

CANADIAN MALARTIC GP

PROJET D'EXPLOITATION DES ZONES SOUTERRAINES MINÉRALISÉES DU PROJET ODYSSEY

DEMANDE DE MODIFICATION DES DÉCRETS 914-2009, 388-
2017 ET 1370-2018 DE LA MINE CANADIAN MALARTIC
MALARTIC, QUÉBEC

RÉF. WSP : 171-08283-03

DATE : FÉVRIER 2021

CONFIDENTIEL





CANADIAN MALARTIC GP

**PROJET D'EXPLOITATION DES
ZONES SOUTERRAINES
MINERALISEES DU PROJET
ODYSSEY**

DEMANDE DE MODIFICATION DES
DÉCRETS 914-2009, 388-2017 ET 1370-
2018 DE LA MINE CANADIAN
MALARTIC

MALARTIC, QUÉBEC

CONFIDENTIEL

REF. WSP : 171-08283-03
DATE : 11 FÉVRIER 2021

RAPPORT – VERSION FINALE

WSP CANADA INC.
11^E ÉTAGE
1600 BOUL. RENÉ-LÉVESQUE OUEST
MONTRÉAL (QUÉBEC) H3H 1P9
CANADA

TÉL. : 514.340.0046
WSP.COM

GESTION DE LA QUALITÉ

VERSION	DATE	DESCRIPTION
A	8 octobre 2020	Préliminaire pour commentaires (chapitres 1 à 4)
Préfinale	21 décembre 2020	Chapitres 1 à 12
Finale	1 ^{er} février 2021	Intégration des commentaires clients
Finale	11 février 2021	Édition de la version finale

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

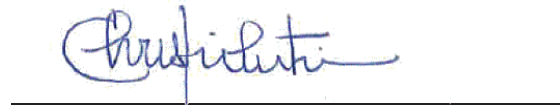


Émilie D'Astous, biologiste, M.Sc.
Chargée de projets

2021-02-11

Date

RÉVISÉ PAR



Christine Martineau, biologiste, M. Sc.
Directrice de projets

2021-02-11

Date

Référence à citer :

WSP. 2021. Projet d'exploitation des zones souterraines minéralisées du projet Odyssey, Demande de modification des décrets 914-2009, 388-2017 et 1370-2018 de la mine Canadian Malartic, Malartic, Québec. Rapport produit pour Canadian Malartic GP. Réf. WSP : 171-08283-03. 87 pages et annexes.

WSP Canada Inc. (« WSP ») a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire Canadian Malartic GP, 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.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CANADIAN MALARTIC GP

Directeur Évaluation de projets	Richard Harrison
Ingénieure senior évaluation de projets	Sylvie Lampron, ing.
Directeur Développement durable et Environnement	Martin Duclos
Coordonnatrice développement durable	Stéphanie Lafrenière

WSP CANADA INC. (WSP)

Conseiller aviseur	Bernard Fournier, B.Sc.A. MATDR
Directrices de projet	Marilyn Sigouin, biol., M.Sc.Env. Christine Martineau, biol., M.Sc.
Coordonnatrice des travaux et rédactrice principale	Émilie D'Astous, biol., M.Sc.
Professionnelle à la relecture et à l'édition	Mélanie Quenneville, B.Sc., DESS

Équipe de spécialistes par domaine

Qualité de l'air	Julien Poirier, ing., M.Sc. Philippe Lachance, phys., M.Sc.
Émissions de GES	Sylvain Marcoux, ing., MBA Floriane Desmergers, phys., M.Sc.
Modélisation du bruit	Mathieu Lessard, ing. Marc Deshaies, ing., M.ing.
Plan de restauration	Fannie McMurray Pinard, ing. Simon Latulippe, ing. Christian Houle, ing.
Changements climatiques	Yann Chavaillaz, M.Sc. Ph.D. Jean-Philippe Martin, M.Sc. Ph.D.
Sautages et vibrations	Pierre Groleau, ing. Francis Trépanier, ing.

Géomatique

Mylène Lévesque, B.Sc., DESS
Christine Thériault, B.Sc.

Cartographie

Aurélie Monnard, tech. cartographe
Catherine Paul, B.Sc., tech. cartographe

LISTE DES ACRONYMES, EXPRESSIONS ET ABRÉVIATIONS

BAPE	Bureau des audiences publiques sur l'environnement
Butte-écran déviation	Butte-écran située entre le tracé de la déviation et l'avenue Champlain
CA	Certificat d'autorisation
CMGP	Canadian Malartic GP
Déviation	Tronçon de la route 117 relocalisé sur environ 4 km à l'est du noyau urbain de la ville de Malartic
ÉIE	Étude d'impact sur l'environnement
Extension	Extension Barnat et exploitation de la nouvelle fosse Jeffrey
Golder	Golder Associés Ltée
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MTQ	Ministère des Transports du Québec
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
SE	Suivi environnemental
Tracé de la déviation	Nouveau tracé routier
VDMD	Vers un développement minier durable
WSP	WSP Canada Inc.

LISTE DES UNITÉS

a	Année	m	Mètre
g	Gramme	ml	Millilitre
h	Heure	mm	Millimètre
ha	Hectare	m ²	Mètre carré
j	Jour	m ³	Mètre cube
k	Kilo (millier)	Oz	Once
kg	Kilogramme	s	Seconde
km	Kilomètre	t	Tonne métrique
kV	Kilovolt	μ	Micro
L	Litre	V	Volt
M	Méga (million)	W	Watt

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	HISTORIQUE DU DOSSIER.....	3
2.1	Projet initial	3
2.2	Projet d’extension et Odyssey	3
3	JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DE MODIFICATION AU DÉCRET	5
4	DESCRIPTION DU PROJET ODYSSEY	9
4.1	Localisation du projet	9
4.2	Description des installations	13
4.2.1	Usines de remblai minier en pâte.....	15
4.2.2	Équipements de ventilation et de chauffage.....	19
4.3	Transport et traitement du minerai.....	19
4.4	Gestion de l’eau.....	20
4.4.1	Eaux de surface	20
4.4.2	Eaux d’exhaure	20
4.4.3	Eaux usées domestiques.....	20
4.4.4	Eau potable.....	20
4.4.5	Effluent final et qualité des eaux souterraines.....	21
4.5	Concepts de restauration	25
4.6	Emplois et investissements	25
4.7	Séquence et échéancier de réalisation	26
4.8	Description des rejets prévus	27
4.8.1	Rejets atmosphériques	27
4.8.2	Émissions de gaz à effet de serre (GES)	27
4.8.3	Eaux d’exhaure	28
4.8.4	Eaux usées domestiques.....	29
4.9	Infrastructures connexes	29
5	RÉVISION DES IMPACTS.....	31
5.1	Présentation de l’évaluation des impacts.....	31

5.2	Impacts sur le milieu physique	33
5.2.1	Vibrations	33
5.2.2	Qualité de l'atmosphère	37
5.2.3	Émissions de gaz à effet de serre (GES)	40
5.2.4	Ambiance sonore	42
5.2.5	Eau souterraine	46
5.2.6	Eaux de surface	49
5.3	Impacts sur le milieu humain	52
5.3.1	Économie locale et régionale	52
5.3.2	Circulation et sécurité	52
6	ÉVALUATION DES IMPACTS : APPROCHE PAR ENJEUX	53
6.1	Processus d'identification des enjeux	53
6.2	Sélection des enjeux	53
6.3	Présentation des enjeux retenus	59
6.3.1	Qualité de l'environnement	59
6.3.2	GES et changements climatiques	60
6.3.3	Nuisances (bruits, vibrations et Matières particulaires)	60
6.3.4	Santé et sécurité du public	60
6.3.5	Communautés autochtones	60
6.3.6	Fluidité des déplacements	61
6.3.7	Communication avec les parties prenantes	61
6.3.8	Vitalité économique	61
6.4	Prise en compte des enjeux par le projet	61
7	GESTION DES RISQUES D'ACCIDENT	65
8	IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PROJET	67
8.1	Résilience aux changements climatiques	67
8.1.1	Vulnérabilité et risques	67
8.1.2	Aléas climatiques retenus	68
8.1.3	Évaluation des risques climatiques	73
8.1.4	Occasions à saisir	74

9	SUIVI ET SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	75
9.1	Suivi et surveillance.....	75
9.2	Modification du programme d'assainissement.....	76
9.3	Mesures de compensation	76
10	CONFORMITÉ AU SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT ET À LA RÉGLEMENTATION MUNICIPALE	77
11	CONSULTATIONS	79
11.1	Rencontres effectuées.....	79
11.2	Modifications apportées par CMGP suite à la consultation	80
12	INFRASTRUCTURES CONNEXES.....	83
12.1	Ligne aérienne à 120 kV.....	83
12.2	Accès à la route 117 et voie de virage à gauche.....	84
13	CONCLUSION	85

TABLEAUX

TABLEAU 2-1	LISTE DES DÉCRETS ÉMIS POUR LE PROJET D'EXTENSION ET ODYSSEY	4
TABLEAU 4-1	RÉSUMÉ DES CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS	13
TABLEAU 4-2	LISTE DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES	27
TABLEAU 4-3	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES ASSOCIÉES AU PROJET	28
TABLEAU 5-1	GRILLE D'INTERRELATION DES IMPACTS POTENTIELS.....	32
TABLEAU 5-2	ESTIMATIONS DES VIBRATIONS OCCASIONNÉES PAR LE FONÇAGE DU PUIITS PRINCIPAL	34
TABLEAU 5-3	ESTIMATION DES VIBRATIONS OCCASIONNÉES PAR LE SAUTAGE POUR LA RAMPE D'ACCÈS	34

TABLEAU 5-4	VITESSES MAXIMALES PERMISES EN FONCTION DES FRÉQUENCES DE VIBRATIONS AU SOL DANS LES CAS OÙ LES HABITATIONS SONT SITUÉES À MOINS DE 1 KM DE LA MINE SOUTERRAINE	35
TABLEAU 5-5	CONTRIBUTION SONORE GLOBALE DE NUIT DE MCM EN INCLUANT LE PROJET MINIER ODYSSEY ^A	45
TABLEAU 6-1	MATRICE DE CORRESPONDANCE DES ENJEUX ET PRÉOCCUPATIONS IDENTIFIÉS PAR LES DIVERSES PARTIES PRENANTES	55
TABLEAU 6-2	ENJEUX ENGLOBANTS SIGNIFICATIFS ET LEUR CORRESPONDANCE AUX ENJEUX INITIAUX.....	59
TABLEAU 6-3	ENJEUX, OBJECTIFS ET CHOIX DE GESTION ET DE CONCEPTION INTÉGRÉS AU PROJET	62
TABLEAU 7-1	COMPOSANTES VULNÉRABLES AU CLIMAT POUR LE PROJET ODYSSEY	68
TABLEAU 7-2	ALÉAS CLIMATIQUES RETENUS ET REJETÉS	68
TABLEAU 7-3	LIENS ENTRE LES ALÉAS, LES TENDANCES DES INDICATEURS CLIMATIQUES ET LES POINTAGES DE PROBABILITÉ À LONG TERME	69
TABLEAU 7-4	Liste des impacts potentiels avec mention des aléas climatiques et de la phase du projet entrant en jeu	70
TABLEAU 7-5	Liste de mesures de contrôle et d'adaptation possibles pour les risques les plus élevés	73
TABLEAU 10-1	DATE DES RENCONTRES DES PARTIES PRENANTES	79

FIGURES

FIGURE 3-1	LOCALISATION DES RESSOURCES ODYSSEY PAR RAPPORT À LA FOSSE CANADIAN MALARTIC (VUE EN COUPE) SELON LES INFORMATIONS CONNUES LORS DE LA DERNIÈRE MODIFICATION AU DÉCRET (1370-2018)	5
FIGURE 3-2	LOCALISATION ACTUELLE DES RESSOURCES DU PROJET ODYSSEY PAR RAPPORT À LA FOSSE CANADIAN MALARTIC (VUE EN COUPE).....	5
FIGURE 3-3	LOCALISATION ACTUELLE DES RESSOURCES DU PROJET ODYSSEY PAR RAPPORT À LA FOSSE CANADIAN MALARTIC (VUE EN PLAN)	6
FIGURE 3-4	QUANTITÉ MAXIMALE ESTIMÉE DE MINÉRAIS ET DE STÉRILES EXTRAITS.....	7
FIGURE 4-1	SCHÉMA DESCRIPTIF D'UNE INSTALLATION AVEC ACCÈS PAR PUIITS (ODYSSEY NORD TYPIQUE) ET PAR RAMPE (ODYSSEY SUD TYPIQUE).....	13
FIGURE 4-2	VUE ISOMÉTRIQUE DU PROJET ODYSSEY.....	14
FIGURE 4-3	AMÉNAGEMENT DES INSTALLATIONS DE SURFACE DU PROJET ODYSSEY.....	17
FIGURE 4-4	VENTILATION DE LA MINE SOUTERRAINE.....	19
FIGURE 4-5	EXEMPLE DE SCHÉMA D'UN SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EAUX D'EXHAURE.....	23
FIGURE 4-6	EMPLOIS RELIÉS AU PROJET ODYSSEY	26

CARTE

CARTE 4-1	LOCALISATION DU PROJET ODYSSEY.....	11
-----------	-------------------------------------	----

ANNEXES

A	LISTE DES PERMIS ENVIRONNEMENTAUX ET DROITS D'EXPLOITATION
B	PLAN DES INSTALLATIONS DE SURFACE
C	SCHÉMAS ET BILANS DE MASSE – USINE DE REMBLAI MINIER EN PÂTE

D	ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET HYDROLOGIQUE – AMÉNAGEMENT DES HALDES ET DES STRUCTURES DE DRAINAGE DE SURFACE
E	ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
F	SYSTÈME ECOFLO DE PREMIER TECH
G	ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE - ALIMENTATION EN EAU POTABLE
H	SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EAUX POTABLES DE MAGNOR
I	ÉTAT INITIAL DES EAUX SOUTERRAINES, TAUX DE PERCOLATION ET ÉTUDE DE MODÉLISATION
J	PLAN DE RESTAURATION
K	ÉTUDE DE MODÉLISATION DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE
L	MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DE LA VAPEUR D'EAU ÉMISE PAR LE PORTAIL ET LES SORTIES D'AIR VICIÉ DU PROJET ODYSSEY ET PRÉDICTION DES ÉPISODES DE BROUILLARD ET DE GIVRE SUR LA ROUTE 117
M	ESTIMATION DES GAZ À EFFET DE SERRE
N	MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES IMPACTS
O	ESTIMATION DES VIBRATIONS DE SAUTAGE – PUIITS PRINCIPAL
P	ESTIMATION DES VIBRATIONS DE SAUTAGE – DÉVELOPPEMENT DE LA RAMPE D'ACCÈS ET EXPLOITATION DU GISEMENT SOUTERRAIN
Q	ÉTUDE SONORE
R	TASSEMENTS POTENTIELS DUS AU RABATTEMENT DES EAUX SOUTERRAINES
S	ÉTUDE DE RÉSILIENCE CLIMATIQUE
T	RAPPORT DE CONSULTATION
U	INFRASTRUCTURE CONNEXE

1 INTRODUCTION

Dans le cadre du projet Odyssey, CMGP projette d'exploiter la continuité en profondeur de quatre zones minéralisées, soit East Malartic, Odyssey Nord, Odyssey Sud et East Gouldie. Il est prévu que ces zones soient exploitées au moyen de galeries souterraines à proximité de la mine Canadian Malartic. Ce projet nécessitera, entre autres, l'aménagement d'un puits et d'une rampe pour accéder aux gisements.

Le projet Odyssey est situé dans l'empreinte existante du projet d'extension présenté par Canadian Malartic GP (« **CMGP** ») en 2015 au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte aux changements climatiques (« **MDDELCC**¹») dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (« **ÉIE** ») et autorisé par décret en 2017 (décret 388-2017) et 2018 (décret 1370-2018) par le gouvernement du Québec.

Le minerai d'Odyssey sera traité dans les installations existantes de la mine Canadian Malartic et les synergies possibles avec celles-ci sont essentielles à la viabilité du projet.

Ce document de demande de modification de décret présente les variations apportées par le projet Odyssey par rapport à l'ÉIE de 2015, et mis à jour en 2018 pour le projet Odyssey, c'est-à-dire toutes les composantes qui seront modifiées. La structure de cette modification est la suivante :

- Chapitre 1 : Introduction;
- Chapitre 2 : Historique du dossier (depuis 2009);
- Chapitre 3 : Justification des modifications incluant les quantités extraites de minerai;
- Chapitre 4 : Description du projet Odyssey;
- Chapitre 5 : Révision des impacts;
- Chapitre 6 : Évaluation des impacts : approche par enjeux;
- Chapitre 7 : Gestion des risques d'accident;
- Chapitre 8 : Impact de l'environnement sur le projet;
- Chapitre 9 : Suivi et surveillance environnementale;
- Chapitre 10 : Conformité au schéma d'aménagement et à la réglementation municipale;
- Chapitre 11 : Consultations (ce chapitre présente les consultations effectuées et les préoccupations de la population);
- Chapitre 12 : Infrastructures connexes;
- Chapitre 13 : Conclusion.

¹ Depuis 2018, le MDDELCC a été remplacé par le MELCC (Ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques).

2 HISTORIQUE DU DOSSIER

2.1 PROJET INITIAL

Suite au dépôt de l'ÉIE de 2008 par Corporation minière Osisko (« **Osisko** »), ainsi qu'aux audiences publiques réalisées par le Bureau des audiences publiques sur l'environnement (« **BAPE** ») ayant eu lieu à Malartic dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts requises en vertu des articles 31.2 et 31.3 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, un premier décret a été délivré par le MDDELCC en 2009. Par la suite, ce décret a été modifié à quelques reprises afin de mettre à jour les équipements ou les installations nécessaires pour poursuivre les opérations minières de la mine. L'annexe A présente le détail des décrets et des certificats d'autorisation (« **CA** ») obtenus par Osisko et CMGP.

2.2 PROJET D'EXTENSION ET ODYSSEY

Grâce à des travaux intensifs d'exploration minière, l'état des connaissances sur les gisements sous la propriété minière de CMGP n'a cessé de progresser. Il en ressort donc que les gisements Barnat et Jeffrey, situés respectivement au nord-est et à l'est de la fosse à ciel ouvert Canadian Malartic, recèlent un potentiel d'exploitation aurifère prometteur et économiquement viable. Ces éléments ont eu pour effet d'amener CMGP à revoir son plan d'exploitation et, conséquemment, à projeter des travaux d'agrandissement de la fosse à ciel ouvert pour exploiter l'extension Barnat et exploiter la nouvelle fosse Jeffrey (l'« **Extension** »). L'Extension Canadian Malartic contribue à prolonger la période d'exploitation de la mine jusqu'en 2028, soit six années supplémentaires, et à maintenir les emplois d'environ 670 travailleurs.

En plus de l'exploitation des fosses à ciel ouvert, l'Extension Canadian Malartic inclut, notamment, l'extension de la halde à stériles et du parc à résidus, ainsi que le prolongement de l'actuelle butte-écran située au sud du territoire urbain de Malartic.

L'Extension Canadian Malartic s'étendant vers l'est et empiétant sur un tronçon de la route 117, un tronçon de la route 117 a donc été relocalisé sur une distance d'environ 4 km à l'est du noyau urbain de la ville de Malartic (la « **Déviation** »). Cette dernière incluait, en plus du nouveau tracé routier (le « **tracé de la déviation** »), le remblayage d'infrastructure minière historique, soit de l'effondrement Barnat et de la fosse Buckshot, le réaménagement de l'avenue Champlain, la construction d'une butte-écran située entre le tracé de la déviation et l'avenue Champlain (la « **butte-écran déviation** ») ainsi que des aménagements paysagers.

Une description complète et détaillée sur le projet dans sa globalité (extension de la mine et construction de la déviation de la route 117) est disponible dans les rapports suivants :

- ÉIE pour l'extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée est de la ville de Malartic, rapport principal, janvier 2015;
- Annexes – Volumes 1 de 2 et 2 de 2, janvier 2015;
- Réponses aux questions et commentaires du MDDELCC – 1^e série, Volumes 1 de 2 et 2 de 2, septembre 2015;
- Réponses aux questions et commentaires du MDDELCC – 2^e série, janvier 2016;
- Addenda 1 à l'ÉIE, avril 2016;
- Addenda 2 à l'ÉIE, octobre 2016;
- Addenda 3 à l'ÉIE, février 2017.

Suite à l'examen du projet par le BAPE à l'été 2016, le MDDELCC a émis son avis d'acceptabilité et le gouvernement du Québec a émis deux décrets pour la réalisation du projet d'extension (voir tableau 2-1). Par la suite, CMGP a déposé auprès du MDDELCC diverses demandes de certificats d'autorisation pour réaliser les travaux de l'Extension.

Une demande de modification au décret 388-2017 a par la suite été déposée en janvier 2018 afin de réaliser le projet Odyssey qui consiste à exploiter la continuité en profondeur de deux zones minéralisées existantes, soit la East Malartic et la Jeffrey (Odyssey Nord et Odyssey Sud). Suite à trois séries de réponses aux questions du MDDELCC en mai, juin et juillet 2018, le décret 1370-2018 a été émis (voir tableau 2-1).

Tableau 2-1 Liste des décrets émis pour le projet d'Extension et Odyssey

Numéro de décret	Remarques
387-2017	Le Décret 387-2017, adopté le 3 mai 2017, autorise CMGP à réaliser son projet de déviation de la route 117 à l'entrée est de la ville de Malartic.
388-2017	Le Décret 388-2017, adopté le 3 mai 2017, modifie le Décret n° 914-2009 et autorise CMGP à réaliser son projet d'extension de la fosse actuelle.
1370-2018	Le décret 1370-2018, adopté le 28 novembre 2018, modifie le Décret n° 388-2017 de la mine Canadian Malartic et autorise CMGP à réaliser son projet Odyssey.

3 JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DE MODIFICATION AU DÉCRET

Au décret 1370-2018, le projet Odyssey projetait d'exploiter la continuité en profondeur de deux zones minéralisées existantes, soit la East Malartic et la Jeffrey, qui étaient communément appelées dans le cadre de ce projet : Odyssey Nord et Odyssey Sud (voir figure 3-1). La demande de modification actuelle concerne l'ajout de zones d'exploitation au projet minier souterrain. Ainsi, le projet Odyssey inclus quatre zones minéralisées, soit : East Malartic, Odyssey Nord, Odyssey Sud et East Gouldie (voir les figures 3-2 et 3-3).



Figure 3-1 Localisation des ressources Odyssey par rapport à la fosse Canadian Malartic (vue en coupe) selon les informations connues lors de la dernière modification au décret (1370-2018)

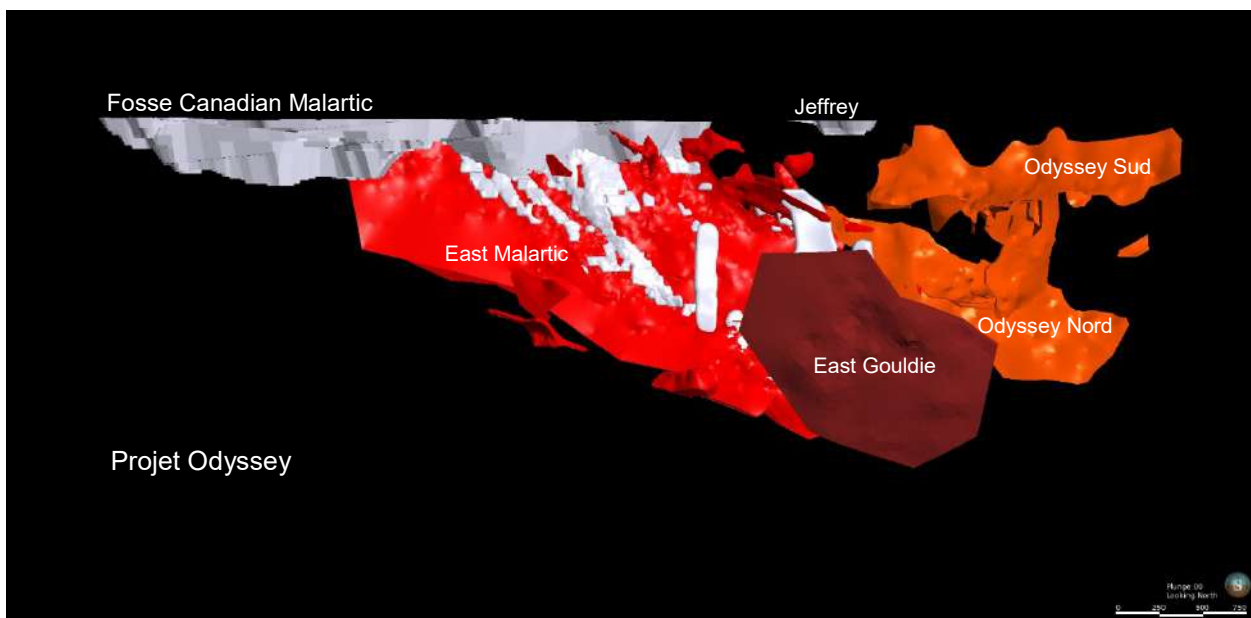


Figure 3-2 Localisation actuelle des ressources du projet Odyssey par rapport à la fosse Canadian Malartic (vue en coupe)



Figure 3-3 Localisation actuelle des ressources du projet Odyssey par rapport à la fosse Canadian Malartic (vue en plan)

Actuellement, les ressources estimées du projet Odyssey sont d'environ 84 Mt de minerai et une production totale 7 Moz d'or à une teneur moyenne de 2,67 g/t pour l'ensemble du projet (voir section 4). Cette nouvelle ressource pourrait permettre de prolonger la vie de la mine de quelques années en se basant sur le tonnage quotidien actuellement traité à l'usine. La figure 3-4 présente les quantités de minerai extraites en fonction des zones souterraines du Projet Odyssey, en plus des fosses.

Dans le cadre de ce projet, aucune solution de recharge ne sera proposée. En effet, la localisation des zones minéralisées et le fait que le projet a été optimisé de plusieurs manières (méthode d'extraction, gestion des résidus et des stériles via les installations existantes, remblai en pâte, localisation optimale des infrastructures, transports etc.) font en sorte qu'une seule option est présentée.

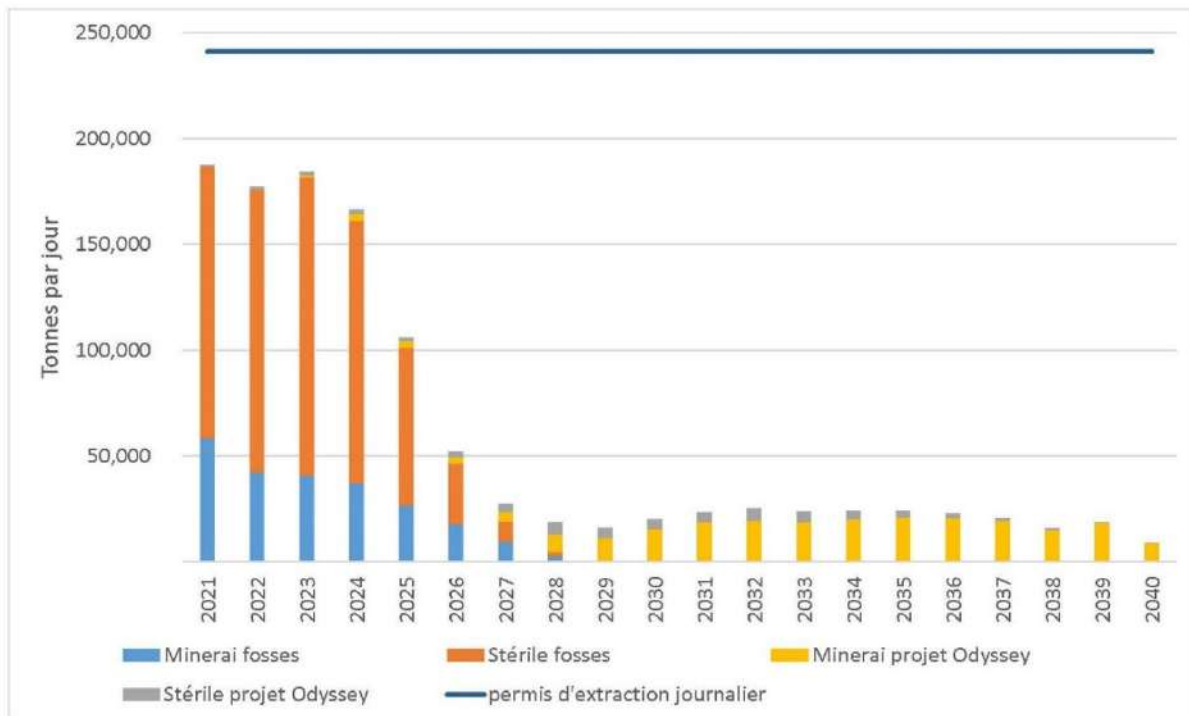


Figure 3-4 Quantité maximale estimée de minerais et de stériles extraits

4 DESCRIPTION DU PROJET ODYSSEY

L'exploitation du projet Odyssey est prévue au moyen de galeries et de chantiers souterrains. Ce projet est situé dans l'empreinte existante du projet d'Extension présenté au MDDELCC en 2015 (ÉIE) et autorisé par les décrets 388-2017 en 2017 et 1370-2018 en 2018 du gouvernement du Québec. Le minerai d'Odyssey sera traité avec les installations existantes de Mine Canadian Malartic; les synergies possibles avec celles-ci sont essentielles à la viabilité du projet. De plus, les stériles et les résidus d'usinage seront aussi gérés dans les installations existantes de Mine Canadian Malartic (MCM).

Le projet Odyssey se divise en quatre zones minéralisées, soit :

- Odyssey Nord;
- Odyssey Sud;
- East Malartic;
- East Gouldie.

Les zones Odyssey Sud et East Malartic (0-600 m) seront exploitées par une rampe et les zones East Gouldie, Odyssey Nord et East Malartic (> 600 m) seront exploitées par un puits. Une production d'environ 20 000 tonnes de minerai par jour est prévue. Ce minerai sera produit à partir de plusieurs zones simultanément, voir jusqu'à trois zones. De plus, jusqu'à 5 000 t/j de stériles pourraient être hissées.

Il est important de spécifier que la limitation à 241 000 t/j pour l'ensemble des installations de MCM, incluant le projet Odyssey, sera respectée en tout temps. En effet, dans la présente demande de modification du décret 388-2017, CMGP présente les taux de production anticipés selon son plan de production de 2020. On y note d'ailleurs une chute importante du tonnage à partir des années 2026 et 2027 (figure 3-4), alors que l'exploitation des fosses sera en décroissance jusqu'à leur finalité et que seul le projet Odyssey restera en production. Soulignons d'ailleurs qu'à partir de ce moment, la production sera bien en deçà de la limitation de tonnage inscrite au décret. À cet effet, CMGP tient à spécifier que lors des années de production optimales du projet Odyssey, alors que ce sera le seul projet en production, le tonnage quotidien prévu (20 000 tonnes de minerais et 5 000 tonnes de stériles) est fourni à titre indicatif aux fins d'évaluation des impacts anticipés. Ce tonnage pourrait varier de façon quotidienne tant à la baisse qu'à la hausse et ceci en fonction des réalités d'opération d'une mine souterraine. Cependant, CMGP réitère son engagement à respecter tout au long de la durée de vie de son projet, incluant Odyssey, la limite de 241 000 tonnes de production quotidienne.

4.1 LOCALISATION DU PROJET

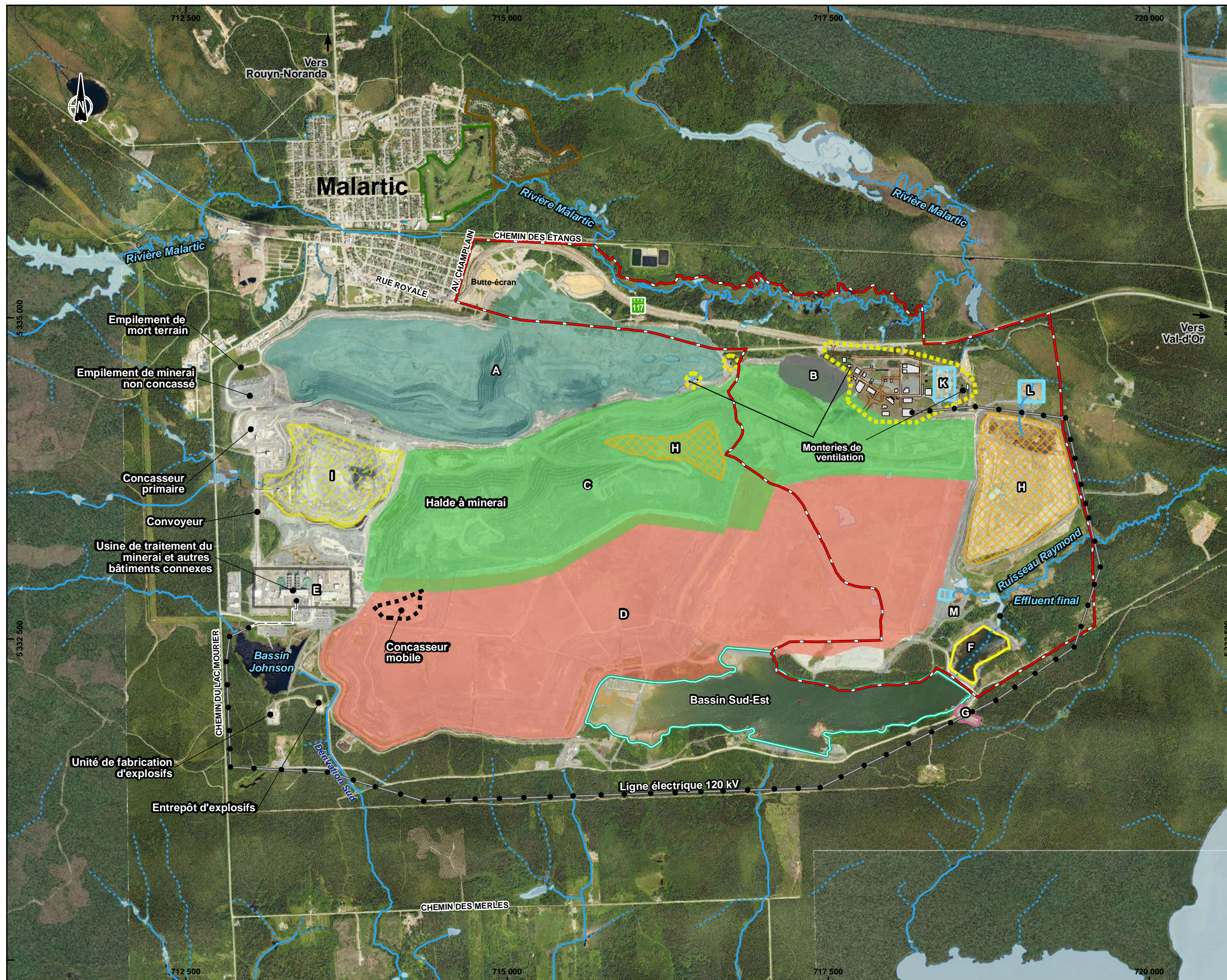
Le projet est situé au nord-est de la propriété (voir carte 4-1) aux coordonnées UTM suivantes :

- 48° 7' 30.53"N.;
- 78° 4' 8.74"O.

Le projet Odyssey se retrouve à l'intérieur de l'empreinte du projet d'Extension et ne perturbe pas de nouveaux milieux naturels par rapport aux milieux touchés par l'Extension. En raison de la proximité de la route 117, des démarches auprès du ministère des Transports du Québec, (« MTQ ») ont été entreprises pour l'informer des changements au projet d'Extension en lien avec le projet Odyssey. Ces changements incluent un nouvel accès à la route 117, localisé à proximité du projet, pour les employés travaillant sur le projet Odyssey. Cet accès est nécessaire, car les routes existantes sur le site de la mine sont utilisées par les camions miniers hors route et le partage des routes avec des voitures serait non sécuritaire pour les employés. L'étude de sécurité et de circulation ainsi que l'étude géotechnique ont été approuvées par le MTQ. L'avant-projet préliminaire et définitif combiné a aussi été approuvé par le MTQ le 18 novembre 2020.

Le projet Odyssey se situe sur le bail de surface 823 099 qui a été obtenu en 2017. Concernant le bail minier qui sera requis en 2022 pour l'exploitation des zones minéralisées, des démarches sont actuellement en cours avec le MERN.

