des projections climatiques (horizon à court terme) couvre la période entre **2021 et 2050.**

Différents horizons temporels seront considérés lors des prochaines études afin d'évaluer chacune des différentes périodes de développement du projet ainsi que les phases de restauration, fermeture et post-fermeture.

4 CARACTÉRISATION DES ALÉAS CLIMATIQUES

4.1 SÉLECTION DES ALÉAS PERTINENTS

Un aléa se définit comme « un phénomène, une manifestation physique ou une activité humaine susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement » (MSP, 2009). Un aléa climatique est donc un aléa dont l'origine est directement ou indirectement liée à une ou plusieurs variables climatiques. Certains attributs tels que l'intensité, la probabilité d'occurrence ou de récurrence ainsi que la localisation spatiale permettent de caractériser les aléas susceptibles d'avoir un impact dans un contexte donné.

Les aléas climatiques identifiés comme pouvant potentiellement affecter le projet Horne 5 (aléas retenus) dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau 4-1. Ceux qui n'ont pas été considérés comme pouvant avoir un impact significatif dans le cadre de cette analyse (aléas rejetés) y sont également montrés. Les projections climatiques liées aux aléas retenus sont détaillées à la section 4.3.

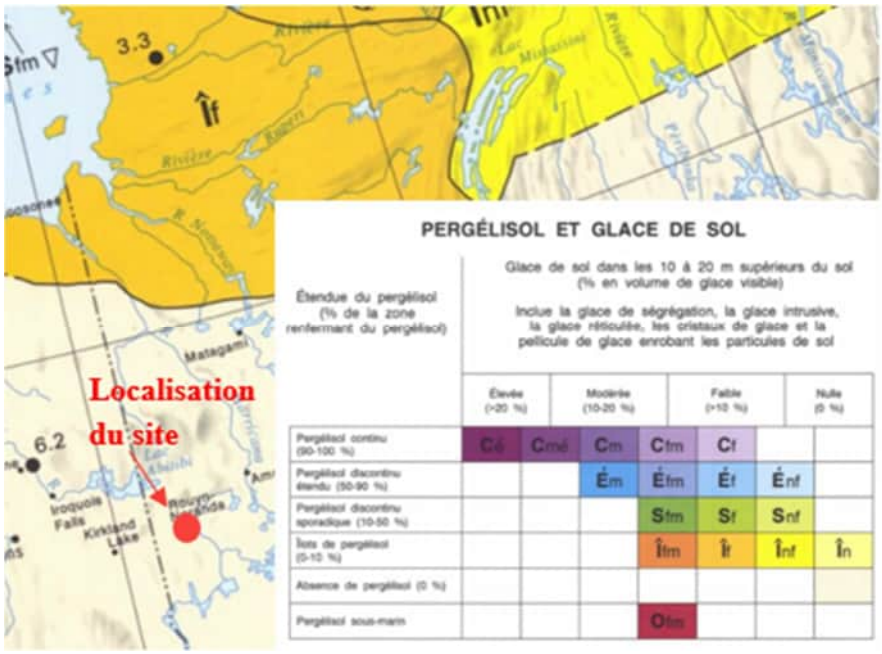
Tableau 4-1 Aléas climatiques retenus et rejetés

Aléas retenus	Précipitations extrêmes
	Épisodes de pluie verglaçante
	Canicules
	Cycles gel-dégel et redoux hivernaux
	Sècheresse et feux de forêt
	Vents violents et tempêtes avec activité orageuse
	Tempêtes de neige
	Allongement de la saison estivale
Aléas rejetés	Fonte du pergélisol
	Glissement de terrain
	L'inondation riveraine

Le rejet des aléas n'ayant pas été retenus dans le cadre de cette étude est justifié ci-dessous.

FONTE DU PERGÉLISOL

La fonte du pergélisol est l'un des enjeux liés aux changements climatiques les plus importants en milieu nordique en raison de la durabilité significativement restreinte des infrastructures construites au-dessus de zones composées de sol gelé. Un extrait de la carte de la répartition des zones de pergélisol au Canada (Figure 4-1) montre l'absence de pergélisol à proximité du site du projet. Cet aléa n'a donc pas été retenu pour la suite de l'analyse.



Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (1995).

Figure 4-1 Répartition des zones de pergélisol et localisation du site du projet

GLISSEMENT DE TERRAIN

Les glissements de terrain, bien qu'associés aux risques géomorphologiques et non climatiques, sont tout de même susceptibles d'être influencés par les changements climatiques. En effet, les facteurs déclencheurs ou aggravants des glissements de terrain comprennent, entre autres, les précipitations extrêmes ainsi que l'augmentation des précipitations annuelles totales, qui contribuent à l'augmentation de la hauteur des nappes phréatiques et la saturation des sols. Lors d'évènements de précipitations extrêmes, les zones plus à risque sont celles avec une pente topographique plus importante. Les infrastructures du projet se situent majoritairement sur une topographie relativement plane avec un recouvrement de dépôts meubles généralement de faible épaisseur. Ainsi, cet aléa n'a pas été retenu dans le cadre de cette évaluation préliminaire. Falco prévoit de mener une analyse du potentiel de glissement de terrain pour les sites de chacune des composantes du projet dans le cadre de l'étude de résilience climatique qui sera réalisée lors de prochaines études.

INONDATION RIVERAINE

La majorité des infrastructures du projet se trouvent à proximité d'une des portions endiguées du lac Osisko, soit le bassin Nord-Osisko. Selon une image LiDAR du secteur (Figure 4-2), les altitudes du site du CMH5 et du lac Osisko sont respectivement de 295 et 288 mètres par rapport au niveau moyen de la mer (ministère des ressources naturelles et des forêts (MRNF), 2023). L'analyse des inondations historiques dans la région (Figure 4-3) montre qu'il y a eu une inondation au sud du lac Osisko en mai 2019 à la suite d'une pluie de 29,6 mm observée à la station Rouyn (ID climatique 7086716) (MSP, 2023). Cette inondation a eu lieu en bordure de la portion non-endiguée du lac, à environ 2 km au sud-ouest du CMH5. La zone inondée n'a qu'un mètre de différence d'élévation avec le lac Osisko et est donc plus à risque. En revanche, compte tenu de la distance du CMH5 et de la différence d'altitude (7 m) , cet aléa n'a pas été retenu dans le cadre de cette évaluation préliminaire. Falco prévoit de mener une analyse du potentiel d'inondation riveraine pour les sites de chacune des composantes du projet dans le cadre de l'étude de résilience climatique qui sera réalisée lors de prochaines études.

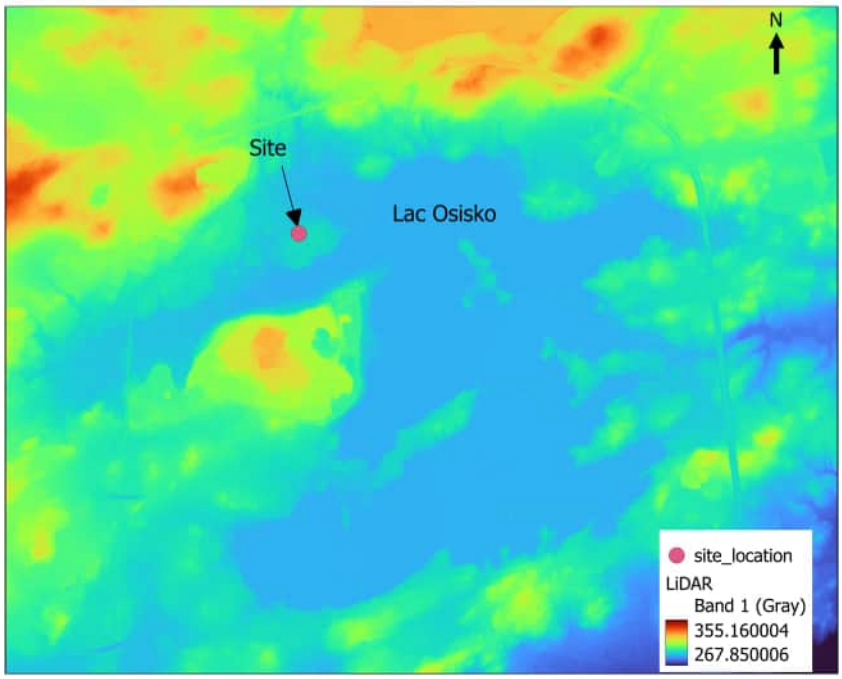


Figure 4-2 LiDAR du secteur du CMH5 (MRNF, 2023)



Figure 4-3 Inondations historiques documentées dans la région de Rouyn-Noranda (MSP, 2023)

4.2 PORTRAIT CLIMATIQUE ET TENDANCES ACTUELLES

Le climat dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue est considéré comme continental froid et humide puisque la température y demeure en moyenne sous le point de congélation de novembre à mars et puisqu'il est caractérisé par des précipitations régulières tout au long de l'année. L'été tempéré distingue la région du climat du nord de la province, avec une température moyenne supérieure à 10 °C de juin à septembre.

Plus particulièrement pour la zone du projet, le climat local peut être défini, suivant la classification de Köppen-Geiger, comme continental humide sans saison sèche. Selon les données de la station météorologique la plus proche (Mont-Brun) située à environ 27 km au nord-est du site de projet Horne 5, la température annuelle moyenne est d'environ 1 °C et les précipitations sont en moyenne de 985 mm, dont environ 28 % tombent sous forme de neige en hiver. En été, les températures atteignent en moyenne 15,5 °C. En hiver, les températures descendent jusqu'à –18,0 °C en moyenne. Les précipitations varient de 47,2 mm à 111,5 mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide (ECCC, 2023).

Depuis le début des relevés météorologiques, plusieurs évènements extrêmes ont été recensés à la station Mont-Brun. Le Tableau 4-2 résume les principales valeurs maximales et minimales atteintes. En raison de données météorologiques éparses dans la zone d'étude régionale, les statistiques de plusieurs stations météorologiques ont été considérées. Les statistiques reliées à la température et aux précipitations moyennes offrent un niveau de confiance élevé en raison de l'uniformité des changements associés. Il est cependant difficile de se fier aux statistiques d'épisodes de précipitations extrêmes en raison du caractère très local de ceux-ci.

Tableau 4-2 Évènements météorologiques extrêmes recensés à la station météorologique de Mont-Brun (1981-2010)

Évènement	Valeur
Record de température maximale	35,5 °C le 12 juillet 2005
Record de température minimale	–49,5 °C le 14 janvier 1995
Record du cumul journalier maximal de pluie	73,6 mm le 2 août 1988
Record du cumul journalier maximal de neige	30,4 cm le 15 février 1995
Couverture de neige au sol maximale	150 cm le 2 mars 2002

Source: ECCC (2023)

Sous l'influence des changements climatiques, certaines tendances sont déjà visibles dans les données d'observations de la période historique. Entre 1950 et 2013, la température moyenne annuelle a augmenté avec une tendance de +0,3 °C par décennie en moyenne (Figure 4-4a). Durant la même période, les précipitations annuelles ont augmenté légèrement d'environ +3,3 mm par décennie (Figure 4-4b).

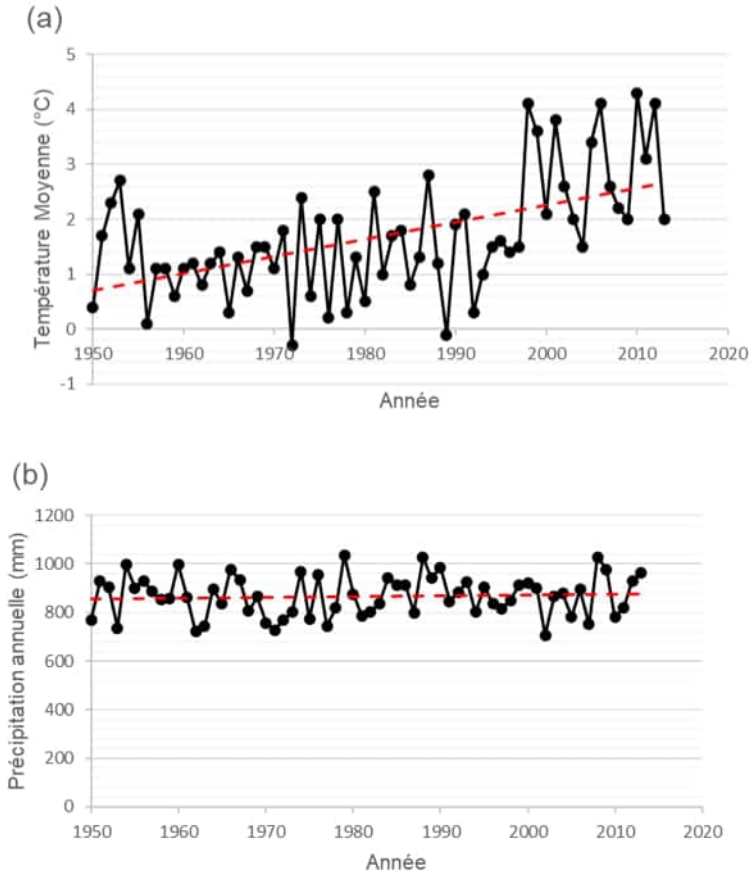


Figure 4-4 (a) Température moyenne et (b) Précipitations totales annuelles pour la période 1950-2013

Source: ECCC (2023), adapté par WSP

Parallèlement aux tendances moyennes, les données historiques montrent également que le nombre annuel de jours avec de fortes précipitations a déjà commencé à augmenter, quoiqu'il existe une grande variabilité interannuelle (c.-à-d. que les données ont une grande variation d'une année à l'autre). Toujours pour la période 1950-2013, le nombre de jours avec plus de 20 mm de précipitations augmente d'environ 0,3 par décennie (Figure 4-5).

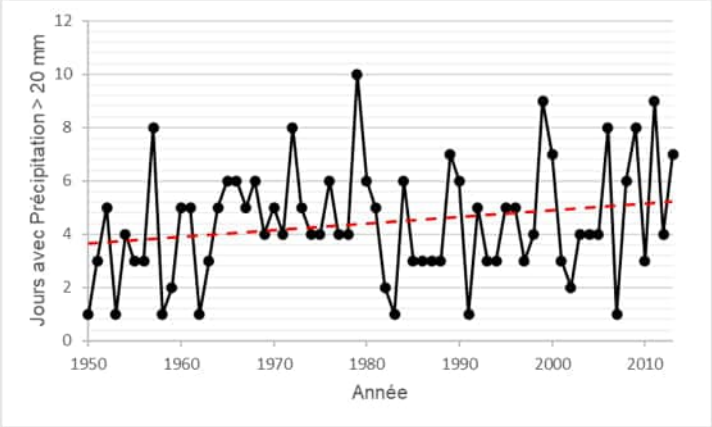


Figure 4-5 Nombre de jours avec des précipitations égales ou supérieures à 20 mm pour la période 1950-2013

Source: ECCC (2023), adapté par WSP

4.3 PROJECTIONS CLIMATIQUES DES ALÉAS RETENUS

Pour chaque aléa climatique retenu, l'évolution de plusieurs indicateurs climatiques est analysée selon le scénario « passif » et le scénario « actif » pour un horizon à court terme (voir le Tableau 2-5 pour l'intervalle retenu selon l'outil utilisé). Les indicateurs sélectionnés tendent à donner une représentation objective de l'évolution de la fréquence et de l'intensité de l'aléa climatique en question lorsque leurs tendances sont prises en compte simultanément. Cette section illustre comment la probabilité de chaque aléa pourrait évoluer selon les échelles définies au Tableau 2-1. Plus la tendance des indicateurs pris en considération est marquée, plus l'augmentation du pointage (score) de probabilité sera marquée par rapport à la situation actuelle. Les valeurs montrées entre crochets au Tableau 4-3 et suivants, correspondent aux 10e et 90e centiles de la distribution des différents modèles climatiques (5e et 95e centiles pour les projections des courbes IDF, section 4.3.1).

4.3.1 PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

Les épisodes de précipitations extrêmes augmenteront en fréquence et en intensité sous l'influence des changements climatiques. Selon différentes périodes de retour, les épisodes extrêmes sur 24 heures et sur 15 minutes augmenteront en intensité selon les deux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. D'un indicateur à l'autre, l'augmentation moyenne des épisodes extrêmes de précipitations sera de +9 % à 11% et 13% à 18% pour les scénarios de gaz à effet de serre SSP2-4.5 et SSP5-8.5, respectivement. L'augmentation des précipitations extrêmes est de 11% à 14% selon le standard CSA PLUS 4013:19, qui est basé sur une augmentation de 7% par degré de réchauffement en suivant la relation de Clausius-Clapeyron (CSA Group, 2019). Le nombre annuel de jours très pluvieux (c.-à-d. recevant plus de 20 mm en 24 heures) passera de quatre à cinq dans les prochaines décennies.