Le pourtour du bail sera ajusté afin d'intégrer les zones géologiques souterraines pouvant présenter un potentiel économique futur.



- Hydrographie**
- Cours d'eau
 - - - Cours d'eau intermittent
- Mine Canadian Malartic**
- A Fosse Canadian Malartic
 - B Fosse Jeffrey (Remblayée)
 - C Halde à stérile
 - D Parc à résidus
 - E Usine de traitement du minerai et autres bâtiments
 - F Bassin de polissage
 - G Déversoir d'urgence
 - H Halde à mort-terrain
 - I Halde mixte
 - K Bassin de pompage Nord-Est
 - L Bassin de la halde à mort-terrain
 - M Bassin de pompage Est
- Projet Odyssey**
- J Secteur du projet Odyssey
 - K Infrastructures Odyssey
 - L Chemin
 - M Zone des inventaires de l'ÉIE de 2015
- Infrastructure connexe**
- Ligne électrique 120 kV
 - - - Cable isolé 145 kV
 - Portique

MINE CANADIAN MALARTIC
 Demande de modification des décrets 914-2009, 388-2017 et 1370-2018 de la mine Canadian Malartic - Projet Odyssey

Carte 4-1
 Localisation du projet Odyssey

Sources :
 BNDT, 1:250 000, RWCan, 2007
 ADRéseau, réseau routier, MERN, 2020-03
 SDA, 1:20 000, MERN Québec, 2019-01
 Orthophoto 20170626, 40cm, UTM17N.tif
 WSP, Modification du décret 388-2017 de la Mine Canadian Malartic, 18-01-2019

0 300 600 m
 UTM, fuseau 17N, NAD83

03 février 2021

Préparée par : E. D'Astous
 Dessinée par : A. Monnard
 Vérifiée par : M. Sigouin
 171_08287_03_MDCA_1_006_LocProjetOdyssey_21022021.mxd



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.

4.2 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

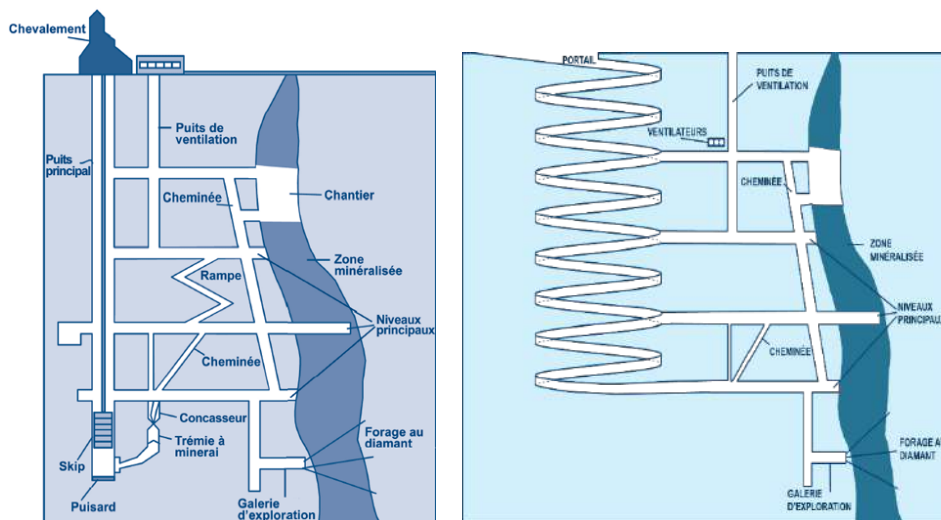
Le projet Odyssey comportera une rampe d'accès pour l'exploitation des zones Odyssey Sud et East Malartic (0-600 m) et d'un puits équipé d'un chevalement pour l'exploitation des zones East Gouldie, Odyssey Nord et East Malartic (> 600 m). La figure 4-1 présente un schéma vertical typique de ces deux types d'installation. La figure 4-2 illustre l'ensemble du projet Odyssey en vue isométrique longitudinale et en section.

Le taux de production anticipé pour la zone Odyssey Sud comme pour East Malartic (0-600 m) est d'environ 3 000 t de minerai par jour. En ce qui concerne les zones Odyssey Nord et East Gouldie, ils sont respectivement estimés à 5 000 et 11 500 t de minerai par jour. À noter que la production des différents secteurs ne sera pas réalisée en simultané. Le minerai extrait sera par la suite transporté à l'aide de camions de 240 t du site Odyssey vers l'usine de traitement de Canadian Malartic.

Le tableau 4-1 présente un résumé des caractéristiques des installations qui sont décrites plus en détail dans les sections suivantes.

Tableau 4-1 Résumé des caractéristiques des installations

Élément	Odyssey Sud	Odyssey Nord	East Malartic	East Gouldie
Quantité de minerai estimé	6,3 Mt	14,4 Mt	10,6 Mt	49,9 Mt
Accès	Rampe	Puits	Rampe (0-600 m) et Puits (>600 m)	Puits
Usine de remblai en pâte	Oui	Oui	Oui	Oui
Concassage souterrain	Non	Oui	(0-600) non (>600) Oui	Oui



Source : https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/CBE3CD59-9632-458D-B1A2-A18C0AD7DBD7/fig2_4-fra.gif

Figure 4-1 Schéma descriptif d'une installation avec accès par puits (Odyssey Nord typique) et par rampe (Odyssey Sud typique)

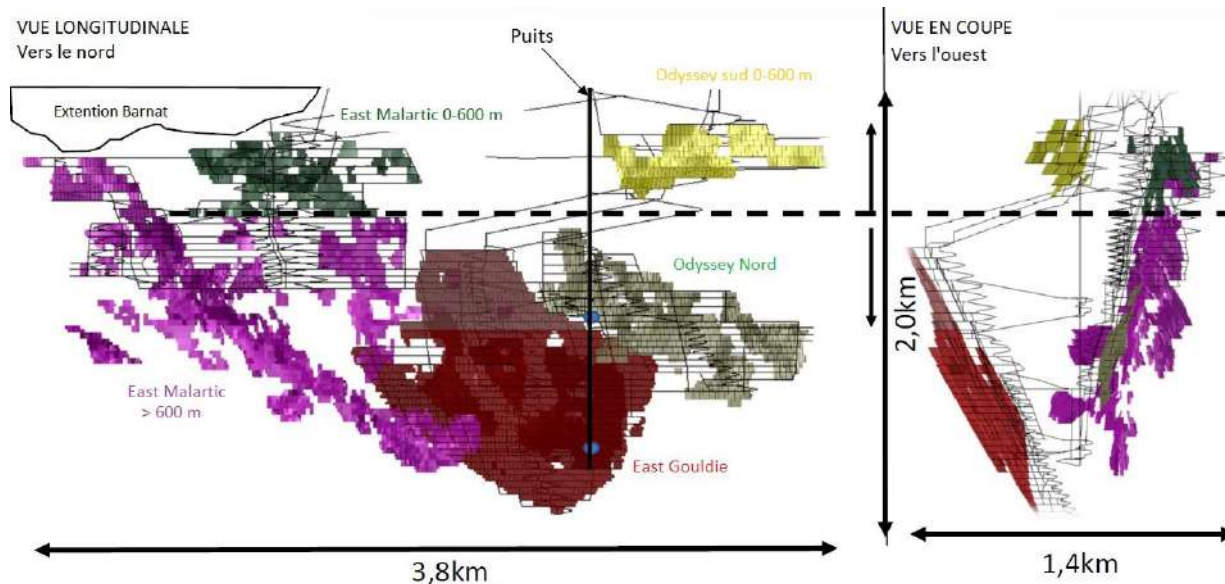


Figure 4-2 Vue isométrique du projet Odyssey

Tel que mentionné précédemment, l'exploitation est prévue au moyen de galeries et de chantiers souterrains. Une rampe d'accès munie d'un portail permettra d'exploiter Odyssey Sud (115-495 m) et East Malartic (0-600 m). De plus, un puits d'accès servira à exploiter les zones East Gouldie (700-1 800 m), Odyssey Nord (670-1 400 m) et East Malartic (> 600 m).

Les zones Odyssey Sud (115-495 m) et East Malartic (0-600 m) seront exploitées avec des camions de 60 t qui feront le halage jusqu'à la surface. La rampe vers Odyssey Sud est présentement en cours de développement (via l'autorisation ministérielle pour la phase exploration avancée), alors que la rampe vers East Malartic sera développée environ cinq ans après le début de la construction. De l'air frais sera amené par deux monteries alors que l'air vicié sera évacué par deux monteries et via la rampe d'accès.

Les zones Odyssey Nord (670-1 400 m), East Gouldie (700-1 800 m) et East Malartic (> 600 m), plus profondes, seront quant à elles exploitées par un puits d'extraction (ou de production) d'une profondeur totale de 1 760 m.

Une rampe interne permettra le mouvement des équipements entre les niveaux. Le minerai sera acheminé par monteries vers le système de manutention du minerai, pour être concassé puis hissé à la surface par le puits de production. La manutention du stérile à hisser se fera également par monteries. De l'air frais sera amené par deux monteries et par le puits alors que l'air vicié sera évacué par trois monteries.

Les travaux débuteront par le développement de la rampe vers Odyssey Sud, la construction du chevalement et le fonçage du puits, et l'installation des treuils de production et de service.

Les installations de surface sont les suivantes (figure 4-3) :

- Aires de stationnements;
- Aires d'entreposage;
- Guérite;
- Deux bâtiments administratifs;
- Garages d'entretien mécanique, dont un pour les entrepreneurs;
- Bâtiment des compresseurs;
- Mégas dômes d'entreposage;

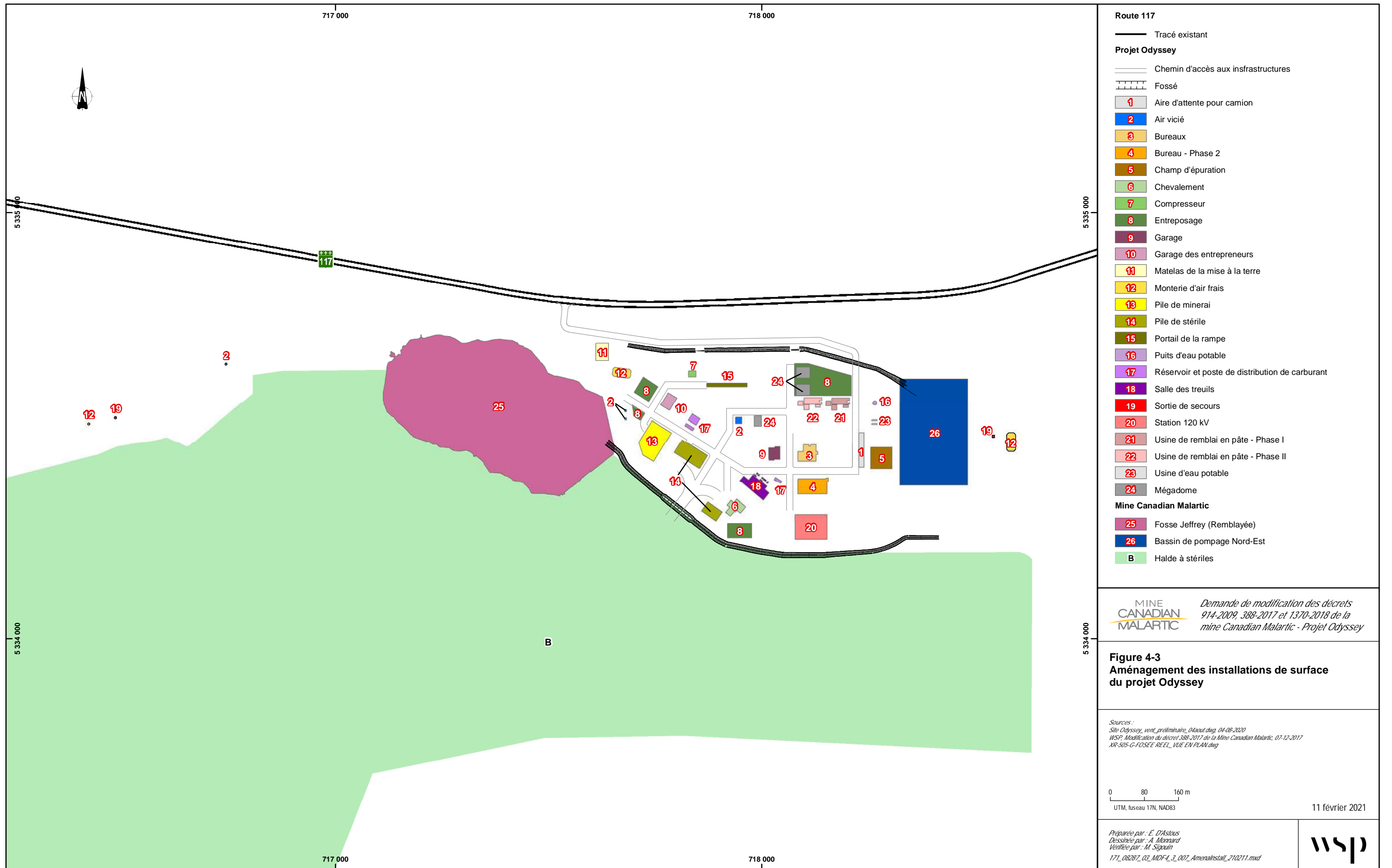
- Sous-station électrique 120 kV et ligne électrique;
- Tapis de mise à la terre;
- Un réservoir d’entreposage de diesel d’une capacité d’au moins 50 000 litres et deux réservoirs d’une capacité de 40 000 litres chacun;
- Un réservoir pour transfert automatique sous terre d’une capacité de 3 000 litres (près de la salle des treuils);
- Un réservoir d’entreposage d’essence (capacité d’au moins 1 000 litres);
- Portail de la rampe souterraine;
- Chevalement et bâtiment des treuils;
- Monteries de ventilation en air frais (trois en plus du puits) et sorties d’air vicié (quatre en plus du portail);
- Deux usines de remblai en pâte pour le remblayage souterrain (ou agrandissement de la première en phase 2);
- Aire de chargement des camions 240 tonnes;
- Halde à minerai temporaire de 20 000 tonnes;
- Halde à stériles temporaire de 10 000 tonnes;
- Fossé de drainage des eaux vers le bassin nord-est (fossé Odyssey) (infrastructure actuelle);
- Un système de traitement des eaux usées (Ecoflo);
- Une usine de production d’eau potable;
- Un puits d’eau potable;
- Deux sorties de secours.

Les infrastructures existantes de MCM non citées précédemment ne sont pas incluses dans le cadre de la modification de décret (ex. : usine de traitement du minerai, parc à résidus). L’annexe B présente un plan détaillé des installations des installations de surface.

4.2.1 USINES DE REMBLAI MINIER EN PÂTE

Deux phases de construction sont prévues pour l’usine de remblai minier en pâte pour la phase d’exploitation. Une première usine sera construite en 2023 et une seconde (ou un agrandissement de la première) en 2028. La pâte permettra de consolider les excavations souterraines par l’ajout d’un mélange de résidus miniers et de liant. Les schémas de procédé typique prévu pour cette usine sont présentés à l’annexe C. Les résidus miniers de l’usine de traitement du minerai seront pompés vers les installations d’Odyssey pour répondre aux besoins de remblayage (4 000 t/j et sera en progression jusqu’au moment de la pleine production). Le remblai en pâte sera pompé vers les chantiers souterrains. Les quantités seront précisées lors des demandes d’autorisation ministérielles en vertu de l’article 22, qui seront déposées ultérieurement au MELCC (Ministère de l’Environnement et de la Lutte aux changements climatiques). Les volumes d’eau utilisés seront constitués en partie de l’eau présente dans les résidus pompés vers l’usine de remblai en pâte et en partie de l’eau de contact provenant du site de la mine. Les volumes varieront en fonction de la production journalière de remblai en pâte qui pourrait atteindre 4 000 tonnes par jour en 2023 et 20 000 tonnes par jour à partir de 2028. Ainsi, les volumes d’eau utilisés varieront de 196 à 776 m³/j.

Notons que les besoins de déposition des résidus correspondent à 84 Mt pour la durée de vie du projet. Une proportion d’environ 65 % sera déposée dans la fosse Canadian Malartic et le reste sera traité via les usines de remblai en pâte et déposé vers les chantiers souterrains du projet Odyssey, ce qui correspond à 30 Mt.



- Route 117**
- Tracé existant
- Projet Odyssey**
- Chemin d'accès aux infrastructures
 - Fossé
 - 1 Aire d'attente pour camion
 - 2 Air vicié
 - 3 Bureaux
 - 4 Bureau - Phase 2
 - 5 Champ d'épuration
 - 6 Chevalement
 - 7 Compresseur
 - 8 Entreposage
 - 9 Garage
 - 10 Garage des entrepreneurs
 - 11 Matelas de la mise à la terre
 - 12 Monterie d'air frais
 - 13 Pile de minerai
 - 14 Pile de stérile
 - 15 Portail de la rampe
 - 16 Puits d'eau potable
 - 17 Réservoir et poste de distribution de carburant
 - 18 Salle des treuils
 - 19 Sortie de secours
 - 20 Station 120 kV
 - 21 Usine de remblai en pâte - Phase I
 - 22 Usine de remblai en pâte - Phase II
 - 23 Usine d'eau potable
 - 24 Mégadome
- Mine Canadian Malartic**
- 25 Fosse Jeffrey (Remblayée)
 - 26 Bassin de pompage Nord-Est
 - B Halde à stériles

MINE CANADIAN MALARTIC
 Demande de modification des décrets 914-2009, 388-2017 et 1370-2018 de la mine Canadian Malartic - Projet Odyssey

Figure 4-3
 Aménagement des installations de surface du projet Odyssey

Sources :
 Site Odyssey_venl_preliminaire_04aout.dwg, 04-08-2020
 WSP, Modification du décret 388-2017 de la Mine Canadian Malartic, 07-12-2017
 XR-505-G-FOSEE-REEL_VUE-EN-PLAN.dwg

0 80 160 m
 UTM, fuseau 17N, NAD83

11 février 2021

Préparée par : E. D'Aslous
 Dessinée par : A. Monnard
 Vérifiée par : M. Sigouin
 171_08287_03_MDF_L_2_007_Amenalrstell_210211.mxd



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.

4.2.2 ÉQUIPEMENTS DE VENTILATION ET DE CHAUFFAGE

Pour le projet Odyssey, la ventilation de la mine souterraine sera effectuée à l'aide de ventilateurs axiaux. Les ventilateurs seront installés sous terre afin de limiter les émissions sonores. Les débits de ventilation sont présentés à la figure 4-4.

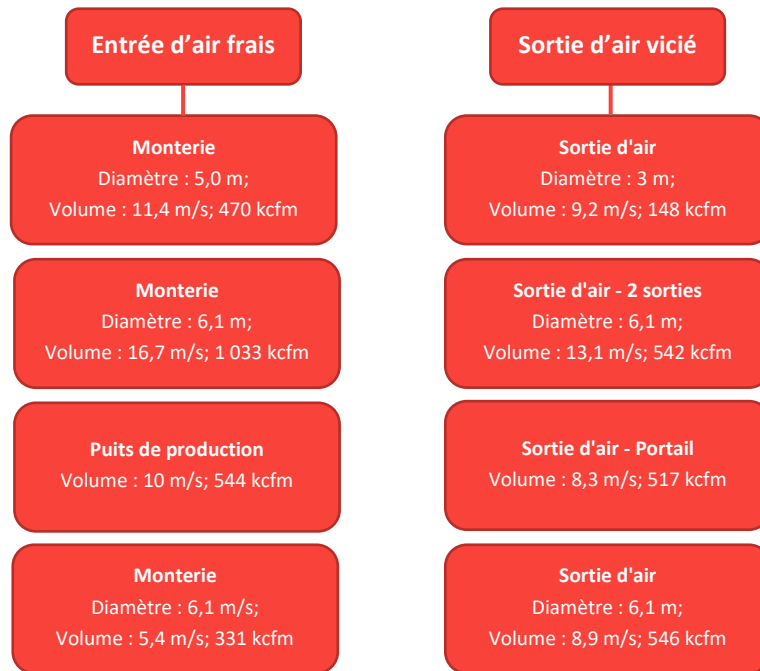


Figure 4-4 Ventilation de la mine souterraine

Le chauffage des installations souterraines sera effectué au gaz naturel. Les unités de chauffage seront localisées en surface. En ce qui concerne les sorties de secours, elles seront localisées aux extrémités est et ouest du projet (deux sorties).

4.3 TRANSPORT ET TRAITEMENT DU MINÉRAI

Le transport du minerai sera effectué par camion (modèle 793) à partir du projet Odyssey jusqu'à l'usine de traitement du minerai via la route interne. Ce camionnage représente une distance d'environ 5,6 km. L'usine de traitement du minerai existante regroupe les équipements de broyage, les épaisseurs, les circuits de lixiviation et d'adsorption de l'or (charbon en pulpe), les cellules d'électrolyse, le circuit de réactivation du charbon et l'unité de détoxification de la solution contenue dans le résidu minier. Le détail des installations est présenté dans l'ÉIE de 2015. L'usine devra toutefois être modifiée pour réduire sa capacité de traitement. Ces modifications seront fournies lors de la demande de d'autorisation ministérielle (art.22 de la LQE).

4.4 GESTION DE L'EAU

4.4.1 EAUX DE SURFACE

Les eaux de ruissellement de surface seront recueillies par un fossé (fossé Odyssey) (voir figure 4-3) et acheminées vers le bassin Nord-Est. Le fossé Odyssey, bordant le site au nord, est le fossé principal qui recueillera les eaux de ruissellement. Ce fossé est déjà aménagé sur le site. Une étude préliminaire du système de gestion des eaux de surface a été réalisée par Golder Associés (2020b, annexe D).

4.4.2 EAUX D'EXHAURE

Les eaux d'exhaure pourront être traitées sous terre ou pompées sans traitement vers la surface où elles iront vers le bassin Nord-Est. Le volume d'eau à traiter variera au cours de la vie de la mine. Ainsi, le volume d'eau à traiter sera au maximum de 5 200 m³/jour (voir annexe E).

Les eaux d'exhaure des zones minées par rampe (Odyssey Sud et East Malartic) seront traitées par un système de type Mudwizard (ou autre système équivalent, voir la figure 4-5) installé à l'intérieur de la mine. Les boues issues du traitement seront retournées dans les cavités de la mine, alors que les eaux clarifiées seront pompées vers le bassin Nord-Est. L'eau accumulée dans ce bassin pourra être utilisée pour les besoins de la mine souterraine.

Pour les eaux d'exhaures des zones minées via le puits (Odyssey Nord et East Gouldie), elles seront pompées directement vers la surface dans le bassin Nord-Est.

4.4.3 EAUX USÉES DOMESTIQUES

Dès la construction, un système de traitement des eaux usées domestiques a été mis en place (Système EcoFlo de PremierTech) (voir annexe F).

Ce système de traitement comprend la chaîne de traitement suivante :

- Un réseau de collecte sanitaire;
- Une fosse septique;
- Un bassin égalisation et de dosage;
- Dix Écoflo en série avec rejet dans le bassin Nord-Est.

L'autorisation d'utiliser ce système a été obtenue le 14 août 2020 de la part du MELCC (n° d'autorisation 7610-08-01-70167-92/401946132).

Lorsqu'il sera attendu que le débit journalier d'origine domestique dépasse la capacité du traitement actuel, des alternatives de gestion des eaux usées, préalablement analysées, seront mises de l'avant. À l'heure actuelle, les options possibles envisagées sont l'installation d'une station de pompage sanitaire qui acheminerait l'eau vers le réseau municipal, ou l'ajout d'un système de traitement complémentaire. Les demandes d'autorisation seront déposées au moment opportun.

4.4.4 EAU POTABLE

En 2018, un puits d'eau potable a été foré sur le site du projet Odyssey et une étude hydrogéologique a été effectuée (voir l'annexe G). Le puits exploite un aquifère composé de gravier et sable fins reposant sur le socle rocheux, situé sous une couche d'argile d'épaisseur variable mais pouvant atteindre 13 m.

Une autorisation de prélèvement d'eau a été obtenue auprès du MELCC en 2019 (n° d'autorisation 7610-08-01-70167-84 / 401882515). Une autorisation a également été obtenue de la part du MELCC en 2020 pour une usine de production d'eau potable (# d'autorisation 7610-08-01-70167-86 / 401895115).

Le système de traitement d'eau potable est fourni par Magnor (voir l'annexe H). Ce système contient une chaîne de traitement comportant un filtre média catalytique pour l'enlèvement du fer, du manganèse et des sulfures, un filtre au charbon pour l'enlèvement du chlore et du goût, un échangeur anionique pour la réduction des carbones organiques (COT), de la couleur et des SDS-THM, un adoucisseur pour l'enlèvement de la dureté, deux filtres à cartouche 5 microns, un réacteur UV à 80 mJ/cm² avec redondance ainsi que le dosage des produits chimiques pour l'oxydation et la post-chloration.

4.4.5 EFFLUENT FINAL ET QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

Les eaux d'exhaure, de même que les eaux de ruissellement de surface, seront acheminées vers le bassin Nord-Est. L'eau décantée à la sortie du bassin Nord-Est sera incorporée aux eaux de la mine Canadian Malartic et donc ultimement à son effluent final. Une étude de l'état initial de la qualité des eaux souterraines ainsi que du taux de percolation et de modélisation de la qualité des eaux du site a été réalisée par Golder (2020a) et est présentée à l'annexe I.

Il n'y aura aucun nouvel effluent final. La gestion des eaux du projet Odyssey sera intégrée à la gestion de l'effluent final existant de la MCM.

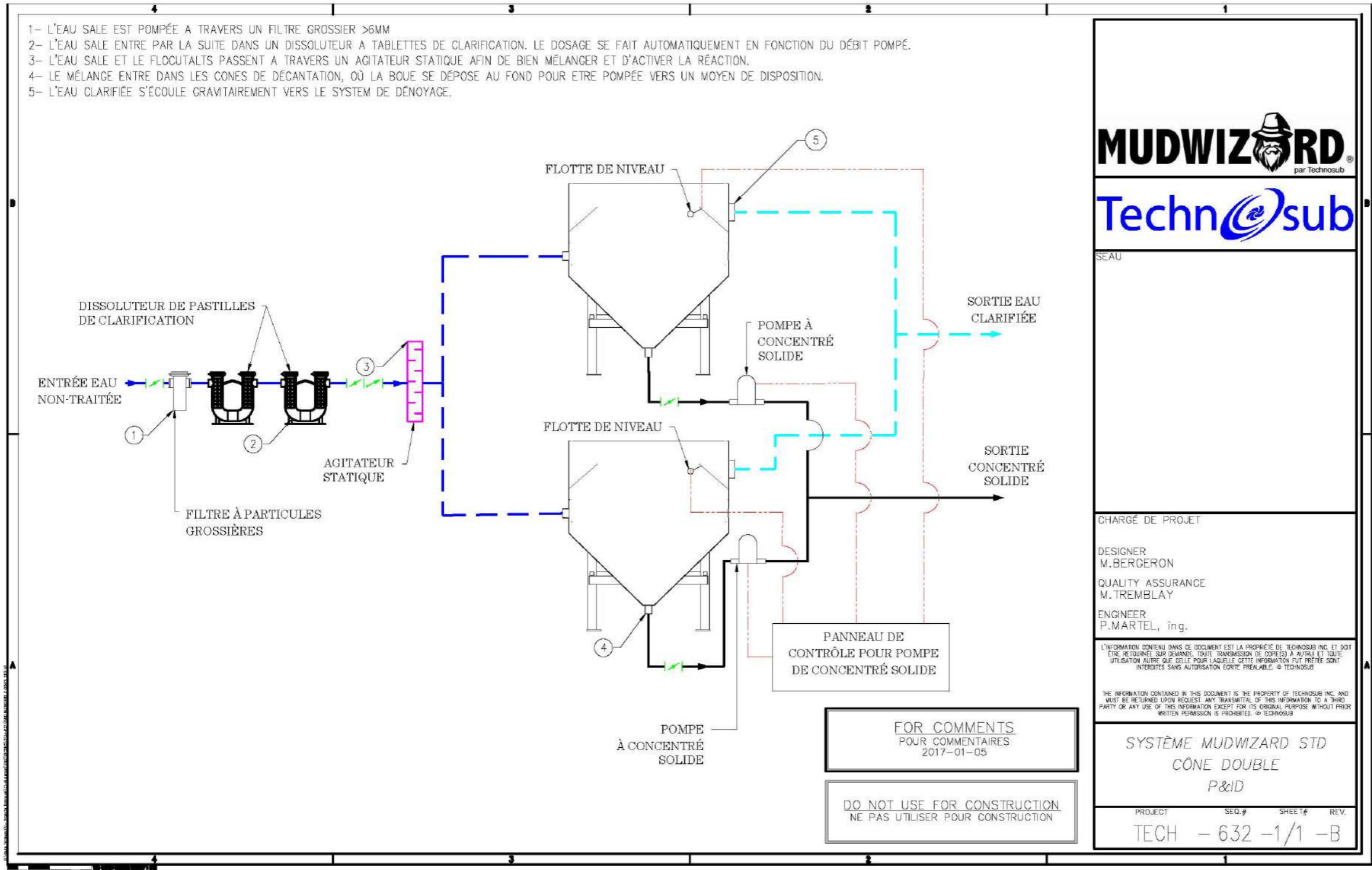


Figure 4-5 Exemple de schéma d'un système de traitement des eaux d'exhaure

4.5 CONCEPTS DE RESTAURATION

Les mesures de protection, de réaménagement et de restauration qui seront appliquées au site minier d'Odyssey incluront la restauration des infrastructures suivantes :

- Les infrastructures routières;
- Les bâtiments de services et administratifs;
- Les aires d'accumulation;
- Les aires de travail et d'entreposage.

À la fin des opérations d'extraction minière, le pompage des eaux de mine cessera et la mine ainsi que la rampe seront lentement ennoyées par la remontée de la nappe phréatique. L'ouverture du portail de la rampe sera fermée à l'aide de stériles miniers. Les ouvertures des monteries de ventilation seront condamnées par une dalle de béton armé.

Tous les bâtiments et toutes les infrastructures qui ne seront pas utiles pour la réalisation du suivi post-fermeture seront transportés hors site ou démantelés par un entrepreneur certifié.

En période post-restauration, un suivi de l'intégrité du portail remblayé ainsi que des dalles de béton recouvrant le puits d'accès et les monteries de ventilation sera effectué annuellement pendant un minimum de cinq ans. De plus, un suivi environnemental visant à vérifier la qualité des eaux souterraines sera réalisé deux fois par an, pour une durée minimale de 10 ans. Un suivi agronomique afin de vérifier la reprise de la végétation sera également réalisé pendant une durée minimale de cinq ans.

Une fois les travaux de restauration réalisés, le suivi des eaux usées minières ne sera pas requis puisqu'il n'y aura pas d'effluent minier déversé dans l'environnement. Seul le suivi post-restauration pour les eaux souterraines sera applicable.

Un document présentant le plan de restauration incluant les coûts est présenté à l'annexe J. L'approbation du MERN sera attendue avant de débiter les travaux.

4.6 EMPLOIS ET INVESTISSEMENTS

EMPLOIS DIRECTS

Le projet Odyssey entraînera la création de nouveaux emplois en ajout aux emplois actuels de la mine. La figure 4-6 montre l'évolution des emplois directs durant la durée de vie du projet Odyssey. Le personnel requis pour la construction (2021 à 2031 inclusivement) se situe entre 150 et 500 (emplois directs, tout quart de métier confondu), alors que l'exploitation du minerai nécessiterait les services d'environ 1 200 à 1 300 personnes au plus fort des activités.

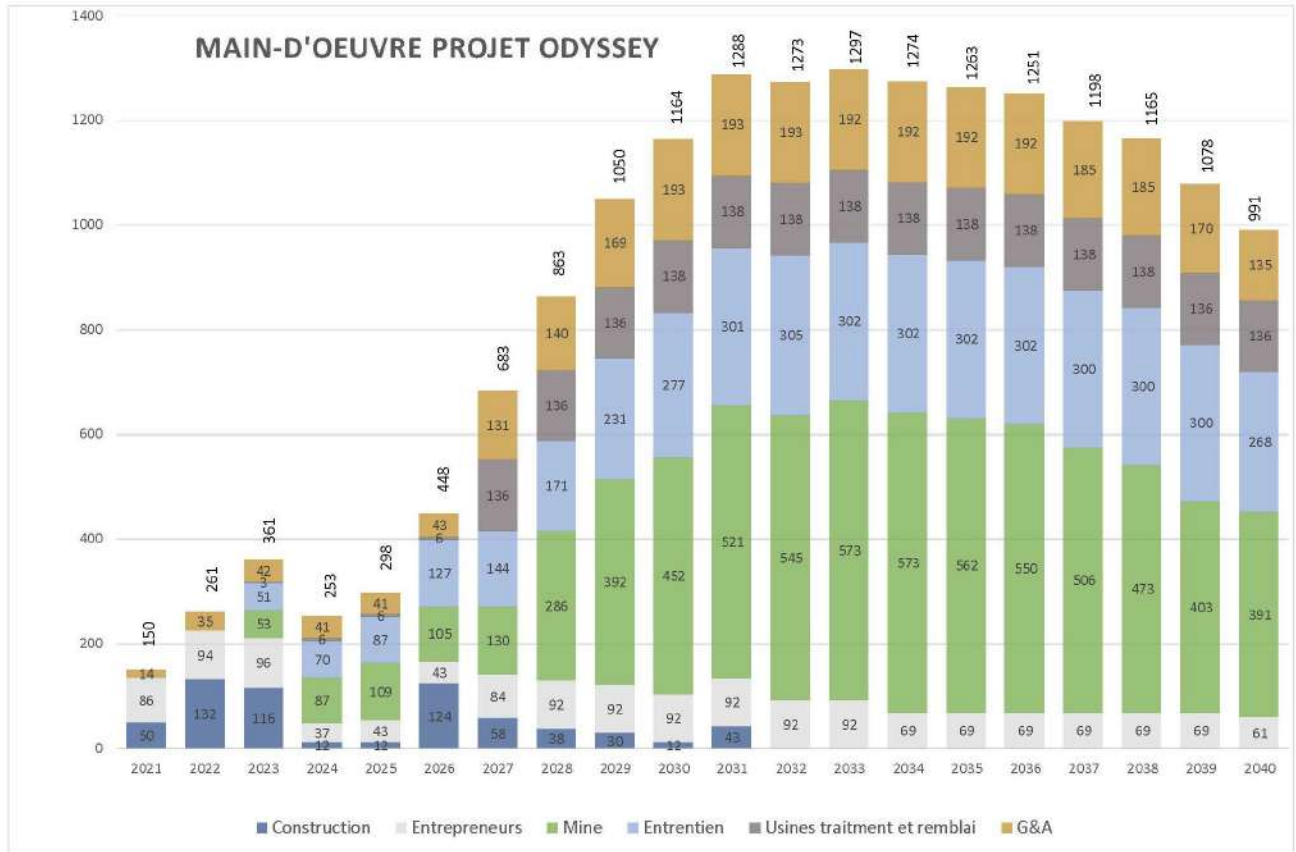


Figure 4-6 Emplois reliés au projet Odysse

EMPLOIS INDIRECTS

D’après le MERN, « les estimations du modèle intersectoriel de l’Institut de la statistique du Québec (« ISQ »), le multiplicateur d’emplois pour le secteur minier serait de 0,9. Ainsi, pour chaque emploi direct créé par le secteur minier, 0,9 emploi indirect est créé »². Considérant les emplois directs créés (durant les cinq années maximales d’emploi), environ 1 137 à 1 167 emplois indirects par an peuvent être estimés.

INVESTISSEMENTS

Les investissements prévus pour le projet Odysse sont estimés à plus de 1 milliard de dollars, en incluant toutes les années prévues, soit jusqu’en 2040. Ces investissements incluent les travaux de construction souterrains et de surface, les équipements mobiles et les installations fixes.

4.7 SÉQUENCE ET ÉCHÉANCIER DE RÉALISATION

La séquence prévue afin de réaliser ce projet est la suivante :

- 2020 à 2021 : Développement de la rampe vers Odysse Sud;
- 2022 à 2027 : Fonçage des puits, construction du chevalement et installation des treuils de production;
- 2023 : Mise en production d’Odysse Sud;

² <https://www.mern.gouv.qc.ca/mines/quebec-mines/2015-04/secteur-minier.asp>

- 2023 : Construction de la première usine de remblai en pâte;
- 2027 : Début de la production de East Gouldie;
- 2028 : Construction de la deuxième usine de remblai en pâte ou agrandissement de la première;
- 2029 : Mise en production de la zone East Malartic 0-600 m.

4.8 DESCRIPTION DES REJETS PRÉVUS

4.8.1 REJETS ATMOSPHÉRIQUES

Les rejets atmosphériques spécifiques au projet Odyssey sont présentés au tableau 4-2.

Tableau 4-2 Liste des rejets atmosphériques

Type de source	Source
Sources fixes	Matières particulaires liées aux dépoussiéreurs des silos de ciment de l'usine de remblai en pâte
	Matières particulaires et gaz de combustion des sorties d'air vicié des installations minières souterraines
Sources diffuses	Matières particulaires liées aux routages des camions de 240 t transportant le minerai et les stériles des installations Odyssey au concasseur primaire et au point de dépôt des stériles
	Matières particulaires liées aux routages des camions de 60 t transportant les matériaux de la mine souterraine via la rampe de la sortie du portail jusqu'aux aires de stockage temporaire
	Matières particulaires liées aux déchargements des camions de 60 t et aux chargements des camions de 240 t

Notes : Comprend les sources spécifiques au projet Odyssey et exclut donc les sources existantes de MCM qui ont déjà été identifiées dans l'EIE 2015. Toutefois, toutes les sources ont été considérées dans la modélisation. Les matières particulaires incluent également les métaux et métalloïdes compris à même ces particules.

Le rapport de modélisation atmosphérique à l'annexe K détaille les différentes sources de rejets atmosphériques.

De plus, dans le cadre du projet, la ventilation de la mine souterraine est effectuée à l'aide de ventilateurs axiaux souterrains. Les cinq points de sorties d'air vicié prévus, incluant la rampe d'accès du secteur Odyssey Sud, sont identifiés comme des sources d'émissions de vapeur d'eau. Considérant les débits d'air impliqués ainsi que la proximité des sources par rapport à la route 117, le potentiel de formation de brouillard et de givre sur la route 117 a été évalué, afin notamment de répondre aux préoccupations du ministère des Transports du Québec (MTQ). Cette étude est présentée à l'annexe L.

4.8.2 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

Un sommaire des émissions de gaz à effet de serre occasionnées par le projet sont présentées au tableau 4-3. Le rapport détaille la méthodologie employée de même que les différentes sources d'émissions de gaz à effet de serre (voir annexe M).

Tableau 4-3 Sommaire des émissions de GES associées au projet

Année	Émissions de GES (tonnes CO ₂ eq)						
	Machinerie	Logistique	Explosifs	Sources fixes	Usine de traitement et sources existantes	Total	Électricité
Construction	22 244	1 800	-	-	exclues	24 044	-
2022	37 363	144	-	1 222	exclues	38 729	0,02
2023	41 667	161	43	3 328	exclues	45 198	0,02
2024	47 247	266	170	3 328	exclues	51 198	12
2025	46 430	263	169	3 895	exclues	50 946	12
2026	49 708	275	169	4 255	exclues	54 596	12
2027	63 206	327	345	7 541	exclues	71 608	12
2028	76 283	698	621	9 184	exclues	86 654	43
2029	80 487	714	860	12 175	13 258	107 363	43
2030	85 532	734	935	12 175	18 617	117 861	43
2031	88 152	744	1 064	13 818	22 178	125 824	43
2032	92 406	760	1 141	13 818	23 094	131 088	43
2033	92 406	760	1 145	13 818	22 268	130 265	43
2034	89 456	749	1 203	13 818	23 733	128 827	43
2035	89 213	748	1 194	13 818	24 833	129 674	43
2036	81 530	718	1 167	13 818	24 296	121 397	43
2037	79 025	709	961	13 818	22 904	117 285	43
2038	69 471	672	757	13 818	17 897	102 482	43
2039	75 862	697	1 037	12 175	21 965	111 603	43
2040	59 380	633	159	12 175	10 429	82 643	43

4.8.3 EAUX D'EXHAURE

Le volume des eaux d'exhaure est tributaire des années d'exploitation. Le volume d'eau à traiter sera au maximum de 5 200 m³/jour (voir annexe E). Les eaux d'exhaure non traitées comprendraient environ 5 % de solides. Elles pourraient être traitées avant le pompage au bassin Nord-Est si nécessaire. Ces eaux, une fois traitées, seront incorporées au système de gestion de l'eau, et donc ultimement, à l'effluent final existant de CMGP. Le mode de gestion de ces eaux a été décrit à la section 4.4.2 ci-haut.

4.8.4 EAUX USÉES DOMESTIQUES

En fonction du nombre de travailleurs prévus, la charge à traiter estimée est la suivante :

- DBO₅ de 250 mg/L;
- MES de 300 mg/L;
- NTK de 50 mg/L;
- Phosphore total de 10 mg/L.

Les eaux usées seront dirigées vers une fosse septique et les performances épuratoires à considérer sont de :

- 30 % d'enlèvement sur la demande biologique en oxygène (DBO₅ totale);
- 60 % d'enlèvement sur les matières en suspensions (MES).

Le bassin d'égalisation permettra de tamponner les pointes journalières d'eaux usées à l'affluent et de régulariser le débit transféré aux Biofiltres Ecoflo Coco. À la fin du cycle de traitement, les exigences environnementales de rejet demandées par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MELCC) suivantes seront respectées :

- DBO₅ de ≤ 15 mg/L;
- MES de ≤ 15 mg/L;
- Coliformes fécaux de 50 000 UFC/100 ml.

4.9 INFRASTRUCTURES CONNEXES

Il est estimé que la consommation journalière en énergie sur la durée de vie du projet sera d'environ 24 à 286 MW. Elle augmentera graduellement selon l'avancement du projet, pour atteindre le maximum en consommation d'énergie électrique en 2032. Afin d'assurer un apport suffisant en électricité, un nouveau poste de transformateurs sera ajouté sur le site et aura une capacité d'environ 120 kV. Pour sa réalisation le projet Odyssey nécessite des infrastructures complémentaires. En effet, l'approvisionnement en électricité sera assuré par une ligne aérienne reliée au poste de transformation de la mine Canadian Malartic, d'une longueur approximative de 10 km (voir la carte 4-1).

Le projet Odyssey nécessite également l'aménagement d'un nouvel accès à la route 117 et d'une voie de virage à gauche pour permettre un accès sécuritaire au site Odyssey et ce, en fonction de l'augmentation des débits qu'engendrera le projet.

Ces deux infrastructures sont traitées au chapitre 11.

5 RÉVISION DES IMPACTS

Les impacts appréhendés dans le cadre du projet d'Extension ont été évalués dans l'ÉIE déposée en 2015 auprès du MDDELCC, et mis à jour en 2018 pour le projet Odyssey. La méthodologie y était présentée ainsi que l'évaluation de l'importance des impacts sur les milieux physiques, biologique et humain.

La détermination des impacts du projet Odyssey s'effectue au moyen d'une grille mettant en relation les sources d'impact et les composantes environnementales (voir tableau 5-1). La grille présente les éléments qui sont modifiés par rapport à l'ÉIE de 2015. L'exercice permet d'identifier les composantes environnementales susceptibles d'être touchées par les nouvelles installations ou les activités projetées par rapport au projet d'Extension. Chaque case de la grille indique la composante du projet susceptible d'avoir un impact potentiel sur le milieu.

Il est à noter qu'aucune mise à jour des impacts sur le milieu biologique n'est requise puisque l'empreinte du projet actuel de l'extension de la mine visée par la dernière étude d'impact environnemental couvre la zone East Malartic du projet Odyssey. Cette section présente une évaluation par composantes, telle que présentée en 2015 et 2018. Cette évaluation permet de faciliter la comparaison entre le projet d'origine et le projet d'extension. Les impacts potentiels du projet ont également été évalués par l'approche par enjeux tel que requis depuis 2017 (voir la section 6).

5.1 PRÉSENTATION DE L'ÉVALUATION DES IMPACTS

Pour chaque composante environnementale analysée et pour chaque phase du projet Odyssey applicable, l'évaluation est présentée comme suit :

- déclaration de l'impact;
- source(s) de l'impact;
- élément(s) de conception permettant de limiter l'impact, s'il y a lieu;
- mesure(s) d'atténuation ou de bonification;
- mesure(s) de compensation, s'il y a lieu;
- description détaillée de l'impact;
- évaluation de l'impact, si la nature de l'impact est négative;
- tableau synthèse de l'évaluation, si la nature de l'impact est négative.

Le détail de la méthodologie de l'évaluation des impacts est présenté à l'annexe N.

Tableau 5-1 Grille d'interrelation des impacts potentiels

Phase	Source d'impact	Composantes du milieu																				
		Milieu physique						Milieu biologique	Milieu humain													
		Sol	Régime hydrologique	Eau souterraine	Eau de surface et sédiments	Atmosphère	Gaz à effet serre (GES)		Ambiance sonore	Vibrations	Aménagement du territoire	Utilisation du territoire	Circulation et sécurité	Économie locale et régionale	Infrastructures et services	Patrimoine archéologique	Qualité de vie	Paysage				
Construction	Préparation du terrain																					
	Installation et présence du chantier																					
	Installation des infrastructures																					
	Travaux en milieux humides																					
	Gestion des matières résiduelles et dangereuses																					
	Transport et circulation																					
	Utilisation et entretien des équipements																					
	Achat de biens, de services et de matériaux																					
	Main-d'œuvre																					
Exploitation	Présence et exploitation des mines souterraines																					
	Gestion du minerai et des stériles																					
	Gestion des eaux																					
	Gestion des matières résiduelles et dangereuses																					
	Présence des infrastructures permanentes																					
	Transport et circulation																					
	Utilisation et entretiens des équipements																					
	Achat de biens et de matériaux																					
	Main-d'œuvre																					
Fermeture	Démantèlement des équipements																					
	Restauration finale du site																					
	Transport et circulation																					
	Utilisation et entretien des équipements																					
	Achat de biens, de services et de matériaux																					
	Main-d'œuvre																					
	Vestiges du site																					

Note : les cases en orangé représentent les éléments modifiés de l'ÉIE de 2015.

5.2 IMPACTS SUR LE MILIEU PHYSIQUE

5.2.1 VIBRATIONS

5.2.1.1 PHASE CONSTRUCTION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Augmentation de la fréquence des sautages et donc de la fréquence des épisodes de vibrations pendant la durée du chantier de construction, principalement liée à la mise en place de la rampe d'accès et des monteries de ventilation et puits d'extraction.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Préparation du terrain et organisation du chantier.
- Infrastructures : sautages reliés à la construction des installations minières (rampe d'accès, monteries et puits).

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

C'est la construction de la rampe, des monteries de ventilation et du puits qui est la source principale des vibrations dans le secteur. Les travaux pourront être effectués 24h/24 et utiliseront de petites quantités d'explosifs. Des vibrations au-delà des normes peuvent engendrer des dommages aux structures.

Un suivi et une révision des plans de sautage pour les travaux de dynamitage visant à la construction du portail de la rampe ont été réalisés avant le début des travaux en juillet 2020. L'analyse de ceux-ci a permis de confirmer la conformité du plan de l'entrepreneur. En considérant la distance de la zone de sautage par rapport à la route 117, soit de l'ordre de 200 m, combinée à la séquence prévue de mise à feu, aucun problème de vibrations de sautage n'était anticipé à la route 117. De plus, les vibrations étaient également conformes pour les résidents de Malartic et du chemin des Merles.

En ce qui concerne le fonçage du puits, une analyse des estimations de sautage a permis de confirmer que les vibrations maximales anticipées aux résidences les plus rapprochées à la municipalité de Malartic et au chemin des Merles devraient demeurer inférieures à 0,5 mm/s, soit pratiquement imperceptibles pour les résidents (voir annexe O, tableau 5-2 ci-dessous). Cette étude considère également la présence de la route 117 puisque des conduits de gaz naturel de la compagnie Energir sont enfouis le long de la route. La vibration maximale estimée à cette structure est de 2,71 mm/s, donc très faible et des plus sécuritaires. Les vibrations de sautage estimées, telles que présentées, respectent le document de référence fournissant les directives sécuritaires pour les infrastructures souterraines et développé par les grands propriétaires d'infrastructures souterraines : Directives pour les travaux à proximité de nos infrastructures souterraines (Info-excavation, 2020)³.

³ Info-Excavation, 2020. *Directives pour les travaux à proximité de nos infrastructures souterraines*. Document développé par Energir, Gazifère, Commission des services électrique de Montréal, Hydro-Québec, Bell, Videotron et Telus. Version 1. Avril 2020.

Tableau 5-2 Estimations des vibrations occasionnées par le fonçage du puits principal

Charge max./délai = 78,0 kg				
Localisation	Distance min. (m)	Scénario 1 K = 173 $\eta = -1.09$ (mm/s)	Scénario 2 K = 26 $\eta = -0.68$ (mm/s)	Scénario 3 K = 81,6 $\eta = -0.93$ (mm/s)
Route 117	400	2,71	1,94	2,35
Maisons Malartic	3 442	0,26	0,45	0,43
Maisons chemin des Merles	4 025	0,22	0,40	0,27

Pour ce qui est du sautage de la rampe d'accès, une analyse des estimations de sautage a permis de confirmer que les vibrations maximales anticipées aux résidences les plus rapprochées à la municipalité de Malartic (entre 0,40 et 0,59 mm/sec) et au chemin des Merles (entre 0,20 et 0,38 mm/s) sont faibles et n'auront aucun impact sur les structures les plus rapprochées des zones de sautage (voir l'annexe P, tableau 5-3 ci-dessous).

Cette étude considère également la présence de la route 117, puisque des conduits de gaz naturel de la compagnie Énergir sont enfouis le long de la route. La vibration maximale estimée à 12,72 mm/sec demeure conforme et sécuritaire pour ces installations. Les vibrations de sautage estimées, telles que présentées, respectent le document de référence fournissant les directives sécuritaires pour les infrastructures souterraines et développé par les grands propriétaires d'infrastructures souterraines : Directives pour les travaux à proximité de nos infrastructures souterraines (Info-excavation, 2020)

Tableau 5-3 Estimation des vibrations occasionnées par le sautage pour la rampe d'accès

Charge max./délai = 39,5 kg				
Localisation	Distance min. (m)	Scénario 1 K = 173 $\eta = -1.09$ (mm/sec)	Scénario 2 K = 26 $\eta = -0.68$ (mm/sec)	Scénario 3 K = 81,6 $\eta = -0.93$ (mm/sec)
Route 117	200	3,98	2,47	3,27
Maisons Malartic	1 643	0,40	0,59	0,46
Maisons chemin des Merles	3 172	0,20	0,38	0,25

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'intensité de cet impact est faible, puisque les niveaux de vibrations appréhendés sont minimes. Par ailleurs, comme les ondes générées par le sautage peuvent être transmises sur des distances limitées (le puits principal étant situé à plus de 3 km de la maison la plus près à Malartic et à plus de 4 km du chemin des Merles, et la rampe d'accès à plus de 1,5 km de la maison la plus près à Malartic et à plus de 3 km du chemin des Merles), l'étendue de cet impact sera locale. Quant à la durée de l'impact, elle sera courte, car les sautages ne seront requis que pour la période de construction. L'importance de l'impact des vibrations en phase de construction est mineure. Enfin, la probabilité d'occurrence de l'impact est faible, puisque les risques de projection sont éliminés pour les sautages souterrains et que les risques de dommage aux structures sont limités avec le respect de la Directive 019.

Impact des vibrations en phase construction		
Intensité	Faible	Importance → Mineure
Étendue	Locale	
Durée	Courte	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.2.1.2 PHASE EXPLOITATION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Augmentation de la fréquence des sautages par rapport à la situation actuelle et de la fréquence des épisodes de vibrations pendant la durée de l'exploitation de la mine souterraine.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

Sautages reliés au développement (pour l'avancement des galeries) et à la production lors de l'exploitation de la mine souterraine.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Les mesures d'atténuation suivantes devront être appliquées, soit :

- mettre en place des procédures d'assurance-qualité pour les méthodes et pratiques des activités de sautage;
- optimiser les patrons de sautage;
- respecter les charges maximales de manière à se conformer aux critères de la Directive 019;
- continuer le suivi des sismographes positionnés dans la ville de Malartic.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

L'évaluation de l'impact des vibrations se décline principalement en termes de dommages anticipés sur les structures ou d'inconvénients.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

La Directive 019 spécifie les limites des vibrations à respecter, soit (extrait de la directive) :

- entre 0 et 100 m de profondeur d'exploitation; les vitesses maximales des vibrations permises au sol dues aux opérations de sautage et enregistrées au point d'impact sont indiquées au tableau 5-4;
- lorsque l'exploitation d'une telle mine atteint une profondeur de 100 m, la vitesse maximale des vibrations permises au sol dues aux opérations de sautage et enregistrées au point d'impact ne peut excéder 12,7 mm/s;
- les sautages effectués entre 19 h et 7 h doivent l'être à heure fixe et l'exploitant doit en aviser la population concernée, située à moins de 1 km d'une telle mine, de même que de tout changement dans l'horaire des sautages.

Tableau 5-4 Vitesses maximales permises en fonction des fréquences de vibrations au sol dans les cas où les habitations sont situées à moins de 1 km de la mine souterraine

Fréquence des vibrations au sol (Hertz)	Vitesse maximale permise (mm/s)
Fréquence ≤ 15	12,7
$15 < \text{fréquence} \leq 20$	19,0
$20 < \text{fréquence} \leq 25$	23,0
Fréquence > 25	25,0

Il y aura en général deux types de sautages pour la mine souterraine : de développement et de production.

- 1 Sautage de développement (environ 380 t de roches par sautage en moyenne) :

- Les sautages de développement servent essentiellement à l'avancée des galeries souterraines et permettent l'accès aux zones minéralisées. Ces sautages sont moins importants en termes de quantité d'explosif et de tonnage rocheux.
- Les sautages de développement pourront être effectués 24h/24. Les sautages (quatre à huit par jour en moyenne) seront regroupés (un à la suite de l'autre ou en même temps), mais il se peut qu'occasionnellement, certains soient discontinus. Un sautage de développement dure en moyenne de huit à dix secondes.
- On estime qu'ils seront peu perceptibles pour les plus proches résidents de la ville de Malartic (entre 0,40 et 0,59 mm/s) localisés à 1 643 m de la mine souterraine. Ces sautages seront imperceptibles pour les résidents du chemin des Merles (0,20 à 0,38 mm/s), l'habitation la plus près étant localisée à 3 172 m. Les charges sont habituellement limitées à environ 39,5 kg par délai pour ce type de sautage. Les sautages simulés dans la note technique (annexe P) sont représentatifs de tous les sautages de développement.
- Les vibrations estimées varient entre 2,47 et 3,98 mm/s pour la route 117 et ne constituent pas un enjeu.

2 Sautage de production (3 000-40 000 t de roches par sautage en moyenne) :

- Les sautages de production permettent la récupération des zones minéralisées. Les estimations des vibrations (voir annexe P) indiquent que ces sautages seront faiblement perceptibles pour les plus proches résidents de la ville de Malartic et du chemin des Merles, localisés respectivement à 1 460 m et 3 063 m de la mine souterraine. Les charges seront limitées à 800 kg d'explosif par délai.
- Les sautages de production (un à trois par jour en moyenne) seront effectués entre 17 h et 19 h, ils seront regroupés (l'un à la suite de l'autre ou en même temps), mais il se peut qu'occasionnellement, certains soient discontinus. Ce type de sautage dure en moyenne de 5 à 15 secondes.
- Une évaluation des vibrations a été effectuée et est présentée à l'annexe P. Les valeurs estimées indiquent que les vibrations seraient légèrement perceptibles pour les résidents de Malartic (entre 1,78 et 2,35 mm/s) et du chemin des Merles (entre 1,05 et 1,08 mm/s).
- Les vibrations estimées varient entre 5,10 et 12,72 mm/s au niveau de la route 117. La vibration maximale estimée à 12,72 mm/s demeure conforme et sécuritaire pour ces installations. Les vibrations de sautage estimées, telles que présentées, respectent les Directives établies dans le guide des travaux de la compagnie Energir.

Le respect de la Directive 019 permet de statuer que l'intensité de cet impact est faible, puisque le risque appréhendé à l'égard des dommages aux structures est minime en fonction des estimations effectuées. Bien que l'étude des sautages ne soit pas une science exacte, elle dépend beaucoup de l'expérience et des moyens dont dispose le personnel impliqué dans les opérations. Les estimations tiennent compte de la réalité de la géotechnique locale apprise au cours des sautages effectués depuis plusieurs années dans la fosse. Par ailleurs, comme les ondes générées par le sautage peuvent être transmises sur des distances limitées, l'étendue de cet impact sera locale. Quant à la durée de l'impact, elle est considérée comme longue puisqu'il s'agit de toute la durée de l'exploitation du projet Odyssey. Avec toutes les mesures préconisées visant à réduire les vibrations, l'importance de l'impact des vibrations en phase exploitation est moyenne. Enfin, la probabilité d'occurrence de l'impact est faible puisque les risques de dommage aux structures sont limités avec le respect de la Directive 019.

Impact des vibrations en phase exploitation		
Intensité	Faible	Importance → Moyenne
Étendue	Locale	
Durée	Longue	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.2.2 QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

5.2.2.1 PHASE CONSTRUCTION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification de la qualité de l'atmosphère (émissions de particules totales et fines, de NOx, etc.).

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Préparation du terrain;
- Installation et présence du chantier;
- Installation des infrastructures temporaires et permanentes;
- Transport et circulation;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

Pour l'aménagement des nouvelles installations de la mine souterraine, le transport des matériaux se fera en grande partie à partir de différents sites situés sur la propriété ou quelquefois par accès direct à partir de la route 117. Ainsi, les émissions dues à la circulation et au transport de matériel seront générées principalement dans les limites de propriété; elles seront donc minimales à l'intérieur du noyau urbain de Malartic.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Outre les éléments de conception identifiés ci-dessus permettant de limiter l'impact, les mesures d'atténuation suivantes devront être appliquées :

- Arroser régulièrement les zones de travail afin d'éviter une remise en suspension et l'émission de matières particulaires, que ce soit pour les différents chantiers, les zones de sautages (pour la rampe), lors du déplacement des matelas pare-éclats (pour la rampe), lors des opérations de chargement/déchargement ou encore lors des déplacements sur le réseau de chemins de la mine;
- S'assurer que les systèmes d'échappement des véhicules et de la machinerie utilisés sont en bonne condition afin de minimiser les émissions de contaminants dans l'air et de s'assurer qu'il en va de même avec les systèmes de dépoussiérage pour les équipements et machines qui en sont munis;
- Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti afin de réduire les perturbations par les gaz d'échappement, la fumée, les matières particulaires ou tout autre contaminant susceptible de provenir de la machinerie;
- Limiter la vitesse de circulation des véhicules pendant les travaux de construction.

Ces mesures visent à minimiser l'apport de particules fines dans l'air ambiant et l'émission de GES lors des activités de construction. Dans l'ensemble, il s'agit de mesures courantes faisant partie des activités quotidiennes à la mine (arrosage/traitement contre les matières particulaires sur les routes, bonne condition des systèmes d'échappement, optimisation de la localisation des amoncellements d'agrégats, pierre ou autre matière, limitation de vitesse de circulation, interdiction de brûlage des résidus de coupe forestière, etc.)

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT RÉSIDUEL SUR LA QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

La circulation des camions, le déchargement des matériaux et le déploiement des équipements seront des sources de dispersion de matières particulaires et de contaminants dans l'air ambiant pendant les travaux sur les installations minières.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'impact lié aux matières particulaires et aux autres nuisances associées à la qualité de l'atmosphère pendant la construction (rampe d'accès, haldes temporaires, installations, chevalement et puits) est jugé de faible intensité, considérant l'éloignement des activités prévues par rapport aux résidences les plus proches. L'étendue peut être considérée comme locale étant donné la distance importante entre les installations et le secteur résidentiel de Malartic. En outre, les secteurs en question pourront varier avec le temps d'une journée à l'autre puisque les perturbations dépendront inévitablement des vents. La durée de cet impact est tout de même moyenne puisque la préparation des installations pourrait s'étaler sur quelques années. L'impact sur la qualité de l'atmosphère en phase construction est donc jugé d'importance mineure. Sa probabilité d'occurrence est faible étant donné l'éloignement des installations du noyau urbain.

Impact sur la qualité de l'atmosphère en phase construction		
Intensité	Faible	Importance → Mineure
Étendue	Locale	
Durée	Moyenne	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.2.2.2 PHASE EXPLOITATION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification de la qualité de l'atmosphère (émissions de particules totales et fines, de Nox, etc.).

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Exploitation de la mine souterraine;
- Gestion du minerai et des stériles;
- Transport et circulation;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

Le fait d'opérer une mine souterraine limite les émissions à l'atmosphère pouvant être transportées par le vent. De plus, la majorité des déplacements des camions se fait de manière souterraine dans un milieu hautement humide, ce qui limite davantage les émissions de matières particulaires.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Pour les activités ayant lieu à l'extérieur de la mine souterraine (camions sortant de la rampe, transport du minerai des installations Odyssey vers le concasseur), les mesures d'atténuation suivantes devront être appliquées :

- Arroser régulièrement les zones de travail afin d'éviter une remise en suspension et l'émission de matières particulaires lors des opérations de chargement/déchargement ou encore lors des déplacements sur le réseau de chemins de la mine. De plus, CMGP s'engage à maintenir minimalement une intensité d'arrosage de la même envergure que pour ses opérations actuelles, et ce, pour la durée complète du projet Odyssey. En cas de dépassement appréhendé des normes de particules, l'intensité d'arrosage sera augmentée, ou encore des mesures d'atténuation additionnelles seront appliquées, telles qu'actuellement pratiquées aux opérations minières (réduction de la vitesse de la machinerie, ciblage des opérations, arrêt des équipements de production);
- S'assurer que les systèmes d'échappement des véhicules et de la machinerie utilisés soient en bonne condition afin de minimiser les émissions de contaminants dans l'air, et s'assurer qu'il en va de même avec les systèmes de dépoussiérage pour les équipements et machines qui en sont munis;

- Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti afin de réduire les perturbations par les gaz d'échappement, la fumée, les matières particulaires ou tout autre contaminant susceptible de provenir de la machinerie;
- Maintenir le programme de gestion adaptative des opérations, soutenu par le suivi de la qualité de l'air effectué dans la ville de Malartic afin d'assurer un respect des normes de la qualité de l'air.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT RÉSIDUEL SUR LA QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

L'impact en phase d'exploitation du projet Odyssey a été déterminé d'abord par une nouvelle modélisation de la dispersion atmosphérique par rapport à celle qui avait été réalisée en 2018 pour le projet Odyssey. L'étude sectorielle détaillant tous les aspects de cette modélisation est joint intégralement à l'annexe K. La modélisation effectuée considère toutes les composantes propres au projet Odyssey, conjointement aux opérations déjà existantes à la mine pour les périodes où les activités ont le potentiel d'avoir le plus d'impact. Il s'agit donc d'une évaluation globale et complète de la situation en regard des émissions possibles au site et visant à documenter la portée géographique et l'ampleur des rejets atmosphériques en vérifiant leur conformité par rapport à la réglementation applicable qui est celle du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA).

Tel que requis, la démarche de modélisation préconisée s'appuie sur la méthodologie du Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique et le Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers du MELCC. L'étude s'appuie également sur les informations fournies par CMGP et les ingénieurs responsables de la conception du projet Odyssey.

L'approche exigée par la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MELCC pour la modélisation de la dispersion atmosphérique est basée sur l'utilisation du logiciel météorologique diagnostique AERMET (version 19191) et du modèle de dispersion AERMOD (version 19191). Ces modèles sont approuvés par le MELCC et font partie des programmes informatiques recommandés par la Direction du suivi de l'état de l'environnement de ce ministère pour la modélisation de la dispersion atmosphérique de composés particulaires et gazeux. Le modèle de dispersion AERMOD traite les émissions de sources ponctuelle, surfacique ou volumique, et ce, tant en milieu urbain que rural. Toutes ses caractéristiques de même que les données ayant servi au paramétrage du modèle sont fournies dans l'étude sectorielle de l'annexe K, dont celles qui se rapportent au module AERMET pour la préparation des données météorologiques. La station météorologique représentative la plus proche du site se trouve à la station d'Environnement Canada de l'aéroport de Val-d'Or, située à environ 25 km au sud-est du site du projet visé par cette étude. Après l'analyse des données météorologiques disponibles à cette station, les cinq années de données retenues sont de 2015 à 2019.

L'étude propose la caractérisation des situations maximisant l'impact sur la qualité de l'air. Deux situations ont été retenues, soit l'année où l'exploitation combinée des installations actuelles de MCM conjointement au projet Odyssey est maximale (scénario 1, année 2024) et l'année où l'exploitation du projet Odyssey est maximale (scénario 2, année 2035), survenant à la suite de la fin de l'exploitation des fosses à ciel ouvert actuelles. Une description détaillée de la justification du choix des scénarios est donnée à la section 3.3 de l'étude sectorielle de l'annexe K.

Il est important de rappeler que CMGP a en place un programme de surveillance de la qualité de l'atmosphère qui inclut un suivi des particules totales et des particules fines (PM_{2,5}) à ses stations A1, A2 et A3, situées dans la ville de Malartic. Les résultats obtenus, pour la période de janvier 2019 à septembre 2020, sont présentés à la section 8 de l'étude sectorielle de l'annexe K. Le résultat de ce suivi montre un respect des normes de particules en tout temps, à l'exception de deux événements qui n'ont pas été attribués aux opérations de la mine. Ceci démontre que CMGP est en mesure d'opérer la mine tout en respectant les normes de qualité de l'atmosphère de particules.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'impact associé aux matières particulaires et aux autres nuisances associées à la qualité de l'atmosphère pendant l'exploitation est jugé de faible intensité. En effet, pour les opérations de surfaces similaires aux activités actuelles de la mine, les résultats du suivi de la qualité de l'atmosphères obtenus au cours des dernières années montrent le respect des normes de qualité de l'atmosphère par l'application de la gestion adaptative des opérations minières. De plus, les sources additionnelles du projet Odyssey sont situées loin des récepteurs sensibles, dont le secteur résidentiel de Malartic. L'étendue peut être considérée comme locale étant donné la distance importante entre les

installations et le secteur résidentiel de Malartic. En outre, les secteurs en question pourront varier avec le temps d'une journée à l'autre puisque les perturbations dépendront inévitablement des vents. La durée de cet impact est longue (tout le projet). L'impact sur la qualité de l'atmosphère en phase exploitation est donc jugé d'importance moyenne. Sa probabilité d'occurrence est faible étant donné l'éloignement des installations du noyau urbain.

Impact sur la qualité de l'atmosphère en phase exploitation		
Intensité	Faible	Importance → Moyenne
Étendue	Locale	
Durée	Longue	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.2.3 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

5.2.3.1 PHASE DE CONSTRUCTION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES).

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Combustion du diesel par la machinerie;
- Transport des matériaux et consommables de construction.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Les méthodes et pratiques suivantes seront mises de l'avant pour minimiser les émissions de GES en construction :

- L'utilisation d'équipements motorisés en bon état de fonctionnement. Selon l'agence américaine de l'énergie, des économies d'énergie de l'ordre de 5 à 20 % sont atteignables sans investissement majeurs par le biais de mesures de maintenance. Sous l'hypothèse d'économie d'énergie de 10 %, ceci se traduirait par des réductions d'émissions annuelle de GES de 7 000 tonnes de CO₂eq en exploitation par rapport aux émissions moyennes de 71 ktonnes de CO₂eq associées à la machinerie;
- L'entretien préventif des équipements de production et des systèmes de combustion.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT RÉSIDUEL SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE

Un sommaire des émissions de gaz à effet de serre occasionnées par le projet est présenté à la section 4.8.2 de même que dans l'étude sectorielle (annexe M). En phase de construction, ces émissions sont de l'ordre de 24 044 tonnes de CO₂eq sur une période de trois ans.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'impact associé aux émissions de gaz à effet de serre pendant la construction est jugé de faible intensité, considérant les faibles émissions et la présence de mesures d'atténuation et de bonification. L'étendue est régionale puisque les sources des émissions considérées concernent également des sources indirectes d'émission (ex : transport des intrants vers le Projet Odyssey). La durée de l'impact est moyenne puisqu'elle s'étendra sur quelques années. L'impact sur les émissions de GES en phase de construction est donc jugé d'importance moyenne. Sa probabilité d'occurrence est élevée, en raison du lien direct entre l'utilisation de combustibles fossiles et la génération de GES.

Impact sur les émissions de gaz à effet de serre en phase construction		
Intensité	Faible	Importance → Moyenne
Étendue	Régionale	
Durée	Moyenne	
Probabilité d'occurrence : Élevée		

5.2.3.2 PHASE D'EXPLOITATION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES).

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- L'utilisation du gaz naturel comme combustible pour le chauffage de l'air de ventilation et le chauffage des bâtiments et infrastructures de surface;
- La combustion du diesel par la machinerie et les véhicules hors route utilisés sur le site pour réaliser les activités d'exploitation;
- L'énergie électrique consommée par les installations;
- L'utilisation des explosifs dans les activités d'extraction;
- Le transport des matériaux et des consommables durant l'exploitation.

Les émissions indirectes associées à l'utilisation de l'énergie électrique ont été estimées à titre indicatif.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Les méthodes et pratiques suivantes seront mises de l'avant pour minimiser les émissions de GES en exploitation :

- L'utilisation d'équipements motorisés en bon état de fonctionnement. Selon l'agence américaine de l'énergie (Department of Energy, 2002), des économies d'énergie de 5 à 20 % sont atteignables sans investissements majeurs par le biais de mesures de maintenance. Sous l'hypothèse d'économie d'énergie de 10 %, ceci se traduirait par des réductions d'émissions annuelles potentielles de GES de 7 ktonnes de CO₂eq en exploitation par rapport aux émissions moyennes de 71 ktonnes de CO₂eq associées à la machinerie;
- L'entretien préventif des équipements de production et des systèmes de combustion;
- Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti. La marche au ralenti du moteur est également un facteur de consommation de carburant important sur lequel le conducteur a un contrôle direct. Le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE) estime que l'écoconduite représente un potentiel d'économie de carburant d'environ 10 % lorsqu'elle est pratiquée de façon assidue. Ceci se traduirait par des réductions d'émissions annuelles de GES de 7 ktonnes de CO₂eq en exploitation par rapport aux émissions moyennes de 71 ktonnes de CO₂eq associées à la machinerie;
- Électrification et automatisation :
 - CMGP étudie la faisabilité de l'électrification de certains équipements et reconnaît que les véhicules électriques offrent des avantages, notamment la diminution des émissions de GES, la réduction des besoins de ventilation souterraine, une consommation moindre en carburant et huiles, une maintenance réduite, etc.;
 - Si le projet est autorisé, l'acquisition des premiers équipements de la flotte d'équipements électriques de production se fera vers la fin de la deuxième année du projet. Les avancées dans le domaine de l'électrification des équipements miniers sont constantes. CMGP se tient au fait de l'évolution technologique et continuera de considérer la possibilité d'acquérir, voire même de privilégier certains équipements s'ils offrent les capacités requises. Si un équipement est équivalent en termes de sécurité, de

performance et de coûts, alors l'équipement électrique sera favorisé. D'ailleurs, dans la flotte sélectionnée pour les travaux de la rampe d'exploration, on compte déjà un véhicule de service électrique;

- Actuellement, les projections de l'ingénierie préliminaire du réseau électrique du projet souterrain tiennent compte des structures requises pour permettre le déploiement d'une flotte d'équipements électriques. Elles prévoient également l'extension du réseau télécom de communication de données pour maximiser les opportunités d'automatisation et de télé opération des activités sous terre;
- Les bénéfices d'une telle structure d'électrification et d'automatisation se répercutent non seulement sur les performances d'opération en optimisant l'utilisation des équipements, mais également sur la santé et la sécurité des travailleurs. Ils permettent entre autres le travail depuis la surface en environnement contrôlé.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT RÉSIDUEL SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE

Un sommaire des émissions de gaz à effet de serre occasionnées par le projet est présenté à la section 4.8.2 de même que dans l'étude sectorielle (annexe M). Les activités liées à l'exploitation annuelle du projet produiront en moyenne 95 Kt de CO₂eq/an et un maximum de 130 Kt de CO₂eq en 2033. Ces émissions représentent 0,4 % des émissions provenant du secteur industriel et 0,1 % des émissions totales à l'échelle provinciale. À l'échelle fédérale, les émissions annuelles provenant des activités du projet représentent 0,01 % des émissions totales. L'apport des émissions indirectes liées à l'exploitation du projet est donc faible.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'impact associé aux émissions de gaz à effet de serre pendant l'exploitation est jugé de faible intensité, considérant la présence de mesure d'atténuation et de bonification. L'étendue est régionale puisque les sources des émissions considérées concernent également des sources indirectes d'émission (ex : transport des intrants vers le projet Odyssey). La durée de l'impact est longue puisqu'elle s'étendra sur toute la durée du projet. L'impact sur les émissions de GES en phase exploitation est donc jugé d'importance moyenne. Sa probabilité d'occurrence est élevée, en raison du lien direct entre l'utilisation de combustibles fossiles et la génération de GES.