Tableau 4-3 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les précipitations extrêmes pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Nombre annuel de jours de précipitations recevant > 20 mm	4 [4; 5]	5 [4; 6]	5 [4; 6]	Modéré	Modéré
Maximum annuel de précipitations sur 24 h (mm)	35 [32; 39]	38 [35; 40]	38 [36; 39]	Modéré	Modéré
Cumul de précipitations sur 15 min, période de retour de 10 ans (mm)	23	25 [19; 29]	26 [20; 30]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 15 min, temps de retour de 50 ans (mm)	30	33 [24; 39]	35 [26; 42]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 10 ans (mm)	64	69 [55; 81]	73 [57; 86]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 50 ans (mm)	82	91 [67; 107]	99 [70; 116]	Haute	Haute
Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 100 ans (mm)	90	100 [73; 118]	106 [76; 129]	Haute	Haute

Source : Basé sur DonnéesClimatiques.ca (2023); Simonovic et al. (2022).

*Note: * pour les valeurs de courbes IDF, la période historique est 1980-2021.*

Les valeurs entre crochets correspondent aux 10e et 90e centiles de la distribution de la donnée et au 5e et 95e centiles pour les projections des courbes IDF.

4.3.2 ÉPISODES DE PLUIE VERGLAÇANTE

Les épisodes de pluie verglaçante sont difficiles à modéliser, ce qui a poussé Ouranos (2015) à conclure qu'ils ne semblent pas évoluer de façon significative. À l'échelle du Centre-Sud du Canada, Cheng et coll. (2012) ont conclu

que pour l'horizon 2046-2065, il y aurait une augmentation pour les mois de décembre à février de 70 à 100 % du nombre de jours avec des épisodes de pluie verglaçante par rapport à l'horizon 1961-2000 dans la région du centre de l'Ontario correspondant à la latitude du projet. Cette augmentation est beaucoup moins prononcée (5-15 %) pour les autres mois où ce phénomène météorologique survient, soit les mois de novembre, mars et avril. Plus récemment, une analyse de l'évolution des épisodes de précipitations mixtes (p. ex. : verglas, grésil) en utilisant des modèles régionaux arrive à une conclusion inverse, soit une très légère diminution des épisodes sur un horizon à long terme (2070-2099). Cette diminution est plus prononcée pour les épisodes de plus longue durée (Matte et coll., 2019). Néanmoins, **l'augmentation de la quantité de précipitations hivernales et la tendance de la température hivernale moyenne à se rapprocher du point de congélation laissent présager que les épisodes de pluie verglaçante seront effectivement plus fréquents** dans le futur à court terme, malgré une confiance relativement faible des projections de pluie verglaçante.

Tableau 4-4 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les épisodes de pluie verglaçante pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Précipitations hivernales moyennes (mm)	168 [131; 216]	180 [140; 230]	188 [143; 238]	Modérée	Modérée
Nombre annuel de jours de pluie verglaçante	2	n. d.	+70-100%	-	-
Température hivernale moyenne (°C)	–13,6 [–16,3; –11,0]	–11,7 [–14,1; –9,3]	–11,1 [–13,8; –8,7]	Très haute	Très haute

Source : Basé sur Cheng et al. (2012); DonnéesClimatiques.ca (2023).

Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^{e} et 90^{e} centiles de la distribution de la donnée.

4.3.3 CANICULES

Une canicule est plus couramment définie comme une période de minimum trois jours durant laquelle la température dépasse les 30 °C. Comme le montrent les projections climatiques résumées dans le Tableau 4-5, **les canicules deviendront plus fréquentes, plus intenses et plus longues** sous l'influence des changements climatiques. Le nombre annuel de jours dépassant les 30 °C sera multiplié par trois sans atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Le nombre de canicules passera de moins d'une à deux par an en moyenne et celles-ci dureront plus de trois jours comparativement à un jour dans le passé récent lorsqu'elles avaient lieu (c.-à-d. que certaines années n'avaient pas de canicules, donc 1,3 jour en moyenne annuelle). Ceci aura une incidence sur la demande en climatisation et sur l'exposition des matériaux et des travailleurs à la chaleur extrême, comme en témoigne l'augmentation anticipée du nombre de degrés-jours de refroidissement qui se sera compris entre +179 °C jours et +198 °C jours selon le scénario d'émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 4-5 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les canicules pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Température maximale moyenne en été (°C)	22,4 [20,7; 24,0]	24,1 [22,3; 26,0]	24,5 [22,6; 26,3]	Haute	Haute
Nombre annuel de jours dépassant les 30°C	4,5 [0,4; 10,7]	11,6 [2,6; 22,4]	13,3 [3,6; 24,4]	Haute	Haute
Nombre annuel de vagues de chaleur	0,5 [0,0; 1,6]	1,5 [0,0; 3,6]	1,8 [0,1; 3,9]	Modérée	Haute
Durée moyenne des vagues de chaleur (jours)	1,3 [0,0; 4,2]	3,2 [0,1; 5,7]	3,4 [0,3; 5,9]	Modérée	Modérée
Degrés-jours de refroidissement (°C jours)	95 [48; 156]	179 [99; 278]	198 [109; 298]	Haute	Haute

Source : Basé sur DonnéesClimatiques.ca (2023).
Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^{e} et 90^{e} centiles de la distribution de la donnée.

4.3.4 CYCLES GEL-DÉGEL ET REDOUX HIVERNAUX

Sur l'année complète, le nombre de cycles gel-dégel est projeté de diminuer. Cependant, **le nombre de cycles gel-dégel durant les mois d'hiver (de décembre à février) passera de 8 à 13 épisodes d'ici 2050.** L'augmentation de 40 % des épisodes de cycles de gel-dégels hivernaux peut être expliquée par l'augmentation générale des températures qui diminuera les chances de gel au printemps et à l'automne et ramènera les températures proches des valeurs positives en hiver. Aussi, le nombre de jours de redoux hivernal (c.-à-d. jour durant lequel la température minimale est au-dessus de 0 °C pour la journée) semble rester stable à court terme.

Tableau 4-6 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les cycles gel-dégel et le redoux hivernal pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Température hivernale moyenne (°C)	–14,8 [–17,5; –12,0]	–12,4 [–15,6; –9,3]	–12,2 [–15,3; –9,1]	Très haute	Très haute
Nombre de cycles gel-dégel annuels	71 [57; 86]	66 [50; 83]	64 [49; 81]	Basse	Basse
Nombre de cycles gel-dégel hivernaux	8 [1; 22]	12 [2; 26]	13 [2; 29]	Modérée	Modérée
Nombre de jours de redoux hivernal	0 [0; 4]	1 [0; 6]	1 [0; 6]	Modérée	Modérée

Source : Basé sur DonnéesClimatiques.ca (2023); PCC (2023).
Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10^{e} et 90^{e} centiles de la distribution de la donnée.

4.3.5 SÈCHERESSE ET FEUX DE FORÊT

Les conditions favorables au développement de la sècheresse sont étroitement liées aux températures élevées et à un manque de précipitations sur une période prolongée. Dans le passé récent, les épisodes de vague de chaleur n'ont pas été récurrents. Cela explique le fait que la moyenne historique de la durée de la plus longue vague de chaleur soit de 1,3 jour. Dans un futur à court terme, les vagues de chaleur seront plus récurrentes et elles pourront dépasser les trois jours consécutifs. Les périodes de sècheresse pourraient donc être significativement plus longues. Inversement, le nombre de jours cumulés de jours secs restera inaltérable sous l'effet des changements climatiques et stagnerait autour de 185 jours.

La région où se trouve le projet a été affectée par des feux de forêt dans les dernières décennies (Figure 4-6). L'indice forêt météo de la région présente des valeurs comprises entre 0 et 5, montrant un risque de feux relativement faible, mais non négligeable (Figure 4-7). La fumée des feux de forêt peut également affecter un projet.

La zone du projet est entourée de zones forestières, ce qui la rend plus exposée à l'occurrence de feux de forêt. Des résultats plus récents sur l'occurrence future des feux de forêt ont montré avec une bonne confiance que **la partie Est du Canada sera soumise à une multiplication par deux ou trois du nombre de jours secs et venteux propices au développement et la croissance de feux** (Wang et coll., 2017). De plus, ces feux pourraient décimer deux fois plus de surfaces boisées au Canada d'ici la fin du siècle en comparaison avec les dernières décennies (Flannigan, 2020). Il est cependant important de noter que la confiance donnée aux projections climatiques liées aux feux de forêt est modérée en raison des indicateurs climatiques utilisés et du niveau général d'incertitudes des projections analysées.

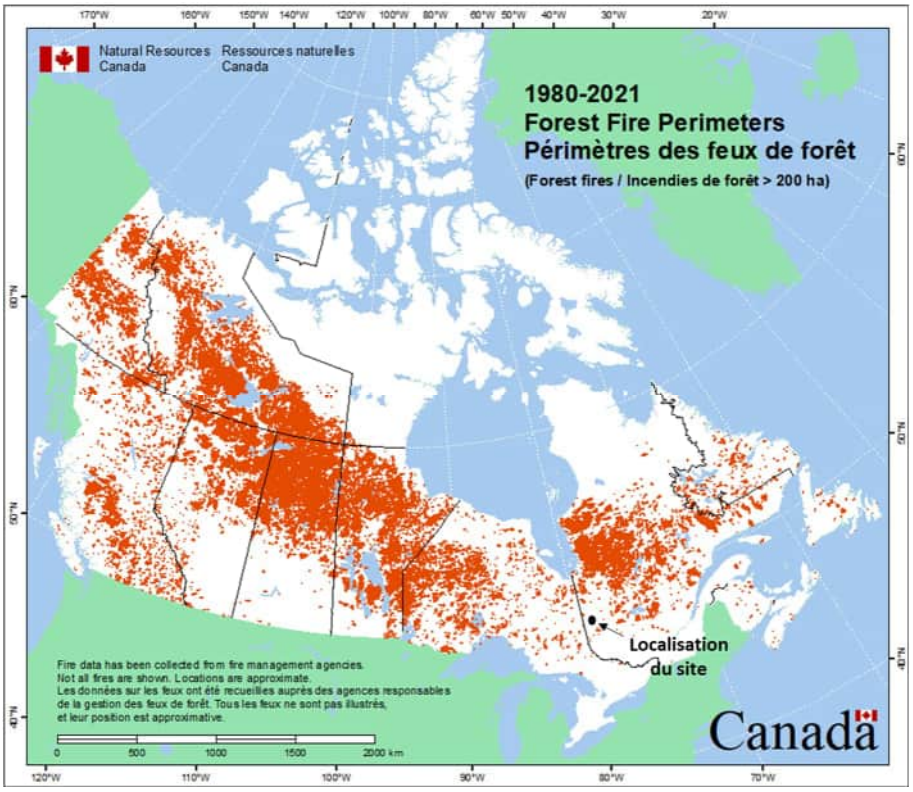


Figure 4-6 Feux de forêt de plus de 200 ha répertoriés au Canada pour la période 1980-2018

Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (2020).

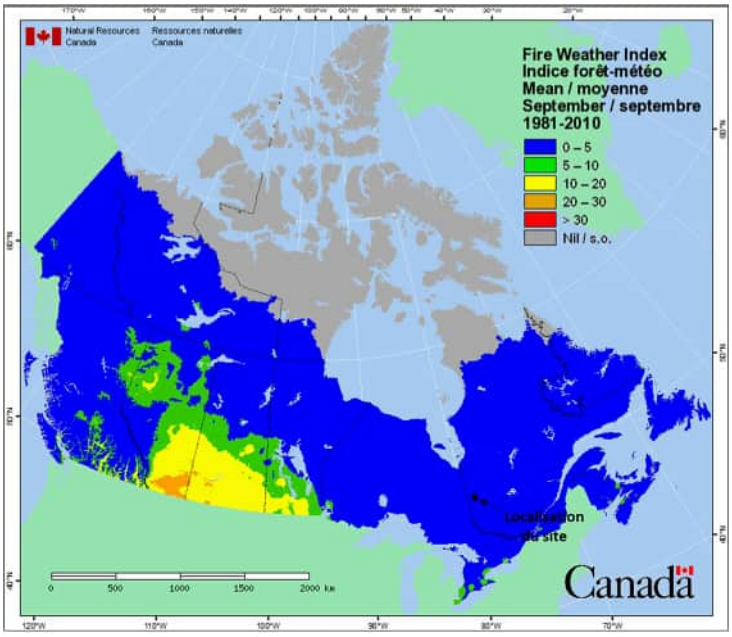


Figure 4-7 Indice forêt-météo moyen pour le mois de juillet au Canada entre 1980 et 2019

Source : Adapté de Ressources naturelles Canada (2020).

Tableau 4-7 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant la sècheresse et les feux de forêt pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C	5 [0; 11]	12 [3; 22]	13 [4; 24]	Haute	Haute
Nombre annuel de jours d'été (température > 25 °C)	33 [19; 48]	51 [32; 70]	54 [35; 72]	Haute	Haute
Nombre annuel de jours secs (précipitations < 0.2 mm)	185 [168; 201]	185 [168; 201]	185 [170; 201]	Basse	Basse
La plus longue période de jours consécutifs avec une température maximale ≥ 30°C sur une année (jours)	1,3 [0,0; n.d.]	3,1 [0,5; 6,3]	3,5 [0,6; 7,4]	Haute	Haute
Future occurrence des feux de forêt	n. d.	n. d.	Multiplication du nombre de feux par 2 ou 3 d'ici 2100	-	-

Source : Basé sur PCC (2023).
Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10e et 90e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.6 VENTS VIOLENTS ET TEMPÊTES AVEC ACTIVITÉ ORAGEUSE

L'évolution des vents n'est pas précise pour le milieu du 21e siècle. Cependant, certaines études réalisées pour le Québec montrent une réduction des vents en été pour la fin du 21e siècle par rapport à la fin du 20e siècle et une faible augmentation en hiver. Selon le scénario passif, une légère diminution du maximum horaire de la vitesse du vent est prévue. L'évolution des rafales est différente de l'évolution des vents moyens. Les rafales évoluent avec

l'activité cyclonique et convective d'une région. Les modélisations récentes de l'évolution du régime des vents pour le Canada (Cheng et coll., 2014) prévoient une augmentation de 25 à 30 % des rafales de 90 km/h pour la région comprenant l'Abitibi-Témiscamingue. Ceci porte à croire avec une confiance modérée **qu'il y aura une tendance à la hausse pour les différents indicateurs liés aux seuils de dommages visibles causés par les rafales** applicables aux infrastructures du projet (Gouvernement du Canada, 2018). Les données historiques de vent ne sont pas rendues disponibles par ECCC pour les environs de la zone du projet. Les données de la station météorologique de Rouyn (située à environ 2 km) sont considérées ici, bien que seules les informations sur les rafales soient comptabilisées et que les données couvrent de 1994 à 2023. La rafale la plus violente a été enregistrée le 29 juin 1999 avec une valeur de 130 km/h. **L'activité orageuse sera également à la hausse** dans la région où se trouve le projet, puisqu'il est prévu qu'il y aura une augmentation de +12 % du nombre annuel d'impacts de foudre pour chaque degré de réchauffement relativement à la température annuelle moyenne (Romps et coll., 2014). Cependant, aucune étude poussée n'a encore été faite pour le Québec.

Tableau 4-8 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les vents violents et les tempêtes avec activité orageuse pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif » *	Horizon 2050 Scénario « passif » *
Moyenne du nombre annuel de jours avec de la foudre	26,5	+12 % d'impacts par degré de réchauffement global		Modérée	Modérée
Maximum horaire de la vitesse du vent (km/h)	56	n. d.	–2 % en été +2 % en hiver	Modérée	Modérée
Nombre total de jours avec rafales > 110 km/h depuis 1951	2	+25 %	+30 %	Modérée	Modérée
Nombre total de jours avec rafales > 130 km/h depuis 1951	1			Modérée	Modérée

Source : Basé sur Cheng et al. (2014); DonnéesClimatiques.ca (2023); ECCC (2023); Gouvernement du Canada (2018); Gouvernement du Canada (2019); Romps et coll. (2014); Seneviratne et coll. (2012)
*Note : * Bien qu'il y ait une tendance à la hausse des rafales de vent, le score de probabilité pour l'horizon à court terme ne peut pas être déterminé et donc reste identique à l'horizon historique.*

4.3.7 TEMPÊTES DE NEIGE

Sous l'effet des changements climatiques avec une augmentation significative des températures, la durée de la période hivernale sera plus courte, ce qui a pour effet de modifier l'intensité et la fréquence des tempêtes de neige. Pourtant, le nombre de tempêtes de neige est régulier depuis le début des mesures (ECCC, 2023) et le plus gros cumul de neige en 24 heures a été de 30,4 cm le 15 février 1995 (valeur enregistrée à la station météorologique Mont-Brun). Les tendances pour les précipitations hivernales sous forme de neige sont à la hausse et vue la réduction du nombre de jours de gel, il semblerait que les épisodes de tempêtes de neige seront moins fréquents mais plus intenses.