Impact sur les gaz à effet de serre en phase d'exploitation		
Intensité	Faible	Importance → Moyenne
Étendue	Régionale	
Durée	Longue	
Probabilité d'occurrence : Élevée		

5.2.4 AMBIANCE SONORE

5.2.4.1 PHASE CONSTRUCTION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification de l'ambiance sonore.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Installation et présence du chantier;
- Préparation du terrain;
- Installation des infrastructures temporaires et permanentes;
- Transport et circulation;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

La distance entre les installations et les zones résidentielles est l'élément qui permet de limiter l'impact.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Outre les éléments de conception identifiés ci-dessus permettant de limiter l'impact, les mesures d'atténuation suivantes devront être appliquées :

- Développer et appliquer un programme de contrôle de bruit spécifiquement pour tous les travaux de construction;
- S'assurer que les équipements à moteur (camions, chargeurs, bouteurs, rouleaux compresseurs, rétrocaveuses, etc.) sont munis de silencieux performants et en bon état.

Ces mesures d'atténuation visent à limiter la propagation sonore, notamment par le respect des horaires de travail et le respect d'une bonne performance acoustique des équipements.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

L'impact des travaux de décapage, de construction de la rampe et d'installation des équipements produira des nuisances sonores mais, en raison de la distance entre la localisation des travaux et le noyau urbain de Malartic, l'impact devrait s'avérer négligeable. Il est à noter qu'en parallèle à l'exploitation, des activités de construction du projet Odyssey seront présentes durant certaines années. Ces activités ne sont pas intégrées aux trois années simulées, étant donné que le bruit émis par celles-ci est très faible comparativement au bruit d'exploitation émis par MCM dans son ensemble.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'intensité de l'impact est considérée faible puisque la distance entre la construction du projet Odyssey et la ville de Malartic et le chemin des Merles est d'environ 3 et 4 km respectivement. L'étendue est jugée locale compte tenu que la construction du projet modifiera l'ambiance sonore seulement sur un secteur restreint de la ville de Malartic. L'évaluation de sa durée est moyenne, car la majorité de sa construction se déroulera sur quelques années. L'importance de l'impact sur l'ambiance sonore en phase de construction est jugée mineure. La probabilité d'occurrence est faible en raison de l'éloignement.

Impact sur l'ambiance sonore en phase construction		
Intensité	Faible	Importance → Mineure
Étendue	Locale	
Durée	Moyenne	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.2.4.2 PHASE EXPLOITATION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification de l'ambiance sonore.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Exploitation de la mine souterraine (camions, sortie de rampe et puits de ventilation);
- Gestion du minerai et des stériles;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

Actuellement, CMGP fait un suivi très intense sur les niveaux sonores mesurés en continu aux stations de contrôle situées dans la ville de Malartic. Ce suivi en temps réel permet de prédire si un dépassement des normes est potentiellement possible en raison des conditions météorologiques et des activités dans la fosse. Dans ce cas, le système de gestion intervient et les activités de la mine sont réduites de manière à ramener les niveaux de bruit sous les critères à respecter. Les camions transportant le minerai d'Odyssey seront intégrés à ce système de gestion. Pour tous les autres équipements, incluant les systèmes de ventilation, ils sont sous terre, ce qui limite les émissions sonores.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

Le décret 388-2017 reçu par CMGP pour l'extension prévoit pour le climat sonore les modalités suivantes :

CONDITION 3 - ENCADREMENT DU CLIMAT SONORE PENDANT L'EXPLOITATION

Canadian Malartic GP doit respecter, pendant l'exploitation de la mine, le niveau acoustique d'évaluation le plus élevé entre le niveau de bruit résiduel et le niveau maximal de 50 dBA le jour (7 h à 19 h) et 45 dBA la nuit (19 h à 7 h), en moyenne 88 % du temps. Les niveaux sonores sont mesurés à la station B3, telle qu'identifiée dans le document Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée est de la ville de Malartic – Étude d'impact sur l'environnement – Rapport principal de janvier 2015, qui représente l'emplacement optimal pour s'assurer d'un climat sonore acceptable aux lieux les plus sensibles de la ville de Malartic. Dans le cas où la station de mesure des niveaux sonores doit être déplacée, l'emplacement doit être convenu avec le ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Les niveaux sonores générés par l'exploitation de la mine ne doivent jamais dépasser 55 dBA (LA, 1 h) le jour (7 h à 19 h) et 50 dBA (LA, 1 h) la nuit (19 h à 7 h).

Un modèle de propagation sonore a été développé à l'aide du logiciel SoundPLAN (www.soundplan.com) en tenant compte des puissances sonores mesurées et de la topographie du site à l'étude. Ce logiciel trace des rayons sonores entre les sources de bruit et les récepteurs, calcule l'atténuation procurée par la distance ainsi que l'absorption de l'air, et tient compte des effets de sol et de réduction sonore des écrans de longueurs finies (bâtiments, écrans, topographie). De plus, il considère l'effet des réflexions sur les surfaces entourant les sources sonores. Ces calculs sont réalisés selon la norme ISO 9613 Parties 1 et 2 intitulées « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre ». Cette norme suppose des conditions climatiques favorables à la propagation du bruit : les simulations considèrent un vent en direction des points récepteurs.

Les simulations présentées sont par vent porteur (provenant du sud et sud-est). Selon les analyses réalisées sur le terrain, ces conditions ne surviennent que de 15 à 30 % du temps. Ces résultats peuvent donc être considérés comme étant le pire scénario.

Le résultat du modèle de propagation sonore est présenté au tableau 5-5. Celui-ci dévoile la contribution sonore globale des activités minières de jour et de nuit pour les trois années analysées (2024, 2029 et 2035). Le nombre d'équipements considéré est le même de jour comme de nuit, un seul scénario est donc présenté par année.

Tableau 5-5 Contribution sonore globale de nuit de MCM en incluant le projet minier Odyssey^a

Points récepteurs	2024	2029	2035	Limites sonores 88 % du temps ^b	Limites sonores 100 % du temps ^c
B1	45	37	37	n. a.	n. a.
B2	48	39	40	n. a.	n. a.
B3	48	41	41	45	50
Br	41	34	34	n. a.	n. a.

Notes :
^a Niveaux sonores horaires arrondis à 1 dBA et réf. : 20x10⁻⁶ Pa;
^b Limite sonore qui doit être respectée à au moins 88 % du temps. Voir la section 2 du présent rapport;
^c Limite sonore qui doit être respectée à 100 % du temps. Voir la section 2 du présent rapport.

Les résultats présentés au tableau 5-4 permettent de constater qu’il n’y aura pas de dépassement des limites sonores de jour et de nuit si l’on considère tous les équipements de la mine incluant ceux du projet Odyssey. Le seul élément à prendre en considération est que le niveau sonore au point récepteur B3, pour l’année 2024, est supérieur à la limite sonore qui doit être respectée au moins 88 % du temps. Le suivi sonore en temps réel permettra de s’assurer du respect de cette limite sonore. Il est à noter que la position des équipements des simulations représente le pire scénario probable de bruit. Advenant des dépassements sonores de 3 dBA (48 dBA à B3) et considérant qu’il y a un suivi sonore en permanence de nuit à Malartic, il sera facile de simplement repositionner les équipements afin de ramener les niveaux sonores à 45 dBA à B3. Un simple repositionnement des équipements à l’intérieur de la fosse Barnat suffira à ramener la conformité sonore. Les niveaux sonores en 2024 sont plus élevés, car les fosses sont encore en opération. Cependant, en 2024, la contribution sonore du projet Odyssey n’est que de 38 dBA à B3, alors que celle des fosses se situe entre 47 et 48 dBA dans le pire des scénarios probables.

Il est à noter que les valeurs mentionnées au tableau 5-4 sont la résultante des scénarios les plus bruyants : les simulations de propagation sonore supposent un vent porteur en direction de la ville. Or, les résultats sonores seront significativement inférieurs lorsque le vent viendra d’une autre direction.

Le chemin des Merles (au sud de la mine Canadian Malartic) n’est pas inclus dans les tableaux de résultats, étant donné que les niveaux sonores en provenance de CMGP à partir de 2024 y seront relativement négligeable (35 dBA et moins). Il est toutefois possible de voir la propagation sonore jusqu’au chemin des Merles dans les cartographies sonores présentées à l’annexe Q.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L’intensité de l’impact est considérée faible, car la contribution sonore du projet Odyssey est négligeable par rapport à l’exploitation de la fosse, et ce, même par condition de vents porteurs. L’étendue est jugée locale puisque l’exploitation d’Odyssey, et incidemment l’extension Canadian Malartic, est en mesure de modifier l’ambiance sonore sur l’ensemble de la ville de Malartic. L’évaluation de sa durée est longue (toute la durée du projet). L’importance de l’impact sur l’ambiance sonore en phase exploitation est jugée moyenne. La probabilité d’occurrence est élevée, car les activités de la mine sont en mesure d’influencer l’ambiance sonore dans la ville de Malartic.

Impact sur l’ambiance sonore en phase exploitation		
Intensité	Faible	Importance → Moyenne
Étendue	Locale	
Durée	Longue	
Probabilité d’occurrence : Élevée		

5.2.5 EAU SOUTERRAINE

5.2.5.1 PHASE CONSTRUCTION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification de la qualité de l'eau souterraine.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Préparation du terrain;
- Installation et présence du chantier;
- Installation des infrastructures temporaires et permanentes;
- Gestion des matières dangereuses et des matières résiduelles;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

La localisation des aménagements a été déterminée pour que la qualité des eaux souterraines soit préservée. En effet, les résultats de l'évaluation du débit de percolation sous les aménagements indiquent une valeur de 0,2 L/m²/j, soit bien inférieure au débit limite de 3,3 L/m²/j défini dans la Directive 019 pour les mesures d'étanchéité de Niveau A (annexe I).

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Outre les éléments de conception identifiés ci-dessus permettant de limiter l'impact, les mesures d'atténuation suivantes seront applicables au projet Odyssey en phase construction :

- S'assurer que des trousse d'urgence complètes de récupération des produits pétroliers et chimiques sont disponibles en nombre suffisant et aux emplacements sensibles (à proximité des lieux où sont entreposés/manutentionnés des matières dangereuses, par exemple);
- S'assurer, par le biais d'inspections fréquentes, du bon état de la machinerie (qui doit être propre et exempte de toute fuite de produits contaminants) et de la parfaite étanchéité des réservoirs de carburants et de lubrifiants. Un constat de fuite doit entraîner une réparation immédiate des réservoirs en cause;
- Prendre les précautions d'usage lors de l'entretien (vidange, graissage, etc.) et du ravitaillement de la machinerie sur le site des travaux afin d'éviter tout déversement accidentel. L'entretien ne doit être permis qu'aux lieux autorisés et prévus à cet effet (garage, atelier mécanique) et les ravitaillements doivent être effectués à l'intérieur des aires délimitées à cette fin;
- Arrêter la fuite dès son repérage lors d'un déversement accidentel, confiner le produit et le récupérer au moyen d'équipements adéquats (feuilles absorbantes, boudins, couvre-drain, etc.), excaver les sols souillés, les mettre dans des contenants étanches et en disposer conformément à la procédure de gestion des matières dangereuses. Préconiser la rapidité des interventions de manière à empêcher l'infiltration en profondeur;
- Maintenir l'application et mettre à jour les plans et procédures d'intervention en cas de déversement accidentel de matières dangereuses et en informer les travailleurs;
- Gérer les déblais en fonction de leur degré de contamination et conformément aux exigences de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*;
- Disposer des déblais contaminés au-delà du critère C (à l'exception de ceux contaminés aux hydrocarbures) dans le parc à résidus ou, à défaut, les acheminer dans un autre site autorisé par le MDDELCC. Une preuve d'élimination dans un tel site doit être fournie;

- Prendre toutes les actions nécessaires à la préservation de l'intégrité des sols et des eaux environnantes et à la sécurité des travailleurs (ex. : mise en tas sur surface étanche ou imperméable, limitation de l'accès à ces piles, etc.) en cas d'entreposage temporaire de déblais contaminés.

En ce qui a trait aux risques de contamination, les mesures proposées sauront limiter les dommages liés aux fuites ou aux déversements accidentels, et ceux associés à un mauvais contrôle des déblais contaminés.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

Certaines activités peuvent générer un risque de contamination des eaux souterraines, soit par des fuites de produits pétroliers provenant des équipements mobiles ou de dépôts de carburants et lubrifiants, soit par des déversements accidentels de produits contaminants. Toutefois, la probabilité qu'une telle contamination survienne sera réduite du fait que les volumes déversés sont généralement faibles et que l'application des mesures de gestion permettra une intervention rapide (utilisation de trousse de déversement).

De plus, le contrôle fréquent de l'intégrité des réservoirs fixes et des réservoirs des équipements mobiles constitue des mesures de gestion efficaces. Advenant que survienne un déversement ou une fuite, l'application rapide du plan des mesures d'urgence permettra de circonscrire et de freiner la migration d'hydrocarbures en profondeur vers la nappe phréatique.

En ce qui concerne l'entreposage de produits pétroliers dans des réservoirs fixes, l'utilisation de réservoirs double paroi et de surface de confinement étanche éliminera la possibilité de contamination potentielle de la nappe phréatique.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'intensité de l'impact est considérée faible puisque la qualité de l'eau souterraine serait peu modifiée. L'étendue est jugée ponctuelle étant donné que la contamination se produirait dans un espace circonscrit au site d'un déversement ou d'une fuite. L'évaluation de sa durée est courte puisqu'il est possible d'intervenir immédiatement pour décontaminer le site en cas de fuite ou déversement. L'importance de l'impact est jugée mineure. La probabilité d'occurrence des aspects mentionnés est faible.

Impact sur l'eau souterraine en phase construction		
Intensité	Faible	Importance → Mineure
Étendue	Ponctuelle	
Durée	Courte	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.2.5.2 PHASE EXPLOITATION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Rabattement de la nappe phréatique et modification de la qualité de l'eau souterraine.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Exploitation des chantiers souterrains (incluant leur dénuyage);
- Présence des infrastructures permanentes (aménagements de surface);
- Gestion des eaux;
- Gestion des matières résiduelles et dangereuses;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

Pour ce qui est du rabattement périphérique de la surface piézométrique induit par le dénoyage, celui-ci est inévitable. Toutefois, en limitant le pompage requis des eaux d'infiltration au minimum utile, comme c'est le cas actuellement, ce rabattement périphérique sera lui aussi limité.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

En ce qui concerne le rabattement piézométrique induit par le dénoyage de la mine, les mesures d'atténuation suivantes devront être appliquées :

- Maintenir les engagements et obligations établis relativement aux impacts potentiels de l'exploitation de la mine Canadian Malartic sur les puits. Maintenir le suivi de la qualité et des niveaux d'eau des puits domestiques pour les résidences situées sur le chemin des Merles et le long de la route 117. Maintenir le suivi du niveau de la nappe phréatique et le suivi des puits d'observation de MCM;
- Maintenir le programme de suivi régional des niveaux d'eau (mis en place en 2008) dans le roc et les dépôts meubles, afin de prévenir une perte d'usage de la ressource en eau. De plus, des piézomètres seront ajoutés autour des installations d'Odyssey afin d'en faire le suivi.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

Qualité de l'eau souterraine : le débit de percolation à travers les dépôts meubles dans le secteur Odyssey a été évalué (voir annexe I). Les résultats indiquent une valeur de 1,0 L/m²/j pour une année moyenne sous les aménagements et de 1,3 L/m² pour une année humide, soit inférieure au débit limite de 3,3 L/m²/j défini dans la Directive 019 pour les mesures d'étanchéité de Niveau A. Ainsi, sur la base d'une estimation prudente, les matériaux constituant le substrat des haldes et du bassin projeté possèdent une perméabilité suffisamment faible pour minimiser le flux d'eau pouvant percoler jusqu'à l'aquifère sous-jacent. Finalement, une étude de modélisation a été réalisée pour évaluer si le concept des aménagements du projet Odyssey permettra de respecter les objectifs de protection des eaux souterraines de la Directive 019. De fait, le modèle numérique construit pour l'Extension prédit que les stériles ne causeront aucune dégradation significative de la qualité de l'eau souterraine de l'aquifère de roc. Ainsi, considérant l'approche prudente de modélisation, aucun impact aux récepteurs d'eau souterraine n'est appréhendé pour les aménagements du projet Odyssey. Par ailleurs, il est recommandé de conserver, si possible, les puits situés à l'aval hydraulique des futurs aménagements miniers afin de les intégrer au programme de surveillance de la qualité de l'eau souterraine.

Les puits existants, aménagés à proximité des futurs aménagements miniers, ont été intégrés au programme de surveillance de la qualité de l'eau souterraine de MCM en 2018 et permettent d'établir un historique de la qualité de l'eau avant le début de l'exploitation du projet Odyssey. Il est d'ailleurs recommandé d'ajouter l'analyse du phosphore total au puits BH-11-09 lors des prochaines campagnes de ce programme de surveillance.

Rabattement de la nappe : L'impact sur les eaux souterraines se traduit en termes de rabattement de la surface piézométrique des formations aquifères situées en périphérie de la fosse Canadian Malartic et de la mine Odyssey, et ce, en raison du dénoyage et du maintien à sec de la fosse et de la mine souterraine. Il est toutefois important de mentionner que ce rabattement de la nappe phréatique est réversible; dès que le pompage des eaux d'infiltration cessera, le niveau des eaux souterraines remontera progressivement jusqu'à son niveau statique initial. Pour arriver à évaluer ce rabattement, une mise à jour du modèle hydrogéologique de 2019 a été réalisée en intégrant les éléments du plan de minage (voir annexe E).

Les figures C à E de l'annexe E montrent les résultats de la modélisation effectuée pour évaluer le rabattement de la nappe phréatique. Une carte montre la calibration du modèle, soit la comparaison des rabattements simulés et observés et les deux autres cartes montrent les résultats du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc. En considérant les hypothèses utilisées et la précision du modèle, un rabattement est jugé significatif lorsqu'il excède 3 m dans le roc. Ainsi, les figures C à E de l'annexe E illustrent les rabattements de 3 m et 10 m dans le roc selon un premier scénario dit réaliste et un second prudent.

Les résultats apparaissant aux cartes indiquent que les rabattements significatifs pourraient s'étendre sur d'importantes distances pour chacun des scénarios simulés. En ce qui a trait au scénario le plus prudent, soit celui de forte perméabilité du roc supérieur, le rabattement dans le roc pourrait atteindre les puits domestiques le long de la

route 117 et du chemin des Merles. Ce scénario plus prudent indique également que certains puits d’approvisionnement de la ville de Malartic pourraient être affectés par le rabattement des eaux souterraines dans le roc. Le scénario de faible perméabilité du roc supérieur, jugé plus réaliste, indique que les rabattements n’atteindraient pas les puits d’approvisionnement de la ville de Malartic ni les puits résidentiels.

En ce qui concerne les rabattements et tassements potentiels à l’est de la déviation de la route 117, une étude réalisée par Golder mentionne que ceux-ci sont possibles, même si de tels rabattements ne sont pas observés dans ce secteur pour l’instant (voir annexe R). Il est toutefois peu probable que des tassements d’importance se développent dans l’argile sous l’effet du rabattement de la nappe dans le roc uniquement. Par conséquent, le suivi des niveaux d’eau souterraine dans le roc est pour l’instant jugé suffisant pour prévenir cette problématique. Il est toutefois recommandé d’étendre ce suivi dans des puits d’observation additionnels présents à l’est de la déviation de la route 117. Suivant cette recommandation d’instrumenter trois puits additionnels, CMGP a déjà procédé à l’instrumentation (avec une sonde pour la mesure automatisée des niveaux d’eau) de l’un d’entre eux, et les deux autres puits seront instrumentés au printemps (car ces deux puits étaient gelés lorsque le premier a été instrumenté).

ÉVALUATION DE L'IMPACT

Pour ce qui est des activités de dénoyage et du rabattement possible de la nappe phréatique dans le secteur de Malartic et de Rivière-Héva, l’intensité de l’impact est jugée moyenne. Les cônes de rabattement évalués ne changent pas drastiquement avec la situation évaluée en 2019. Le scénario le plus réaliste évalué indique des impacts faibles aux puits d’alimentation de la ville de Malartic, alors que le scénario prudent montre des impacts potentiels à certains puits domestiques et à certains puits de la ville. L’évaluation de la durée de cet impact est moyenne puisque les rabattements d’importance (plus de 1 m) ne se produiront pas nécessairement pendant toute la durée de l’exploitation et dépendront de l’endroit où seront situés les récepteurs les plus sensibles. De plus, il faut rappeler qu’il s’agit d’un impact réversible. Enfin, il s’agit d’un impact d’étendue locale puisqu’il ne pourrait se matérialiser avant tout qu’aux résidences périphériques de Rivière-Héva et non desservies par le réseau d’aqueduc de Malartic. En pratique, le suivi effectué sur le terrain depuis plusieurs années n’indique pas d’impact mesurable sur les niveaux de ces puits et les modélisations s’avèrent donc très prudentes. Au total, l’importance de l’impact sur la piézométrie de l’eau souterraine en phase exploitation est jugée moyenne et sa probabilité d’occurrence est élevée.

Impact sur l’eau souterraine en phase construction		
Intensité	Moyenne	Importance → Moyenne
Étendue	Locale	
Durée	Moyenne	
Probabilité d’occurrence : Élevée		

5.2.6 EAUX DE SURFACE

5.2.6.1 PHASE CONSTRUCTION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification physicochimique des eaux de surface et de la qualité des sédiments.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Préparation du terrain;
- Installation et présence du chantier;
- Installation des infrastructures temporaires et permanentes;
- Gestion des matières dangereuses et des matières résiduelles;
- Transport et circulation;

- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

Les travaux de déboisement et l'essouchement ont été réalisés via le CA exploration avancée (n° 7610-08-01-70167-85 (401644418)). De plus, les fossés collecteurs sont également présents sur le site. L'impact lié aux autres activités de construction sur les eaux de surface et les sédiments sera ainsi complètement atténué par des structures de gestion des eaux de surface fonctionnelles.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

Le type de dépôt meuble retrouvé sur un site ainsi que la présence de pentes, les conditions météorologiques et le calendrier des travaux peuvent contribuer à la dégradation de la qualité des eaux de surface par l'apport des sédiments fins, lesquels augmenteraient à leur tour la turbidité de l'eau. Cependant, compte tenu des mesures d'atténuation proposées, l'effet serait de courte durée, car des travaux de stabilisation des sols (enrochement, etc.) et d'autres mesures d'atténuation sont proposés.

Les travaux liés à la préparation du terrain, ainsi que l'utilisation d'équipements ou le bris de ceux-ci sont les principales sources de l'impact pouvant affecter la qualité de l'eau de surface par l'apport de sédiments ou la contamination par déversement accidentel. En plus des risques de contamination aux hydrocarbures, la contamination peut être occasionnée par une gestion des sols contaminés non conforme aux directives du MELCC. Cependant, tout comme pour la contamination des sols, la contamination des eaux par des fuites et/ou des déversements de matières dangereuses consiste en des événements fortuits.

Puisque les structures de gestion des eaux de surface sont déjà mises en place, l'ensemble des eaux et des sédiments sera recueilli par un fossé (fossé Odyssey) puis acheminé vers le bassin Nord-Est. Le fossé Odyssey, bordant le site au nord, est le fossé principal qui recueillera les eaux de ruissellement. Ce fossé est déjà aménagé sur le site. Aucun impact majeur n'est donc appréhendé.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'intensité de l'impact est considérée faible puisque la qualité des sols et des eaux sera peu modifiée. L'étendue est jugée ponctuelle étant donné que, s'il y a contamination, elle se limitera au lieu de l'incident. Sa durée est évaluée à courte puisqu'une intervention immédiate permettra de décontaminer le site rapidement. L'importance de l'impact sur les eaux de surface et les sédiments en phase construction est jugée mineure. La probabilité d'occurrence est faible pour les risques de déversement accidentel et faible également pour l'apport en sédiments, causé par l'érosion dans les cours d'eau naturels puisque qu'un système de gestion de l'eau est déjà fonctionnel sur le site minier. Les eaux gérées sont collectées et traitées avant le rejet à l'environnement.

Impact sur les eaux de surface et les sédiments en phase construction		
Intensité	Faible	Importance → Mineure
Étendue	Ponctuelle	
Durée	Courte	
Probabilité d'occurrence : Faible / moyenne		

5.2.6.2 PHASE EXPLOITATION

DÉCLARATION DE L'IMPACT

Modification physicochimique des eaux de surface et de la qualité des sédiments.

SOURCE(S) DE L'IMPACT

- Exploitation de la mine souterraine;

- Gestion du minerai et des stériles;
- Gestion des résidus;
- Gestion des eaux;
- Gestion des matières dangereuses et des matières résiduelles;
- Présence des infrastructures permanentes;
- Utilisation et entretien des équipements.

ÉLÉMENT(S) DE CONCEPTION PERMETTANT DE LIMITER L'IMPACT

Le réseau de fossés mis en place permet un contrôle des eaux de surface. Puisque les structures de gestion des eaux de surface sont déjà mises en place, l'ensemble des eaux et des sédiments sera recueilli par un fossé (fossé Odyssey) puis acheminé vers le bassin Nord-Est. Le fossé Odyssey, bordant le site au nord, est le fossé principal qui recueillera les eaux de ruissellement.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Toutes les mesures pour la gestion de l'eau de surface dans le cadre du projet d'extension s'appliquent au projet Odyssey, soit :

- s'assurer, avant de rejeter les eaux de l'effluent dans le ruisseau Raymond, qu'elles soient conformes aux normes du MELCC en ce qui concerne les matières en suspension (concentration maximale de 30 mg/L);
- poursuivre le programme de suivi de l'effluent final, des eaux de surface et des installations (séparateurs d'huile);
- optimiser les méthodes et les techniques d'entretien du réseau routier afin de limiter l'utilisation des sels de déglaceage (ex. : utilisation d'appareils permettant le contrôle des taux d'application) ou de chlorure de calcium.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

Le plan de gestion des eaux de surface est conçu pour contenir ces dernières à l'intérieur du site et ainsi protéger les bassins versants naturels autour de lui. Les fossés collecteurs ainsi que des bassins de pompage mis en place resteront opérationnels au cours de la phase exploitation.

Dans l'éventualité où une structure de gestion des eaux serait altérée, les eaux de surface pourraient rejoindre le réseau hydrographique naturel périphérique au site minier sans contrôle préalable. Le suivi des installations devra donc être appliqué à fréquence régulière. Advenant que serait constatée une irrégularité dans l'efficacité d'une structure de gestion des eaux usées (limite de bassin, tubulure de pompage des eaux d'un secteur à l'autre, équipement de pompage et autres équipements associés), une intervention d'entretien sera immédiatement mise en œuvre pour réparer la structure et lui redonner son entière efficacité.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

L'intensité de l'impact est considérée faible puisque la qualité des eaux de surface et des sédiments sera peu modifiée. L'étendue est jugée locale étant donné que la contamination se limiterait à la périphérie du projet Odyssey. L'évaluation de sa durée est courte, puisqu'une intervention immédiate permettra de corriger la situation. L'importance de l'impact sur les eaux de surface et les sédiments en phase exploitation est jugée mineure. La probabilité d'occurrence est faible pour les eaux de surface et les sédiments.

Impact sur les eaux de surface et les sédiments en phase exploitation		
Intensité	Faible	Importance → Mineure
Étendue	Locale	
Durée	Courte	
Probabilité d'occurrence : Faible		

5.3 IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN

5.3.1 ÉCONOMIE LOCALE ET RÉGIONALE

PHASES CONSTRUCTION ET EXPLOITATION

Maintien des emplois et des retombées économiques dans l'économie locale et régionale.

SOURCES D'IMPACT

- Achat de biens et de matériaux;
- Main-d'œuvre;
- Présence des infrastructures permanentes.

MESURE(S) D'ATTÉNUATION OU DE BONIFICATION

Les mesures de bonification suivantes devront être appliquées :

- Maintenir la politique de CMGP visant à maximiser l'achat de biens, de services et de main-d'œuvre à Malartic et en Abitibi-Témiscamingue;
- Entreprendre des actions afin de miser sur l'acquisition de compétences spécialisées, les stages et les emplois étudiants en entreprise, le partenariat avec des établissements post-secondaires, le recrutement et la formation de travailleurs autochtones, et l'investissement dans la formation des travailleurs à l'interne;
- Établir des prévisions réalistes quant à la durée de l'exploitation et annoncer à l'avance la fermeture de la mine.

Elles visent à encourager l'achat de biens et de services à Malartic, à favoriser l'embauche de main-d'œuvre locale, ainsi qu'à diversifier l'économie locale et l'employabilité de la main-d'œuvre.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'IMPACT

Entre 1 200 et 1 300 employés seront présents sur le site durant les cinq années maximales d'emploi. Il est prévu que la majeure partie de la main-d'œuvre soit locale ou régionale. Dans ce contexte, la masse salariale directement versée aux travailleurs de la mine ou aux travailleurs en sous-traitance continuerait d'avoir un effet synergique significatif sur l'ensemble de l'économie, notamment sur l'activité commerciale à Malartic. De plus, d'autres travailleurs ou entreprises québécoises pourraient bénéficier des travaux du projet Odyssey.

ÉVALUATION DE L'IMPACT

La stimulation de l'économie pour les phases construction et exploitation est de nature positive. Conséquemment, l'évaluation de l'impact n'est pas requise.

5.3.2 CIRCULATION ET SÉCURITÉ

L'accès sécuritaire au projet Odyssey a été soulevé lors de la séance de consultations avec les résidents de la Ville de Malartic réalisée en 2017. CMGP a effectué une « Étude de sécurité et de circulation » en respectant les critères du MTQ. Cette étude, l'étude géotechnique ainsi que l'avant-projet préliminaire et définitif combinés ont été approuvés par le MTQ. De plus, un projet d'« Entente » concernant la construction et le démantèlement d'une voie de virage à gauche et d'un accès sur la route 117 est en cours de finalisation entre le MTQ et CMGP.

6 ÉVALUATION DES IMPACTS : APPROCHE PAR ENJEUX

Le présent chapitre identifie les enjeux significatifs dans le cadre du projet, en fait la présentation et définit la façon dont ils ont été pris en compte dans le cadre de la conception du projet. Un enjeu est défini comme une « Préoccupation majeure pour le gouvernement, la communauté scientifique ou la population, y compris les communautés autochtones concernées, et dont l'analyse pourrait influencer la décision du gouvernement quant à l'autorisation ou non d'un projet. » (MELCC, 2018).

La prise en compte des enjeux dans les ÉIES est obligatoire depuis l'adoption de la *Loi 102* modifiant la *Loi sur la qualité de l'environnement*, entrée en vigueur le 23 mars 2017. L'identification des enjeux et des liens entre ceux-ci et les impacts du projet doivent permettre de rendre plus efficace le processus d'évaluation environnementale, de diffuser adéquatement l'information auprès du public et des communautés autochtones, et de faire ressortir l'information pertinente à la prise de décision (MELCC, 2018).

6.1 PROCESSUS D'IDENTIFICATION DES ENJEUX

Le processus ayant conduit à l'identification des enjeux est le suivant :

- 1 Élaboration d'une liste exhaustive des enjeux pouvant être pertinents dans le cadre du projet à l'aide de la documentation suivante :
 - a Directive du MELCC pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement (version du 20 avril 2020);
 - b Annexe à la Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement s'intitulant « Autres renseignements requis pour un projet minier » (datée du 22 août 2018);
 - c Description du milieu récepteur de l'étude d'impact du projet « Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée est de la ville de Malartic »;
 - d Suivi de la consultation virtuelle de Canadian Malartic et Transfert Environnement sur les enjeux et préoccupations du public (Transfert Environnement, 2020);
 - e Préoccupations des premières nations de la communauté de Anishnabe du Lac-Simon, de la communauté d'Abitibiwinni et de la communauté de Winneway (2020) (Transfert Environnement, 2020).
- 2 Exercice de regroupement des enjeux identifiés dans les multiples sources via l'utilisation d'une matrice de correspondance.
- 3 Validation des enjeux retenus en fonction des éléments considérés.

6.2 SÉLECTION DES ENJEUX

Afin de faciliter la sélection des enjeux, une matrice de correspondance a été créée et est présentée au tableau 6-1. Celle-ci a permis de mettre en lumière les divers enjeux associés aux documents transmis et aux sessions de consultation complétées ainsi que la correspondance entre les nombreux enjeux identifiés. Chaque colonne présente une source ayant proposée ou permis l'identification d'enjeux, à l'exception de la dernière « Pertinence de l'enjeu », qui indique s'il s'agit d'un enjeu pertinent dans le cadre du projet selon l'analyse.

Tableau 6-1 Matrice de correspondance des enjeux et préoccupations identifiés par les diverses parties prenantes

N°	Directive MELCC pour réalisation de l'ÉIES	Étude d'impact et réponses aux questions ¹	Document de modification de décret et études sectorielle ²	Préoccupation du public, du conseil municipal et des membres du comité CES-CM ³	Préoccupations des premières nations ³	Pertinence de l'enjeu	Commentaire
1	Le maintien de la biodiversité	Protection des écosystèmes terrestres	Aucun	Aucune	Aucune	Non	Milieu naturel non impacté dans le cadre de la modification de décret, car les infrastructures de surface demeurent dans la même empreinte.
	Le maintien de la quantité d'habitats floristiques et fauniques et de leur qualité	Protection de la biodiversité	Aucun	Aucune	Aucune		
	La protection des milieux humides et hydriques	Protection des milieux hydriques et humides	Aucun	Aucune	Aucune		
	Le maintien ou l'amélioration des connectivités écologiques	Préservation des services écosystémiques	Aucun	Aucune	Aucune		
2	La lutte contre les changements climatiques	Aucun	Étude des changements climatiques et des GES	Plateforme en ligne : <ul style="list-style-type: none"> – Validation de l'arrêt des moteurs. – Proportion des équipements roulants électriques. 	Aucune	Oui	
3	Le maintien de la qualité de vie	Bruit et vibrations	Études du bruit et des vibrations	Aucune	Long Point First Nation de Winneway : les vibrations ressenties.	Oui	
4	Le maintien de la sécurité des résidents et des usagers	Sécurité des usagers sur la route et fonctionnalité du trafic	Étude de circulation	Conseil municipal de Malartic : <ul style="list-style-type: none"> – Circulation des camions vers l'usine (confirmation que le tout se fera à l'intérieur de la propriété). CES-CM : Vitesse maximale sur la route 117 à l'accès du projet Odyssey. Plateforme en ligne : Impact des vibrations sur l'état de la route 117.	Aucune	Oui	
5	La protection de la santé publique	Qualité de l'air, des sols et de l'eau de surface et souterraine	Qualité de l'air, des sols et de l'eau de surface et souterraine	Conseil municipal de Malartic : Risque au niveau des puits d'eau en lien avec la réfection des conduites des puits. CES-CM : <ul style="list-style-type: none"> – Nécessité des travaux de dénoisement. – Suivi des puits domestiques. 	Long Point First Nation de Winneway : impacts potentiels du projet sur les aspects environnementaux.	Oui	
6	La conciliation des usages du territoire	Cohérence des usages et de la planification durable du territoire	Conformité au plan d'aménagement et à la réglementation municipale	Aucune	Aucune	Non	Aucun changement ou préoccupation.