Tableau 4-9 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant les tempêtes de neige pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Précipitations annuelles sous forme de neige (cm)	266 [245,275]	260 [232; 273]	252 [241; 276]	Basse	Modérée
Nombre annuel de jours de gel	200 [187; 214]	180 [160; 198]	178 [158; 195]	Basse	Très basse
Précipitations totales sous forme de neige en hiver (cm)	156 [150,163]	164 [154,175]	167 [157,172]	Haute	Haute

Source : Basé sur Derksen et coll. (2019); ECCC (2023); PCC (2023); Ouranos (2023).
Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10e et 90e centiles de la distribution de la donnée.

4.3.8 ALLONGEMENT DE LA SAISON ESTIVALE

L'augmentation générale des températures contribuera à l'allongement de la saison estivale. En effet, la durée de la saison sans gel sera environ 25 % plus longue dans les prochaines décennies s'il n'y a pas d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. De plus, le nombre annuel moyen de jours d'été (avec des températures moyennes au-dessus de 25 °C) augmentera d'environ 18 à 21 jours. Cela aura un impact direct sur le nombre annuel de degrés-jours de chauffage qui pourrait diminuer d'environ 12 % dans un scénario sans atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 4-10 Tendances climatiques à court terme (horizon 2021-2050) concernant l'allongement de la saison estivale pour l'emplacement du projet

Indicateur climatique	Valeur historique (Passé récent)	Scénario « actif »	Scénario « passif »	Score de probabilité	
				Horizon 2050 Scénario « actif »	Horizon 2050 Scénario « passif »
Durée de la saison sans gel (jours)	104 [82; 127]	126 [98; 156]	130 [104; 162]	Modérée	Haute
Nombre annuel de jours d'été (température > 25°C)	33 [19; 48]	51 [32; 70]	54 [35; 72]	Haute	Haute
Nombre annuel de degrés-jours de chauffage	6 062 [5 648; 6 480]	5 420 [4 875; 5 925]	5 351 [4 804; 5 866]	Très basse	Très basse

Source : Basé sur PCC (2023).
Note : Les valeurs entre crochets correspondent aux 10e et 90e centiles de la distribution de la donnée.

4.4 ANALYSE D'EXPOSITION AUX ALÉAS RETENUS

Il s'agit ici de relier les aléas climatiques retenus comme pertinents pour le projet (Tableau 4-1) avec les tendances projetées des indicateurs climatiques présentées dans la section 4.3. Le Tableau 4-11 présente le pointage de probabilité pour chacun de ces aléas pour l'horizon court terme (2021-2050) en se basant sur une moyenne des pointages des indicateurs concernés pour le scénario passif (SSP5-8.5). Plus le pointage est élevé, plus l'augmentation de l'intensité ou de la fréquence des aléas en question augmentera sous l'influence des changements climatiques. Le code de couleurs correspond à celui défini dans le Tableau 2-1.

Tableau 4-11 Liens entre les aléas, les tendances des indicateurs climatiques et les pointages (score) de probabilité à court terme (2021-2050) pour le scénario passif (SSP5-8.5)

Aléa	Indicateur climatique	Score de probabilité moyen
Précipitations extrêmes	– Nombre annuel de jours de précipitations recevant > 20 mm – Maximum annuel de précipitations sur 24 h (mm) – Cumul de précipitations sur 15 min, période de retour de 10 ans (mm) – Cumul de précipitations sur 15 min, temps de retour de 50 ans (mm) – Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 10 ans (mm) – Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 50 ans (mm) – Cumul de précipitations sur 24 h, temps de retour de 100 ans (mm)	Haute
Épisodes de pluie verglaçante	– Précipitations hivernales moyennes (mm) – Nombre annuel de jours de pluie verglaçante – Température hivernale moyenne (°C)	Haute
Canicules	– Température maximale moyenne en été (°C) – Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C – Nombre annuel de vagues de chaleur – Durée moyenne des vagues de chaleur (jours) – Degrés-jours de refroidissement (°C jours)	Haute
Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	– Température hivernale moyenne (°C) – Nombre de cycles gel-dégel annuels – Nombre de cycles gel-dégel hivernaux – Nombre de jours de redoux hivernal	Modérée
Sècheresse et feux de forêt	– Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C – Nombre annuel de jours d'été (température > 25 °C) – Nombre annuel de jours secs (précipitations < 0.2 mm) – La plus longue période de jours consécutifs avec une température maximale ≥ 30°C sur une année (jours) – Future occurrence des feux de forêt	Haute
Vents violents et activité orageuse	– Moyenne du nombre annuel de jours avec de la foudre – Maximum horaire de la vitesse du vent (km/h) – Nombre total de jours avec rafales > 110 km/h – Nombre total de jours avec rafales > 130 km/h	Modérée
Tempêtes de neige	– Précipitations annuelles sous forme de neige (cm) – Nombre annuel de jours de gel – Précipitations totales sous forme de neige en hiver (cm)	Faible
Allongement de la saison estivale	– Durée de la saison sans gel (jours) – Nombre annuel de jours d'été (température > 25°C) – Nombre de degrés-jours de chauffage	Modérée

Quelques constats peuvent être tirés de ce pointage de probabilité :

– Les aléas climatiques liés à l'augmentation générale de la température (canicules, cycles de gel-dégel et redoux hivernal et sécheresse et feux de forêt) sont ceux qui seront les plus susceptibles d'augmenter dans les décennies à venir dans la région dans laquelle le projet se trouve.

- Les précipitations extrêmes, les épisodes de pluie verglaçante, les périodes caniculaires, et la sècheresse et les feux de forêt sont les aléas ayant obtenu le pointage de probabilité le plus élevé. Également liés à l'augmentation générale de la température, les cycles gel-dégel et le redoux hivernal ont obtenu un pointage de probabilité modéré. Bien qu'il y ait une tendance à la hausse des rafales de vent, le score de probabilité pour l'horizon à court terme ne peut pas être déterminé avec certitude et donc reste identique à l'horizon historique.
- L'occurrence de tempêtes de neige dans le futur dépend tant de l'augmentation de la température que des changements dans les régimes de précipitations. Malgré un pointage faible, cette tendance est à considérer prudemment : la diminution du nombre de jours de gel tendrait à faire diminuer le nombre de tempêtes de neige et à causer davantage de fortes pluies. En revanche, l'augmentation des précipitations hivernales et le nombre et l'intensité croissants des épisodes de fortes précipitations entraîneraient une augmentation du nombre et de l'intensité des tempêtes de neige. L'évolution du nombre de ces évènements est incertaine, tandis qu'une tendance vers des épisodes plus intenses est probable. Il y aura possiblement des diminutions en termes d'accumulations de neige totales, mais les précipitations liquides en période hivernale devraient augmenter, provoquant un changement significatif du type de neige (pluie sur neige, neige humide). Il est difficile de prédire ce que cela entraînera pour les charges verticales, les besoins en déneigement/déglaçage et les dommages aux infrastructures.
- Alors que la majeure partie des aléas entraînera un risque pour le projet Horne 5, certains d'entre eux présenteront également des opportunités ou occasions à saisir (voir la section 6.4).

D'autres aléas évolueront selon des tendances contraires d'un indicateur climatique à un autre.

Il est important de noter ici que ces pointages de probabilité ne sont pas forcément représentatifs des impacts que les aléas climatiques auront sur le projet. L'évaluation de la vulnérabilité, incluant la sensibilité et la capacité d'adaptation de chaque composante, détaillera le niveau d'impact sur les infrastructures projetées.

5 ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DU PROJET

La vulnérabilité aux changements climatiques est le degré avec lequel un système (ici, les différentes infrastructures et éléments des composantes du projet) est susceptible ou incapable de faire face aux effets des changements climatiques (ici, les aléas climatiques retenus). La vulnérabilité est alors la combinaison entre la sensibilité et la capacité d'adaptation de chaque élément évalué. Le pointage de vulnérabilité a été déterminé en suivant le Tableau 2-2.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse s'est concentrée sur l'identification des composantes susceptibles d'être vulnérables aux aléas climatiques retenus (section 5.1) et des impacts potentiels de ces interactions (section 5.2). Une analyse préliminaire de la sensibilité et de la capacité d'adaptation a été réalisée par WSP et discutée avec Falco mais n'a pas été revue en détail dans le cadre de cette étude. Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

5.1 INTERACTIONS ENTRE LE PROJET ET LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Les aléas climatiques identifiés et analysés dans la section 4 n'interagissent pas de la même façon sur toutes les infrastructures et éléments du projet (listées dans la section 3.2). Le Tableau 5-1 montre les résultats de l'analyse oui/non (O/N) réalisée afin d'identifier les interactions entre les aléas et les infrastructures et éléments considérés dans le cadre de cette analyse. Si une interaction n'est pas prise en compte, cela ne signifie pas qu'elle n'existe pas : cette interaction est jugée négligeable et n'occasionnera que des conséquences mineures sur le projet Horne 5.

Étant donné que l'évaluation préliminaire se concentre sur les infrastructures et que les activités n'ont pas encore été prises en considération, les travailleurs ont été ajouté comme une composante du projet pour cette étude afin de tenir compte de leur exposition aux changements climatiques et identifier si des mesures pourraient être à prévoir dans les prochaines étapes de développement du projet.

Tableau 5-1 Analyse oui/non (O/N) des interactions entre les aléas climatiques et les composantes du projet

Composantes du projet	Aléas climatiques							
	Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles gel-dégel et redoux hivernaux	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et tempêtes avec activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)	O	O	N	O	O	O	N	N
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)	O	O	O	O	O	O	O	O
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)	O	O	O	O	O	O	O	O
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	O	O	N	O	O	N	O	N
La conduite d'eau fraîche	O	O	N	O	O	N	O	N
Les travailleurs	O	O	O	O	O	O	O	O

5.2 LISTE DES IMPACTS POTENTIELS

Le Tableau 5-2 présente une liste d'impacts potentiels associés aux interactions retenues pour chacune des composantes évaluées. Les phases typiques d'exécution d'un projet (phase 1 – préparation et construction; phase 2 – exploitation; phase 3 – restauration et fermeture) pour lesquelles ces impacts pourraient être applicables sont également identifiées.

L'identification de ces impacts s'inspire du document *Analyse de risques et de vulnérabilités aux changements climatiques pour le secteur minier québécois* (URSTM, 2017) et des études de résilience climatique complétées par WSP pour des projets miniers similaires à travers la province. Les impacts potentiels identifiés ont été discutés avec Falco. Cette liste et l'analyse de sensibilité et de capacité d'adaptation ainsi que le pointage de vulnérabilité présentés dans les sections suivantes n'ont pas été revus en détail pour cette étude. Falco prévoit revoir les revoir avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

.

Tableau 5-2 Liste des impacts potentiels identifiés

	Impact potentiel	Phase du projet[1]	Aléa climatique concerné							
			Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)										
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans la mine	2	Oui			Oui				
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	1,2					Oui			
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	1,2		Oui			Oui	Oui		
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)										
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	1,2		Oui					Oui	
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	1,2	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	1,2	Oui							
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	1,2,3	Oui							
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	

Impact potentiel		Phase du projet[1]	Aléa climatique concerné							
			Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	1,2	Oui	Oui				Oui		
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaississeurs, cuves, etc.) au CMH5	1,2	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	
12	Pannes de courant au CMH5	1,2		Oui			Oui	Oui		
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	1,2		Oui			Oui	Oui		
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	1,2			Oui					Oui
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage(qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	2					Oui			
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)										
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2		Oui					Oui	
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe du bâtiment de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2	Oui							
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM (digues)	2	Oui			Oui				
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	2	Oui							
21	Déversement ou débordements accidentels depuis les digues des bassins ou les cellules aux IGRM	2	Oui							
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	2	Oui			Oui				

Impact potentiel		Phase du projet[1]	Aléa climatique concerné							
			Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	1,2,3	Oui							
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
26	Pannes de courant aux IGRM	1,2		Oui			Oui	Oui		
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	1,2		Oui			Oui	Oui		
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	1,2			Oui					Oui
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	2					Oui	Oui		
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	2					Oui			
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation										
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	1,2	Oui			Oui				
32	Rupture des barrages de castors	2	Oui							
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
La conduite d'eau fraîche										
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	2	Oui			Oui				
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	1,2,3	Oui	Oui		Oui			Oui	

Impact potentiel		Phase du projet[1]	Aléa climatique concerné							
			Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sècheresse et feux de forêt	Vents violents et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	1,2,3	Oui	Oui			Oui		Oui	
Les travailleurs										
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.)	1,2,3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	1,2,3			Oui					Oui
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)	1,2		Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Occasions à saisir (opportunités)										
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)	1,2								Oui
42	Économie d'énergie de chauffage	1,2				Oui				Oui
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	3								Oui
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	1,2	Oui							

(*) 1 = construction, 2 = exploitation, 3 = restauration et fermeture

5.3 SENSIBILITÉ ET CAPACITÉ D'ADAPTATION

La sensibilité dépend de la possibilité qu'un aléa climatique soit d'une ampleur suffisante pour causer une interaction avec au moins une des composantes de l'infrastructure ou une des activités. Dans cette section, la sensibilité du projet liée à l'évolution des aléas précédemment identifiés est évaluée. La capacité d'adaptation est la capacité d'un projet à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes météorologiques) pour atténuer les dommages potentiels, pour tirer profit des occasions à saisir ou pour faire face aux impacts les plus conséquents. La capacité d'adaptation peut réduire la vulnérabilité d'un projet à un impact potentiel.

Le Tableau 5-3 présenté ci-dessous résume le niveau de sensibilité et de capacité d'adaptation du projet Horne 5 pour chaque impact potentiel identifié à la section 5.2. Cette évaluation a été réalisée par WSP en prenant en compte les critères de conception à suivre dans le contexte minier en Abitibi-Témiscamingue et discuté avec Falco mais n'a pas été révisé en détail pour cette étude. Falco prévoit revoir les revoir avant de réaliser l'ingénierie de détail afin

d’alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

Il est important de noter ici qu’une capacité d’adaptation haute réduit la vulnérabilité du projet à l’impact en question alors qu’une capacité d’adaptation basse augmente la vulnérabilité. Le code de couleurs adopté est alors cohérent avec ces notions et avec le Tableau 2-1.

Tableau 5-3 Sensibilité et capacité d'adaptation du projet sous l'influence des changements climatiques

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)			
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans la mine	**Très basse** Des infiltrations d'eau pourraient avoir lieu lors d'épisodes extrêmes de précipitations ou lors de la fonte rapide du manteau neigeux. Toutefois, la profondeur de la mine, ainsi que la faible perméabilité du roc diminuent la sensibilité.	**Très haute** Les infiltrations d'eau souterraine peuvent être gérées par le système de pompage de la mine dont les critères de conception peuvent être revus pour tenir compte les valeurs de précipitations extrêmes projetées lors de l'ingénierie de détail. Un plan d'urgence peut être mis en place.
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	**Haute** Une mauvaise qualité de l'air causée par des feux de forêt peut avoir un impact sur la qualité de l'air dans la mine souterraine et pourrait perturber les opérations minières.	**Basse** Un plan d'urgence et un plan de suivi et d'entretien du système de ventilation peuvent être mis en place. Toutefois, une mauvaise qualité de l'air peut perturber les opérations minières et entraîner une fermeture temporaire.
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	**Haute** En cas de panne d'électricité du système électrique principal, le système de secours pourrait fonctionner temporairement et assurer la sécurité des travailleurs. Toutefois, il n'assurerait pas la continuité de toutes les opérations minières.	**Basse** Un plan d'urgence et un programme de suivi et d'entretien du système électrique de secours peuvent être mis en place afin d'assurer son fonctionnement en cas de besoin. Toutefois, une interruption prolongée de l'alimentation électrique du système principal peut perturber les opérations minières et entraîner une fermeture temporaire.
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)			
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	**Basse** Selon les données historiques et les projections climatiques, un dépassement des critères de conception du Code national du Bâtiment (NRC, 2020) est très peu probable.	**Très haute** L'enlèvement de la neige accumulée sur les toits est une mesure qui peut être mise en place lors d'une accumulation significative.
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	**Modérée** En cas d'événements climatiques extrêmes plus fréquents ou prolongés (par exemples, des précipitations extrêmes, vents violents, etc.), l'enveloppe du bâtiment et ses composantes peuvent subir une dégradation prématurée ou des dommages imprévus.	**Haute** L'inspection, l'entretien et les réparations régulières des composantes de l'enveloppe des bâtiments sont des mesures qui peuvent être mises en place. Un budget d'urgence pour effectuer les réparations ou les remplacements peut être prévu.
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	**Modérée** Le seuil de précipitations cumulées sur une journée défini par le Code national du bâtiment (NRC, 2020) est similaire aux valeurs projetées pour 2021-2050. La capacité de drainage des toits risque d'être à la limite pour supporter des évènements extrêmes de précipitations si les critères de conception définis dans le code national du bâtiment sont utilisés.	**Très haute** La conception du système de drainage des toitures peut être revue afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées des précipitations extrêmes, peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	**Basse** Les valeurs de précipitations extrêmes journalières moyennes projetées dépassent les critères de conception recommandés par le document *Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (Environnement Canada, 2009)*. Toutefois, un système de pompage est prévu et l'eau peut être acheminée ailleurs en cas de surcharge.	**Haute** Les critères de conception des infrastructures de gestion de l'eau du CMH5 peuvent être revus afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées de précipitations extrêmes peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	**Modérée** Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée de la couche de roulement des chemins d'accès et du stationnement. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles.	**Haute** L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Cependant, il faut prévoir une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations. Une maintenance préventive ou réactive suite à un évènement exceptionnel peut facilement être mise en place.
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	**Basse** En cas d'évènements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes d'accessibilité au site puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles. Le fait qu'il y ait plusieurs accès secondaires diminue la sensibilité à cet impact.	**Haute** Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains évènements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Une modification du calendrier des opérations peut facilement être mise en place.
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	**Modérée** Les structures du chemin de fer sont constamment exposées aux conditions météorologiques. Ce niveau d'exposition (évènement extrêmes) peut mener à une détérioration accélérée de la structure et ses composantes.	**Haute** Une surveillance et un entretien régulier des composantes est facile à mettre en place.
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaississeurs, cuves, etc.) au CMH5	**Haute** Certains équipements sont constamment exposés aux conditions météorologiques. Ce niveau d'exposition (évènements extrêmes) peut mener à une détérioration accélérée des machines/équipements.	**Haute** L'entretien régulier des machines/équipement plus exposés aux intempéries peut prolonger leur durée de vie. Les inspections régulières permettent de détecter les détériorations ou les bris avant qu'elles n'entraînent des conséquences sur les opérations ou l'environnement.
12	Pannes de courant au CMH5	**Haute** L'apport en électricité se fait par une ligne électrique à ciel ouvert fournie par Hydro-Québec. De telles lignes sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques (comme la pluie verglaçante, les feux de forêt, les vents violents). En cas d'interruption temporaire de ce service, les groupes électrogènes diesel de secours pourront être utilisés pour un temps limité comme distribution d'électricité, afin d'assurer le fonctionnement des systèmes essentiels sur le site.	**Basse** Un plan d'urgence et un programme de suivi et d'entretien du système électrique d'urgence peuvent être mis en place. Le site étant facilement accessible, il pourrait être simple et rapide d'ajouter une génératrice temporaire ou de faire livrer du carburant au site. Toutefois, une interruption prolongée de l'alimentation électrique peut perturber les opérations minières et entraîner une fermeture temporaire.

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	**Haute** Les principales infrastructures d'alimentation électrique (lignes aériennes, sous-station électrique) sont exposées aux conditions météorologiques extrêmes, telles que le verglas et les forts vents.	**Basse** La réparation des équipements peut être coûteuse, surtout lorsqu'il s'agit de dégâts soudains et imprévisibles. L'équipement est conçu pour des conditions météorologiques mais pas nécessairement pour des conditions extrêmes. Des inspections régulières après des évènements extrêmes peuvent être effectuées.
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	**Haute** D'ici les prochaines décennies, le besoin en énergie pour la climatisation sera d'environ deux fois plus que présentement.	**Très haute** L'augmentation de la capacité de climatisation peut être réalisée lors de l'ingénierie de détail. .
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	**Modérée** L'eau recueillie en surface du CMH5 sera collectée dans les étangs de drainage et alimentera une partie des besoins en eau de l'usine de traitement du minerai.	**Modérée** En cas de réduction d'apport en eau provenant des étangs de drainage, d'autres sources pourraient être utilisées pour maintenir les opérations. Des sources alternatives pourraient être identifiées et des ajustements au plan de gestion de l'eau considérés lors de l'ingénierie de détail.
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)			
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	**Basse** Selon les données historiques et les projections climatiques, un dépassement des critères de conception du Code national du bâtiment (NRC, 2020) est très peu probable.	**Très haute** L'enlèvement de la neige accumulée sur les toits est une mesure qui sera mise en place lors d'une accumulation significative.
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM	**Modérée** En cas d'événements climatiques extrêmes plus fréquents ou prolongés (par exemples, des précipitations extrêmes, vents violents, etc.), l'enveloppe du bâtiment et ses composantes peuvent subir une dégradation prématurée ou des dommages imprévus.	**Haute** L'inspection, l'entretien et les réparations régulières des composantes de l'enveloppe des bâtiments sont des mesures qui peuvent être mises en place. Un budget d'urgence pour effectuer les réparations ou les remplacements peut être prévu.
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	**Modérée** La capacité de drainage des toits défini par le Code du bâtiment (NRC, 2020) risque d'être à la limite pour supporter des évènements extrêmes de précipitations si les critères de conception définis dans le code national du bâtiment sont utilisés.	**Très haute** La conception du système de drainage des toitures peut être revue afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées des précipitations extrêmes peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	**Haute** Les digues ont été conçues pour pouvoir gérer une crue correspondant aux conditions climatiques des prochaines décennies. Cependant, les structures de confinement sont constamment exposées aux conditions météorologiques. Ce niveau d'exposition (évènements extrêmes) peut mener à une détérioration prématurée ou des dommages imprévus.	**Très haute** Les critères de conception des structures de confinement respectent les plus hauts standards de l'industrie et prennent en considération les changements climatiques. La fréquence des inspections et de l'entretien ainsi que des réparations régulières sont des mesures qui peuvent être mises en place en plus des inspections, audits, etc. et le plan d'intervention d'urgence déjà prévus .

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	**Basse** La capacité des bassins est prévue pour pouvoir gérer une crue correspondant aux conditions climatiques des prochaines décennies.	**Haute** Les critères de conception des ouvrages de retenue respectent les plus hauts standards de l'industrie et prennent en considération les changements climatiques. La hauteur de revanche du bassin interne est de 1,5 m tandis que celle du bassin de polissage est de 1,0 m (Revanche plus basse pour le bassin de polissage justifiée par le fait que l'eau aura été traitée avant d'y être stockée.
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	**Haute** Le déversement ou débordement accidentel pourrait engendrer des dommages significatifs à l'environnement. Toutefois, la conception des IGRM et le plan de gestion des résidus incluent des mesures visant à les éviter.	**Haute** Les critères de conception des ouvrages de retenue respectent les plus hauts standards de l'industrie et prennent en considération les changements climatiques. De plus, un plan de surveillance opérationnelle et un plan d'intervention en cas d'urgence sont prévus.
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	**Haute** La capacité de stockage des IGRM permet de gérer une crue de projet qui tient compte des changements climatiques et l'usine de traitement des eaux est conçue pour une année climatique humide. Toutefois le plan de gestion de l'eau est basé sur un bilan d'eau pour une année climatique moyenne définie sur la base des données climatiques historiques, alors plus d'eau pourrait devoir être traitée et rejetée à l'environnement si la tendance des précipitations est à la hausse.	**Haute** . Les critères de conception des IGRM,la capacité de l'usine de traitement des eaux et le plan de gestion des eaux peuvent être revus pour gérer un bilan d'eau tenant compte des changements climatiques lors de l'ingénierie de détail.
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	**Modérée** Les valeurs de précipitations extrêmes journalières moyennes projetées dépassent les critères de conception recommandés par le document *Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (Environnement Canada, 2009)*..	**Haute** Les critères de conception des infrastructures de gestion de l'eau des IGRM peuvent être revus afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées de précipitations extrêmes peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail.
24	Détérioration des chemins d'accès aux IGRM	**Modérée** Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée de la couche de roulement des chemins d'accès. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles.	**Haute** L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Cependant, il faut prévoir une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations. Une maintenance préventive ou réactive suite à un évènement exceptionnel peut facilement être mise en place.
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	**Modérée** En cas d'évènements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes potentielles d'accessibilité au site puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles.	**Haute** Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains évènements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Une modification du calendrier des opérations peut être facilement être mise en place.

Impact potentiel		Sensibilité	Capacité d'adaptation
26	Pannes de courant aux IGRM	**Modérée** L'apport en électricité se fait par une ligne électrique à ciel ouvert fournie par Hydro-Québec. De telles lignes sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques (comme la pluie verglaçante, les feux de forêt, les vents violents). En cas d'interruption temporaire de ce service des équipements sont prévus pour les systèmes essentiels.	**Modérée** Un plan d'urgence et un programme de suivi et d'entretien des équipements d'urgence peuvent être mise en place. Au besoin, le nombre de génératrices et la capacité de stockage de combustible peut être augmenté au besoin. Toutefois, une interruption prolongée de l'alimentation électrique peut perturber les opérations et entrainer une fermeture temporaire.
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	**Haute** Les principales infrastructures d'alimentation électrique (lignes aériennes) sont exposées aux conditions météorologiques extrêmes, telles que le verglas et les forts vents.	**Basse** La réparation des équipements peut être coûteuse, surtout lorsqu'il s'agit de dégâts soudains et imprévisibles. L'équipement est conçu pour des conditions météorologiques mais pas nécessairement pour des conditions extrêmes. Des inspections régulières après des événements extrêmes peuvent être effectuées.
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	**Haute** D'ici les prochaines décennies, le besoin en énergie pour la climatisation sera d'environ deux fois plus que présentement.	**Très haute** L'augmentation de la capacité de climatisation peut facilement être réalisée lors de l'ingénierie de détail.
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	**Haute** L'érosion éolienne est un phénomène naturel entrainant le déplacement de particules. L'action de vents forts et de la sècheresse peut accroitre ce phénomène sur les parcs à résidus miniers. Une telle situation pourrait être problématique si les particules atteignent les zones habitées. Le respect des normes en vigueur doit être démontré par modélisation de la dispersion atmosphérique. Toutefois, celle-ci est basée sur des données historiques et ne tient pas compte des changements climatiques.	**Modérée** La modélisation de la dispersion atmosphérique peut être revue en tenant compte des changements climatiques. Un programme de suivi de la qualité de l'air et des mesures pour limiter les émissions à l'atmosphère peuvent également être planifiés à
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	**Modérée** L'eau du bassin interne et à l'occasion, du bassin de polissage alimentera les besoins une partie des besoins en eau de l'usine de traitement du minerai.	**Modérée** En cas de réduction d'apport en eau provenant des bassins aux IGRM, d'autres sources pourraient être utilisées pour maintenir les opérations. Des sources alternatives pourraient être identifiées et des ajustements au plan de gestion de l'eau considérés lors de l'ingénierie de détail.

Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation			
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	**Haute** Une augmentation des précipitations peut entraîner une augmentation des niveaux d'eau et causer une détérioration des fondations ou des structures de support des conduites.	**Haute** Les critères de conception des fondations et structures de support des conduites peuvent être revus afin de tenir compte des changements climatiques et les valeurs projetées de précipitations et l'augmentation des niveaux d'eau peuvent être prises en compte lors de l'ingénierie de détail. L'inspection, l'entretien et les réparations régulières sont des mesures qui peuvent être mises en place, en plus du plan d'intervention d'urgence.
32	Rupture des barrages de castors	**Basse** Une grande quantité d'eau est présente en amont du fait de la présence de barrages de castors. En cas de bris de barrage, une grande quantité d'eau peut être déversée en aval. Les précipitations extrêmes peuvent entraîner de grandes quantités d'eau qui peuvent compromettre la structure des barrages de castors.	**Très haute** Les barrages d'importance peuvent être préalablement identifiés et leur inspection inclus dans le plan de suivi des conduites.
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	**Basse** Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée des routes et des chemins d'accès. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles. De plus, il existe des alternatives faciles pour accéder aux conduites r.	**Très haute** L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Il est possible qu'une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations soit nécessaire. Une maintenance préventive ou réactive suite à un évènement exceptionnel peut facilement être mise en place. Les inspections peuvent être réalisées à l'aide d'un véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	**Basse** En cas d'évènements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes potentielles d'accessibilité puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles. De plus, il existe des alternatives faciles pour accéder aux conduites.	**Très haute** Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains événements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Les inspections peuvent être réalisées à l'aide d'un véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.
La conduite d'eau fraîche			
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	**Basse** Une précipitation extrême (causant l'érosion du sol, l'instabilité de pente, etc.) ou les cycles gel-dégel (causant des mouvements de masse) pourrait entraîner des modifications des surfaces et des profils des sols qui pourraient causer des bris de la conduite. Cependant, la nature des dépôts de surface de la région font que la région est peu encline aux mouvements de sol.	**Très haute** L'inspection, l'entretien et les réparations régulières sont des mesures faciles à mettre en place.

36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche	**Modérée** Les conditions climatiques extrêmes (ex. : précipitations extrêmes, cycles de gel-dégel) contribueront à une détérioration prématurée des routes et des chemins d'accès. Toutefois, les dégradations seront graduelles et donc prévisibles.	**Haute** L'entretien régulier des chemins d'accès peut se faire à des coûts relativement faibles. Il est possible qu'une augmentation de la fréquence des entretiens et des réparations soit nécessaire. Une maintenance préventive ou réactive suite à un évènement exceptionnel peut facilement être mise en place. Les inspections peuvent être réalisées à l'aide d'un véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	**Modérée** En cas d'évènements extrêmes météorologiques (ex. : tempête de neige et pluie verglaçante), les accès peuvent être temporairement restreints. Toutefois, bien que des pertes d'accessibilité puissent être plus fréquentes dans le futur, ce sont des situations temporaires et ponctuelles.	**Très haute** Les services d'entretien routiers déjà en place assureront l'intégrité du système routier pendant toute l'année. Néanmoins, certains évènements plus extrêmes, tel que les épisodes de pluie verglaçante pourraient engendrer des interruptions imprévues et prolongées du système routier. Une modification du calendrier des opérations peut être mise en place. Les inspections preuvent être réalisées en véhicule hors route, à pied ou à l'aide d'un drone.
Construction, opération et entretien			
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.	**Très haute** Les opérations minières présentent déjà plusieurs risques en raison de la nature du travail, lesquels pourraient, dans certaines circonstances, croître avec les conditions climatiques futures. Des événements extrêmes pourront avoir lieu plus régulièrement dans le climat futur, tels que les vagues de chaleur, les précipitations extrêmes et les feux de forêt. Ceux-ci pourront avoir un impact sur les opérations et sur la productivité au travail.	**Haute** Des mesures de sensibilisation, formation et prévention sur le travail en conditions extrêmes pour les travailleurs peuvent être mises en place. I Des mesures peuvent également être mises en place pour le rythme et la productivité du travail, telles que la modification de la programmation de certaines activités et l'ajustement du système de rotation des travailleurs. Le plan d'urgence peut également être adapté pour tenir compte des événements climatiques extrêmes.
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	**Basse** L'augmentation générale des températures coïncide généralement avec une recrudescence de maladies vectorielles, cela pourrait toucher davantage les travailleurs à l'extérieur.	**Haute** Le Québec entreprend déjà des campagnes de prévention et les normes/habitudes de santé publique sont communiquées et peuvent facilement être mise en place auprès des employés. De la sensibilisation additionnelle peut très facilement être mise en place en cas d'année particulièrement active.
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)	**Modérée** Les événements extrêmes pourraient se produire plus régulièrement dans le climat futur. Dans de nouvelles conditions climatiques, la programmation de certaines activités extérieures (ex : la construction) pourrait être affectée, ce qui pourrait notamment causer des délais imprévus.	**Haute** La planification des activités peut être révisée en fonction des conditions météorologiques à court terme. L'utilisation du service de prévisions météorologiques d'Environnement et Changement climatique Canada peut aider à la planification.

Occasions à saisir			
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (particulièrement à l'extérieur)	**Basse** Certaines activités pourraient bénéficier d'une saison de travail plus longue.	**Très haute** Pour certaines activités, il peut être possible de planifier un calendrier plus étendu. Il est toutefois important de noter que certaines tâches sont plus faciles à réaliser en hiver.
42	Économie d'énergie de chauffage	**Basse** Une capacité de chauffage suffisante permet aux employés de travailler efficacement. Dans un avenir futur, sous l'effet des changements climatiques, le nombre annuel de degrés-jours de chauffage pourrait diminuer d'environ 12 %.	**Très haute** Avoir un système de chauffage réglé sur des périodes moins froides est un avantage et il est facile à mettre en place.
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	**Haute** Un prolongement de la saison estivale peut contribuer à une accélération de la végétalisation prévue dans le cadre de réhabilitation des sites.	**Très haute** La prise en compte de cette accélération dans le calendrier est un avantage. Il est également facile de changer d'espèce pour que la végétation soit mieux adaptée aux futures conditions climatiques.
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	**Modérée** Une augmentation des précipitations pourrait réduire les besoins en eau fraîche.	**Haute** Bien qu'une augmentation des précipitations puisse réduire les besoins en eau fraîche, il est nécessaire que l'infrastructure de gestion des eaux ait la capacité de gérer cette eau supplémentaire.

5.4 POINTAGE DE VULNÉRABILITÉ

Le recoupement de la sensibilité et de la capacité d'adaptation du Tableau 5-3 donne la vulnérabilité (Tableau 5-4) selon la matrice d'évaluation de la vulnérabilité (Tableau 2-2).