N°	Directive MELCC pour réalisation de l'ÉIES	Étude d'impact et réponses aux questions ¹	Document de modification de décret et études sectorielle ²	Préoccupation du public, du conseil municipal et des membres du comité CES-CM ³	Préoccupations des premières nations ³	Pertinence de l'enjeu	Commentaire
7	L'acceptabilité sociale du projet	Consultation et informations du public	Consultation et informations du public	Conseil municipal de Malartic : Durée de la consultation publique.	Long Point First Nation de Winneway : rencontre adaptée pour les aînés et ou personnes n'étant pas à l'aise d'utiliser la plateforme participative sur le site Web. Nation Anishnabe de la Simon : présenter à nouveau le projet dans la communauté.	Oui	
8	La protection du patrimoine bâti et archéologique et des paysages	Validation du potentiel archéologique	Aucun	Aucune	Long Point First Nation de Winneway : Détenir des mesures d'intervention prévues dans l'éventualité d'une découverte d'artéfact.	Non	Les rapports d'études effectués par des experts archéologues indiquent un potentiel très faible d'utilisation du secteur de MCM et Odyssey. Advenant le cas d'une telle découverte, les travaux sur le site seraient arrêtés. Les archéologues et les communautés concernées seraient alors contactées.
		Infrastructures de surface	Infrastructures de surface de faible superficie	Plateforme en ligne : — Validation du critère « visuellement acceptable » pour le plan de restauration. — Entente universitaire pour optimiser la restauration du site minier.	Aucune		Pas de préoccupation pour les infrastructures de surface autre que des questionnements sur les terminologie et partenariat avec université.
9	L'amélioration de la fluidité des déplacements	Déviations de la 117	Étude de circulation	Conseil municipal de Malartic : — Création de voie de virage à gauche dans les deux directions. Plateforme en ligne : Fluidité des déplacements vers Val-d'Or.	Nation Anishnabe de la Simon : Participation du MTQ dans le projet.	Oui	
10	Le maintien ou l'amélioration des connexions de la trame urbaine	Connexion de la trame urbaine	Aucun	Aucune	Aucune	Non	Aucun changement ou préoccupation
11	La résilience de l'infrastructure dans un contexte de changements climatiques	Aucun	Étude de la résilience climatique	Aucune	Aucune	Oui	
12	La pérennité du territoire et des activités agricoles	Protection du territoire agricole (secteur du chemin des Merles uniquement)	Aucun	Aucune	Aucune	Non	Le secteur en question est situé en dehors de la zone d'étude.

N°	Directive MELCC pour réalisation de l'ÉIES	Étude d'impact et réponses aux questions ¹	Document de modification de décret et études sectorielle ²	Préoccupation du public, du conseil municipal et des membres du comité CES-CM ³	Préoccupations des premières nations ³	Pertinence de l'enjeu	Commentaire
13	L'occupation et la vitalité des territoires	Soutenir la vitalité économique régionale	Création d'emplois	Conseil municipal de Malartic : <ul style="list-style-type: none"> – Nombre de travailleurs estimé en période d'exploitation. – Développement d'une stratégie avec MCM afin de maximiser les retombées économiques. CES-CM : garantie financière associée plan de restauration.	Long Point First Nation de Winneway : Entente de collaboration (réserver certains contrats/emplois/formations aux communautés) Nation Anishnabe de la Simon : profitabilité du projet Première Nation Abitibiwinni : <ul style="list-style-type: none"> – Entente de collaboration (fonctionnement, embauches). – Utilisation de la main-d'œuvre actuelle pour le projet Odyssey. – Être informé de tous les appels d'offres. – Formation pour être admissible à être embauché. 	Oui	

Source :

- 1 : ÉIE pour l'extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée est de la Ville de Malartic, rapport principal, janvier 2015; Annexes – Volumes 1 de 2 et 2 de 2, janvier 2015; Réponses aux questions et commentaires du MDDELCC – 1^{re} série, Volumes 1 de 2 et 2 de 2, septembre 2015; Réponses aux questions et commentaires du MDDELCC – 2^e série, janvier 2016; Addenda 1 à l'ÉIE, avril 2016; Addenda 2 à l'ÉIE, octobre 2016; Addenda 3 à l'ÉIE, février 2017.
- 2 : Présent document de modification de décret et les études sectorielles qui lui sont associées (mis à jour en 2020).
- 3 : Démarche d'information et de consultation réalisée par Mine Canadian Malartic et Transfert Environnement et Société en 2020 (voir annexe T).

L'analyse des informations réunies dans la matrice présentée au tableau 6-1 a permis de dégager huit enjeux jugés pertinents et significatifs pour le projet. Ces huit enjeux sont présentés au tableau 6-2 avec l'indication des enjeux de la matrice de correspondance qu'ils représentent (n° de ligne).

Tableau 6-2 Enjeux englobants significatifs et leur correspondance aux enjeux initiaux

Enjeux englobants significatifs retenus	Correspondance avec les enjeux/préoccupations initiaux identifiés
Qualité de l'environnement	2 & 3
GES et changements climatiques	2, 5 & 11
Nuisances (bruits, vibrations et matières particulaires)	3 & 5
Santé et sécurité du public	4 & 5
Communautés autochtones	3, 5, 7, 9 & 13
Fluidité des déplacements	9
Communications avec les parties prenantes	7
Vitalité économique	3 & 13

6.3 PRÉSENTATION DES ENJEUX RETENUS

Dans cette section, les divers enjeux retenus à la section précédente sont présentés individuellement pour en expliquer la nature et les interactions avec le projet. Les huit enjeux présentés ci-dessous sont donc composés des préoccupations gouvernementales et des parties prenantes, et ont été bonifiés par l'analyse effectuée par WSP.

6.3.1 QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

Au Québec, en territoire public provincial, la qualité de l'environnement est protégée par la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE). D'un point de vue légal, de nombreuses villes et municipalités ont également adopté des règlements en ce sens.

La qualité de l'environnement est un enjeu large qui vise à protéger le droit que toute personne a à un environnement de qualité, à sa protection et à la sauvegarde des espèces vivantes qui y habitent. Il s'agit d'ailleurs d'un enjeu qui a été mentionné lors des différents exercices de consultation.

Cet enjeu fait également partie des enjeux potentiels identifiés dans la directive du MELCC et apparaît évident en considérant la description des principales composantes de l'environnement physique connue et dont les modifications prévues sont présentées au chapitre 5 du présent document (qualité de l'eau, sections 5.2.5 et 5.2.6, et de l'air, section 5.2.2).

Les activités de construction et d'exploitation du projet Odyssey auront un impact sur les émissions atmosphériques. En effet, l'utilisation de la machinerie et les opérations souterraines s'accompagnent obligatoirement d'émissions atmosphériques. Toutefois, la mise en place de mesure d'atténuation permettra une réduction des impacts potentiels. Une potentielle modification physicochimique des eaux de surface est également notée. Toutefois, la conception du projet et les mesures d'atténuation mises en place feront en sorte que la qualité des eaux de surface et souterraines ne devraient pas être modifiée.

À fin de l'exploitation du projet Odyssey, le plan de restauration (Annexe J) prévoit toutes les mesures qui seront mises en œuvre afin de s'assurer que la qualité de l'environnement et des composantes identifiées en tant qu'enjeu ne soient pas altérées et ce, même une fois que les opérations seront terminées.

6.3.2 GES ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le Canada et le Québec sont engagés à l'international dans la lutte contre les changements climatiques par l'Accord de Paris. Les gouvernements se sont fixés des cibles ambitieuses de réduction des émissions de GES pour 2030 et 2050. Ils disposent également de plans d'action pour atteindre ces cibles. Considérant l'adaptation aux changements climatiques, les deux paliers de gouvernement intègrent la résilience des infrastructures dans leurs enjeux, orientations ou actions à l'intérieur des stratégies ou plans d'actions. La lutte et l'adaptation aux changements climatiques est un enjeu qui a été mentionné lors des consultations. Il fait aussi partie des enjeux potentiels identifiés dans la directive du MELCC.

Les activités de construction et d'exploitation du projet Odyssey auront un impact sur les émissions de GES. En effet, l'utilisation de machinerie et de matériaux s'accompagnent obligatoirement d'une empreinte carbone. Cependant, la mise en place de mesures d'atténuation pourra permettre une réduction des émissions de GES associées indirectement au projet durant sa phase d'opération.

6.3.3 NUISANCES (BRUITS, VIBRATIONS ET MATIÈRES PARTICULAIRES)

Les nuisances (bruits, vibrations et poussières) peuvent avoir des effets indésirables variant en intensité sur la qualité de vie et l'état de santé de la population. Ces éléments sont d'ailleurs considérés comme des contaminants lorsqu'ils sont susceptibles d'altérer la qualité de l'environnement. Des lois et règlements au niveau fédéral, provincial et municipal peuvent encadrer ces nuisances. Le contrôle des nuisances est un enjeu qui a été nommé dans les consultations. Il fait aussi partie des enjeux potentiels identifiés dans la directive du MELCC à travers le maintien de la qualité de vie et apparaît évident en considérant l'état actuel quant aux niveaux sonores et à la qualité de l'air présentés au chapitre 5.

Les activités de construction et d'exploitation du projet Odyssey sont susceptibles de causer de telles nuisances. Durant les différentes activités du projet Odyssey, du bruit, des vibrations et des matières particulaires seront générés par l'opération de la machinerie et les travaux comme tels. L'intensité de l'impact de ces nuisances est toutefois faible. De plus, le suivi sonore en temps réel permettra de s'assurer du respect des limites sonores. Concernant les vibrations, notons que les activités de surveillance en temps réel seront maintenues et qu'une attention particulière sera portée lors des premiers sautages de production. Il est important de rappeler que CMGP a en place un programme de surveillance de la qualité de l'atmosphère qui inclut un suivi des particules totales et des particules fines (PM2,5) à ses stations A1, A2 et A3, situées dans la ville de Malartic.

6.3.4 SANTÉ ET SÉCURITÉ DU PUBLIC

La protection de la santé et de la sécurité du public est un enjeu qui est ressorti lors des consultations virtuelles de novembre 2020. Il s'agit également d'un enjeu potentiel identifié par le MELCC dans sa directive. Les activités de construction et d'exploitation du projet Odyssey sont susceptibles d'avoir un impact sur la santé et la sécurité du public. Notamment, les activités peuvent générer des matières particulaires qui affecteront la qualité de l'air. Elles pourraient entraîner également la perturbation de la circulation locale pouvant augmenter les risques d'accidents. Notons toutefois que l'aménagement d'un nouvel accès à la route 117 et d'une voie de virage à gauche permettront un accès sécuritaire au site Odyssey, et ce, en fonction de l'augmentation des débits qu'engendrera le projet.

6.3.5 COMMUNAUTÉS AUTOCHTONES

Les communautés autochtones sont un enjeu, notamment en ce qui a trait à la protection de leurs activités traditionnelles et contemporaines. Elles font également partie des enjeux potentiels identifiés dans la directive du MELCC à travers le maintien de la qualité de vie et de la conciliation de la protection et de l'usages du territoire. Bien qu'aucune communauté autochtone constituée en réserve ou en établissement amérindien n'est présente dans la zone d'étude, ces dernières ont démontrées certaines préoccupations lors de leurs consultations.

Ces préoccupations sont en lien avec les enjeux suivants : le maintien de la qualité de vie, la protection, l'acceptabilité sociale du projet, l'amélioration de la fluidité des déplacements et l'occupation et la vitalité des territoires.

6.3.6 FLUIDITÉ DES DÉPLACEMENTS

Le maintien et l'amélioration de la fluidité des déplacements sont des enjeux ayant été identifiés lors des consultations publiques virtuelle en novembre 2020. Ils font également partie des enjeux potentiels identifiés dans la directive du MELCC et leur pertinence est confirmée en considérant que la route 117 permet l'accès au projet Odyssey et qu'il y aura aménagement d'une voie de virage à gauche.

6.3.7 COMMUNICATION AVEC LES PARTIES PRENANTES

Le maintien des liens de communication avec les diverses parties prenantes est un enjeu qui ressort des consultations réalisées dans le cadre du projet Odyssey. Il fait également partie des enjeux potentiels identifiés dans la directive du MELCC et prend toute sa pertinence considérant la durée prévue du projet.

Le maintien des liens de communication avec les diverses parties prenantes, dans les prochaines phases du projet et jusqu'à la clôture du projet, permettra de faciliter la circulation de l'information pertinente sur le projet et d'identifier rapidement tout aspect problématique pour les diverses parties prenantes.

6.3.8 VITALITÉ ÉCONOMIQUE

La stimulation de la vitalité économique de la région est l'un des principaux enjeux qui ressort dans la plupart des consultations effectuées dans le cadre du projet. Il importe effectivement que le projet, de par les activités de construction et d'exploitation, contribue à la vitalité économique de la région en favorisant la création et le maintien d'emplois.

6.4 PRISE EN COMPTE DES ENJEUX PAR LE PROJET

Les enjeux identifiés pour le projet sont pris en compte par la mise en place d'objectifs. Lorsque possible, des choix de gestion et de conception intégrés au projet ont été faits afin d'atteindre les objectifs recherchés liés à chacun des enjeux. Le tableau 6-3 présente les enjeux, les objectifs et les choix de gestion et de conception intégrés au projet pour les considérer.

Tableau 6-3 Enjeux, objectifs et choix de gestion et de conception intégrés au projet

Enjeux	Objectifs	Choix de gestion et de conception intégrés au projet
Qualité de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Préserver la qualité de l'eau de surface et souterraine, des sols et de l'air. 	<p>Eau souterraine :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Raccordement d'un nouveau puits au réseau municipal; - Suivi de la qualité de l'eau des puits domestiques pour les résidences situées sur le chemin des Merles et le long de la route 117 au nord de Malartic; - Suivi du niveau de la nappe d'eau souterraine; - Suivi des puits d'observation de MCM. <p>Qualité de l'air</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limiter la vitesse de circulation des véhicules pour les opérations de la mine; - Arroser régulièrement les zones de travail ainsi que le réseau de chemins de production; - Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti; - Maximiser l'utilisation d'équipements et de véhicules électriques; - Réduire, voire arrêter les activités à l'approche des normes de la qualité de l'air en vigueur.
GES et changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> - Construire des infrastructures résilientes aux changements climatiques; - Réduire les émissions de GES liées aux différentes activités du projet. 	<p>GES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitation des émissions de GES prévues; - Ventilation sur demande; - Maximiser l'utilisation d'équipements et de véhicules électriques; - Maintien des normes élevées d'entretien des équipements; - Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti; - Poursuivre le Plan de gestion de l'énergie et des GES de MCM. <p>Changements climatiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identification des risques liés aux impacts possibles des changements climatiques.

Enjeux	Objectifs	Choix de gestion et de conception intégrés au projet
Nuisances (bruits et vibrations)	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire l'exposition aux bruits, aux vibrations et aux matières particulaires. 	<p>Bruit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Développer et appliquer un programme de contrôle de bruit spécifiquement pour tous les travaux de construction; - Installation souterraine de la majorité des systèmes de ventilation; - S'assurer que les équipements à moteur (camions, chargeurs, bouteurs, rouleaux compresseurs, rétrocaveuses, etc.) sont munis de silencieux performants et en bon état; - Poursuivre le suivi sonore en temps réel pour s'assurer que des ajustements soient rapidement apportés au besoin; - Réduire, voire arrêter les activités à l'approche de limites sonores en vigueur. <p>Vibrations</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place des procédures d'assurance-qualité pour les méthodes et pratiques des activités de sautage; - Optimisation des patrons de sautage; - Utilisation de charges explosives étagées; - Respecter les charges maximales de manière à se conformer aux critères de la Directive 019; - Continuer le suivi des sismographes positionnés dans la ville de Malartic; - Communication des horaires de sautage de production sur le site Web de MCM.
Santé et sécurité du public	<ul style="list-style-type: none"> - Planifier le projet de façon à réduire les effets négatifs possibles sur la santé et la sécurité du public 	<ul style="list-style-type: none"> - Les risques et dangers ont été pris en considération lors de l'élaboration de l'étude de sécurité et de circulation.
Communautés autochtones	<ul style="list-style-type: none"> - Préserver la qualité de l'eau de surface et souterraine, des sols, des sédiments et de l'air; - Planifier le projet de façon à réduire les effets négatifs possibles sur la santé et la sécurité; - Intégrer la main-d'œuvre autochtone au Projet lorsque possible. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'ensemble des éléments mentionnés dans ce tableau s'applique également aux communautés autochtones; - Intégration des communautés autochtones dans les consultations en lien avec le projet.
Fluidité des déplacements	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser la circulation sur la route 117 dans le secteur du Projet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagement d'une voie auxiliaire de virage à gauche afin de séparer les mouvements sur la route 117; - Aménagement sécuritaire et fonctionnel selon les normes du MTQ; - Optimisation de la localisation de l'accès afin de minimiser les impacts de la zone de dépassement.
Communication avec les parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> - Consulter les parties prenantes durant toutes les phases du projet - Viser l'adhésion sociale au projet 	<ul style="list-style-type: none"> - Démarches d'informations, de consultations et de participation en continue mises en place dès le début du processus de l'étude d'impact du projet d'extension (2014); - Consultations publiques virtuelles en élaborant une plateforme qui restera disponible pour consultation.
Vitalité économique	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien et création d'emplois 	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'emplois.

7 GESTION DES RISQUES D'ACCIDENT

Un plan de mesures d'urgence adapté au projet Odyssey est en cours d'élaboration et sera disponible en 2021. Il traitera, entre autres, des risques liés à l'effondrement des chantiers souterrains, des risques d'incendies, d'accidents majeurs, etc.

8 IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PROJET

Ce chapitre présente un résumé du sectoriel sur la résilience climatique (voir annexe S).

8.1 RÉSILIENCE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

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 Loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Cette nouvelle exigence se décline en deux volets. D'une part, l'étude d'impact doit évaluer la contribution du projet aux émissions de gaz à effet de serre et identifier les possibilités de réduction de ces émissions. D'autre part, l'étude d'impact doit également évaluer les impacts des changements climatiques anticipés sur les différentes phases d'un projet, soit la conception, les opérations et la restauration.

L'objectif du présent rapport est de répondre à cette deuxième exigence en faisant une analyse des risques climatiques associés au projet Odyssey. Avec les résultats obtenus, les impacts présentés dans l'étude d'impact environnementale de 2015, les addendas associés et la demande de modification de décret pour les zones Odyssey (Nord et Sud) devront être réévalués en considérant l'ajout des zones East Malartic et East Gouldie. Pour ce faire, l'approche choisie répond aux lignes directrices de l'Optique des changements climatiques d'Infrastructure Canada (Infrastructure Canada, 2019). Le rapport sectoriel (voir annexe S) présente les différents points de cette méthode conforme au standard ISO 31000 sur la gestion des risques (ISO 31000, 2018).

8.1.1 VULNÉRABILITÉ ET RISQUES

Le tableau 7-1 liste les composantes du projet jugées vulnérables aux risques climatiques. Pour ce projet d'exploitation souterraine, les phases de conception/construction et de démantèlement/restauration ont été incluses dans l'analyse. Le tableau 7-2 dresse la liste des aléas climatiques identifiés, qu'ils aient été retenus ou rejetés en fonction de leur pertinence en regard du projet.

Tableau 7-1 Composantes vulnérables au climat pour le projet Odyssey

Dimension affectée	Phase		
	Conception/construction	Opérations	Démantèlement/ restauration
Personnes	Travailleurs Habitants à proximité		
Économie	Bâtiments et leur emprise Stationnements Accès terrestres (routes, chemins) Réseau électrique Haldes	Continuité de l’approvisionnement Arrêt des opérations et isolation du site Intégrité de la machinerie Intégrité des bâtiments Intégrité et entretien des accès terrestres Intégrité du procédé de traitement de l’eau Intégrité du système électrique Matériel de dynamitage Stabilité du procédé de traitement de l’eau Gestion de l’eau Gestion des poussières	Intégrité du milieu après le démantèlement Accès au site restauré
Environnement	Milieux naturels environnants Milieu occupé par le site Milieu utilisé pour l’exploitation Milieu utilisé pour la restauration		

Tableau 7-2 Aléas climatiques retenus et rejetés

Aléas retenus		Aléas rejetés
Précipitations extrêmes	Sécheresse des sols et feux de forêt	Crue des lacs environnants
Épisodes de pluie verglaçante	Tempêtes de vent et activité orageuse	Crue de la rivière Malartic
Canicules	Tempêtes de neige	Fonte du pergélisol
Cycles gel-dégel et redoux hivernal	Allongement de la saison estivale	Glissements de terrain et érosion

8.1.2 ALÉAS CLIMATIQUES RETENUS

Le tableau 7-3 présente le pointage de probabilité pour chacun de ces aléas pour l’horizon du projet en se basant sur une moyenne des pointages des aléas concernés. 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.

Tableau 7-3 Liens entre les aléas, les tendances des indicateurs climatiques et les pointages de probabilité à long terme

Aléa	Variable climatique	Pointage de probabilité moyen (sur 5)*
Allongement de la saison estivale	<ul style="list-style-type: none"> – Durée de la saison sans gel – Nombre annuel de jours d'été – Nombre de degrés-jours de chauffage 	4,7 – Très haute
Canicules	<ul style="list-style-type: none"> – Température maximale moyenne en été – Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C – Nombre annuel de vagues de chaleur – Durée moyenne des vagues de chaleur – Degrés-jours de climatisation 	4,6 – Très haute
Tempêtes de neige	<ul style="list-style-type: none"> – Précipitations annuelles sous forme de neige – Nombre annuel de jours de gel – Nombre annuel de jours recevant plus de 20 mm de précipitations – Maximum du cumul de précipitations sur 24 heures, temps de retour de 50 ans 	4,0 – Haute[#]
Sécheresse des sols et feux de forêt	<ul style="list-style-type: none"> – Nombre annuel de jours dépassant les 30 °C – Nombre annuel de jours d'été – Nombre annuel de jours secs – Durée de la plus longue vague de chaleur sur une année – Future occurrence des feux de forêt 	3,5 – Haute
Précipitations extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> – Nombre annuel de jours recevant plus de 20 mm de précipitations – Maximum annuel de précipitations sur 24 heures – Maximum du cumul de précipitations sur 15 minutes, temps de retour de 10 ans – Maximum du cumul de précipitations sur 15 minutes, temps de retour de 50 ans – Maximum du cumul de précipitations sur 24 heures, temps de retour de 10 ans – Maximum du cumul de précipitations sur 24 heures, temps de retour de 50 ans 	3,3 – Modérée
Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	<ul style="list-style-type: none"> – Température hivernale moyenne – Nombre de cycles gel-dégel annuels – Nombre de cycles gel-dégel hivernaux – Nombre de jours de redoux hivernal 	3,3 – Modérée
Épisodes de pluie verglaçante	<ul style="list-style-type: none"> – Précipitations hivernales moyennes – Nombre annuel de jours de pluie verglaçante – Température hivernale moyenne 	3,2 – Modérée
Tempêtes de vent et activité orageuse	<ul style="list-style-type: none"> – Impacts de foudre – Maximum horaire de la vitesse du vent – Nombre total de jours avec rafales > 110 km/h – Nombre total de jours avec rafales > 130 km/h 	1,8 – Basse

* Le code couleur correspond à celui défini dans le Tableau 1.

Ce pointage est à considérer prudemment, puisque l'aléa est influencé par des tendances ayant des effets contraires.

Le tableau 7-4 présente les 24 impacts potentiels associés aux aléas climatiques identifiés.

Tableau 7-4 Liste des impacts potentiels avec mention des aléas climatiques et de la phase du projet entrant en jeu

Impact potentiel	Aléas climatiques concernés								Phase(s) du projet*	Aspects concernés*
	Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sécheresse des sols et feux de forêt	Tempêtes de vent et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale		
Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes de température									CER	p
Augmentation du nombre d'accidents de travail									CER	pé
Perte de productivité au travail									CER	é
Augmentation des maladies vectorielles (ex. : Lyme) par insectes piqueurs									CER	pé
Augmentation des évacuations pendant les feux de forêt									CER	pée
Mauvaise acceptabilité des risques par les groupes socioéconomiques vulnérables moins bien informés sur les changements climatiques									CE	pé
Pannes de courant									CE	é
Manque d'accessibilité temporaire perturbant la chaîne d'approvisionnement et isolant le site									CE	é

Impact potentiel	Aléas climatiques concernés							Phase(s) du projet*	Aspects concernés*
	Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sécheresse des sols et feux de forêt	Tempêtes de vent et activité orageuse	Tempêtes de neige		
Détérioration des routes et des chemins d'accès								CE	pé
Détérioration accélérée des infrastructures, des équipements et entretiens plus fréquents								E	é
Insuffisance du drainage du toit des bâtiments								E	pé
Dilatation thermique de la structure des bâtiments								E	é
Surcharge verticale des bâtiments excédentaires								E	pé
Bris de la machinerie en condition de verglas								E	é
Dégâts sur les équipements électriques liés au verglas et aux forts vents								E	é
Dégâts sur les équipements électriques exposés aux inondations pluviales								E	é
Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation								E	pé

Impact potentiel	Aléas climatiques concernés								Phase(s) du projet*	Aspects concernés*
	Précipitations extrêmes	Épisodes de pluie verglaçante	Canicules	Cycles de gel-dégel et redoux hivernal	Sécheresse des sols et feux de forêt	Tempêtes de vent et activité orageuse	Tempêtes de neige	Allongement de la saison estivale		
Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère									ER	pe
Augmentation hivernale des eaux d'exhaure									E	ée
Augmentation de l'imprévisibilité des saisons d'activité									E	é
Perte d'accessibilité aux sites restaurés pour en assurer le suivi (dégâts sur les chemins d'accès)									R	ée
Saison avec conditions favorables pour la construction et l'exploitation plus longue*									CE	é
Économie d'énergie de chauffage*									E	é
Accélération de la végétalisation naturelle lors de la restauration*									R	e

C = construction; E = exploitation; R = restauration; p = personnes; é = économie; e = environnement

* Ces impacts représentent une occasion à saisir, et non un risque négatif.

La couleur bleue dans le tableau indique un risque « positif » ou une 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.

8.1.3 ÉVALUATION DES RISQUES CLIMATIQUES

Le niveau de risque identifié dans la section précédente ne prend pas en compte toutes les mesures d'adaptation et d'atténuation qui pourraient, être mises en œuvre pendant la construction et les opérations du projet, si jugé nécessaire.

En effet, certaines mesures pourraient potentiellement permettre au niveau de risque de diminuer de manière significative. Un ensemble de mesures potentielles ayant une influence sur les risques modérés et élevés sont énumérées au tableau 7-5.

Les risques dont le niveau est faible ou négligeable peuvent ne pas nécessiter de mesures spécifiques à court terme.

Tableau 7-5 Liste de mesures de contrôle et d'adaptation possibles pour les risques les plus élevés

Impact potentiel	Mesures	Niveau de risque initial	Niveau de risque résiduel
Augmentation du nombre d'accidents de travail	<ul style="list-style-type: none"> – Mise en place d'une réserve de personnel en cas d'urgence et de hauts taux d'absentéismes en cas d'accidents – Maintien des mesures de prévention et de sensibilisation soutenues aux employés liées à leur santé et leur sécurité 	Élevé	Faible
Augmentation des évacuations pendant les feux de forêt	<ul style="list-style-type: none"> – Révision du plan d'urgence lié à cet aléa pour une préparation optimale – Système élaboré d'assurance santé et accident à prévoir dans le plan d'embauche du personnel 	Élevé	Faible
Insuffisance du drainage des toits	<ul style="list-style-type: none"> – Vérification que la capacité des drains du toit et des fondations est suffisante compte tenu des valeurs futures des courbes IDF de précipitations extrêmes et modification de la conception avant le début de la construction si besoin 	Élevé	Faible
Santé et vulnérabilité des travailleurs face aux extrêmes de température	<ul style="list-style-type: none"> – Investissement dans des mesures de sensibilisation et de formation sur les enjeux climatiques pour les travailleurs – Respect strict des recommandations émises par les instituts de santé publique – Réorganisation du calendrier de construction en dehors des heures les plus chaudes en cas de besoin 	Modéré	Faible
Perte de productivité au travail	<ul style="list-style-type: none"> – Amélioration du système de santé et de sécurité en cas de vagues de chaleur – Investissement dans des mesures de sensibilisation et de formation sur les enjeux climatiques pour les travailleurs 	Modéré	Faible
Pannes de courant	<ul style="list-style-type: none"> – Mise en place de suffisamment de génératrices pour pouvoir alimenter le site en électricité et en chauffage pour au moins 48 heures 	Modéré	Faible
Manque d'accessibilité temporaire perturbant la chaîne d'approvisionnement et isolant le site	<ul style="list-style-type: none"> – Plan de contingence adapté au risque de ne plus pouvoir accéder et sortir du site en raison d'un manque d'accès temporaire 	Modéré	Faible

Impact potentiel	Mesures	Niveau de risque initial	Niveau de risque résiduel
Surcharge verticale des bâtiments excédentaire	<ul style="list-style-type: none"> – Mesures de contrôle pour vérifier la charge de neige sur le toit et capacité suffisante de déneigement à l'interne (c.-à-d. ne pas s'appuyer sur un système public de déneigement) 	Modéré	Faible
Dégâts sur les équipements électriques liés au verglas et aux forts vents	<ul style="list-style-type: none"> – Création d'un fonds supplémentaire d'urgence pour mieux encaisser les pertes économiques occasionnelles – Mise en place de suffisamment de génératrices pour pouvoir alimenter le site en électricité et en chauffage pour au moins 48 heures 	Modéré	Faible
Demande d'énergie supplémentaire pour la climatisation et la ventilation	<ul style="list-style-type: none"> – Adaptation des critères liés à la climatisation et à la ventilation en fonction des projections climatiques en phase finale de conception 	Modéré	Faible
Augmentation de la concentration de poussières dans la basse atmosphère	<ul style="list-style-type: none"> – Distribution de matériel de protection (ex. : masques) aux habitants en proximité en cas de situation extrême – Surveillance accrue de la qualité de l'air (collaboration d'un partenaire externe possible) 	Modéré	Faible

8.1.4 OCCASIONS 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 de nouvelles occasions à saisir. Une brève analyse de ces occasions potentielles a pu montrer qu'elles étaient essentiellement associées au réchauffement hivernal et à l'allongement de la saison estivale :

- La saison donnant des conditions favorables à la construction serait plus longue;
- Des températures plus élevées en hiver induiraient une économie significative d'énergie liée aux besoins de chauffage des bâtiments et de mesures de protection des employés contre le froid;
- Par des températures plus chaudes, la végétation reprendrait plus rapidement sa place lors de la restauration du site.

9 SUIVI ET SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Cette section traite des différents programmes de surveillance et de suivi environnementaux suivants :

- Programme de surveillance pour les travaux de construction du projet Odyssey;
- Modification au programme d'assainissement;
- Mesures de compensation.

9.1 SUIVI ET SURVEILLANCE

Dans le cadre du projet Odyssey, CMGP s'engage à poursuivre la mise en œuvre des différents engagements, notamment :

- Respecter les critères sonores en phase d'exploitation prévus à la condition 3 du décret 388 2017 dans le cadre de la réalisation de l'ensemble des activités minières du projet Odyssey, combinées aux activités minières déjà autorisées;
- Appliquer le plan intégré de gestion des émissions atmosphériques;
- Maintenir les engagements et obligations établis relativement aux impacts potentiels de l'exploitation de mine Canadian Malartic sur les puits. Maintenir le suivi de la qualité et des niveaux d'eau des puits domestiques pour les résidences situées sur le chemin des Merles et le long de la route 117. Maintenir le suivi du niveau de la nappe phréatique et le suivi des puits d'observation de MCM;
- Réagir avec diligence en cas d'impact non prévu et ressenti par les résidents.

Par ailleurs, afin de prévenir, d'éliminer ou de réduire les émissions des sources principales d'émission de GES aux différentes étapes du projet, CMGP mettra en place les mesures d'atténuation suivantes :

- Éviter de laisser tourner inutilement les moteurs au ralenti;
- Assurer un entretien efficace des équipements;
- Lorsque disponibles, utiliser des équipements aux normes de construction et d'aménagement, procédures et mode d'opération visant l'efficacité énergétique;
- Privilégier l'utilisation d'équipement électrique lorsque les options disponibles sur le marché répondront aux exigences techniques et économiques du projet;
- Mettre en œuvre le Plan de gestion de l'énergie et des GES.

De plus, lors des travaux de construction, un suivi sera appliqué pour les sources d'impact spécifiques au projet Odyssey, entre autres :

- Mesures pour contrôler le bruit et les matières particulaires;
- Application du programme de gestion de bruit (incluant suivi acoustique);
- Application du plan de gestion des émissions atmosphériques;
- Gestion de l'eau;
- Gestion des équipements et hydrocarbures;
- Plan de gestion des déversements;
- Gestion des déchets;
- Gestion du sol et du déboisement;

- Gestion des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE).

9.2 MODIFICATION DU PROGRAMME D'ASSAINISSEMENT

Le projet Odyssey sera intégré au programme d'assainissement de CMGP. Comme tous les éléments du projet sont à l'intérieur de l'empreinte du projet d'extension, aucun nouvel élément de suivi ne nécessite une mise à jour (même suivi pour le bruit, l'atmosphère, la gestion de l'effluent, etc.).

9.3 MESURES DE COMPENSATION

Le projet Odyssey se retrouve à l'intérieur de l'empreinte du projet d'extension, lequel fait déjà l'objet d'un programme de compensation pour la perte des milieux humides et hydriques.

10 CONFORMITÉ AU SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT ET À LA RÉGLEMENTATION MUNICIPALE

Selon la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (LAU), les MRC ont la responsabilité de mettre en œuvre des politiques régionales d'aménagement et de développement. Elles s'occupent notamment de l'élaboration du schéma d'aménagement et de développement (SAD). Le SAD de la MRC de La Vallée-de-l'Or est entré en vigueur en mai 2005 (MRC de La Vallée-de-l'Or, 2005).

La structure municipale de la MRC de La Vallée-de-l'Or est composée d'un centre régional, Val-d'Or, et de deux sous-centres régionaux, soit Malartic et Senneterre. Trois centres locaux, Belcourt, Senneterre Paroisse et Rivière-Héva, ainsi que cinq territoires non organisés (TNO) complètent la structure municipale de la MRC.

Les différentes activités ayant lieu sur le territoire doivent être compatibles avec l'affectation du territoire sur lequel a lieu l'activité. Tel que spécifié à la section 4.1 concernant le bail minier qui sera requis en 2022 pour l'exploitation des zones minéralisées, des démarches sont actuellement en cours avec le MERN. Le pourtour du bail sera ajusté afin d'intégrer les zones géologiques souterraines pouvant présenter un potentiel économique futur.

En lien avec la réglementation municipale, le projet Odyssey se situe dans les zones d'exploitation des ressources et industrielle. L'exploitation contrôlée des ressources est autorisée dans ces deux zones. Il n'y a donc aucun changement de zonage nécessaire pour le projet Odyssey. Le Projet respecte également les orientations du schéma d'aménagement de la MRC de La Vallée-de-l'Or.

11 CONSULTATIONS

11.1 RENCONTRES EFFECTUÉES

CMGP a préparé ses consultations de deux façons. D'une part, CMGP a organisé des rencontres ciblées afin de présenter le projet et de connaître les préoccupations des parties prenantes concernées. D'autre part, CMGP a organisé une consultation publique virtuelle afin de recueillir les commentaires et les préoccupations de toutes personnes concernées par le projet et plus spécifiquement par les gens de la communauté de Malartic, principalement les voisins du projet.

Les rencontres ciblées, réalisées avec différentes parties prenantes, sont indiquées au tableau 10-1.

Tableau 10-1 Date des rencontres des parties prenantes

Date	Parties prenantes rencontrées
5 novembre 2020	Rencontre avec les représentants de Long Point First Nation
9 novembre 2020	Rencontre avec des représentants de la Nation Anishnabe de Lac Simon ¹
9 novembre 2020	Rencontre du Conseil municipal de Malartic
10 novembre 2020	Rencontre du Comité d'échanges et de suivi Canadian Malartic (CES-CM)
11 novembre 2020	Rencontre avec des représentants de la Première Nation Abitibiwinni

¹ La communauté de Kitchisakik a été invitée à se joindre à la rencontre du 9 novembre 2020 par le coordonnateur aux Premières Nations de MCM, mais aucun membre du Conseil de bande n'y a participé.

PLATEFORME EN LIGNE

La plateforme en ligne se veut une interface facile d'utilisation où les gens peuvent consulter la documentation liée au projet et faire part de leurs préoccupations et de leurs opinions grâce à différents outils de sondage de perception et de commentaires. Au cours de la période de consultation, les visiteurs pouvaient utiliser également un forum de discussion pour poser leurs questions, lesquelles étaient répondues publiquement dans un délai de 48 heures ouvrables au bénéfice de tous les participants.

Plus précisément, le concept de la plateforme en ligne visait à :

- minimiser les risques liés à la COVID-19 (annulation, report, contamination);
- déployer une démarche rigoureuse en ligne permettant de documenter les préoccupations;
- faire participer la communauté sur une plus grande plage horaire que lors d'événements en présentiel.