Tableau 5-4 Pointage de vulnérabilité de chaque impact potentiel identifié

Impact potentiel		Vulnérabilité
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)		
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans les galeries	Très basse
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Haute
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Haute
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)		
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Très basse
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	Basse
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Basse
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Très basse
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Basse
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Très basse
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	Basse
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaississeurs, cuves, etc.) au CMH5	Modérée
12	Pannes de courant au CMH5	Haute
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	Haute
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Basse
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage(qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Basse
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)		
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Très basse
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au IGRM	Basse
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Basse
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	Basse
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Très basse
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Modérée
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Modérée
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Basse
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	Basse
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Basse
26	Pannes de courant aux IGRM	Basse
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	Haute

Impact potentiel		Vulnérabilité
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Basse
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	Modérée
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Basse
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation		
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	Modérée
32	Rupture des barrages de castors	Très basse
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien	Très basse
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	Très basse
La conduite d'eau fraîche		
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	Très basse
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	Basse
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	Basse
Construction, opération et entretien		
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.	Modérée
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	Très basse
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout à l'extérieur)	Basse
Occasions à saisir		
41	Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue	Très basse
42	Économie d'énergie de chauffage	Très basse
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	Basse
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	Basse

6 ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES

Par définition, la notion de risque représente des pertes potentielles humaines, des cas de blessures ou des dommages (voire des destructions) d'actifs que pourraient subir un système, une société ou une communauté au cours d'une période spécifique, déterminée de manière probabiliste en fonction du danger, de l'exposition, de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation. Les risques liés au climat et aux conditions météorologiques ont été identifiés en examinant la documentation disponible et pertinente sur le projet et en se basant sur l'avis d'experts et l'expérience acquise lors de projets similaires passés. Dans le cadre de cette analyse, le risque est le produit de la probabilité et de la sévérité des impacts. En tant que tel, il s'agit du risque climatique et météorologique qui existe avant d'envisager tout type de résilience ou de mesures d'atténuation qui ne sont pas encore prévues lors de la construction et des opérations du projet. Tout comme les étapes précédentes, l'évaluation des risques climatiques a été réalisée par WSP et discutée avec Falco mais n'a pas été revue en détail. Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

6.1 PROBABILITÉ DES IMPACTS

La probabilité des impacts est obtenue en croisant la probabilité de changement des aléas climatiques concernés (Tableau 5-2) avec la vulnérabilité du projet à l'impact en question (Tableau 5-4) selon la matrice d'évaluation de la probabilité des impacts (Tableau 2-3). L'exposition aux aléas climatiques est donnée par le pointage (score) de probabilité de changement maximal parmi les aléas causant l'impact potentiel (Tableau 4-11) et la vulnérabilité est donnée par le Tableau 5-4.

Le Tableau 6-1 montre le pointage de probabilité de chaque impact.

Cette évaluation a été réalisée par WSP mais n'a pas été revue par Falco pour cette étude. Ces résultats sont considérés dans la suite de l'analyse, afin d'identifier les niveaux de risque qui y correspondent.

Tableau 6-1 Pointage de probabilité de chaque impact potentiel identifié

	Impact potentiel	Probabilité de changements des aléas	Vulnérabilité (Tableau 5-4)	Probabilité de l'impact
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)				
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans les galeries	Haute	Très basse	Basse
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Haute	Haute	Haute
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Haute	Haute	Haute
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)				
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Haute	Très basse	Basse
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	Haute	Basse	Modérée
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Haute	Basse	Modérée
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Haute	Très basse	Basse
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Haute	Basse	Modérée
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Haute	Très basse	Basse
10	Détérioration des structures du chemin de fer	Haute	Basse	Modérée

	Impact potentiel	Probabilité de changements des aléas	Vulnérabilité (Tableau 5-4)	Probabilité de l'impact
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaississeurs, cuves, etc.) au CMH5	Haute	Modérée	Haute
12	Pannes de courant au CMH5	Haute	Haute	Haute
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	Haute	Haute	Haute
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Haute	Basse	Modérée
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Haute	Basse	Modérée
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)				
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute	Très basse	Basse
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Haute	Très basse	Basse
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Haute	Modérée	Haute
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Haute	Modérée	Haute
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
26	Pannes de courant aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	Haute	Haute	Haute
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Haute	Basse	Modérée
29	Érosion éolienne des résidus aux IGRM	Haute	Modérée	Haute
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Haute	Basse	Modérée
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation				
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	Haute	Modérée	Haute
32	Rupture des barrages de castors	Haute	Très basse	Basse
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien	Haute	Très basse	Basse
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	Haute	Très basse	Basse
La conduite d'eau fraîche				
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	Haute	Très basse	Basse

	Impact potentiel	Probabilité de changements des aléas	Vulnérabilité (Tableau 5-4)	Probabilité de l'impact
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	Haute	Basse	Modérée
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	Haute	Basse	Modérée
Construction, opération et entretien				
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbations des opérations, etc.	Haute	Modérée	Haute
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	Haute	Très basse	Basse
40	Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)	Haute	Basse	Modérée
Occasions à saisir				
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)	Modérée	Très basse	Basse
42	Économie d'énergie de chauffage	Modérée	Très basse	Basse
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	Modérée	Basse	Basse
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	Haute	Basse	Modérée

6.2 SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

La sévérité est évaluée selon trois axes : économique, humain et environnemental. La sévérité de l'impact en question est alors la sévérité maximum des trois axes, dans le but de garder une approche conservatrice et de ne pas écarter certains risques. Le Tableau 6-2 montre le pointage de sévérité de chaque impact. Cette évaluation a été réalisée par WSP mais n'a pas été revue par Falco pour cette étude. Le raisonnement de la sévérité des conséquences pour chaque axe est détaillé à l'annexe A.

De ces pointages, le niveau de risque lié à chaque impact peut être identifié à la section suivante.

Tableau 6-2 Pointage de sévérité pour chaque impact potentiel identifié

	Impact potentiel	Économique	Humain	Environnement	Pointage de sévérité
La mine Horne 5 (infrastructures souterraines)					
1	Infiltrations d'eau extrêmes dans les galeries	Faible	Très faible	Très faible	Faible
2	Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5	Faible	Moyenne	Très faible	Moyenne
3	Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5	Faible	Faible	Très faible	Faible
Le complexe minier Horne 5 (CMH5)					
4	Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5	Très faible	Faible	Très faible	Faible
5	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
6	Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5	Faible	Très faible	Très faible	Faible

	Impact potentiel	Économique	Humain	Environnement	Pointage de sévérité
7	Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
8	Détérioration du chemin d'accès et du stationnement au CMH5	Faible	Très faible	Très faible	Faible
9	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
10	Détérioration des structures du chemin de fer au CMH5	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
11	Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaississeurs, cuves, etc.) au CMH5	Faible	Faible	Faible	Faible
12	Pannes de courant au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
13	Dommages aux équipements électriques au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
14	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5	Faible	Faible	Très faible	Faible
15	Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Faible	Moyenne	Faible	Moyenne
Les installations de gestion des résidus miniers (IGRM)					
16	Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Très faible	Faible	Très faible	Faible
17	Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
18	Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Faible	Très faible	Très faible	Faible
19	Détérioration des structures de confinement aux IGRM	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
20	Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
21	Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM	Élevée	Élevée	Élevée	Élevée
22	Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM	Faible	Faible	Faible	Faible
23	Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
24	Détérioration des chemins d'accès et augmentation des coûts d'entretien aux IGRM	Faible	Très faible	Très faible	Faible
25	Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
26	Pannes de courant aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
27	Dommages aux équipements électriques aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
28	Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM	Faible	Faible	Très faible	Faible
29	Érosion éolienne des résidus du parc aux IGRM	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne

	Impact potentiel	Économique	Humain	Environnement	Pointage de sévérité
30	Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)	Faible	Moyenne	Faible	Moyenne
Les conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation					
31	Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus et d'eau de recirculation	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
32	Rupture des barrages de castors	Faible	Faible	Faible	Faible
33	Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation	Faible	Très faible	Très faible	Faible
34	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)	Faible	Faible	Très faible	Faible
La conduite d'eau fraîche					
35	Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche	Faible	Faible	Très faible	Faible
36	Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche et augmentation des coûts d'entretien	Faible	Très faible	Très faible	Faible
37	Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)	Faible	Faible	Très faible	Faible
Les travailleurs					
38	Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accident de travail, perturbations des opérations, etc.	À compléter	À compléter	À compléter	À compléter
39	Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs	Très faible	Faible	Très faible	Faible
40	Augmentation de l'imprévisibilité conditions climatiques (surtout pendant la construction)	Faible	Faible	Très faible	Faible
Occasions à saisir					
41	Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif
42	Économie d'énergie de chauffage	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif
43	Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif
44	Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche	Impact positif	Impact positif	Impact positif	Impact positif

6.3 POINTAGE DE RISQUE

Cette section présente le pointage de risque des impacts identifiés comme étant pertinents au projet. Il est important de rappeler que dans le cadre de ce travail, le risque est calculé comme le produit de probabilité (voir la section 6.1) et de la sévérité (voir la section 6.2) des impacts lors de l'occurrence d'un ou plusieurs aléas climatiques. Pour ce faire, la matrice d'évaluation du niveau de risque climatique (Tableau 2-4) a été utilisée. Le niveau de risque évalué pour les impacts potentiels identifiés antérieurement sont présentés au Tableau 6-3..

Tableau 6-3 Liste des niveaux de risque évalués pour les impacts potentiels identifiés

Niveau de risque	Urgence de mise en place de mesures	Impacts potentiels
Très élevé	Mesures de contrôle immédiates requises	*Aucun impact identifié*
Élevé	Mesures de contrôle requises en priorité	2 – Détérioration de la qualité de l'air dans la mine Horne 5
		21 – Déversement et/ou débordements accidentels depuis les digues des bassins et/ou des cellules aux IGRM
		29 – Érosion éolienne des résidus aux IGRM
Modéré	Certaines mesures de contrôle sont requises pour réduire le niveau de risque	3 – Interruption de l'alimentation en électricité et des services de communication dans la mine Horne 5
		11 – Détérioration des équipements extérieurs, augmentation des bris et de l'usure (rampes, génératrices, réservoirs d'entreposage des produits pétroliers et des produits chimiques, épaississeurs, cuves, etc.) au CMH5
		12 – Pannes de courant au CMH5
		13 – Dommages aux équipements électriques au CMH5
		15 – Manque d'eau dans les étangs de drainage (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)
		20 – Insuffisance de capacité des bassins (bassin interne et bassin de polissage) aux IGRM
		22 – Augmentation des quantités d'eau à traiter et à déverser dans le milieu récepteur aux IGRM
		27 – Dommages aux équipements électriques aux IGRM
		30 – Manque d'eau dans les bassins aux IGRM (qui sont une source d'approvisionnement en eau pour les opérations)
Faible	Mesures de contrôle probablement non requises sur le court terme (conception/ avant construction), mais elles pourraient être considérées dans le moyen et long terme pour maximiser la résilience climatique du projet	1 – Infiltrations d'eau extrême dans la mine
		4 – Charge verticale excédentaire sur les bâtiments au CMH5
		6 – Insuffisance de drainage du toit des bâtiments au CMH5
		7 – Insuffisance de drainage des étangs de drainage, des drains en surface, des routes de services et des chemins d'accès au CMH5
		8 – Détérioration des chemins d'accès et du stationnement au CMH5
		9 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier et chemin de fer) au CMH5
		14 – Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation au CMH5
		16 – Charge verticale excédentaire sur l'usine de traitement des eaux aux IGRM
		18 – Insuffisance de drainage du toit de l'usine de traitement des eaux aux IGRM
		23 – Insuffisance de drainage des fossés et des ponceaux, des routes de services et des chemins d'accès aux IGRM
		24 – Détérioration des chemins d'accès aux IGRM
		25 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement du site (voies d'accès routier) aux IGRM
		26 – Pannes de courant aux IGRM
		28 – Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation à l'usine de traitement des eaux aux IGRM
		32 – Rupture de barrages de castors

Niveau de risque	Urgence de mise en place de mesures	Impacts potentiels
		33 – Détérioration des routes et des chemins d'accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation et augmentation des coûts d'entretien
		34 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès aux conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation (voies d'accès routier)
		35 – Détérioration des fondations de la conduite d'eau fraîche
		36 – Détérioration des routes et des chemins d'accès à la conduite d'eau fraîche
		37 – Manque d'accessibilité temporaire et isolement des accès à la conduite d'eau fraîche (voies d'accès routier)
		39 – Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs
		40 – Augmentation de l'imprévisibilité des conditions climatiques (surtout pendant la construction)
Négligeable	Évènement ne requérant pas une considération supplémentaire	*Aucun impact identifié*
Opportunité	Impact positif	41 – Prolongement des conditions favorables pour certaines activités (surtout à l'extérieur)
		42 – Économie d'énergie de chauffage
		43 – Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration
		44 – Réduction potentielle des besoins d'approvisionnement en eau fraîche
À compléter	S.O.	5 – Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments au CMH5
		10 – Détérioration des structures de chemine de fer au CMH5
		17 –Dégradation prématurée des composantes de l'enveloppe des bâtiments aux IGRM
		19 – Détérioration des structures de confinement aux IGRM
		31 – Détérioration des fondations/des structures de support des conduites de résidus miniers et d'eau de recirculation
		38 – Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes haute température et périodes de sécheresse. Augmentation du nombre d'accidents de travail, perturbation des opérations etc.

6.4 OCCASION À SAISIR

Bien que les discussions sur la résilience climatiques se concentrent souvent sur les impacts négatifs des changements climatiques, de nouvelles conditions climatiques peuvent également présenter des occasions à saisir. Les occasions à saisir identifiées dans le cadre de cette étude, sont présentés comme des impacts positifs dans la section précédente.

7 ATTÉNUATION DU NIVEAU DE RISQUE

Le niveau de risque évalué dans la section précédente ne prend pas en compte toutes les mesures d'adaptation et de contrôle prévues par Falco, ni celles qui pourraient être mises en ç place si jugé nécessaire. En effet, certaines mesures pourraient potentiellement permettre au niveau de risque de diminuer de manière significative. Des exemples de telles mesures sont présentées à la section 7.1.

Il est à noter qu'il s'agit de mesures génériques qui ne sont pas développées spécifiquement pour le projet Horne 5 et que certaines sont déjà prévues par Falco.

Falco prévoit revoir l'analyse du niveau de risque et l'évaluation préliminaire de la résilience du projet avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.

7.1 EXEMPLES DE MESURES POUVANT ÊTRE MISES EN PLACE AU BESOIN

Les mesures d'adaptation et de contrôle présentées ont été regroupées en cinq grandes catégories : (i) les mesures de planification, (ii) la mise en place de processus, (iii) les initiatives de communication, (iv) les actions physiques et (v) les études supplémentaires. Ces catégories sont constituées d'étapes, de mise en œuvre et d'exigences qui diffèrent. La description du processus de mise en œuvre de chaque catégorie ne fait pas partie de la présente étude, mais chaque mesure est rattachée à certains risques qu'elle peut réduire de manière significative.

MESURES DE PLANIFICATION

Une mesure de planification est toute mesure qui aurait un impact sur le processus de planification qui exigerait des mises à jour des politiques ou des plans d'action déjà existants sur le site.

MISE EN PLACE DE PROCESSUS (OPÉRATIONS, ENTRETIEN, SURVEILLANCE)

La mise en place de processus englobe toute mesure qui pourrait influencer ou avoir un impact sur un processus interne actuel, ou qui exigerait qu'un nouveau processus soit établi pour soutenir certaines initiatives futures. Cela inclut les opérations, l'entretien et la surveillance.

INITIATIVES DE COMMUNICATION

Les initiatives de communication sont toutes les mesures qui exigeraient la mise en place d'un canal de communication avec les acteurs impliqués (ex : la population locale, les employés, les autorités locales) qui fourniraient des renseignements et de la sensibilisation à certains risques climatiques.

ACTIONS PHYSIQUES

Cette catégorie fait référence à toute mesure qui nécessite la construction d'une nouvelle infrastructure ou d'actifs, la rénovation d'une infrastructure existante ou la modification des critères de conception d'une nouvelle infrastructure du projet.

ÉTUDES SUPPLÉMENTAIRES

Cette catégorie fait référence à toute mesure qui nécessite une étude approfondie afin de mieux comprendre les enjeux.

Un ensemble de mesures potentielles pouvant exercer une influence sur certains risques climatiques sont présentés dans les sections qui suivent. En général, les mesures d'adaptation et de contrôle peuvent se résumer à :

- Prendre en compte les changements climatiques lors de la conception des ouvrages;
- Augmenter la fréquence de la surveillance et des inspections et de l'entretien des différentes infrastructures, notamment suite à des événements extrêmes;
- Réviser et mettre à jour les plans d'intervention d'urgence spécifique aux risques liés aux changements climatiques;
- Accroître les efforts de préparation aux situations d'urgence;
- Prévoir un budget de contingence pour permettre de faire face à une augmentation de la détérioration, de bris et de l'usure des équipements et de dommages imprévus causés par les changements climatiques;
- Prévoir des formations pour le personnel concernant les enjeux posés par les changements climatiques;
- Prévoir un ajustement et une flexibilité du calendrier des opérations en cas d'interruption;
- Maintenir une communication continue avec le personnel, les autorités locales, la communauté, etc. afin de comprendre les impacts des changements climatiques et de partager les informations provenant d'études et de travaux réalisés dans le cadre de la résilience aux changements climatiques;
- Augmenter la redondance des systèmes critiques;
- Recueillir de l'information sur les efforts de résilience et les résultats d'autres projets.

7.1.1 DÉTÉRIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Les feux de forêt peuvent avoir un impact significatif sur la qualité de l'air, en particulier dans une mine souterraine où la circulation de l'air est limitée. Voici quelques mesures de contrôle ou d'adaptation aux changements climatiques pour atténuer les effets de la qualité de l'air causé par les feux de forêt :



- Élaborer un plan d'urgence détaillé spécifique aux risques liés aux feux de forêt. Ce plan doit inclure des protocoles clairs pour évacuer les travailleurs en cas de menace imminente pour la qualité de l'air.
- Assurer que le personnel de la mine est formé pour réagir correctement en cas d'urgence liée à la qualité de l'air. Cela inclut la formation à l'utilisation d'équipements de protection individuelle et à la mise en œuvre des protocoles d'évacuation.



- Mettre en place un système de surveillance de la qualité de l'air capable de détecter les particules fines et d'autres polluants. La surveillance en temps réel est cruciale pour prendre des mesures rapides en cas de dégradation de la qualité de l'air.



- Établir un système de communication robuste pour informer rapidement le personnel de la mine sur les conditions actuelles de la qualité de l'air, les prévisions météorologiques et les actions à prendre. Cela peut inclure l'utilisation de systèmes d'alerte, de messages d'urgence et de formations régulières.



- Installer des systèmes de filtration de l'air capable de traiter les particules fines. Les filtres à haute efficacité peuvent aider à maintenir une qualité de l'air acceptable même en cas de fumée intense.

7.1.2 INTERRUPTION DE L'ALIMENTATION EN ÉLECTRICITÉ ET DES SERVICES DE COMMUNICATION ET DES PANNES DE COURANT

L'interruption de l'alimentation électrique et des services de communication peut entrainer des situations dangereuses et des défis opérationnels. Les changements climatiques peuvent augmenter le risque d'évènements météorologiques extrêmes susceptibles de perturber ces opérations. Voici quelques mesures de contrôle ou d'adaptation pour faire face à ces interruptions :



- Former le personnel à réagir efficacement en cas d'interruption de l'alimentation et des services de communication. Assurer qu'ils sont familiarisés avec l'utilisation des équipements de secours et les procédures d'urgence.
- Élaborer des plans d'évacuation détaillés en cas de coupure prolongée de l'alimentation électrique. Assurer que le personnel sait comment se déplacer en toute sécurité et comment évacuer si nécessaire.
- Élaborer un plan de continuité des opérations qui tient compte des scénarios possibles d'interruption de l'alimentation électrique et des services de communication. Assurer que le plan est régulièrement mis à jour en fonction des évolutions technologiques et des changements climatiques.



- Mettre en place un système de surveillance en temps réel du réseau électrique pour détecter les anomalies et les coupures de courant dès qu'elles se produisent. Cela permet une réaction rapide pour minimiser les perturbations.
- Mettre en place des programmes de maintenance préventive pour garantir que les équipements électriques et les systèmes de communication sont en bon état de fonctionnement. Cela peut réduire les risques de défaillance.
- Effectuer des tests réguliers à pleine charge des génératrices et d'autres équipements critiques pour assurer de leur bon fonctionnement en cas de besoin.



- Établir des systèmes de communication de secours indépendants du réseau normal. Cela peut inclure des radios bidirectionnelles, des systèmes de communication par satellite et d'autres technologies de communication d'urgence.
- Travailler en étroite collaboration avec les fournisseurs de services publics (par exemple, Hydro-Québec) pour comprendre les plans d'urgence et les stratégies d'intervention en cas de coupure de courant. Cela peut faciliter une réponse coordonnée en cas de besoin.



- Assurer que les sources d'alimentation électrique de secours sont suffisantes pour garantir une alimentation continue des équipements critiques en cas de défaillance du réseau électrique principal.
- Assurer qu'il y a de la redondance pour les fonctions et équipements critiques afin de minimiser les interruptions en cas de défaillance.



- Explorer la possibilité d'installer des systèmes de stockage d'énergie décentralisés à des endroits clés pour garantir une alimentation locale en cas d'urgence.

7.1.3 DÉTÉRIORATION DES ROUTES ET DES CHEMINS D'ACCÈS ET AUGMENTATION DES COÛTS D'ENTRETIEN

La détérioration des routes et des chemins d'accès peut être exacerbée par les changements climatiques, entraînant une augmentation des coûts d'entretien. Voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation pour gérer ces problèmes:



- Prévoir un budget de contingence pour permettre de faire face à une augmentation de la détérioration prématurée. Un budget de contingence s'accompagne d'un plan de contingence, qui comprend les étapes d'évaluation, de planification, de preuve de viabilité et d'exécution.



- Mettre en place un programme d'inspection régulière des chemins d'accès pour détecter les signes précurseurs de détérioration, tels que des nids-de-poule et des fissures. Des inspections plus fréquentes peuvent être nécessaires dans des conditions météorologiques extrêmes.
- Prévoir des activités d'entretien préventif. Un entretien régulier contribue à maintenir l'intégrité des chemins. Un entretien préventif peut aider à prolonger la durée de vie des routes et des chemins d'accès et réduire les coûts à long terme.

7.1.4 MANQUE D'ACCESSIBILITÉ TEMPORAIRE ET ISOLEMENT DU SITE (VOIES D'ACCÈS ROUTIER ET CHEMIN DE FER)

Le manque d'accessibilité temporaire, et l'isolement d'un site en raison des changements climatiques peuvent entraîner des défis significatifs pour la sécurité, les opérations et la logistique. Voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation pour faire face à ces situations :



- Élaborer des plans d'urgence complets qui incluent des procédures spécifiques pour faire face à l'isolement temporaire du site. Cela devrait englober les aspects de sécurité, les besoins en approvisionnement, les soins médicaux d'urgence et la communication avec les autorités locales.
- Mettre en place des systèmes de communication redondants, y compris des liaisons radios, des connexions satellitaires et d'autres technologies, pour maintenir la communication même en cas de coupures du réseau.
- Avoir à disposition des véhicules tout-terrain robustes et équipés pour permettre le déplacement du personnel et le transport de fournitures essentielles pendant les périodes d'isolement.
- Former le personnel à réagir efficacement en cas d'isolement temporaire, en mettant l'accent sur la sécurité personnelle, la gestion des fournitures et les protocoles d'urgence.
- Élaborer des plans de logistique flexibles qui tiennent compte des variations saisonnières et des risques climatiques. Assurer que les fournisseurs et les transporteurs sont informées des défis potentiels.



- Utiliser les données météorologiques (par exemple, les provisions météorologiques émises par Environnement Canada) pour anticiper l'isolement potentiel du site. Cela permet une préparation anticipée.
- Prévoir un ajustement du calendrier des opérations si les travailleurs ne peuvent pas accéder temporairement au site ou s'ils subissent des retards en raison des conditions routières.



- Collaborer étroitement avec les autorités locales, les services de secours et d'autres parties prenantes pour partager les informations météorologiques en temps réel et coordonner les efforts d'intervention en cas de besoin.



- Prévoir un accès secondaire au site ou un accès d'urgence au site.

7.1.5 DÉRAILLEMENT DE TRAIN

Le risque d'un déraillement de train peut être accentué par les changements climatiques, en raison des phénomènes météorologiques extrêmes ou d'autres impacts sur l'infrastructure ferroviaire. Pour minimiser ces risques et atténuer les conséquences d'un déraillement, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Développer des protocoles spécifiques pour atténuer les risques liés aux conditions météorologiques, tels que les précipitations extrêmes, la pluie verglaçante et les vents violents.
- Élaborer un plan d'évacuation pour le personnel en cas de déraillement. Assurer que le personnel est formé.



- Mettre en place un programme d'inspection régulière des vois ferrées sur le site pour détecter les signes précurseurs de détérioration, tels que des fissures, des éboulements ou des déformations. Des inspections plus fréquentes peuvent être nécessaires dans des conditions météorologiques extrêmes.
- Prévoir des activités d'entretien préventif. Un entretien régulier contribue à maintenir l'intégrité de l'infrastructure ferroviaire.



- Coordonner étroitement avec les autorités ferroviaires et les gestionnaires de voies ferrées pour partager des informations sur les conditions météorologiques, les interventions d'urgence et les protocoles de sécurité.
- Veiller à ce que des ajustements soient faits en cas d'évènements météorologiques extrêmes (par exemple, réduire la vitesse sur le site).



- Installer des systèmes de freinage d'urgence automatisés pour minimiser les conséquences d'un déraillement en réduisant la vitesse des véhicules en cas de détection d'une anomalie.

7.1.6 DÉTÉRIORATION DES ÉQUIPEMENTS EXTÉRIEURS, AUGMENTATION DES BRIS ET DE L'USURE

La détérioration des équipements extérieurs due aux changements climatiques peut entraîner une augmentation des

bris et de l'usure. Pour atténuer ces impacts, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Prévoir des activités d'entretien préventif régulier pour inspecter et réparer les équipements exposés aux intempéries. Cela permet de prévenir les défaillances liées à l'usure et à la corrosion.
- Utiliser des capteurs et des systèmes de surveillance en temps réel pour suivre l'état opérationnel des équipements. La surveillance constante permet de détecter les signes de détérioration avant que des problèmes sérieux ne surviennent.
- Élaborer un calendrier de remplacement régulier pour les pièces d'usure et les composantes critiques des équipements. Cela permet de minimiser les temps d'arrêt non planifiés et de maintenir la fiabilité opérationnelle.
- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques sur le site pour minimiser les retards liés à la commande et à la livraison des pièces de rechange.



- Installer des abris ou des revêtements de protection pour les équipements extérieurs afin de les protéger contre les intempéries, au besoin.

7.1.7 DOMMAGES AUX ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

Les changements climatiques peuvent accroître les risques de dommages aux équipements électriques en raison d'évènements météorologiques extrêmes. Les lignes électriques aériennes sont particulièrement sensibles aux phénomènes météorologiques extrêmes. Pour atténuer ces risques et assurer la résilience, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Élaborer et mettre en place un plan d'urgence spécifique pour les équipements électriques. Inclure des procédures pour la sécurité du personnel, la fermeture des opérations et les communications d'urgence.
- Élaborer et mettre en place un plan de continuité des opérations en cas de panne d'électricité prolongée.



- Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre l'état des équipements. Cela peut inclure des capteurs de température, d'humidité, de vibrations, et d'autres paramètres critiques pour détecter les signes précurseurs de problèmes.
- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques sur site pour minimiser les retards liés à la commande et à la livraison des pièces de rechange.



- Assurer l'emplacement stratégique des équipements électriques afin de minimiser les risques causés par des évènements météorologiques extrêmes (par exemple, les inondations causées par des précipitations extrêmes).

- Assurer que les sources d'alimentation électrique de secours sont suffisantes pour garantir une alimentation continue des équipements critiques en cas de défaillance du réseau électrique principal.
- Installer des systèmes de protection contre la foudre pour minimiser les risques de dommages causés par les éclairs. Cela peut inclure des paratonnerres et des systèmes de mise à la terre adéquats.
- Isoler les équipements critiques pour minimiser les risques de courts-circuits en cas de défaillance ou de dommage. Utiliser des matériaux isolants et des techniques de conception appropriées.

7.1.8 DEMANDE D'ÉNERGIE SUPPLÉMENTAIRE POUR LA CLIMATISATION ET LA VENTILATION

La demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation, due aux changements climatiques, peut être maîtrisée en mettant en place des mesures de contrôle et d'adaptation. En voici quelques-uns :

- Anticiper les fluctuations saisonnières de la demande d'énergie supplémentaire en ajustant les calendriers d'exploitation, les horaires de travails et les activités qui génèrent de la chaleur pendant les périodes de pointe.
- Mettre en place des stratégies de gestion de la charge thermique pour réduire les besoins en climatisation. Cela peut inclure l'isolation des bâtiments et l'utilisation de matériaux réfléchissants.
- Investir dans des technologies économes en énergie pour les systèmes de climatisation et de ventilation. Des unités plus efficaces sur le plan énergétique peuvent réduire la demande d'énergie supplémentaire.
- Installer des systèmes de gestion intelligente du bâtiment qui ajustent automatiquement les paramètres de climatisation et de ventilation en fonction des conditions météorologiques et de l'occupation des espaces.
- Prendre en compte les données climatiques futures lors de la conception du système de climatisation et de ventilation, pour anticiper les variations et les extrêmes de température et d'humidité.

7.1.9 ÉROSION ÉOLIENNE DES RÉSIDUS

L'érosion éolienne des résidus peut être accentuée par les changements climatiques, notamment du fait de conditions météorologiques plus sèches et de vents forts. Pour atténuer les risques d'érosion éolienne et s'adapter aux changements climatiques, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation spécifiques:



- Mettre en place des systèmes de surveillance météorologique pour anticiper les périodes de vents forts. Cela permettra d'activer des mesures préventives en cas de conditions propices à l'érosion éolienne (par exemple, utiliser des abat-poussière afin de limiter au maximum les émissions de particules vers l'atmosphère).
- Surveiller la qualité de l'air pour détecter la présence de particules fines. Cela permettra une réaction rapide en cas de dépassement des seuils de qualité de l'air.



- Planter une couverture végétale dense sur les parcs à résidus pour stabiliser le sol et réduire l'érosion éolienne. Choisir des plantes résistantes aux conditions climatiques locales.
- Installer des barrières coupe-vent, telle que des clôtures ou des rangées d'arbres, pour réduire la vitesse du vent et minimiser l'érosion éolienne.

7.1.10 MANQUE D'EAU DANS LES BASSINS DE COLLECTE

Les changements climatiques peuvent entraîner un manque d'eau dans les bassins de collecte, dû à des conditions plus sèches et des variations dans les schémas de précipitations. Les eaux récupérées peuvent servir de source d'approvisionnement en eau et donc une réduction peut avoir un impact sur les opérations. Pour atténuer ces risques et assurer la résilience, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation:



- Mettre en place des pratiques de gestion de l'eau efficaces pour minimiser les pertes.
- Optimiser les processus d'opérations pour réduire la consommation d'eau. Des technologies plus efficaces et de pratiques de gestion des ressources peuvent contribuer à une utilisation plus judicieuse de l'eau.



- Adapter les opérations en fonction des conditions météorologiques saisonnières et des variations dans la disponibilité de l'eau. Ajuster le calendrier des activités pour minimiser l'utilisation d'eau pendant les périodes de sècheresse.



- Étudier la possibilité/la nécessité d'augmenter la capacité de stockage d'eau, incluant des réservoirs ou des bassins de stockage supplémentaires. Cela permettra d'accumuler de l'eau pendant les périodes de disponibilité et de la stocker pour une utilisation ultérieure en cas de pénurie, de façon à satisfaire les besoins des opérations et limiter autant que possible l'utilisation d'eau fraîche.
- Réaliser une étude hydrologique pour évaluer les ressources en eau disponibles et anticiper les variations saisonnières en fonction des données climatiques futures.

7.1.11 RUPTURE DE DIGUES

La rupture d'une digue peut entraîner des conséquences graves sur l'environnement, la sécurité et les opérations. Les changements climatiques peuvent augmenter le risque de phénomènes météorologiques extrêmes qui pourraient

compromettre la stabilité des digues. Voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation pour atténuer ce risque :



- Développer des plans d'intervention d'urgence pour réagir rapidement en cas de signes précurseurs de défaillance de la digue. Cela peut inclure la mobilisation de ressources d'intervention.
- Élaborer des plans d'évacuation d'urgence en cas de rupture de digue.



- Mettre en place des systèmes de surveillance continue pour suivre la stabilité des digues.
- Effectuer des inspections régulières des digues par des experts en géotechnique. Les inspections doivent être fréquentes et adaptées aux conditions météorologiques, en mettant l'accent sur les périodes de fortes précipitations.



- Prendre en compte les projections de changements climatiques lors de la conception des digues.



- Utiliser des modèles de crues pour simuler les effets potentiels de précipitations extrêmes ou de crues sur la stabilité des digues. Cela peut aider à anticiper les zones à risque et à planifier en conséquence.
- Collaborer avec des experts en géotechnique, en hydrologie et en météorologie pour bénéficier des conseils spécialisés et d'une évaluation indépendante de la stabilité des digues.

7.1.12 INSUFFISANCE DE CAPACITÉ DES BASSINS POUR GÉRER LES EAUX

L'insuffisance de capacité des bassins de rétention pour gérer les eaux peut être exacerbée par les changements climatiques, notamment des évènements météorologiques extrêmes et des variations de précipitations. Pour atténuer ces risques et s'adapter aux changements climatiques, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Adapter les opérations en fonction des conditions météorologiques saisonnières. Par exemple, planifier les activités de manière à minimiser les risques pendant les périodes de précipitations extrêmes ou de fonte des neiges.



- Installer des systèmes de détection et d'alerte pour surveiller les niveaux d'eau dans les bassins.