Les objectifs de la plateforme en ligne, tels que partagés aux citoyens, étaient les suivants :

- Informer la population, les villes de Malartic et de Rivière-Héva, le CES-CM, les communautés autochtones avec lesquelles MCM collabore ainsi que toutes autres parties prenantes de l'entreprise;
- Recueillir et considérer les commentaires, préoccupations et propositions émis;
- Bonifier le projet Odyssey, le cas échéant.

CMGP a mandaté la firme Transfert Environnement et Société pour l'accompagner dans la conception et la mise en ligne de la plateforme ainsi que pour la modération des contributions reçues, la compilation des résultats et la rédaction d'un rapport d'activités. La période de la consultation était du 16 au 29 novembre 2020.

Le rapport de consultation pour le projet Odyssey, incluant la démarche complète de la consultation et les résultats, est inséré à l'annexe T.

11.2 MODIFICATIONS APPORTÉES PAR CMGP SUITE À LA CONSULTATION

La démarche d'information et de consultation a favorisé les échanges sur les différentes thématiques et suscité certains questionnements. Dans l'ensemble, les mesures d'atténuation actuelles envisagées ont rassuré les gens.

En fonction des préoccupations soulevées et des commentaires formulés, CMGP a évalué la possibilité et la nécessité d'ajouter des mesures d'atténuation supplémentaires afin de minimiser les impacts appréhendés du projet Odyssey et d'en maximiser les bénéfiques. Les réponses de CMGP par thématique d'intérêt sont présentées aux points suivants.

EAU SOUTERRAINE

Malgré les mesures d'atténuation envisagées et expliquées lors des présentations et le fait que la modélisation démontre que le projet Odyssey n'entraînera pas d'effet supplémentaire significatif sur le rabattement de la nappe phréatique, quelques questions ont été soulevées. Les suivis effectués sur le terrain au cours des dernières années ont permis de constater que les modélisations du rabattement de la nappe sont plus pessimistes que la réalité. CMGP est confiant que le Programme de suivi régional des niveaux d'eau déjà en place ainsi que ses engagements liés aux impacts potentiels permettent de répondre adéquatement aux impacts possibles. Conséquemment, CMGP considère qu'aucune autre mesure d'atténuation ne sera requise.

QUALITÉ DE L'AIR ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Certaines précisions ont été demandées au niveau de la poussière et des émissions de gaz à effet de serre (GES). Un questionnement concernait la surveillance des moteurs qui fonctionnent inutilement au ralenti.

MCM a mis en place un système de gestion de la consommation d'énergie et des émissions de GES répondant aux exigences de l'initiative Vers un développement minier durable (VDMD) de l'Association Minière du Canada. Ce système permet de mieux encadrer les actions déjà en place et s'assure, entre autres, de l'identification annuelle des sources d'énergie et d'émissions jugées importantes de la mine, de l'examen périodique des données sur l'énergie et de l'intégration des mesures et des commandes de processus liés à la consommation d'énergie et d'émission de GES. Cet outil facilite l'atteinte des objectifs de rendement en matière de consommation d'énergie et d'émissions de GES de la mine et s'appliquera aussi pour le projet Odyssey

Les employés de MCM sont sensibilisés régulièrement aux bonnes pratiques à mettre en œuvre pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de leur travail comme d'éviter de laisser fonctionner inutilement les moteurs au ralenti. Si les superviseurs s'assurent de répéter les consignes au besoin, il est du devoir de tous les employés d'agir avec diligence, de respecter les bonnes pratiques et de rapporter toutes situations irrégulières. Par ailleurs, des affichages sur le terrain et autres moyens de communication nous permettront de renforcer ce message.

Enfin, CMGP reconnaît que les véhicules électriques offrent des avantages (ex. : diminution des émissions de GES, réduction des besoins de ventilation, consommation moindre en carburant, maintenance réduite, etc.) et évalue la faisabilité de cette alternative. Si les phases ultérieures du projet Odyssey sont autorisées, l'acquisition de la flotte d'équipements de production se ferait vers la fin de la deuxième année du projet. Les avancées dans le domaine de l'électrification des équipements miniers sont constantes. CMGP se tient au fait de l'évolution technologique et continuera de considérer la possibilité d'acquérir, voire de privilégier certains équipements s'ils offrent les capacités requises. Si un équipement est équivalent en termes de sécurité, de performance et de coûts, alors l'équipement électrique sera favorisé.

AMBIANCE SONORE

Des questions ont été posées au sujet de l'ambiance sonore, mais considérant les résultats des études de modélisation, la nature du projet (souterrain) et des mesures d'atténuation déjà envisagées, cet aspect ne ressort pas comme une préoccupation.

Conséquemment, outre les mesures déjà en place et l'installation des ventilateurs principaux sous terre, il n'est pas envisagé d'ajouter d'autres mesures d'atténuation.

VIBRATIONS

Peu de questions ont été soulevées lors des diverses activités de consultation, sauf une référence à la perception des vibrations en comparaison de la mine Goldex d'Agnico Eagle.

Considérant les mesures déjà envisagées et les résultats obtenus lors des études réalisées pour le projet Odyssey indiquant que les vibrations seront légèrement ou pratiquement imperceptibles (selon le type de sautage) et qu'aucun impact n'est appréhendé sur la route 117, aucune autre mesure d'atténuation n'est envisagée pour le moment. De plus, notons que les activités de surveillance en temps réel seront maintenues et qu'une attention particulière sera portée lors des premiers sautages de production.

CIRCULATION

Certaines préoccupations ont été soulevées quant à la sécurité et à la fluidité de la route 117 avec l'ajout d'un nouvel accès qui permettrait d'accéder au site.

L'accès actuel au projet Odyssey est temporaire et un nouvel accès à la route 117 ainsi qu'une voie de virage à gauche seront aménagés pour permettre un accès sécuritaire au site en fonction de l'augmentation des débits qu'engendrera le projet. Dès 2017, CMGP a entrepris des démarches auprès du ministère des Transports (MTQ) afin de concevoir et d'éventuellement construire un accès sécuritaire au site. Depuis ce temps, plusieurs études techniques ont été réalisées par des firmes de génie-conseil spécialisées en réalisation de projets routiers. Ces études ont permis entre autres d'identifier les paramètres de sécurité et de géométrie routières tout en considérant les paramètres géotechniques des sols en place dans le secteur retenu. En se basant sur ces études, le projet poursuit le cheminement d'un projet routier du MTQ et à ce jour, CMGP a franchi les étapes d'avant-projet préliminaire et définitif.

MILIEU HUMAIN

Des questions ont été soulevées en regard des retombées économiques du projet, entre autres par les communautés autochtones rencontrées. Considérant que l'Entente de collaboration convenue entre MCM et les Premières Nations Anicinapek d'Abitibiwinni, de Lac Simon, de Long Point et de Kitisakik en 2020 est actuellement en démarrage, celle-ci permettra notamment de répondre aux considérations exprimées.

PLAN DE RESTAURATION

Quelques questions ont été soulevées en regard du plan de restauration, notamment concernant la garantie financière, de la notion de « visuellement acceptable » et de la collaboration avec des universités. En vertu de la *Loi sur les mines*, MCM est tenue de restaurer les terrains touchés par ses activités, comme toutes les autres entreprises d'exploitation et d'exploration minière au Québec. Avec la demande de modification de décret, un plan de réaménagement et de restauration sera déposé au MERN pour analyse et approbation et, lorsque le plan aura été approuvé, une garantie financière sera fournie pour couvrir tous les aspects liés à la restauration du site du projet Odyssey.

Ainsi, selon le Guide sur la restauration minière, les mesures de protection, de réaménagement et de restauration ont pour objectif de remettre le site minier dans un état satisfaisant, et visent particulièrement à :

- éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité des personnes;
- limiter la production et la propagation de substances susceptibles de porter atteinte à l'environnement et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de suivi sur le site;
- remettre le site dans un état visuellement acceptable pour la collectivité;
- remettre les infrastructures du site dans un état compatible avec l'usage futur.

Une remise en état satisfaisant, donc visuellement acceptable, inclut par exemple la mise en végétation des terrains affectés par l'activité minière (ex. : le site des bâtiments et les aires d'accumulation de résidus miniers et de stériles miniers, la surface des routes et les accotements). Ces derniers doivent être mis en végétation afin d'en contrôler l'érosion et de redonner au site un aspect naturel en harmonie avec le milieu environnant.

De plus, dans le cadre de la planification de la restauration minière, tant pour le projet Odyssey que pour la mine Canadian Malartic, des études doivent être réalisées et plusieurs d'entre elles le sont en collaboration avec des universités. D'ailleurs, MCM est l'un des partenaires industriels de l'Institut de recherche en mines et environnement : IRME-UQAT-Polytechnique.

12 INFRASTRUCTURES CONNEXES

12.1 LIGNE AÉRIENNE À 120 KV

Tel que mentionné à la section 4.9, l’approvisionnement en électricité sera assuré par une ligne aérienne reliée au poste de transformation de la mine Canadian Malartic, d’une longueur approximative de 10 km. L’aménagement de cette ligne électrique à 120 kV est un projet connexe qui n’est pas assujéti à la procédure d’évaluation réalisée dans le cadre du projet Odyssey. Son autorisation fera donc l’objet d’une demande d’autorisation (article 22 de la LQE) qui sera déposée à la direction régionale. Cette section présente les principaux enjeux en lien avec ce projet de ligne électrique.

La ligne électrique longera des infrastructures existantes telles que le chemin du Lac-Mourier (à l’ouest), un sentier VTT (au sud) et la halde à mort terrain de Canadian Malartic (à l’est), pour être par la suite raccordée au poste électrique du projet Odyssey. Cela aura pour conséquence de limiter l’impact sur le milieu biophysique et humain. De plus, le tracé, disponible en version préliminaire à l’annexe U, sera optimisé en fonction des contraintes présentes au terrain (ex. : milieux humides). Un chemin d’accès devra également être construit et sera présenté dans le cadre de la demande d’autorisation en vertu de l’article 22 de la LQE.

Les principaux impacts appréhendés sur le milieu physique concernent la perturbation des sols et le risque d’érosion. Des mesures d’atténuation seront mise en place afin de diminuer les effets potentiels (ex. : lorsque possible, la machinerie effectuera la traversée à partir des chemins existants et reprendra le travail de l’autre côté).

Les principaux impacts appréhendés de la ligne électrique et de son chemin d’accès sont sur le milieu biologique, notamment sur les milieux humides (voir l’annexe U). Les milieux humides présents dans la zone d’étude sont des tourbières boisées et ouvertes, des marécages arborescents et arbustifs et des marais. Par ailleurs, certains poteaux devront être installés en milieux humides. Des mesures d’atténuation seront prévues afin d’atténuer l’impact (ex. : remise en état des lieux suite aux travaux d’installation des poteaux). Notons que les poteaux ne seront pas installés dans les habitats de faune aquatique (ruisseaux).

Des inventaires de la faune aviaire réalisés en 2020 ont permis de confirmer la présence d’espèces d’oiseaux à statut particulier telles que l’engoulevent d’Amérique et le gros-bec errant (annexe U). En ce qui concerne les mammifères, cinq espèces de chauves-souris ont été répertoriées, dont trois ont un statut provincial (susceptible d’être désignée menacée ou vulnérable) et une détient un statut au fédéral (en voie de disparition). Aucune autre espèce à statut particulier n’a été répertoriée. Notons que les activités de déboisement auront lieu à l’extérieur des périodes critiques pour la faune (ex. : période de nidification des oiseaux migrateurs). De plus, les activités de construction seront réalisées sur une courte durée, ce qui occasionnera un faible impact résiduel.

En exploitation, les impacts reliés à la ligne électrique seront en lien avec la présence des infrastructures et concernent des composantes du milieu humain. L’impact principal appréhendé sera de nature visuelle, principalement pour certains usagers du chemin de VTT.

En ce qui concerne l’effet cumulatif, ce dernier demeure très limité étant donné que la ligne électrique est construite dans un secteur déjà industrialisé et que celle-ci longe les infrastructures existantes.

12.2 ACCÈS À LA ROUTE 117 ET VOIE DE VIRAGE À GAUCHE

L'accès actuel au Projet Odyssey, aux abords de la route 117, est temporaire. Le Projet Odyssey nécessite l'aménagement d'un nouvel accès à la route 117 et d'une voie de virage à gauche pour permettre un accès sécuritaire au site Odyssey et ce, en fonction de l'augmentation des débits qu'engendrera le projet. Des démarches ont été entreprises dès 2017 auprès du MTQ afin de concevoir et éventuellement de construire un accès sécuritaire au site. Depuis ce temps, plusieurs études techniques effectuées ont permis entre autres d'identifier les paramètres de sécurité et de géométrie routière tout en considérant les paramètres géotechniques des sols en place dans le secteur retenu. L'étude de sécurité et de circulation, l'étude géotechnique et l'avant-projet préliminaire et définitif combiné ont été approuvés par le MTQ. L'étape en cours d'approbation est la conception des plans et devis définitifs. De plus, un projet d'Entente concernant la construction et le démantèlement d'une voie de virage à gauche et d'un accès sur la route 117 est en cours de finalisation entre le MTQ et CMGP. Une demande d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE sera présentée pour ces travaux.

13 CONCLUSION

Dans le cadre du projet Odyssey, CMGP projette d'exploiter la continuité en profondeur de quatre zones minéralisées, soit East Malartic, Odyssey Nord, Odyssey Sud et East Gouldie. Il est prévu que ces zones soient exploitées au moyen de galeries souterraines à proximité de la mine Canadian Malartic. Ce projet nécessitera, entre autres, l'aménagement d'un puits et d'une rampe pour accéder aux gisements. Ce projet se situe à l'intérieur de l'empreinte du projet d'extension de la mine Canadian Malartic.

Le projet d'environ 20 000 t/j d'extraction de minerai utilisera les infrastructures existantes de MCM sur une période d'une vingtaine d'années. Cette modification de décret présentée au MDDELCC reprend l'analyse des impacts effectuée dans le cadre de l'ÉIE du projet d'Extension pour les éléments qui sont modifiés par le projet Odyssey.

Les impacts suivants ont été réévalués, soit :

Vibrations : Les sautages découlant du projet Odyssey seront peu ou faiblement perceptibles par la population en raison de l'éloignement des installations des résidences de la ville de Malartic et du chemin des Merles et du faible tonnage d'explosifs utilisés par rapport aux sautages réalisés dans les fosses.

Qualité de l'atmosphère : Les modélisations effectuées démontrent que la mise en place du plan de prévention et de gestion des matières particulaires permet le respect des normes de qualité de l'air ambiant. De plus, la contribution du projet Odyssey s'avère de faible importance par rapport aux activités d'extraction dans les fosses.

Ambiance sonore : Les activités d'extraction seront majoritairement souterraines, tout comme les composantes du réseau de ventilation minière, ce qui, lors de la modélisation, se traduit par une contribution du projet Odyssey négligeable par rapport aux travaux d'extraction et de transport du minerai dans les fosses.

Eau souterraine : Le projet Odyssey, de par la profondeur du dénoyage, implique un rabattement de la nappe d'eau souterraine plus important que pour l'extension de la fosse. Le scénario le plus pessimiste des modélisations indique un impact potentiel à la limite sud de l'esker où sont installés les puits d'alimentation. Si ce scénario se produisait, les puits d'alimentation les plus au sud dans l'esker pourraient voir leur capacité diminuer. Toutefois, ces rabattements n'affecteraient pas le puits PP7 construit en 2010. De plus, le programme de suivi des eaux souterraines ainsi que les engagements de MCM pour le projet d'extension seront également maintenus. Mentionnons de plus qu'il est peu probable que des tassements d'importance se développent dans l'argile sous l'effet du rabattement de la nappe dans le roc uniquement. Par conséquent, le risque de tassements des sols sous la route 117 est faible.

Eaux de surface : La gestion des eaux du projet Odyssey s'intégrera à la gestion actuelle des eaux de surface et aucun changement significatif n'est envisagé par rapport à la situation actuelle.

Milieu humain : L'impact du projet Odyssey est positif, car entre 1 200 et 1 300 employés seront présents sur le site durant les cinq années maximales d'emploi.

En ce qui concerne les consultations, CMGP a procédé de deux façons. D'une part, CMGP a organisé des rencontres virtuelles afin de présenter le projet et de connaître les préoccupations de parties prenantes et de communautés autochtones ciblées. D'autre part, CMGP a mis en ligne une plateforme d'information et de consultation destinée à l'usage de la communauté de Malartic et de Rivière-Héva, les voisins les plus concernés par le projet, ainsi qu'à toute personne ou groupe intéressés par ses activités. La démarche d'information et de consultation a favorisé les échanges sur les différentes thématiques et suscité certains questionnements de la population. Dans l'ensemble, les mesures d'atténuation actuelles envisagées ont rassuré les gens.

ANNEXE

A

LISTE DES PERMIS
ENVIRONNEMENTAUX ET
DROITS D'EXPLOITATION

Liste des permis et autorisations - Mine Canadian Malartic (Janvier 2021)		
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)		
Décrets		
Numéro de référence	Date	Objet
Décret 914-2009	2009-08-19	Projet minier aurifère Canadian Malartic
Décret 617-2010	2010-07-07	Contrat de location des terrains et d'octroi des droits du domaine de l'État requis pour la construction et le maintien du barrage situé sur le ruisseau Raymond
Décret 405-2011(DEM-1)	2011-04-13	Modification du décret 914-2009 (NI 98-01)
Décret 964-2012 (DEM-2)	2012-10-18	Modification du décret 914-2009 (sautage exceptionnel)
Décret 98-2013 (DEM-3)	2013-02-13	Modification du décret 914-2009 (mur nord et conditions sautage)
Décret 171-2014	2014-02-26	Modification du décret 914-2009 (Gouldie)
Décret 763-2014	2014-08-26	Modification du décret 914-2009 (changement de nom)
Décret 721-2015	2015-08-19	Modification du décret 914-2009 (Phase II modifiée)
Décret 357-2016	2016-05-04	Modification du décret 617-2010
Décret 387-2017	2017-04-12	La déviation de la route 117 à l'entrée Est de la Ville de Malartic
Décret 388-2017	2017-04-12	Modification du décret 914-2009 (Phase III modifiée)
Décret 1370-2018	2018-11-28	Modification du décret 914-2009 (réaliser le projet Odyssey prévoyant l'exploitation minière souterraine des zones minéralisées East Malartic et Jeffrey)
Certificats d'autorisation-Québec		
Numéro de référence	Date	Objet
CA-1	2017-06-22	Déboisement de l'emprise de la route 117 (décret 387-2017)
CA-2	2017-07-28	Construction d'un pont et chemins d'accès temporaires - projet de la déviation de la route 117 (décret 387-2017)
CA-3	2017-08-11	Écran acoustique temporaire - projet de la Déviation de la 117 (décret 387-2017)
CA-4	2017-09-21	Ponceaux, drains et surcharges pour le projet de déviation de la route 117 (décret 387-2017)
CA-5	2018-05-22	Construction de la déviation de la route 117 (décret 387-2017)

CA-6	2018-06-27	Construction de la butte-écran déviation (décret 387-2017)
CA-7	2019-09-25	Démantèlement de la route 117 à la suite de la mise en service de la déviation de la route 117 (décret 3211-16-013)
Certificats d'autorisation-Régionaux		
Numéro de référence	Date	Objet
7610-08-01-70167-28	2009-08-24	Établissement d'une usine mobile de béton- Terminé (non cédé par Osisko)
7610-08-01-70167-29	2009-08-27	Assises et fondations de différents bâtiments - Terminé (non cédé par Osisko)
7610-08-01-70167-29	modifié 2012-09-14	Construction d'un nouveau bâtiment annexé au coin nord-ouest de l'usine de traitement - Terminé (non cédé par Osisko)
7610-08-01-70167-30	2009-08-28	Préparation des fondations – Dignes A et B - Terminé (non cédé par Osisko)
7610-08-01-70167-31	2010-01-26	Construction du Bassin Sud-Est
7610-08-01-70167-32	2009-12-18	Établissement d'un dépôt pétrolier-Non cédé par Osisko
7610-08-01-70167-32 401648340	2017-12-12	Modification du dépôt pétrolier
7610-08-01-70167-33	2009-12-17	Réseau d'aqueduc et d'égout(à raccorder au réseau municipal + station pompage) -Non cédé par Osisko
7610-08-01-70167-34	2010-01-12 et modifié 22-06-2010	Prélèvement de roc dans l'extrémité sud-est de la future fosse -Terminé (non cédé par Osisko)
7610-08-01-70167-35	2010-02-09	Établissement des installations de l'atelier mécanique du bâtiment de services (+ réservoirs et sys. traitement eau)
7610-08-01-70167-35 401534424	modifié 2016-11-21	Autorisation d'amener les eaux usées du nouveau garage vers la baie de lavage de l'atelier mécanique
7610-08-01-70167-36	2010-04-13	Construction du barrage et mise en eau du bassin Johnson
7610-08-01-70167-37	2010-04-16	Construction et aménagement d'une butte écran et d'un parc linéaire
7610-08-01-70167-37	modifié 2019-01-14	Modification: Construction et aménagement d'une butte écran et d'un parc linéaire (projet extension)
7610-08-01-70167-39 401621269	2017-08-16	Décapage du secteur des infrastructures du projet d'extension
7610-08-01-70167-39 401808108	modifié 2019-05-15	Décapage du secteur des infrastructures du projet d'extension (étendre la zone de décapage)

7610-08-01-70167-41	2010-11-03	Construction d'un bassin d'urgence
7610-08-01-70167-42	2010-11-24	Travaux préparatoires à l'exploitation -Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-42	modifié 03-03-2011	Travaux préparatoires à l'exploitation (ajout du démarrage des équipements à l'usine)- Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-43 400875966	2011-11-23	Construction du concasseur secondaire - Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-44 400857011	2011-09-13	Construction des fondations pour le concassage secondaire- Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-45 400865643	2011-10-20	Installation de dépoussiéreurs dans la carothèque du bureau régional d'exploration- Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-46 400874962	2011-11-15	Opération de deux unités portatives de concassage secondaire- Révoqué
7610-08-01-70167-47 400876922	2011-11-23	Installation d'un dépoussiéreur Processair 144-SA-82 (concasseur secondaire)- Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-48 400898292	2012-02-22	Opération d'un concasseur secondaire
7610-08-01-70167-49	2011-03-31	Exploitation - Projet minier aurifère Canadian Malartic
7610-08-01-70167-49	modifié 21-02-2013	Exploitation (accès au mur nord et conditions sautages)
7610-08-01-70167-49	modifié 27-03-2014	Exploitation (Gouldie 30 mois)
7610-08-01-70167-49 401266128	modifié 2015-07-02	Exploitation triangle secteur Est de la fosse CM
7610-08-01-70167-49 401283745	modifié 2015-08-21	Rehausser les digues nord et sud du bassin de polissage existant jusqu'à l'élévation 324.5m pour créer une cellule de déposition
7610-08-01-70167-49 401288667	modifié 2015-09-10	Rehausser de 2 mètres les parois de l'épaisseur des résidus (retrofit)
7610-08-01-70167-49 401545889	modifié 2016-12-08	Mise à jour du programme de suivi environnemental de mars 2011
7610-08-01-70167-49 401647623	modifié 2017-12-14	Mettre à jour le suivi du bruit ambian
7610-08-01-70167-49 401647623	modifié 2018-06-06	Mettre à jour le suivi de la qualité de l'air, les suivis social et économique ainsi que les suivis des sautages

7610-08-01-70167-49 401734451	modifié 2018-08-31	Exploitation fosse Jeffrey
7610-08-01-70167-49 401776233	modifié 2019-01-29	Travaux préparatoires fosse Barnat
7610-08-01-70167-49 401776234	modifié 2019-03-07	Matelassage
7610-08-01-70167-49 401788573	modifié 2019-03-08	Parc à résidus
7610-08-01-70167-49 401820524	modifié 2019-06-20	exploitation Barnat
7610-08-01-70167-49 401874161	modifié 2019-11-27	Agrandissement du Bassin Sud Ouest
7610-08-01-70167-49 401915524	modifié 2020-04-20	Aménagement d'une halde à mort-terrain sur la halde à stérile
7610-08-01-70167-49 401940359	modifié 2020-09-23	Agrandir la fosse Barnat dans sa limite nord et aménager un chemin de service au nord de cette fosse.
7610-08-01-70167-50 400979230	2012-11-14	Exploitation d'un concasseur (à galets)
7610-08-01-70167-51	2012-09-14	Installation et opération d'un dépoussiéreur (usine)-Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-52	2013-02-14	Travaux de sécurisation dans le secteur du vieux parc à résidus Barnat-Sladen
7610-08-01-70167-53 401041103	2013-06-21	Opération d'un concasseur mobile temporaire (pour une durée de 8 mois) -Révoqué
7610-08-1-70167-53 401202522	modifié 2014-06-03	Opération d'un concasseur mobile temporaire (jusqu'au 31 déc 2014) -Révoqué
	modifié 2015-03-05	Opération d'un concasseur temporaire (opération jusqu'au 31 déc. 15) -Révoqué
	modifié 2015-12-17	Opération d'un concasseur temporaire (opération jusqu'à l'obtention du CA de la nouvelle station de concassage)
7610-08-01-70167-54 401116619	2014-03-25	Construction et opération d'une usine de traitement de l'effluent
7610-08-01-70167-56 401116416	2014-03-25	Installation d'un dépoussiéreur à l'usine de traitement de l'effluent (réservoir de mélange du sulfate de cuivre)
7610-08-01-70167-57 401116490	2014-03-25	Installation d'un dépoussiéreur à l'usine de traitement de l'effluent (réservoir de mélange du sulfate ferreux)

7610-08-01-70167-58 401078081	2013-10-22	Disposition de résidus miniers sur la cellule 1- Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-59	2014-03-25	Entreposage de stériles miniers sur la cellule 2-Non cédé à CMGP
7610-08-01-70167-60	2014-02-25	Construction d'une digue filtrante dans le bassin sud-est
7610-08-01-70167-61 401188369	2014-10-24	Exploitation d'un procédé de destruction des cyanures avec l'acide de Caro
7610-08-01-70167-62 401248604	2015-05-14	Aménagement d'un four à induction à la raffinerie
7610-08-01-70167-63 401239724	modifié 2015-05-14	Installation d'un dépoussiéreur à cartouches à la raffinerie
7610-08-01-70167-65 401282307	2015-08-20	Construction et opération d'un bassin de polissage
7610-08-01-70167-65 401758036	modifié 2018-11-21	Installer et opérer des géotubes
7610-08-01-70167-66 401282307	2015-08-20	Construction d'un déversoir d'urgence au BSE
7610-08-01-70167-67 401308462	2015-11-27	Dérivation du cours d'eau Raymond (dérivation Nord) vers la dérivation Sud
7610-08-01-70167-68 401319396	2016-02-25	Aménagement d'une halde mixte
7610-08-01-70167-68 401847048	modifié 2019-08-28	Aménagement d'une halde mixte
7610-08-01-70167-69 401617409	2017-07-25	Opération d'un système de traitement d'appoint des eaux de surface - Décapage
7610-08-01-70167-70 401308399	2015-12-22	Aménagement et exploitation d'un lieu d'élimination de neiges usées
7610-08-01-70167-70 401644367	modifié 2017-12-20	Modification de l'aménagement et exploitation d'un lieu d'élimination de neiges usées
7610-08-01-70167-71 401327441	2016-02-15	Opération d'un concasseur mobile
7610-08-01-70167-71 401619152	modifié 2017-08-02	Modification du CA-71 Opération d'un concasseur mobile
7610-08-01-70167-72 401358485	2016-06-03	Construction et exploitation d'une trémie de chargement de minerai concassé (Trémie 2H)
7610-08-01-70167-73 401384796	2016-08-26	Élargissement du chemin du concasseur en littoral
7610-08-01-70167-74 401538536	2016-12-05	Installation de dépoussiéreurs à la trémie de chargement de minerai concassé (Trémie 2H)
7610-08-01-70167-75 401591998	2017-06-16	Valorisation de stériles miniers de la mine Canadian Malartic comme matériau de construction

7610-08-01-70167-76 401591998	2017-08-01	Remblayage de l'effondrement Barnat et de la fosse Buckshot
7610-08-01-70167-77 401620934	2017-08-16	Aménagement d'une Halde à mort-terrain
7610-08-01-70167-77 401655771	modifié 2018-01-29	Modification de l'aménagement de la halde à mor-terrain
7610-08-01-70167-78 401620708	2017-08-16	Aménagement d'un drain sous le prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles
7610-08-01-70167-79 401620708	2017-09-21	Prolongement du parc à résidus vers l'Est
7610-08-01-70167-79 401620709	modifié 2019-09-27	Prolongement du parc à résidus vers l'Est
7610-08-01-70167-80 401630594	2017-09-12	Remblayage d'une ancienne ouverture minière historique de la mine Barnat- Chantier 12-9
7610-08-01-70167-81	2017-10-31	Aménagement de la halde à stériles du projet d'extension
7610-08-01-70167-81	modifié 2018-08-10	Modification du bassin Nord-Est
7610-08-01-70167-81	modifié 2020-01-16	Modification du bassin Nord-Est (division en deux parties distinctes)
7610-08-01-70167-82 401644347	2017-12-20	Aménagement et exploitation d'un lieu d'élimination de neiges usées- Projet Extension Malartic
7610-08-01-70167-83 401644417	2017-12-20	Aménagement et exploitation d'un lieu d'élimination de neiges usées- Secteur Parc à Résidus, bassin sud-est
7610-08-01-70167-84 401749812	2019-06-14	Prélèvement d'eau- Puits Barrette, fosse Gouldie, fosse Jeffrey
7610-08-01-70167-84 401882515	modifié 2019-12-20	Prélèvement d'eau- modification Deep Well, Odyssey, Goldie, Jeffrey
7610-08-01-70167-85 401644417	2018-12-21	Exploration avancée du projet Odyssey, zone Sud
7610-08-01-70167-85 401644418	modifié 2019-09-03	Modification Exploration avancée du projet Odyssey, zone Sud
7610-08-01-70167-86 401895115	2020-05-01	Usine de production d'eau potable pour le projet Odyssey
7610-08-01-70167-87 401815260	2019-06-05	Remblai du secteur sud de la halde mixte
7610-08-01-70167-88 401791934	2019-03-26	Utilisation de systèmes mobiles de traitement d'eau de type Mudwizard
7610-08-01-70167-89 401799133	2019-04-12	Utilisation d'un concasseur mobile saisonnier

7610-08-01-70167-90 401968032	2020-11-05	Installation d'un réseau de distribution d'eau potable
7610-08-01-70167-90 401963141	RECTIFIÉ le 22 décembre 2020	Rectification - Installation d'un réseau de distribution d'eau potable
7610-08-01-70167-91 401917989	2020-04-20	Ouvrage de protection contre les inondations, Ruisseau CE1
7610-08-01-70167-92 401946133	2020-08-14	Système de traitement des eaux usées - Projet Odyssey
7610-08-01-70167-93 401963880	2020-10-19	Travaux en milieux humides - Modification de la limite nord de la fosse Barnat et construction d'un chemin d'accès (MHH)
7610-08-01-70167-94 401961421	2020-10-16	Travaux en milieux humides - Secteur du projet Odyssey
3211-16-013	2019-09-25	Démantèlement de la route 117 à la suite de la mise en service de la déviation de la route 117
7610-08-01-60088-00	2009-03-09	Forage dans un lac, un cours d'eau et en rive – Zone Gouldie – Site East Malartic
7311-08-01-84210-16	2007-11-05	Demande d'autorisation pour réaliser un projet d'aqueduc et d'égout pour une rue « de démonstration » dans le cadre d'un nouveau développement domiciliaire – Rues A et B et Avenue A – Ville de Malartic
X2117777	2010-06-04	Construction du barrage situé sur le ruisseau Raymond (bassin Johnson)
7311-08-01-89015-09	2011-07-22	Ouvrage de captage d'eau souterraine pour alimenter le réseau d'aqueduc municipal
Certificats d'autorisation-Bancs d'emprunt		
Numéro de référence	Date	Objet
7610-08-01-80621-00	2015-10-23	En lien avec le bail non exclusif d'exploitation de moraine numéro 40193
7610-08-01-80856-00	modifié 2015-11-06	En lien avec le bail non exclusif d'exploitation de moraine numéro 40194
Ministère de l'Énergie et des ressources naturelles (MERN)		
Numéro de BNE	Date d'expiration	Description
BNE 40193	2021-03-31	Bail non exclusif d'exploitation de moraine (en lien avec le CA#7610-08-01-80621-00)
BNE 40194	2021-03-31	Bail non exclusif d'exploitation de gravier (en lien avec le CA#7610-08-01-80856-00)
BNE 41986	2021-03-31	Bail non exclusif d'exploitation de gravier et sable

BNE 43254	2021-03-31	Bail non exclusif d'exploitation de sable et gravier
BNE 43427	2021-03-31	Bail non exclusif d'exploitation de sable et gravier
Baux miniers		
Numéro de référence	Date	Objet
892	2009-11-25	Exploitation du minerai- Fosse CM
1007	2011-04-27	Exploitation du minerai- Fosse CM
1011	2011-05-14	Exploitation du minerai- Fosse CM
CM 226	2012-12-06	Exploitation du minerai- Fosse CM
1020	2014-03-03	Exploitation du minerai- Fosse Gouldie
1008	2017-07-28	Exploitation du minerai- Fosse Barnat
Droits de surface		
Numéro de référence	Date	Objet ou responsable
822597 00 000	26-août-09	Bail pour fins industrielles
823099 00 000	31-août-09	Bail pour fins industrielles (parc à résidus)
2000855	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2000857	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2000858	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2000859	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2000911	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2000913	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2000917	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2001055	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2398785	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
2398787	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)

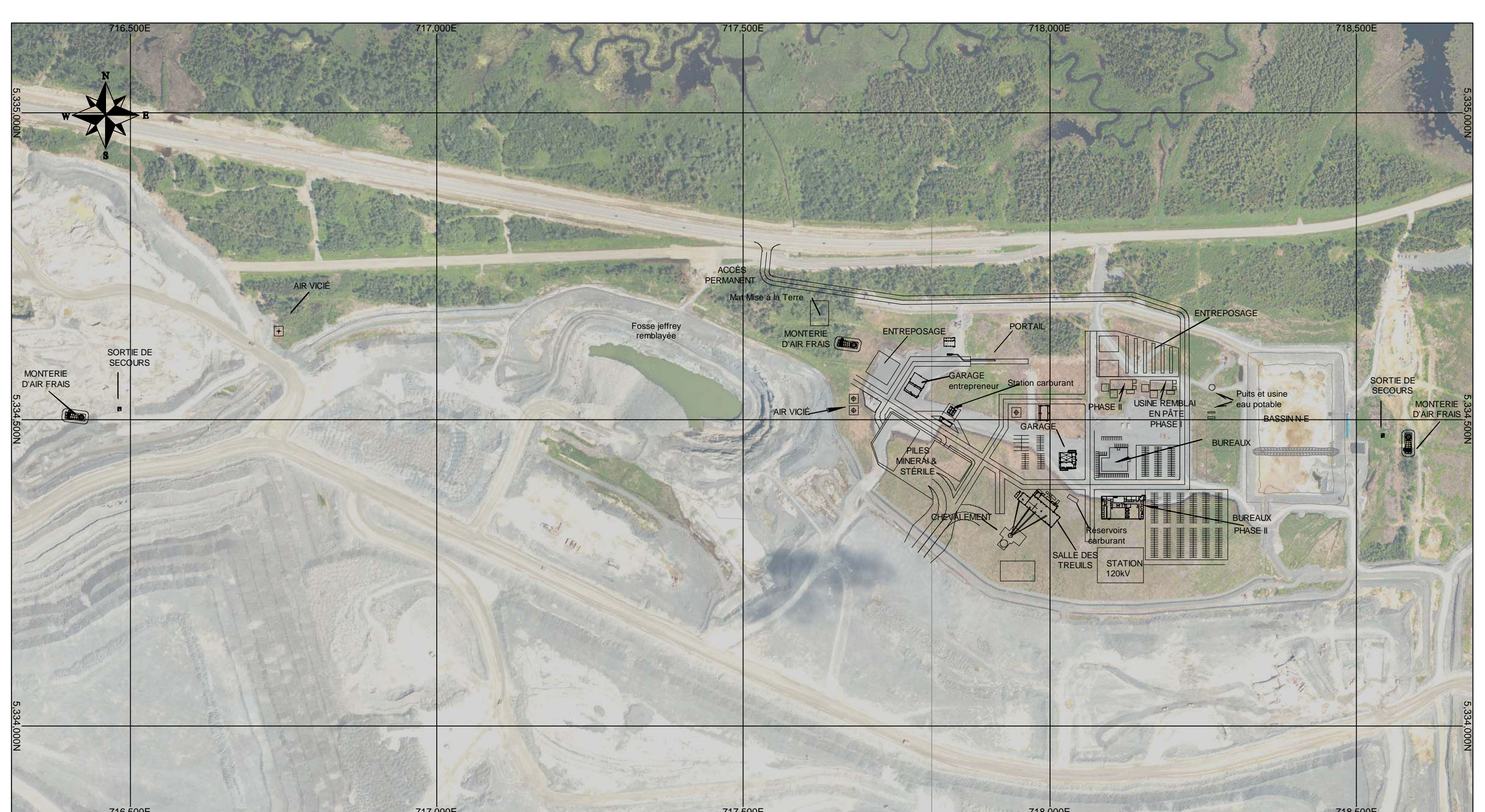
2398789	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
2398790	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
2398791	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
2399596	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
2399894	-	Abitibi Royalties Inc. (85988) 15 %; Corporation Canadian Malartic (93604) 85 % (responsible)
2515273	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
2515274	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
56923	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
56924	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
61518	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
61520	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
61521	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
61523	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
72271	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
72287	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
72289	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
72291	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
73332	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
73333	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
73334	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
73335	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
73336	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)
73337	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsible)

73338	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73339	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73340	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73341	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73343	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73344	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73349	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73350	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73351	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73352	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73353	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
73361	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
74686	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
74687	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
74688	-	Canadian Malartic GP (Mine Canadian Malartic) (93465) 100 % (responsable)
1370 20 908	02-juin-20	Bail pour fins industrielles (instruments géotechniques pour suivi de la stabilité du pilier de surface CH11-48-51)
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs		
Numéro de permis	Date d'émission	Description
PM3025852	2020-04-06	Permis d'intervention (forages-sentiers-mise en forme-prises d'eau)
PM3025807	2020-04-02	Permis d'intervention (coupe et transport de bois)

ANNEXE

B

PLAN DES
INSTALLATIONS DE
SURFACE



		DESSINE PAR : MARTIN BOURGET		DATE : 2020-11-26		SCEAU		PROJET PROJET ODYSSEY		TITRE Site Odyssey	
		APPROUVÉ PAR : SYLVIE LAMPRON		DATE : 2020-11-26				NUMÉRO DE DESSIN SU - 001 - ZZZ - 0000 - AMG - 00		Vue Générale	
		ECHELLE : N/A		IMPRIMÉ : 2020-11-26				NUMÉRO DE COMPTE		Surface	
NO.	DATE	REVISION / EMISSIONS		PAR.	APP.						