- Prendre en compte les projections des changements climatiques lors de la conception des bassins.

7.1.13 DÉVERSEMENT ET/OU DÉBORDEMENTS ACCIDENTELS DEPUIS LES DIGUES

Pour minimiser les risques de déversement ou de débordement accidentels depuis les digues de bassins ou de cellules, que les changements climatiques peuvent accroître en amplifiant les événements météorologiques extrêmes et qui peuvent menacer à une contamination de l'environnement, des mesures de contrôle et d'adaptation peuvent être prises. Voici quelques exemples:



- Élaborer des plans d'urgence en cas de déversement et/ou débordement.



- Mettre en place des systèmes de surveillance continue. Utiliser des capteurs de niveau d'eau, des systèmes de télédétection et des inspections régulières pour détecter les signes précurseurs de défaillance, notamment après des événements extrêmes.



- Prendre en compte les projections des changements climatiques lors de la conception des bassins ou cellules.
- Envisager des bassins de rétention secondaires ou des zones de stockage temporaire pour recueillir les effluents en cas de déversement, permettant ainsi de minimiser l'impact sur l'environnement.

7.1.14 AUGMENTATION DES QUANTITÉS D'EAU À GÉRER, ET DES VOLUMES D'EAU À TRAITER ET À DÉVERSER DANS UN MILIEU RÉCEPTEUR

Les changements climatiques peuvent entraîner une augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations. La conception des infrastructures nécessite une planification soignée et des mesures de contrôle adaptées. Voici quelques stratégies pour faire face à ce défi:



- Élaborer des plans de gestion au cas où il y aurait trop d'eau à gérer. Veiller à ce que des protocoles appropriés soient mis en place si cela devait se produire.



- Réévaluer les besoins en eau des opérations en tenant compte des changements climatiques et des variations saisonnières.
- Augmenter la capacité des réservoirs ou des bassins de stockage d'eau pour anticiper les périodes de fortes pluies et augmenter la capacité de stockage en cas de surplus d'eau.
- Effectuer une évaluation du bilan hydrique pour anticiper les variations dans les schémas de précipitations et les évènements météorologiques extrêmes. Utiliser les projections climatiques dans l'évaluation.



- Étudier la nécessiter d'augmenter la capacité de l'usine de traitement des eaux pour traiter des volumes plus importants d'eaux contaminées. Prendre en compte les projections climatiques dans la conception de l'usine de traitement.

7.1.15 ACCÈS RESTREINT À CERTAINS ENDROITS SI LES MILIEUX HUMIDES NE GÈLENT PAS

Si les milieux humides ne gèlent pas en raison des changements climatiques, cela peut poser des défis en termes d'accès à certaines zones ou conduire à un impact plus important du projet sur l'environnement. Voici quelques mesures de contrôle ou d'adaptation pour faire face à cette situation :



- Identifier et établir des itinéraires alternatifs ou des zones de contournement qui permettent d'accéder aux zones nécessaires sans traverser directement les milieux humides.
- Établir des périodes d'accès restreint en fonction des changements climatiques. Limiter l'accès pendant les saisons où le gel n'est pas suffisant pour protéger ces zones.



- Planifier les opérations, les inspections, et les entretiens en tenant compte des variations saisonnières. Éviter les périodes critiques où l'accès peut causer des dommages aux milieux humides.
- Envisager l'utilisation de véhicules et d'engins de chantiers exerçant une faible pression au sol.



- Sensibiliser le personnel aux enjeux liés aux milieux humides et fournir une formation sur les meilleures pratiques pour minimiser les impacts.
- Collaborer étroitement avec les autorités environnementales locales pour garantir la conformité réglementaire et obtenir des conseils sur les meilleures pratiques.



- Construire, au besoin, des infrastructures de contournement, telles que des ponts ou des passerelles, pour permettre l'accès sans perturber les milieux humides. Ces structures doivent être conçues pour minimiser l'impact environnemental.



- Effectuer une évaluation des risques spécifiques aux milieux humides en tenant compte des changements climatiques. Identifier les zones vulnérables où l'accès peut devenir problématique en raison de l'absence de gel.
- Cartographier précisément les milieux humides pour déterminer les zones à risque.

7.1.16 BRIS DES CONDUITES DE RÉSIDUS MINIERS OU D'EAU DE PROCÉDÉ

Un bris de conduite de résidus miniers et d'eau de procédé peut entraîner des conséquences graves sur l'environnement. Pour contrôler et adapter les opérations aux changements climatiques, voici quelques mesures à considérer :



- Élaborer des plans d'intervention d'urgence détaillés spécifiques aux bris de conduite. Ces plans doivent inclure des procédures claires, des équipements d'urgence et des équipes préformées pour une intervention rapide.



- Installer des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter rapidement les bris de conduite. Mettre en place des systèmes d'alerte précoce qui déclenchent des avertissements en cas de variations anormales de pression, de débit ou de température dans les conduites.



- Mettre en œuvre des programmes de maintenance préventive pour inspecter régulièrement les conduites et les attaches, en particulier celles exposées aux conditions climatiques extrêmes.
- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques sur le site afin de réparer rapidement les bris.



- Collaborer avec les autorités environnementales locales pour garantir la conformité réglementaire et obtenir des conseils sur les meilleures pratiques de gestion des risques.



- Installer des barrages de confinement à des points stratégiques le long des conduites pour contenir rapidement les déversements en cas de bris. Ces barrages peuvent réduire la propagation des résidus et des eaux de recirculation.



- Prendre en compte les changements climatiques dans la conception des ouvrages de support structurel (par exemple, les ponts). Assurer que la hauteur du pont est déterminée en fonction du niveau potentiel d'inondation à partir de données hydrauliques. Assurer que les données hydrauliques utilisés prennent compte des projections climatiques.

7.1.17 DIFFICULTÉ D'APPROVISIONNEMENT EN EAU FRAÎCHE

La difficulté d'approvisionnement en eau fraîche pour les opérations exacerbée par les changements climatiques, peut être atténuée par l'adoption de mesures de contrôle et d'adaptation appropriées. Voici quelques stratégies à considérer :



- Mettre en place des programmes de gestion de l'eau pour optimiser l'utilisation de l'eau de recirculation dans les opérations minières.
- Élaborer des plans de gestion de crise pour faire face à des évènements climatiques extrêmes ou à des réductions soudaines de limite de prélèvement d'eau fraîche.



- Adapter les opérations minières en fonction des conditions météorologiques saisonnières et des variations dans la disponibilité de l'eau. Ajuster le calendrier des activités pour minimiser l'utilisation d'eau pendant les périodes de sècheresse.



- Collaborer avec les communautés locales et les autorités gouvernementales pour établir des partenariats et partager les ressources en eau de manière responsable.



- Étudier la possibilité/la nécessiter d'augmenter la capacité de stockage d'eau de surface, incluant des réservoirs ou des bassins de stockage supplémentaires. Cela permettra d'accumuler de l'eau pendant les périodes de disponibilité et de la stocker pour une utilisation ultérieure en cas de pénurie, de façon à satisfaire les besoins des opérations et limiter autant que possible l'utilisation d'eau fraîche.
- Identifier des sources d'approvisionnement en eau alternatives pour minimiser l'impact des perturbations climatiques sur l'approvisionnement en eau.

7.1.18 SANTÉ ET VULNÉRABILITÉ DES TRAVAILLEURS FACE AUX EXTRÊMES DE HAUTE TEMPÉRATURE ET DE PÉRIODES DE SÈCHERESSE

La santé et la sécurité des travailleurs dans des conditions climatiques extrêmes, telles que des températures élevées et des périodes de sécheresse, sont des préoccupations importantes. Voici des mesures de contrôle et d'adaptation pour atténuer les risques associés à ces conditions climatiques :



- Sensibiliser et former le personnel aux risques liés aux extrêmes de haute température. Assurer qu'ils sont conscients des signes liés à la chaleur (par exemple, les coups de chaleur) et des mesures préventives à prendre.

- Modifier les horaires de travail pour minimiser l'exposition aux températures les plus élevées de la journée. Planifier les tâches les plus exigeantes physiquement aux heures plus fraîches.
- Établir des zones ombragées et des abris pour que les travailleurs puissent se reposer et se protéger du soleil pendant les pauses.
- Encourager une hydratation adéquate en fournissant de l'eau potable facilement accessible sur le site.
- Autoriser et encourager le port de vêtements légers, de couleurs claires et de matériaux respirants pour aider à réguler la température corporelle.

7.1.19 AUGMENTATION DU NOMBRE D'ACCIDENTS DE TRAVAIL

L'augmentation du nombre d'accidents de travail peut être influencée par divers facteurs, y compris les changements climatiques qui peuvent introduire de nouveaux risques ou aggraver les risques existants. Voici des mesures de contrôle et d'adaptation pour atténuer ces risques et améliorer la sécurité:

- Fournir une formation continue aux travailleurs sur les risques liés aux changements climatiques et les meilleures pratiques pour faire face à ces risques. Assurer que le personnel est conscient des nouvelles menaces potentielles.
- Développer et former le personnel aux protocoles d'urgence en cas de conditions climatiques extrêmes, d'évènements météorologiques graves ou tout situation mettant en danger la sécurité des travailleurs.
- Mener des analyses approfondies sur les accidents de travail survenus pour identifier les tendances et les causes sous-jacentes. Utiliser ces informations pour apporter des améliorations continues.
- Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre les conditions météorologiques et avertir les travailleurs en cas de situations dangereuses imminentes, comme des tempêtes, des fortes pluies, etc.
- Ajuster la planification des tâches extérieures en tenant compte des conditions météorologiques. Éviter d'effectuer des tâches risquées pendant des périodes de conditions météorologiques défavorables.
- Mettre en place des systèmes de communication efficaces pour garantir que les travailleurs soient informés en temps réel des changements de conditions climatiques.

7.1.20 PERTURBATION DES OPÉRATIONS ET/OU PERTE DE PRODUCTIVITÉ AU TRAVAIL

Dans un climat changeant, les opérations risquent d'être affectées plus souvent. Pour atténuer ces perturbations, voici des mesures de contrôle et d'adaptation à considérer:

- Élaborer des plans d'urgence et des procédures de gestion pour faire face à des perturbations climatiques. Inclure des protocoles pour la sécurité du personnel, la protection des infrastructures et à la continuité des opérations.



- Mettre en place des plans de contingence pour gérer les fluctuations du personnel causées par des conditions météorologiques extrêmes, en prévoyant des ressources humaines flexibles ou des équipes de secours.
- Après une perturbation, réaliser une évaluation post-évènement pour comprendre les leçons apprises, identifier les points d'amélioration et ajuster les plans d'urgence en conséquence.



- Créer des réserves stratégiques de matériaux, d'équipements critiques et de pièces de rechange pour minimiser l'impact des retards dans la chaîne d'approvisionnement.
- Adapter la planification en tenant compte des conditions météorologiques prévues.



- Renforcer les infrastructures clés pour les rendre plus résilientes aux changements climatiques. Cela peut inclure des constructions adaptées aux conditions climatiques extrêmes.

7.1.21 AUGMENTATION DE L'IMPRÉVISIBILITÉ DES SAISONS D'ACTIVITÉ

L'augmentation de l'imprévisibilité des saisons d'activité, souvent associée aux changements climatiques, peut présenter des défis opérationnels, particulièrement lors de la construction. Pour atténuer les impacts, voici quelques mesures de contrôle et d'adaptation :



- Adopter une approche de planification des opérations qui soit suffisamment flexible pour s'adapter aux variations imprévues des conditions météorologiques.
- Former le personnel à être polyvalent et capable de s'adapter rapidement.



- Adapter la planification en tenant compte des conditions météorologiques prévues.
- Ajuster les calendriers de maintenance.

7.2 RISQUE RÉSIDUEL

La mise en place de mesures d'atténuation et de contrôle telles que celles proposées dans la section précédente peut abaisser significativement le niveau de risque évalué pour une impact et obtenir un risque résiduel acceptable pour un projet.

Puisqu'il s'agit d'une évaluation préliminaire que Falco prévoit revoir avant de réaliser l'ingénierie de détail afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin, l'évaluation du risque résiduel n'a pas été réalisé pour cette étude.

CONCLUSION

Cette évaluation préliminaire de résilience climatique a été complétée afin que Falco puisse déterminer si des changements devraient être apportés à la conception des composantes du projet ou aux plans de gestion et aux programmes de suivi.

Les impacts liés aux aléas et aux changements climatiques sont des éléments essentiels à considérer lors de la planification et le développement d'un projet, et plus spécifiquement lors de la conception technique détaillée d'ingénierie des composantes. Ainsi, cette étude fournit une évaluation préliminaire de la vulnérabilité, de la probabilité de l'occurrence des aléas climatiques et de la sévérité des conséquences afin de déterminer le niveau de risque de chacun des impacts identifiés. La méthodologie se base sur les meilleures pratiques, les exigences des normes ISO 31000:2018 sur *la gestion des risques* et ISO 14091:2021 *Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques*. Elle suit également les fondements conceptuels et méthodologiques recommandés par le ministère de la Sécurité publique (MSP) du Québec de même que les lignes directrices générales de l'*Optique des changements climatiques* élaborées par Infrastructure Canada.

Pour cette étude, les observations météorologiques et des projections climatiques ont été utilisées pour évaluer les impacts susceptibles d'affecter le projet Horne 5. L'horizon temporel choisi pour l'analyse des projections climatiques couvre la période entre 2021 et 2050. Les évaluations ont été réalisées en tenant compte des informations disponibles sur le projet, notamment l'étude de faisabilité et l'étude d'impact sur l'environnement, ainsi que de l'expérience de WSP sur d'autres projets.

L'étude a identifié des impacts climatiques potentiels dus à l'augmentation générale des températures (p. ex. : canicules, allongement de la saison estivale, potentiel d'occurrence de feux de forêt), de l'intensité des épisodes de précipitations extrêmes et de l'occurrence des tempêtes de neige, de verglas et de périodes de redoux hivernal. Le niveau de risque lié à ces impacts a été évalué de façon préliminaire sans tenir compte des mesures de contrôle et d'adaptation déjà prévues par Falco afin d'alimenter la révision des critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin. Des exemples de mesures ont été proposées par WSP afin d'obtenir un risque résiduel plus faible au besoin.

L'évaluation préliminaire présentée dans ce rapport s'inscrit dans la démarche de Falco visant à établir un cadre intégrant les exigences et recommandations des moteurs réglementaires et des bonnes pratiques nationales et internationales comme le MELCCFP et le TCFD.

Falco prévoit revoir cette analyse avant de réaliser l'ingénierie de détail et envisage notamment :

- Revoir l'évaluation des aléas climatiques susceptibles d'avoir un impact sur les composantes et les activités du projet.
- Évaluer la résilience climatique des infrastructures et des activités du projet pour chacune des étapes de développement du projet.
- Intégrer une approche quantitative, avec l'utilisation de seuils.
- Réviser les critères de conception des infrastructures et des mesures à intégrer aux plans de gestion des activités du projet au besoin.
- Réaliser une analyse globale des risques liés aux changements climatiques, incluant une évaluation du cycle de vie.
- Intégrer les résultats à sa stratégie globale de gestion du risque.

RÉFÉRENCES

Cheng, C. S., Auld, H., Li, Q., & Li, G. (2012). Possible impacts of climate change on extreme weather events at local scale in south–central Canada. *Climatic Change*, *112*(3), 963–979. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0252-0

Cheng, C. S., Lopes, E., Fu, C., & Huang, Z. (2014). Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions: Updated for Canada. *Journal of Climate*, *27*(3), 1255–1270. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00020.1

Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Mudryk, L., Smith, S., Thackeray, C., & Kirchmeier-Young, M. (2019). Changes in Snow, Ice, and Permafrost Across Canada. In *Canada's changing climate report* (pp. 194–260). Government of Canada. https://doi.org/10.4095/314614

DonneesClimatiques.ca. (2023). *Données Climatiques.* https://donneesclimatiques.ca/

ECCC. (2023). *Canadian Climate Normals*. Environment and Climate Change Canada. https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/index_e.html

Flannigan, M. (2020). *Fire and Climate Change*. University of Alberta.

Gouvernement du Canada. (2018). *Échelle de Fujita améliorée pour l,évaluation des dommages causés par le vent.* Gouvernement Du Canada. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/meteo-saisonniere-dangereuse/echelle-fujita-dommages-causes-vent.html

Gouvernement du Canada. (2019). *Activité orageuse dans les villes canadiennes*. Gouvernement Du Canada.

Infrastructure Canada. (2019). *Optique des changements climatiques—Lignes directrices générales*. https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html

IPCC. (2014) *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Intergovernmental Panel on Climate Change).

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Masson-Dermotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gornis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou, Eds.; Cambridge University Press).

IPCC. (2022). Summary for Policymakers. In H. Portner O., D. C. Roberts, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Loschke, V. Moller, & A. Okem (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 3–33). Cambridge University Press.