RÉFÉRENCE :R:\Evaluation de Projets\Projets_ODYSSEY\Environnement\00-East Gouldie\Données de base\Plan surface de référence\Site Odyssey.dcf

ANNEXE

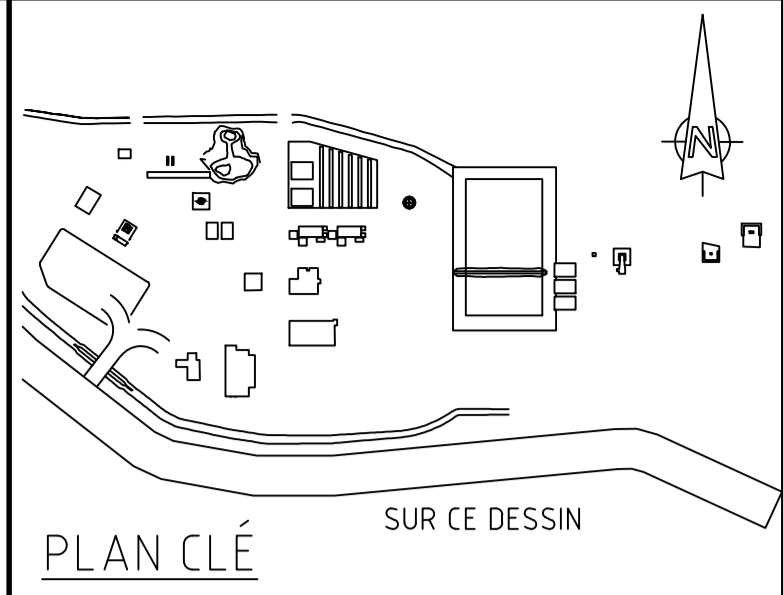
C

SCHÉMAS ET BILANS DE
MASSE – USINE DE
REMBLAI MINIER EN PÂTE

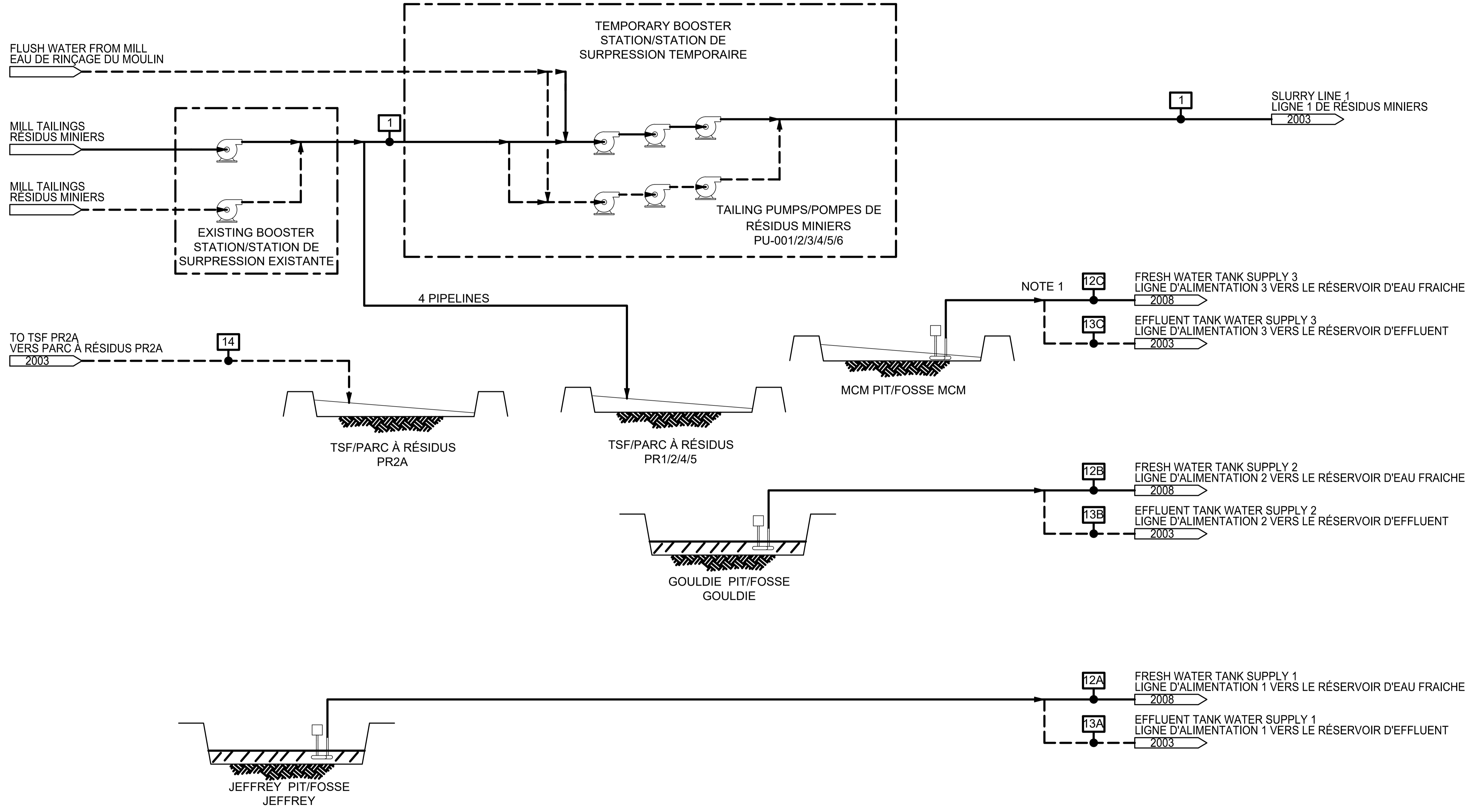
NOTE:

1. MCM PIT DEWATERING LINE GOES TO "Bassin Sud-Est"; 12C/13C LINES CONNECTS ON MCM PIT DEWATERING LINE TO FEED THE PASTE PLANT.

LA LIGNE DE DÉNOYAGE DE LA FOSSE MCM VA VERS LE BASSIN SUD-EST; LES LIGNES 12C/13C SONT CONNECTÉES À LA LIGNE DE DÉNOYAGE DE LA FOSSE MCM, POUR ALIMENTER L'USINE DE REMBLAI EN PÂTE.



MINE CANADIAN MALARTIC
PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27



REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



MINE CANADIAN MALARTIC
PROJET ODYSSEY

PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET : **ODYSSEY**
SOUS-PROJET : **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

TITRE : **590 - USINE DE REMBLAI EN PÂTE
DIAGRAMME
CONFIGURATION 2023
DIAGRAMME DE PROCÉDÉ**

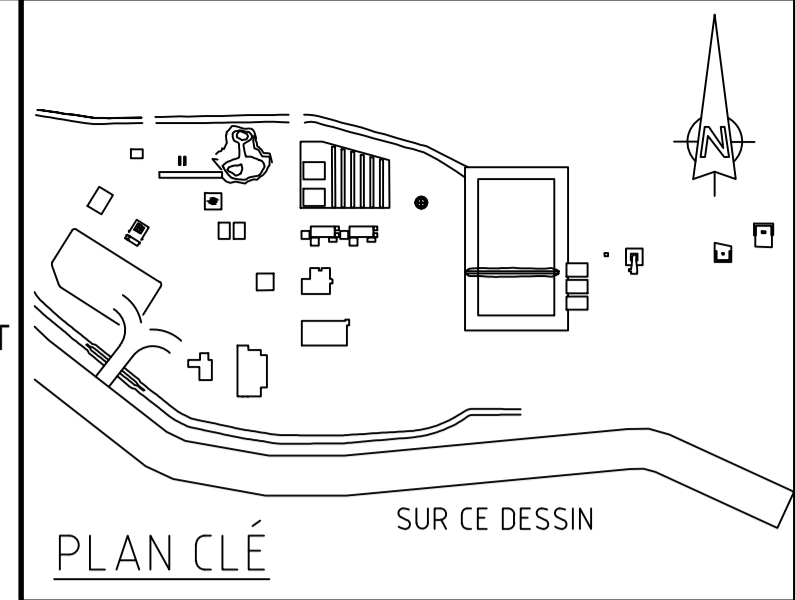
NO. DESSIN : **40-ODY-590-D-000-2001 ZC**
PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

DERNIERE SAUVGARDE: 2021-01-25
DATE D'IMPRESSION: 2021-01-27
CHEMIN D'ACCES: X:\PASTE\2020\1035136_CMP_ODYSSEY_FAS_CPM\AUTOCAD\0 - PROCESS\PI\FIN\G-ODY-590-D-000-2001.DWG

NOTE:

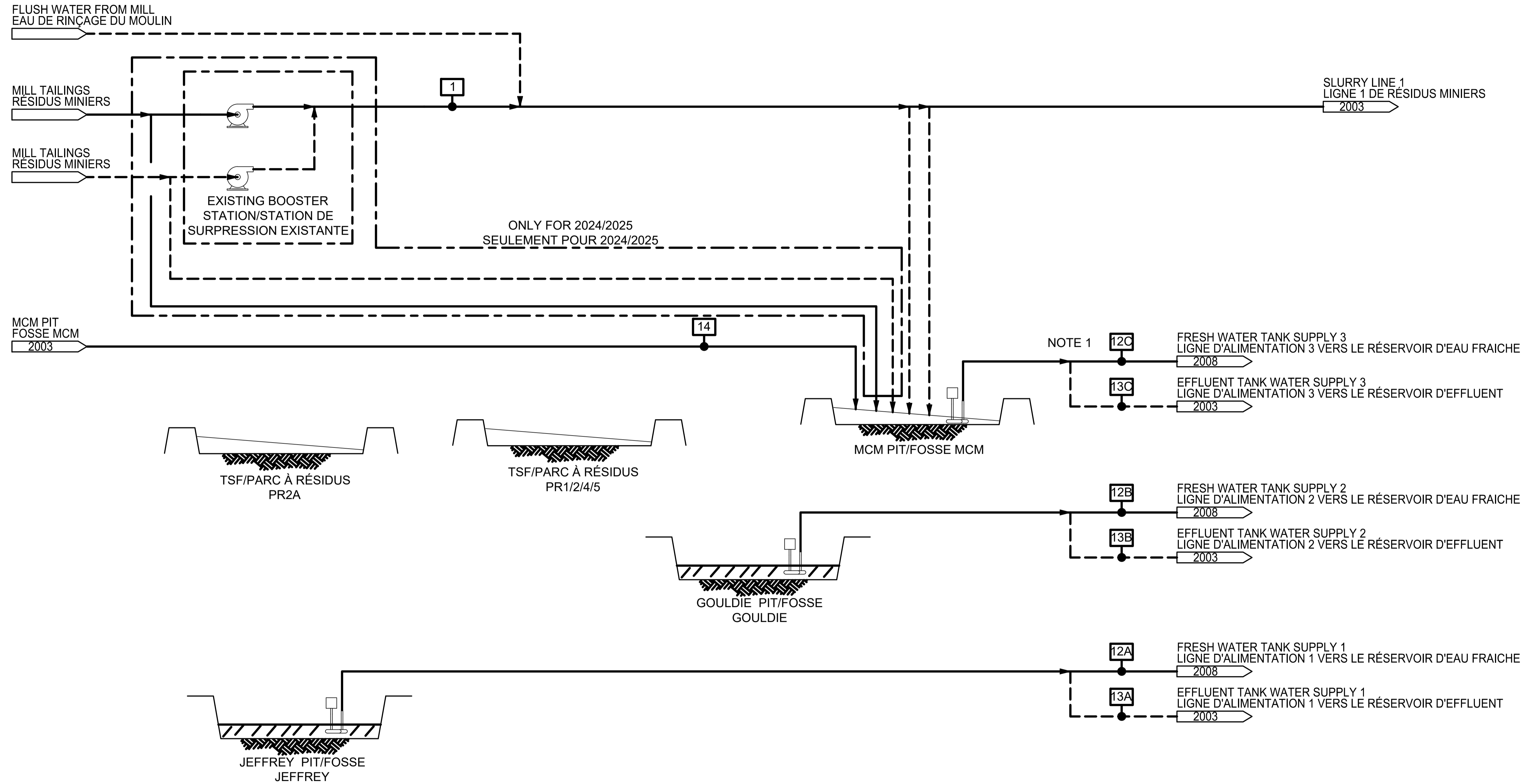
1. MCM PIT DEWATERING LINE GOES TO "Bassin Sud-Est"; 12C/13C LINES CONNECTS ON MCM PIT DEWATERING LINE TO FEED THE PASTE PLANT.

LA LIGNE DE DÉNOYAGE DE LA FOSSE MCM VA VERS LE BASSIN SUD-EST; LES LIGNES 12C/13C SONT CONNECTÉES À LA LIGNE DE DÉNOYAGE DE LA FOSSE MCM, POUR ALIMENTER L'USINE DE REMBLAI EN PÂTE.



PLAN CLÉ SUR CE DESSIN

MINE CANADIAN MALARTIC
PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27



REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET : **ODYSSEY**
SOUS-PROJET : **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

TITRE : **590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE
DIAGRAMME
CONFIGURATION 2024
DIAGRAMME DE PROCÉDÉ**

NO. DESSIN
40-ODY-590-D-000-2002 ZC
PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

FILTER FEED TANK FLUSH
EAU DE RINÇAGE POUR LE RÉSERVOIR D'ALIMENTATION DES FILTRES
2008

TRAIN 1 FILTERS O/F
TROP-PLEIN DES FILTRES DU TRAIN 1
2004

TRAIN 2 FILTERS O/F
TROP-PLEIN DES FILTRES DU TRAIN 2
2005

TRAIN 3 FILTERS O/F
TROP-PLEIN DES FILTRES DU TRAIN 3
2006

TRAIN 4 FILTERS O/F
TROP-PLEIN DES FILTRES DU TRAIN 4
2007

SLURRY LINE 1
LIGNE 1 DE RÉSIDUS MINIERES
2001/2002

EFFLUENT TANK WATER SUPPLY 3
LIGNE D'ALIMENTATION 3 VERS LE RÉSERVOIR D'EFFLUENT
2001/2002

EFFLUENT TANK WATER SUPPLY 2
LIGNE D'ALIMENTATION 2 VERS LE RÉSERVOIR D'EFFLUENT
2001/2002

EFFLUENT TANK WATER SUPPLY 1
LIGNE D'ALIMENTATION 1 VERS LE RÉSERVOIR D'EFFLUENT
2001/2002

VP SUMP PUMP 1 DISCHARGE
DÉCHARGE DE LA POMPE À PUISARD DES POMPES À VIDE 1
2004

VP SUMP PUMP 2 DISCHARGE
DÉCHARGE DE LA POMPE À PUISARD DES POMPES À VIDE 2
2005

VP SUMP PUMP 3 DISCHARGE
DÉCHARGE DE LA POMPE À PUISARD DES POMPES À VIDE 3
2006

VP SUMP PUMP 4 DISCHARGE
DÉCHARGE DE LA POMPE À PUISARD DES POMPES À VIDE 4
2007

TRAIN 1 FILTRATE PUMPS
POMPES À FILTRAT DU TRAIN 1
2004

TRAIN 2 FILTRATE PUMPS
POMPES À FILTRAT DU TRAIN 2
2005

TRAIN 3 FILTRATE PUMPS
POMPES À FILTRAT DU TRAIN 3
2006

TRAIN 4 FILTRATE PUMPS
POMPES À FILTRAT DU TRAIN 4
2007

EFFLUENT TANK FLUSH
EAU DE RINÇAGE POUR LE RÉSERVOIR D'EFFLUENT
2008

PD PUMP AREA 1
SUMP PUMP/
POMPE À PUISARD
POMPE À PISTONS -
ZONE 1
PU-034

TANK AREA SUMP PUMP/
POMPE À PUISARD
ZONE DES RÉSERVOIRS
PU-036

BOREHOLE PIT 2 SUMP
PUMP
POMPE À PUISARD
CHAMBRE DES PUIITS
D'INJECTION 2
PU-038

PD PUMP AREA 2 SUMP
PUMP/POMPE À PUISARD
POMPE À PISTONS -
ZONE 2
PU-035

BOREHOLE PIT 1 SUMP PUMP/
POMPE À PUISARD
CHAMBRE DES PUIITS
D'INJECTION 1
PU-037

EFFLUENT TANK
AGITATOR/AGITATEUR DU
RÉSERVOIR D'EFFLUENT
AG-001

EFFLUENT PUMPS/POMPES
À EFFLUENT
PU-007/8/9/10/11/12

FILTER FEED TANK
AGITATOR/AGITATEUR DU
RÉSERVOIR D'ALIMENTATION
DES FILTRES
AG-002

FILTER FEED PUMP 1/POMPE
D'ALIMENTATION DES FILTRES 1
PU-013

FILTER FEED PUMP 2/POMPE
D'ALIMENTATION DES FILTRES 2
PU-014

FILTER FEED PUMP 3/POMPE
D'ALIMENTATION DES FILTRES 3
PU-015

FILTER FEED PUMP 4/POMPE
D'ALIMENTATION DES FILTRES 4
PU-016

FILTER FEED TANK/RÉSERVOIR
D'ALIMENTATION DES FILTRES
TK-002

EFFLUENT TANK/RÉSERVOIR
D'EFFLUENT/
TK-001

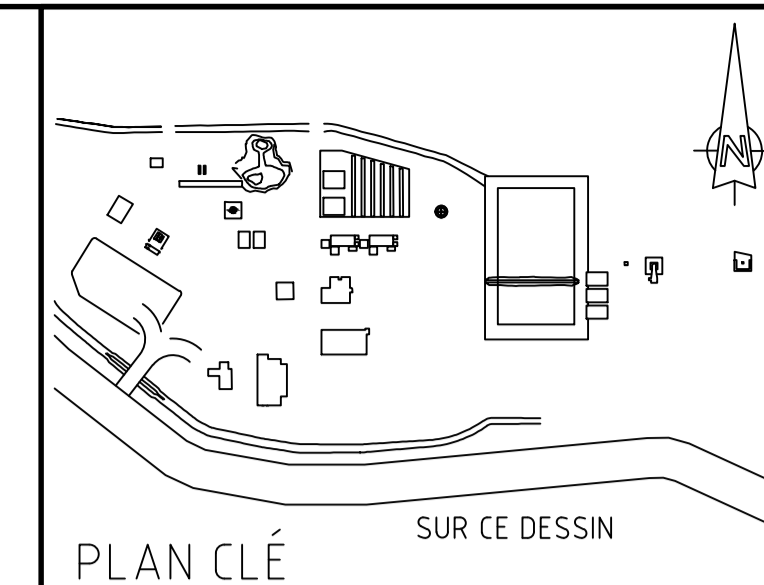
NOTE:

1. EFFLUENT PUMP AND PIPELINES UPGRADED
FOR LARGE FLOWS AFTER 2024.

LES POMPES À EFFLUENT ET PIPELINES
SERONT CHANGÉS EN 2024 POUR
ACCOMMODER UN PLUS GRAND DÉBIT.

CRANE 3 - PUMP AISLE/GRUE
3 - ALLÉE DES POMPES
CR-003

CRANE 4 - AGITATOR
AREA/GRUE 4 - ZONE DES
AGITATEURS
CR-004



MINE
CANADIAN
MALARTIC
PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27

REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29

REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



MINE
CANADIAN
MALARTIC
PROJET ODYSSEY

PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET:
ODYSSEY

SOUS-PROJET:
ÉTUDE DE FAISABILITÉ

TITRE:
590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE
DIAGRAMME
ZONE 1 DES RÉSERVOIRS
DIAGRAMME DE PROCÉDÉ
NO. DESSIN
40-ODY-590-D-000-2003 ZC
PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

DERNIERE SAUVIGARIE: 2021-01-25
DATE D'IMPRESSION: 2021-01-27
X:\PASITE\2020\1033136\ENP ODYSSEY\FAS OPERA\AUTOCAD\0 - PROCESS\IP\IPFD\AG-001-590-D-000-2003.DWG
C:\Users\pprimeau\Documents\40-ODY-590-D-000-2003.dwg

TRUCK UNLOADING TO DAY SILO 1
 DÉCHARGEMENT DE CAMION VERS LE SILO DE JOUR 1
 2009

MAIN SILO 1 TO DAY SILO 1
 SILO PRINCIPAL 1 VERS LE SILO DE JOUR 1
 2009

MAIN SILO 2 TO DAY SILO 1
 SILO PRINCIPAL 2 VERS LE SILO DE JOUR 1
 2009

TRAIN 1 FILTERS SLURRY
 ALIMENTATION DES FILTRES DU TRAIN 1
 2003

TRAIN 1 SNAP AIR SUPPLY
 ALIMENTATION D'AIR COMPRIMÉ DU TRAIN 1
 2009

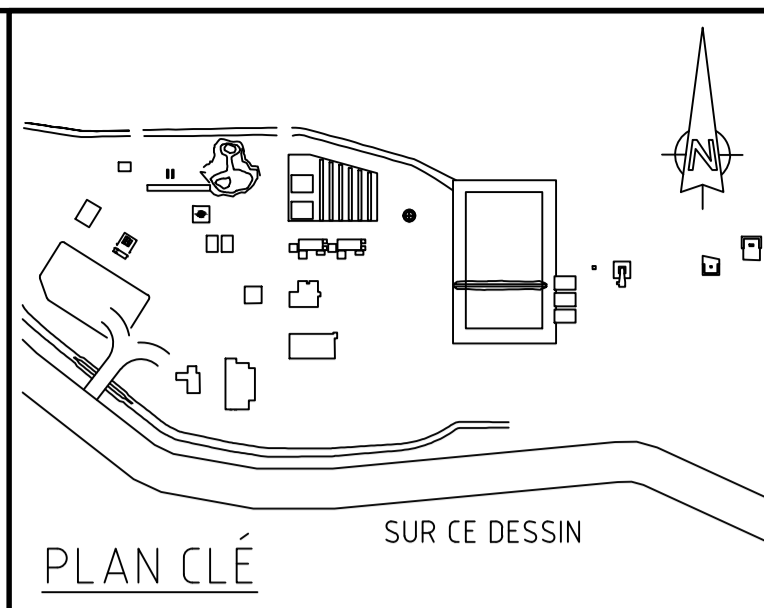
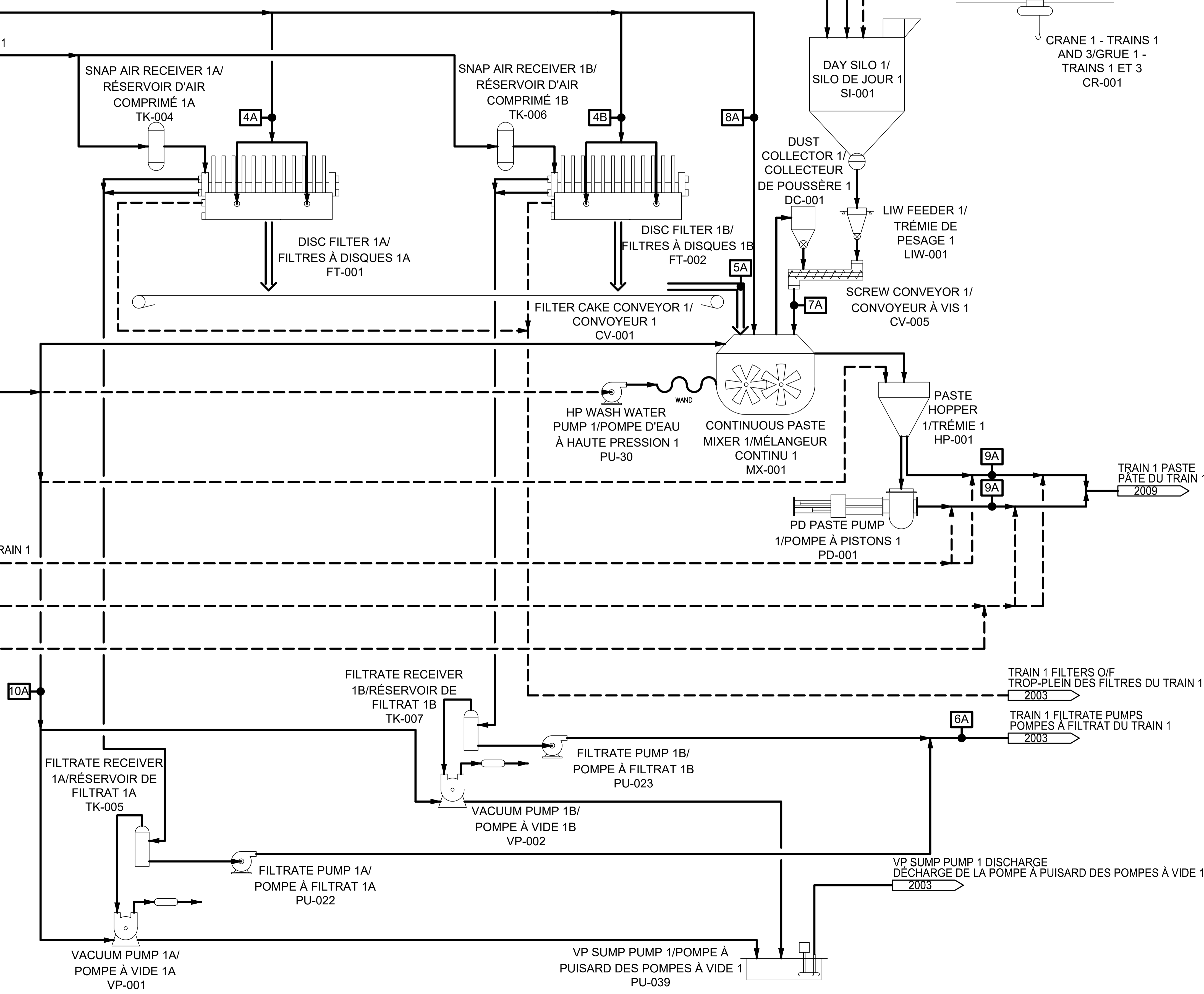
TRAIN 1 WATER SUPPLY
 ALIMENTATION D'EAU DU TRAIN 1
 2008

TRAIN 1 HP FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE À HAUTE PRESSION DU TRAIN 1
 2008

TRAIN 1 FLUSH AIR
 AIR COMPRIMÉ DE RINÇAGE DU TRAIN 1
 2009

TRAIN 1 FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE DU TRAIN 1
 2008

DERNIERE SAUVGARDE: 2021-01-27
 DATE D'IMPRESSION: 2021-01-28
 CHEMIN D'ACCES: X:\PASSE 2020\10331306 CNP ODYSSEY FEAS OPERA\AUTOCAD\0 - PROCESS\IP\IFD\10-00Y-590-D-000-2004.DWG



MINE CANADIAN MALARTIC
 PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
 NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
 PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27

CRANE 1 - TRAINS 1
 AND 3/GRUE 1 -
 TRAINS 1 ET 3
 CR-001

REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



MINE CANADIAN MALARTIC
 PROJET ODYSSEY

PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET: **ODYSSEY**
 SOUS-PROJET: **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

TITRE: **590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE
 DIAGRAMME
 TRAIN 1
 DIAGRAMME DE PROCÉDÉ
 NO. DESSIN**

40-ODY-590-D-000-2004 ZC
 PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

TRUCK UNLOADING TO DAY SILO 2
 DÉCHARGEMENT DE CAMION VERS LE SILO DE JOUR 2
 2009

MAIN SILO 1 TO DAY SILO 2
 SILO PRINCIPAL 1 VERS LE SILO DE JOUR 2
 2009

MAIN SILO 2 TO DAY SILO 2
 SILO PRINCIPAL 2 VERS LE SILO DE JOUR 2
 2009

TRAIN 2 FILTERS SLURRY
 ALIMENTATION DES FILTRES DU TRAIN 2
 2003

TRAIN 2 SNAP AIR SUPPLY
 ALIMENTATION D'AIR COMPRIMÉ DU TRAIN 2
 2009

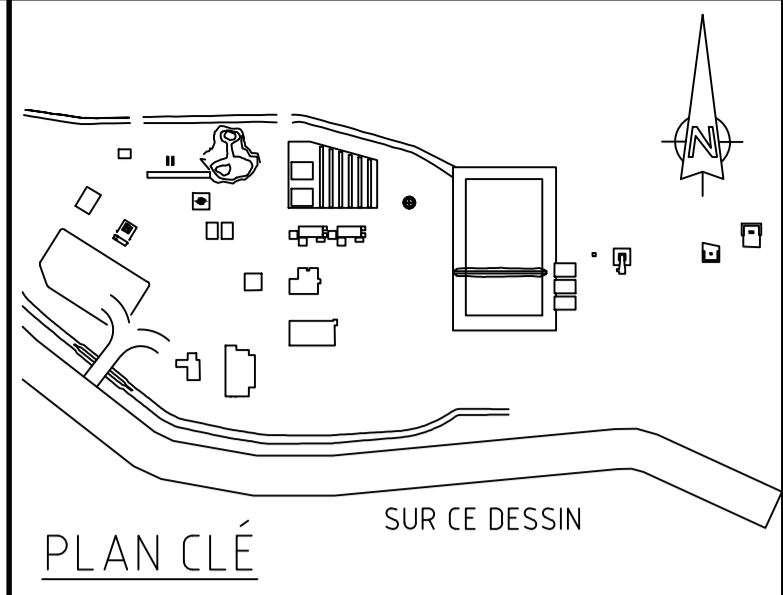
TRAIN 2 WATER SUPPLY
 ALIMENTATION D'EAU DU TRAIN 2
 2008

TRAIN 2 HP FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE À HAUTE PRESSION DU TRAIN 2
 2008

TRAIN 2 FLUSH AIR
 AIR COMPRIMÉ DE RINÇAGE DU TRAIN 2
 2009

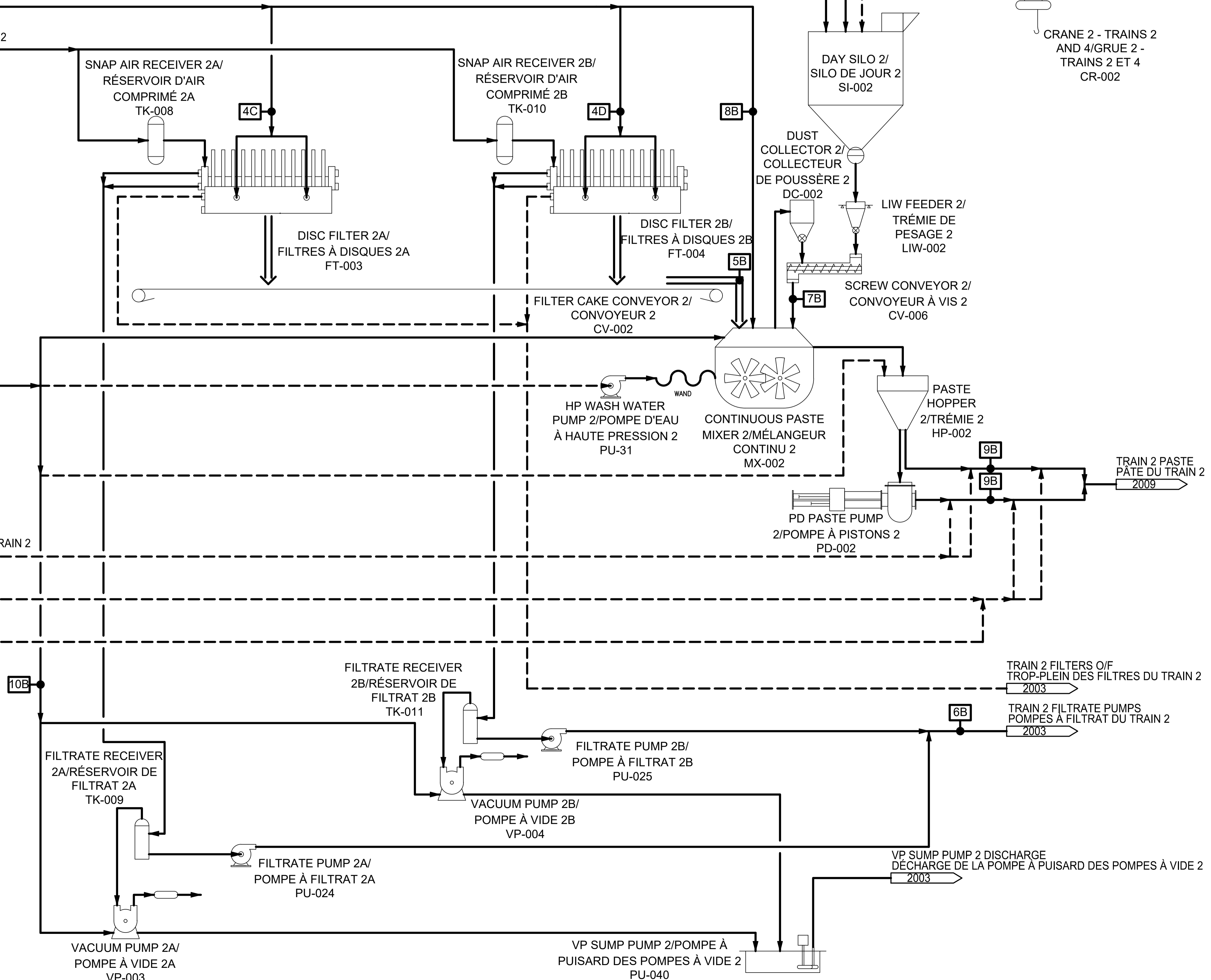
TRAIN 2 FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE DU TRAIN 2
 2008

DERNIERE SAUVGARDE: 2021-01-27
 DATE IMPRESSION: 2021-01-28
 X:\PASSE 2020\1033136_CMP_ODYSSEY_FAS_CPR-AUTOCAD.DWG - PROCESS (P)\PFD\A-C-00Y-590-D-000-2005.DWG
 CREW: D'ACCÈS



MINE CANADIAN MALARTIC
 PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
 NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
 PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27

CRANE 2 - TRAINS 2
 AND 4/GRUE 2 -
 TRAINS 2 ET 4
 CR-002



REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



MINE CANADIAN MALARTIC
 PROJET ODYSSEY

PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET: **ODYSSEY**
 SOUS-PROJET: **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