Matte, D., Thériault, J. M., & Laprise, R. (2019). Mixed precipitation occurrences over southern Québec, Canada, under warmer climate conditions using a regional climate model. *Climate Dynamics*, *53*(1–2), 1125–1141.

ministère des ressources naturelles et des forêts. (2023). *LiDAR - Modèles numériques (terrain, canopée, pente)*. Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar

MSP, (ministère de la sécurité civile). (2023). *Historique des événements de sécurité civile—Archives*. Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/observations-terrain-historiques-devenements-archives

MSP, (ministère de la sécurité publique). (2009). *Concepts de base en sécurité civile*. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/securite-publique/publications-adm/publications-secteurs/securite-civile/activites-formations/sc_formation_concepts_base.pdf

NRC. (2020). *National Building Code of Canada 2020*. National Research Council of Canada.

Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015. Partie 1: Évolution climatique du Québec*.

Ouranos. (2023). *Portraits climatiques.* https://www.ouranos.ca/fr/portraits-climatiques

PCC. (2023). *Climate Atlas of Canada.* https://climateatlas.ca/home-page

Ressources naturelles Canada. (1995). *Canada pergélisol* (5e édition) [Map]. https://ftp.cartes.canada.ca/pub/nrcan_rncan/raster/atlas_5_ed/fra/environment/land/mcr4177.pdf

Ressources naturelles Canada. (2020). *Système canadien d'information sur les feux de végétation*. Gouvernement Du Canada.

Riahi, K., van Vuuren, D. P., Kriegle, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., & Bauer, N. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, *42*, 153–168.

Romps, D. M., Seeley, J. T., Vollaro, D., & Molinari, J. (2014). Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming. *Science*, *346*(6211), 851–854. https://doi.org/10.1126/science.1259100

Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J., Luo, Y., Marengo, J., McInnes, K., Rahimi, M., Reichstein, M., Sorteberg, A., Vera, C., Zhang, X., Rusticucci, M., Semenov, V., Alexander, L. V., Allen, S., Benito, G., … Zwiers, F. W. (2012). Changes in Climate Extremes and their Impacts on the Natural Physical Environment. In C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, & Q. Dahe (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. 109–230). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.006

Simonovic, S. P., Srivastav, R., & Sandink, D. (2022). *IDF_CC Web-Based Tool for Updating Intensity-Frequency-Duration Curves to Changing Climate—Ver 6.0.* Western University Facility for Intelligent Decision. https://www.idf-cc-uwo.ca/

Taylor, K. E., Stouffer, R. J., & Meehl, G. A. (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *93*(4), 485–498. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1

URSTM. (2017). *Analyse de risques et de vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois*. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.

Wang, X., Parisien, M.-A., Taylor, S. W., Candau, J.-N., Stralberg, D., Marshall, G. A., Little, J. M., & Flannigan, M. D. (2017). Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century. *Environmental Research Letters*, *12*(2), 025005. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5835

ANNEXES

A TERMINOLOGIE DE LA SÉVÉRITÉ DES CONSÉQUENCES

Facteur	Milieu humain					Environnement	Économie		
Niveau	Santé et sécurité	Société	Réputation	Qualité des services	Gouvernance	Physique	Coût de restauration	Affaires légales et litiges	Économie
1 - Très faible	Premiers secours	Pas d'impact tangible sur la société	Opinion publique impactée temporairement à l'échelle locale	Pas d'impact tangible sur les services	Pas de changement de gouvernance requis	Pas d'effet sur l'environnement naturel, pas de restauration requise	Perte financière légère ou augmentation des coûts d'opérations	Pas de litiges ou de problèmes légaux	Pas d'effet sur l'économie à large échelle
2- Faible	Blessure mineure, traitements médicaux avec ou sans réduction de temps de travail	Impacts sociétaux temporaires et localisés	Opinion publique impactée à court terme à l'échelle locale	Arrêts de services temporaires et localisés	Inquiétudes soulevées par des régulateurs, demandant une réaction	Effets minimes sur l'environnement naturel localisés aux limites du site, restauration mineure sur un mois	Coûts additionnels d'opérations, légère perte financière, moins de 10% de taux de renouvellement	Problèmes légaux minimes et individuels	Effet mineur sur l'économie en raison d'arrêt de service de l'actif
3 - Moyenne	Blessure importante et/ou arrêt de travail	Impacts sociétaux à long terme, mais localisés	Opinion publique impactée à long terme localement, avec une couverture médiatique locale négative	Arrêts de service localisés sur le long terme	Enquête de régulateurs, changements dans les procédés de gouvernance requis	Certains dégâts sur l'environnement incluant les écosystèmes locaux, des actions peuvent être requises, rétablissement sur un an	Pertes financière modérées, 10 à 50% de taux de renouvellement	Plusieurs plaintes et/ou litiges	Impact élevé sur l'économie locale avec plusieurs effets sur l'économie grande échelle
4 - Élevée	Blessures majeures ou multiples, blessure permanente ou handicap	Impossibilité de venir en aide aux personnes les plus vulnérables. Impacts sociétaux à long terme et à l'échelle provinciale/nationale	Opinion publique impactée à court terme à l'échelle nationale, avec une couverture médiatique nationale négative	Impossibilité de fournir des services sur le long terme avec des impacts régionaux	Avertissements émis par des régulateurs pour des actions correctives, changements requis, responsabilité des dirigeants mis en cause	Effets majeurs sur l'environnement et les écosystèmes locaux, des actions sont sûrement requises, Rétablissement sur plus d'un an, impossibilité de respecter les normes environnementales	Pertes financières majeures, 50 à 90% de taux de renouvellement	Litiges majeurs et/ou problèmes légaux avec plusieurs requérants	Effets majeurs sur l'économie locale se répandant à grande échelle
5 - Très élevée	Un ou plusieurs décès	Perte de contrôle sur la société et nombreuses manifestations	Opinion publique impactée à long terme à l'échelle nationale, avec un potentiel de stabiliser les gouvernements en place	Arrêt permanent et abandon des services	Changements majeurs de politique, besoin de changements législatifs, changement total de gouvernance	Effets graves et dégâts considérables sur l'environnement, disparition d'espèces, d'habitats et d'écosystèmes possible, des actions sont requises pour limiter les dégâts, restauration nécessaire, rétablissement sur plus d'un an pour être total	Pertes financières extrêmes, plus de 90% de taux de renouvellement	Recours légal collectif	Effets majeurs sur l'économie locale, régionale et globale

ANNEXE

ANNEXE 13

BILAN CONSOLIDÉ DES ESTIMATIONS DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

NOTE TECHNIQUE

CLIENT :	Ressources Falco Ltée		
PROJET :	Projet Falco Horne 5	**Réf. WSP :**	151-11330-09
OBJET :	Bilan consolidé de l'estimation des émissions de GES	**DATE :**	8 août 2024
DESTINATAIRE :	Hélène Cartier, Vice-présidente, Environnement, développement durable et relations avec les communautés		

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le cadre du projet minier Horne 5, Ressources Falco Ltée (Falco) a fait appel à WSP Canada inc. (WSP) afin de quantifier les émissions de gaz à effet de serre (« GES ») du projet qui résulteront des activités projetées au Complexe minier Horne 5 (CMH5) et aux Installations de gestion des résidus miniers (IGRM). L'évaluation préliminaire de ces émissions a été présentée à la section 5.9.3 et à l'annexe 5-A de l'*Étude d'impact sur l'environnement* (EIE) préparée pour le projet.

Durant la phase d'analyse de la recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement, la Direction de l'évaluation environnementale des projets nordiques et miniers du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC; maintenant le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [MELCCFP]) a transmis à Falco certaines questions et commentaires concernant l'estimation des émissions de GES présentée dans l'EIE. Des réponses à ces questions et commentaires ont été présentées dans le document de *Réponses aux questions du 1er mai 2018*. Ces réponses fournissaient notamment des estimations d'émissions additionnelles à celles présentées dans l'EIE.

Cette note technique vise à présenter une consolidation des estimations présentées dans les deux documents susmentionnés.

Rappelons de plus que dans le *Complément aux documents de réponses aux questions des 1er mai et 15 juin 2018*, Falco s'est engagé à préciser davantage l'estimation des émissions de gaz à effet de serre lorsque l'avancement des travaux d'ingénierie le permettra. Cette révision de l'estimation précisera, notamment, les émissions dues au transport des matériaux et des équipements provenant de l'extérieur de la région de l'Abitibi-Témiscamingue de même que les émissions liées aux travaux de réaménagement et de restauration. Cette révision des estimations sera présentée au MELCCFP lors de la première demande d'autorisation requise en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

WSP Canada Inc.
16e étage
1600, boul René-Lévesque Ouest
Montréal QC H3H 1P9
Canada

Tél. : +1-514-340-0046
Téléc. : +1-514-340-1337

wsp.com

2 MÉTHODOLOGIE

L'annexe 5-A de l'EIE présente la méthodologie et les facteurs d'émission retenus pour réaliser les estimations initiales présentées dans l'EIE.

La réponse REP-72 du document de *Réponses aux questions du 1er mai 2018* présente les mêmes informations pour les estimations complémentaires.

3 BILAN CONSOLIDÉ DES ÉMISSIONS ESTIMÉES À CE JOUR

Le tableau 1 présente un bilan consolidé des émissions de GES estimées à ce jour pour la construction, l'exploitation et la restauration du projet Falco Horne 5. Au bilan :

- Construction :
  - Les estimations d'émissions directes de GES associées aux activités de construction sont de 36 kt de CO_2eq au CMH5 et de 1,6 kt de CO_2eq pour le déboisement au site des IGRM. Les émissions directes de construction sont donc estimées au total à 37,7 kt de CO_2eq.
  - À ces émissions s'ajouteront les émissions indirectes résultant du transport des matériaux et équipements. Ces émissions seront évaluées lorsque l'avancement des travaux d'ingénierie le permettra (identification précise de la provenance et des quantités de matériaux et équipements requis).
- Exploitation :
  - Les travaux de développement continu des IGRM prévus durant l'exploitation du projet entraîneront des émissions directes moyennes de 2,3 kt de CO_2eq par année. Les estimations d'émissions directes associées aux activités d'exploitation du CMH5 sont de 27,2 kt de CO_2eq par année. Au total, les émissions directes de l'exploitation sont évaluées à 29,5 kt de CO_2eq par année.
  - À ces émissions s'ajouteront les émissions indirectes résultant de la consommation d'électricité (922 t par année) et du transport des réactifs, du carburant requis pour les équipements et des produits finis (total de 8,3 kt de CO_2eq par année). Globalement, les émissions indirectes de l'exploitation sont évaluées à 9,2 kt de CO_2eq par année.
- Fermeture et restauration :
  - De manière très conservatrice, les travaux de restauration aux deux sites ont été considérés comme équivalant à une année d'utilisation de combustible pour les équipements mobiles en exploitation. Comme pour la construction, les émissions sont estimées globalement, pour un total de 11 kt de CO_2eq.

Tableau 1 : Sommaire des émissions annuelles de GES associées au projet

Source et total	Site	Type d'émission	Type d'activité	Phase	Unité	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Phase de construction (CMH5 et IGRM)									
Combustion de diesel et explosifs	CMH5	Directe	Construction	Construction	Tonne	34 025	1,6	6,6	36 042
Déboisement (fixe)	IGRM	Directe	Déboisement	Construction	Tonne	1 613	s.o.	s.o.	1 613
Total – source directes CMH5 et IGRM	***CMH5 et IGRM***	***Directe***	***Construction (CMH5) et déboisement (IGRM)***	***Construction***	Tonne	***s.o.***	***s.o.***	***s.o.***	***37 655***
Transport par train des matériaux et équipements (du port de Montréal)	CMH5	Indirecte	Transport	Construction	Seul un facteur d'intensité évalué 14 tonnes de CO_{2eq} par 1000 tonnes transportées				
Transport par camion des matériaux et équipements (du port de Montréal)	CMH5	Indirecte	Transport	Construction	Seul un facteur d'intensité évalué 25 tonnes de CO_{2eq} par 1000 tonnes transportées				
Phase d'exploitation									
Combustion de diesel (mobile)	IGRM	Directe	Développement continu durant l'exploitation	Exploitation	Tonne Tonne/an	32 290 s.o.	1,65 s.o.	8,91 s.o.	34 986 2 332 [1]
Combustion de diesel (mobile)	CMH5	Directe	Exploitation	Exploitation	Tonne/an	10 771	0,4	0,6	10 962
Combustion de gaz naturel (fixe)	CMH5	Directe	Exploitation	Exploitation	Tonne/an	15 694	0,3	0,3	15 784
Utilisation d'explosifs (fixe)	CMH5	Directe	Exploitation	Exploitation	Tonne/an	466	s.o.	s.o.	466
Sous-total – sources directes fixes CMH5	*CMH5*	*Directe*	*Exploitation*	*Exploitation*	*Tonne/an*	*16 161*	*0,3*	*0,3*	*16 250*
Sous-total – sources directes CMH5	*CMH5*	*Directe*	*Exploitation*	*Exploitation*	*Tonne/an*	*26 931*	*0,7*	*0,9*	*27 212*
Total - sources directes CMH5 et IGRM	***CMH5 et IGRM***	***Directe***	***Exploitation (CMH5) et construction (IGRM)***	***Exploitation***	***Tonne/an***	***s.o.***	***s.o.***	***s.o.***	***29 544***
Consommation d'électricité	CMH5	Indirecte	Exploitation	Exploitation	Tonne/an	898	0,00	0,08	922
Transport des réactifs requis au site	CMH5	Indirecte	Transport	Exploitation	Tonne/an	s.o.	s.o.	s.o.	7 410
Transport du diesel requis en exploitation	CMH5	Indirecte	Transport	Exploitation	Tonne/an	s.o.	s.o.	s.o.	94
Transport des produits (or et argent)	CMH5	Indirecte	Transport	Exploitation	Tonne/an	s.o.	s.o.	s.o.	9,2
Transport des produits (zinc et cuivre)	CMH5	Indirecte	Transport	Exploitation	Tonne/an	s.o.	s.o.	s.o.	758
Total - sources indirectes CMH5	***CMH5***	***Indirecte***	***Exploitation (CMH5)***	***Exploitation***	***Tonne/an***	s.o.	s.o.	s.o.	***9 193***
Phase de fermeture et de restauration									
Démantèlement et réaménagement	***CMH5 et IGRM***	***Directe***	Restauration	Restauration	Tonne	10 771	0,4	0,6	10 962

[1] Émissions globales annualisées sur une période d'exploitation de 15 ans.
s.o. Sans objet.

4 IMPORTANCE DES ÉMISSIONS DU PROJET

Les émissions directes en exploitation (développement des IGRM en continu et exploitation du CMH5; 29,5 kt de CO_2eq par année) ont été comparées aux plus récents bilans d'émissions de GES québécois et canadien. Les sous-sections suivantes présentent cette comparaison.

4.1 QUÉBEC

Selon l'inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2021(MELCCFP, 2023), les émissions totales de GES au Québec se chiffraient à 77,6 Mt de CO_2eq, soit 9,0 t par habitant, représentant 11,6 % des émissions canadiennes, lesquelles atteignaient 670,4 Mt de CO_2eq.

Le secteur qui produisait le plus d'émissions de GES au Québec, en 2021, était celui du transport (routier, aérien, maritime, ferroviaire, hors route). Le secteur de l'industrie arrivait en deuxième place, atteignant 25 Mt de CO_2eq, soit 32,3 % des émissions totales. Ces émissions se répartissaient comme suit : 52,6 % provenaient des procédés industriels et de l'utilisation de produits, 46,5 % de la combustion industrielle et 0,9 % des émissions fugitives (MELCCFP, 2023).

Le projet étudié fait partie du secteur « Industrie ». Durant l'exploitation du projet, les émissions (directes) de GES incluant les émissions d'aménagement des IGRM seraient en moyenne d'environ 29,5 kt de CO_2eq par année. Ces émissions représentent 0,1 % des émissions provenant du secteur « Industrie » et 0,04 % des émissions totales à l'échelle provinciale.

4.2 CANADA

Selon le rapport national des émissions de GES 1990-2022 (Environnement Canada, 2024), les émissions totales de GES en 2022 atteignaient pour le Canada 708 Mt de CO_2eq.

Selon les secteurs d'activité définis dans le sommaire exécutif du Rapport d'inventaire national 1990-2022, les activités minières autres que l'exploitation de pétrole et gaz sont classées dans la catégorie des « Industries lourdes ». Ce secteur a émis pour 78 Mt de CO_2eq en 2022. La contribution estimée du projet par ses émissions directes se chiffrerait à 0,04 % des émissions liées à ce secteur d'activité.

Les émissions annuelles provenant des activités du projet représentent moins de 0,01 % des émissions totales à l'échelle fédérale.

5 RÉFÉRENCES

ENVIRONNEMENT CANADA. 2024. *Rapport d'inventaire national 1990-2022 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*. [En ligne] https://publications.gc.ca/site/fra/9.502402/publication.html

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2023. *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2021 et leur évolution depuis 1990*. Québec, 60 p.

PRÉPARÉ PAR



Benjamin Parys, Ph.D. pour Sylvain Marcoux, ing. MBA (OIQ nº 116307)
Chargé de projet air & GES