TITRE: **590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE
 DIAGRAMME
 TRAIN 2
 DIAGRAMME DE PROCÉDÉ
 NO. DESSIN**

40-ODY-590-D-000-2005 ZC
 PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

TRUCK UNLOADING TO DAY SILO 3
 DÉCHARGEMENT DE CAMION VERS LE SILO DE JOUR 3
 2009

MAIN SILO 1 TO DAY SILO 3
 SILO PRINCIPAL 1 VERS LE SILO DE JOUR 3
 2009

MAIN SILO 2 TO DAY SILO 3
 SILO PRINCIPAL 2 VERS LE SILO DE JOUR 3
 2009

TRAIN 3 FILTERS SLURRY
 ALIMENTATION DES FILTRES DU TRAIN 3
 2003

TRAIN 3 SNAP AIR SUPPLY
 ALIMENTATION D'AIR COMPRIMÉ DU TRAIN 3
 2009

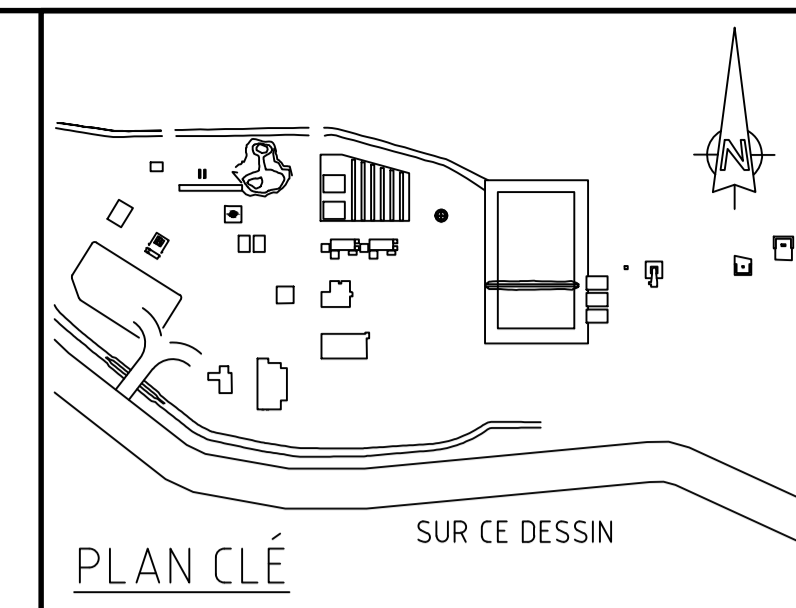
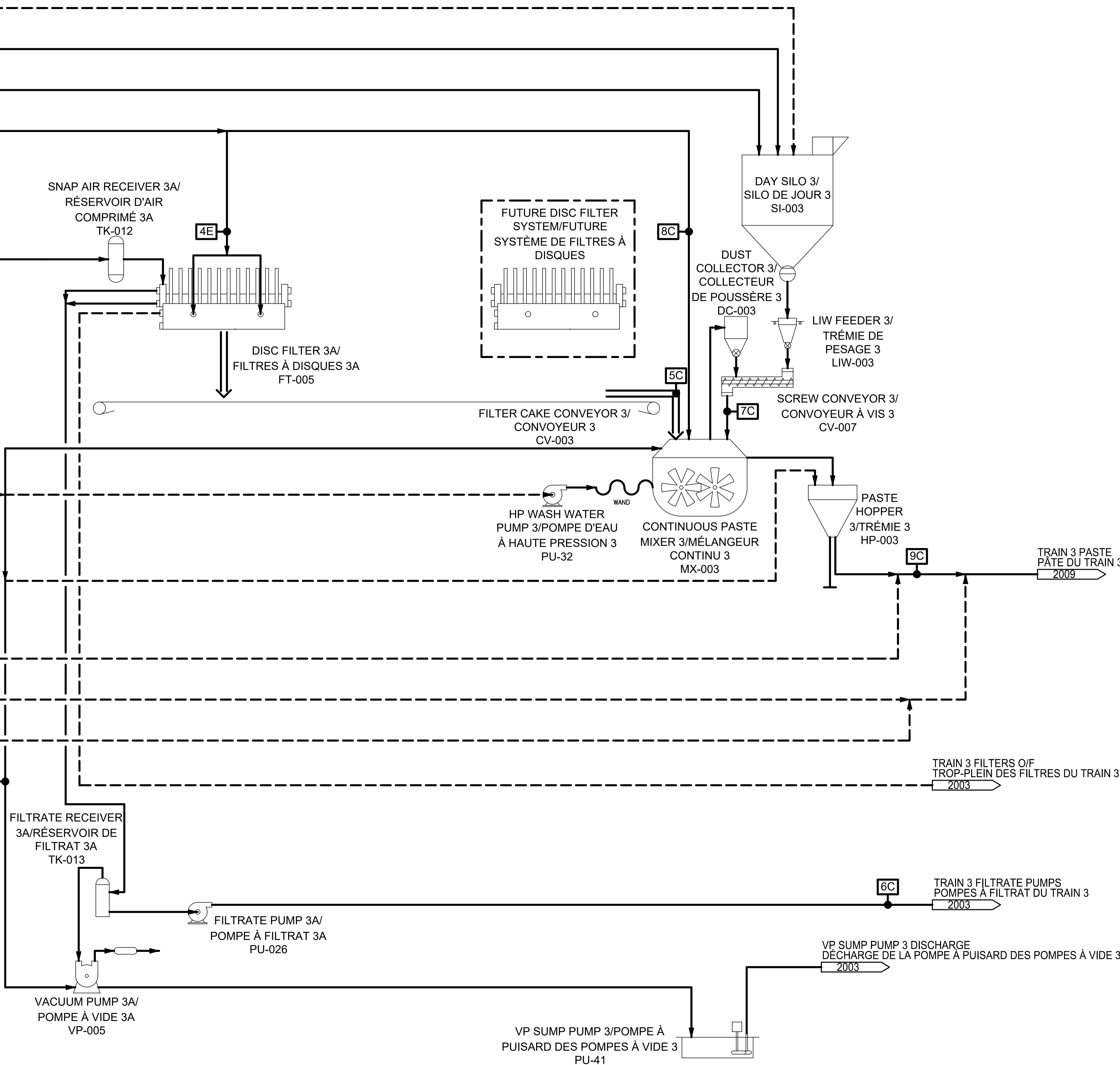
TRAIN 3 WATER SUPPLY
 ALIMENTATION D'EAU DU TRAIN 3
 2008

TRAIN 3 HP FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE À HAUTE PRESSION DU TRAIN 3
 2008

TRAIN 3 FLUSH AIR
 AIR COMPRIMÉ DE RINÇAGE DU TRAIN 3
 2009

TRAIN 3 FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE DU TRAIN 3
 2008

DERNIERE SAUVGARDE: 2021-01-28
 DATE D'IMPRESSION: 2021-01-28
 CHEMIN D'ACCES: X:\PASITE\2020\1033136_CMP_ODYSSEY_FAS_CDR\AUTOCAD - PROCESS\IP\FIN\A-CADY-590-D-000-2006.DWG



MINE CANADIAN MALARTIC
 PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
 NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
 PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27

REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



MINE CANADIAN MALARTIC
 PROJET ODYSSEY

PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET: **ODYSSEY**
 SOUS-PROJET: **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

TITRE: **590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE DIAGRAMME TRAIN 3 DIAGRAMME DE PROCÉDÉ NO. DESSIN**

40-ODY-590-D-000-2006 ZC
 PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

TRUCK UNLOADING TO DAY SILO 4
 DÉCHARGEMENT DE CAMION VERS LE SILO DE JOUR 4

2009

MAIN SILO 1 TO DAY SILO 4
 SILO PRINCIPAL 1 VERS LE SILO DE JOUR 4

2009

MAIN SILO 2 TO DAY SILO 4
 SILO PRINCIPAL 2 VERS LE SILO DE JOUR 4

2009

TRAIN 4 FILTERS SLURRY
 ALIMENTATION DES FILTRES DU TRAIN 4

2003

TRAIN 4 SNAP AIR SUPPLY
 ALIMENTATION D'AIR COMPRIMÉ DU TRAIN 4

2009

TRAIN 4 WATER SUPPLY
 ALIMENTATION D'EAU DU TRAIN 4

2008

TRAIN 4 HP FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE À HAUTE PRESSION DU TRAIN 4

2008

TRAIN 4 FLUSH AIR
 AIR COMPRIMÉ DE RINÇAGE DU TRAIN 4

2009

TRAIN 4 FLUSH WATER
 EAU DE RINÇAGE DU TRAIN 4

2008

DERNIERE SAUVGARDE: 2021-01-28
 DATE D'IMPRESSION: 2021-01-28
 CHEMIN D'ACCES: X:\PASSE 2020\ODYSSEY FEAS\OPER\AUTOCAD\0 - PROCESS\PI\FD\4-00Y-590-D-000-2007.DWG

SNAP AIR RECEIVER 4A/
 RÉSERVOIR D'AIR
 COMPRIMÉ 4A
 TK-016

4F

DISC FILTER 4A/
 FILTRES À DISQUES 4A
 FT-007

FUTURE DISC FILTER
 SYSTEM/FUTURE
 SYSTÈME DE FILTRES À
 DISQUES

8D

DAY SILO 4/
 SILO DE JOUR 4
 SI-004

DUST COLLECTOR 4/
 COLLECTEUR
 DE POUSSÈRE 4
 DC-004

LIW FEEDER 4/
 TRÉMIE DE
 PESAGE 4
 LIW-004

SCREW CONVEYOR 4/
 CONVOYEUR À VIS 4
 CV-008

FILTER CAKE CONVEYOR 4/
 CONVOYEUR 4
 CV-004

5D

7D

HP WASH WATER
 PUMP 4/POMPE D'EAU
 À HAUTE PRESSION 4
 PU-33

CONTINUOUS PASTE
 MIXER 4/MÉLANGEUR
 CONTINU 4
 MX-004

PASTE
 HOPPER
 4/TRÉMIE 4
 HP-004

9D

TRAIN 4 PASTE
 PÂTE DU TRAIN 4

2009

10D

FILTRATE RECEIVER
 4A/RÉSERVOIR DE
 FILTRAT 4A
 TK-017

FILTRATE PUMP 4A/
 POMPE À FILTRAT 4A
 PU-028

VACUUM PUMP 4A/
 POMPE À VIDE 4A
 VP-007

VP SUMP PUMP 4/POMPE À
 PUISARD DES POMPES À VIDE 4
 PU-42

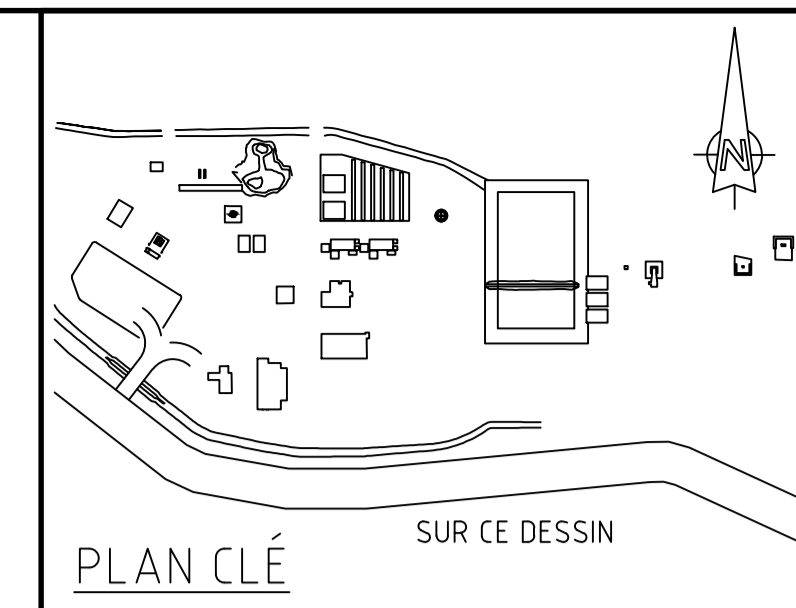
6C

TRAIN 4 FILTRATE PUMPS
 POMPES À FILTRAT DU TRAIN 4

2003

VP SUMP PUMP 4 DISCHARGE
 DÉCHARGE DE LA POMPE À PUISARD DES POMPES À VIDE 4

2003



MINE
 CANADIAN
 MALARTIC
 PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
 NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
 PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27

REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29



MINE
 CANADIAN
 MALARTIC
 PROJET ODYSSEY

PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET:
ODYSSEY
 SOUS-PROJET:
 ÉTUDE DE FAISABILITÉ

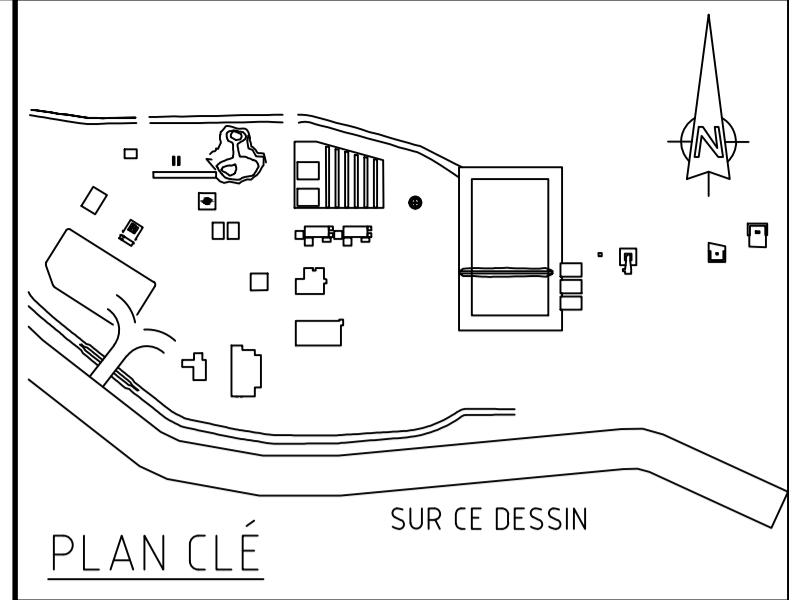
TITRE:
 590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE
 DIAGRAMME
 TRAIN 4
 DIAGRAMME DE PROCÉDÉ
 NO. DESSIN

40-ODY-590-D-000-2007 ZC
 PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

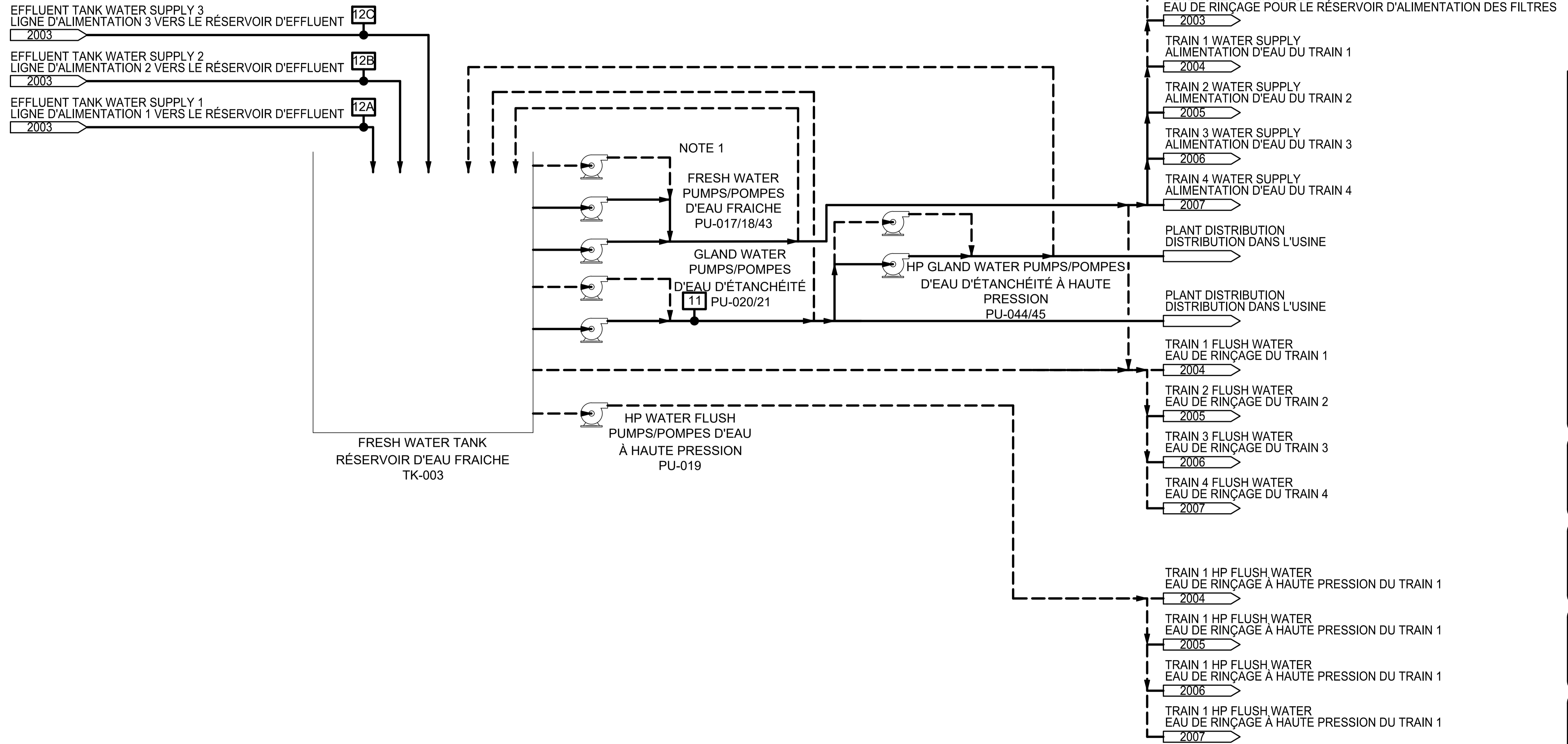
NOTE:

- 1. THE 3RD FRESH WATER PUMP IS ADDED AT PHASE 2.

LA TROISIÈME POMPE D'EAU FRAICHE EST AJOUTÉE DURANT LA PHASE 2



PLAN CLÉ SUR CE DESSIN



REV	DESCRIPTION	TECH/ING.	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-11-06
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED/PP	2020-10-29

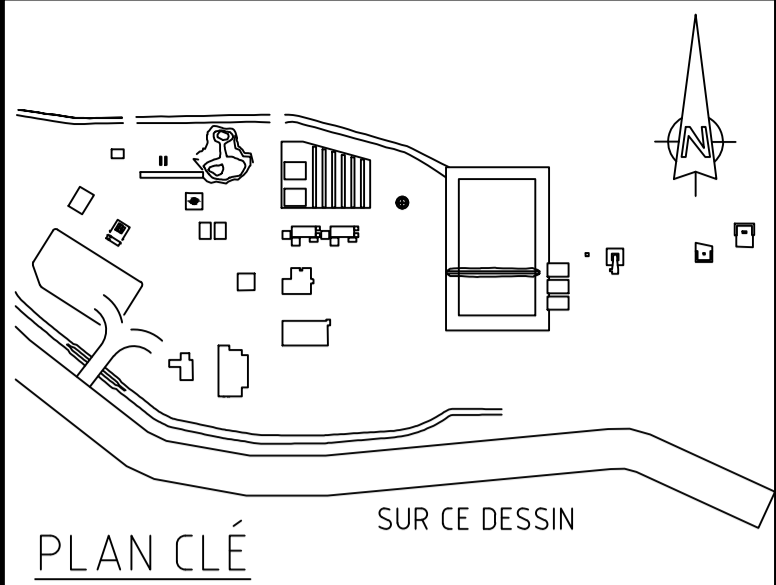
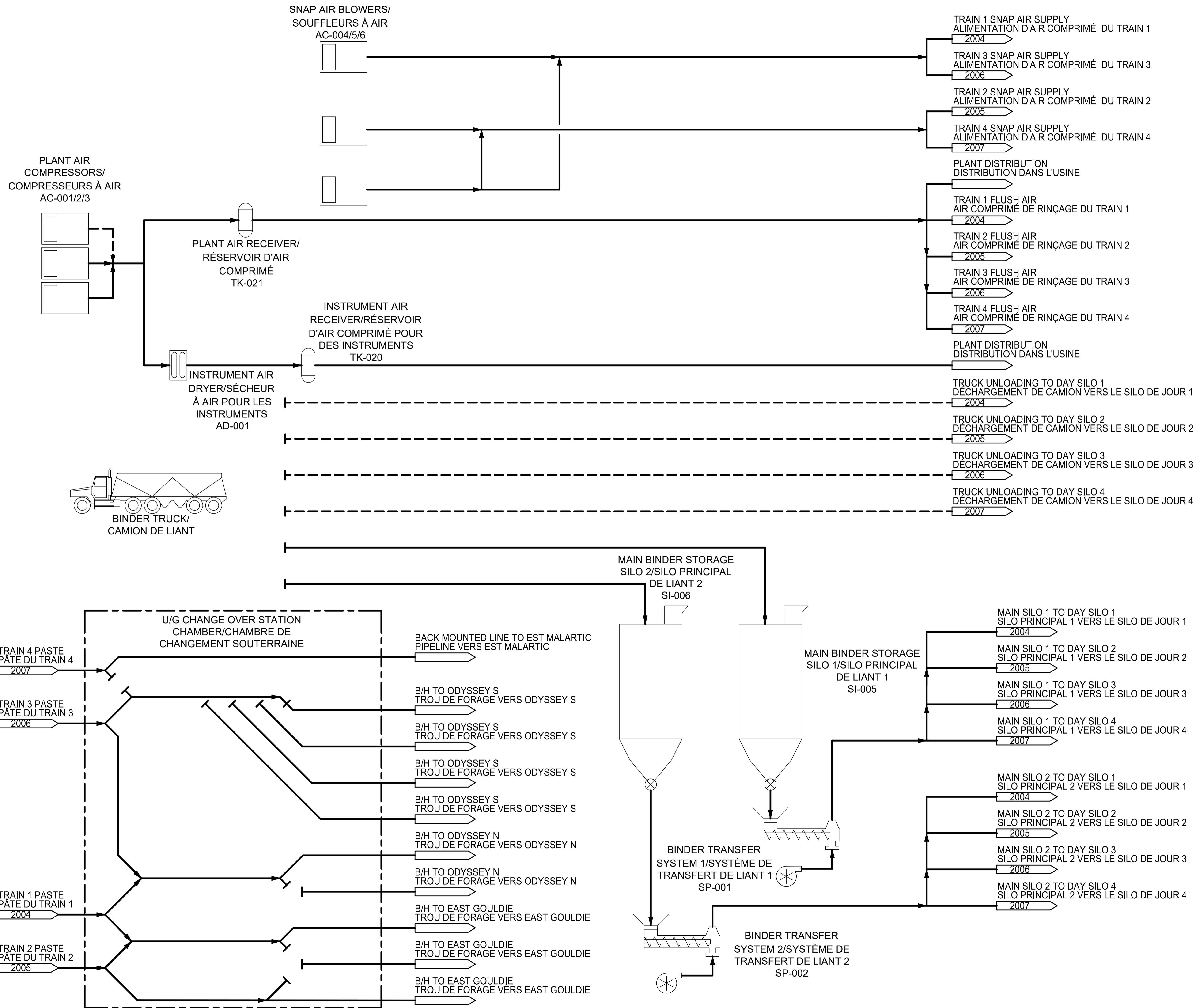


PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing.	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE

PROJET : **ODYSSEY**
 SOUS-PROJET : **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**

TITRE : **590- USINE DE REMLAI EN PÂTE DIAGRAMME RÉSERVOIR D'EAU FRAICHE DIAGRAMME DE PROCÉDÉ**

NO. DESSIN : **40-ODY-590-D-000-2008 ZC**
 PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV



MINE CANADIAN MALARTIC
PROJET ODYSSEY
POUR COMMENTAIRES
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION
PAR: P. PRIMEAU DATE: 2021-01-27

REV	DESCRIPTION	TECH	ING	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED	PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	NH	PP	2020-11-13
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED	PP	2020-10-29

REV	DESCRIPTION	TECH	ING	DATE
ZC	POUR COMMENTAIRES	AED	PP	2021-01-27
ZB	POUR COMMENTAIRES	NH	PP	2020-11-13
ZA	POUR COMMENTAIRES	AED	PP	2020-10-29



MINE CANADIAN MALARTIC
PROJET ODYSSEY


PREPARE: PIERRE PRIMEAU, ing	2021-01-27
DESSINE: ALEXANDRE DROLET	2021-01-27
ASSISTE: THOMAS SKOCIR	2021-01-27
MODIFIE:	
CLIENT:	
ECHELLE: N/A	DATE


PROJET : **ODYSSEY**
SOUS-PROJET : **ÉTUDE DE FAISABILITÉ**


TITRE : **590- USINE DE REMBLAI EN PÂTE DIAGRAMME SYSTÈMES D'AIR ET DE LIANT DIAGRAMME DE PROCÉDÉ**
NO. DESSIN

40-ODY-590-D-000-2009 ZC
PROJET-DEPOT-SECTEUR-DIS-NIVEAU-SEQUENTIEL-REV

DERNIERE SAUVGARDE: 2021-01-26
DATE D'IMPRESSION: 2021-01-27
CHEMIN D'ACCÈS: X:\PASTE\2020\1033136_CMP_ODYSSEY_FAS_CDR\MALCADD.DWG - PROCESS (P)RFD\US-ODY-590-D-000-2009.DWG

Project Number:		20352136		Mass Balance at 4,000 Tonne per Day Paste Paste Backfill Plant (1 Mixer Train)							Sign-Offs	Initials	Date				
Project Type:		Feasibility Study									Designed by:	TS	2020-10-23				
Date:		2020-10-23		178 mm Slump							Checked by:	PP	2020-10-23				
Revision:		C		Table 2 2023							Approved by:						
Line No.			1	2	3A or 3B	4E or 4F	5C or 5D	6C or 6D	7C or 7D	8C or 8D	9C or 9D	10C or 10D	11	12	13	14	
Description			Paste Plant Slurry Feed	Excess Tailings To Effluent Tank	Tailings To Backfill	Filter Feed	Filter Cake	Filtrate	Total Binder	Mixer Slurry Dilution	Mixer Discharge	Vacuum Pump Seal Water	Gland Water	Fresh Water From JF Pit	Dilution Water To Effluent Discharge	Effluent Tank Discharge	
Mass		tonne/hr.	Solids	125	4	121	95	95	0	4.0	25.972	125	0	0	0	4	
		tonne/hr.	Water	73	3	71	56	27	29	0	15	42	26	15	123	82	154
		tonne/hr.	Slurry	198	7	192	150	121	29	4.0	41	167	26	15	123	82	159
Percent Solids		wt. %		63%	63%	63%	63%	78.0%	0%	100%	63%	74.8%	0%	0%	0%	3%	
Flow		m ³ /hr.	Solids	45	2	44	34	34	0	1.3	9	45	0	0	0	2	
		m ³ /hr.	Water	73	3	71	56	27	29	0	15	42	26	15	123	82	154
		m ³ /hr.	Slurry	119	4	115	90	61	29	1.3	25	87	26	15	123	82	156
S.G.			Solids	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	3.15	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	
			Water	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
			Slurry	1.67	1.67	1.67	1.67	1.99	1.00	3.15	1.67	1.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02

Project Number:		20352136		Mass Balance at 4,000 Tonne per Day Paste							Sign-Offs	Initials	Date				
Project Type:		Feasibility Study		Paste Backfill Plant (1 Mixer Train)							Designed by:	TS	2020-10-23				
Date:		2020-10-23		178 mm Slump							Checked by:	PP	2020-10-23				
Revision:		C		Table 4 > 2023							Approved by:						
Line No.				1	2	3A or 3B	4E or 4F	5C or 5D	6C or 6D	7C or 7D	8C or 8D	9C or 9D	10C or 10D	11	12	13	14
Description				Paste Plant Slurry Feed	Excess Tailings To Effluent Tank	Tailings To Backfill	Filter Feed	Filter Cake	Filtrate	Total Binder	Mixer Slurry Dilution	Mixer Discharge	Vacuum Pump Seal Water	Gland Water	Fresh Water From JF Pit	Dilution Water To Effluent Discharge	Effluent Tank Discharge
Mass	tonne/hr.	Solids	833	713	121	95	95	0	4.0	26	125	0	0	0	0	0	713
	tonne/hr.	Water	489	419	71	56	27	29	0	15	42	26	15	41	0	488	
	tonne/hr.	Slurry	1323	1131	192	150	121	29	4.0	41	167	26	15	41	0	1201	
Percent Solids	wt. %		63%	63%	63%	63%	78.0%	0%	100%	63%	74.8%	0%	0%	0%	0%	0%	59%
Flow	m ³ /hr.	Solids	303	259	44	34	34	0	1.3	9	45	0	0	0	0	0	259
	m ³ /hr.	Water	489	419	71	56	27	29	0	15	42	26	15	41	0	488	
	m ³ /hr.	Slurry	792	678	115	90	61	29	1.3	25	87	26	15	41	0	747	
S.G.		Solids	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	3.15	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
		Water	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Slurry	1.67	1.67	1.67	1.67	1.99	1.00	3.15	1.67	1.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.61

Project Number:		20352136		Overall Mass Balance at 20,000 Tonne per Day Paste - Operating 100%						Sign-Offs	Initials	Date					
Project Type:		Feasibility Study		Paste Backfill Plant (With 4 Mixer Trains)						Designed by:	TS	2020-10-23					
Date:		2020-10-23		178 mm Slump						Checked by:	PP	2020-10-23					
Revision:		C		Table 11 > 2026						Approved by:							
Line No.				1	2	3A+3B	4A to 4F	5A to 5D	6A to 6B	7A to 7D	8A to 8D	9A to 9D	10A to 10D	11	12	13	14
Description				Paste Plant Slurry Feed	Excess Tailings To Effluent Tank	Tailings To Backfill	Filter Feed	Filter Cake	Filtrate	Total Binder	Mixer Slurry Dilution	Mixer Discharge	Vacuum Pump Seal Water	Gland Water	Fresh Water From Pit	Dilution Water To Effluent Discharge	Effluent Tank Discharge
Mass	tonne/hr.	Solids	833	230	603	474	474	0	19.9	130	623	0	0	0	0	0	230
	tonne/hr.	Water	489	135	354	278	134	145	0	76	210	153	15	287	119	566	
	tonne/hr.	Slurry	1323	365	958	752	607	145	19.9	206	833	153	15	287	119	796	
Percent Solids	wt. %		63%	63%	63%	63%	78.0%	0%	100%	63%	74.8%	0%	0%	0%	0%	29%	
Flow	m ³ /hr.	Solids	303	84	219	172	172	0	6.3	47	227	0	0	0	0	84	
	m ³ /hr.	Water	489	135	354	278	134	145	0	76	210	153	15	287	119	566	
	m ³ /hr.	Slurry	792	219	574	450	306	145	6.3	123	437	153	15	287	119	650	
S.G.		Solids	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	3.15	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	
		Water	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
		Slurry	1.67	1.67	1.67	1.67	1.99	1.00	3.15	1.67	1.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.23	

ANNEXE

D

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE
ET HYDROLOGIQUE –
AMÉNAGEMENT DES
HALDES ET DES
STRUCTURES DE
DRAINAGE DE SURFACE

RAPPORT

Projet Odyssey - Étude géotechnique et hydrologique - Aménagement des haldes et des structures de drainage de surface

MINE CANADIAN MALARTIC

Soumettre à :

Partenariat Canadian Malartic

Richard Harrison
100, chemin du lac Mourier
Malartic, Québec, J0Y 1C0

Proposé par :

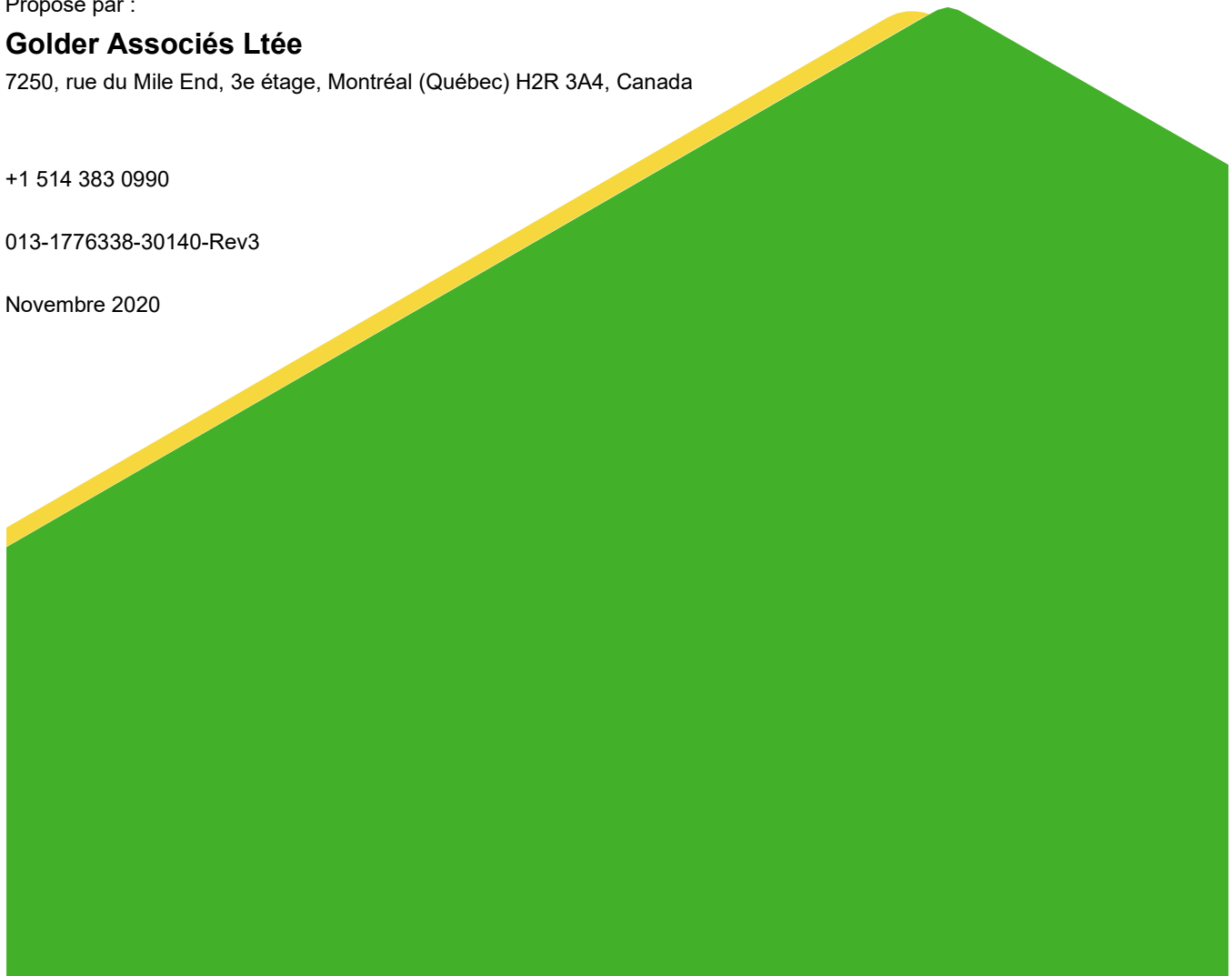
Golder Associés Ltée

7250, rue du Mile End, 3e étage, Montréal (Québec) H2R 3A4, Canada

+1 514 383 0990

013-1776338-30140-Rev3

Novembre 2020



Liste de distribution

1 version électronique : Partenariat Canadian Malartic, Malartic, Qc

1 version papier : Golder Associés Ltée, Montréal, Qc

Table des matières

1.0	INTRODUCTION	1
1.1	Contexte	1
1.2	Localisation du projet Odyssey	1
2.0	CONCEPTION PRÉLIMINAIRE DES HALDES	1
2.1	Analyses de stabilité	1
2.1.1	Méthodologie.....	1
2.1.2	Conditions analysées et facteurs de sécurité	2
2.1.3	Géométrie et coupe type.....	3
2.1.4	Nappe phréatique	3
2.1.5	Stratigraphie et propriétés géotechniques	3
2.1.6	Résultats	4
2.2	Tassement.....	4
2.2.1	Géométrie	5
2.2.2	Propriétés des matériaux	5
2.2.3	Résultats	5
3.0	STRUCTURES DE GESTION DES EAUX DE SURFACE	6
4.0	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	7
4.1	Conception préliminaire des haldes.....	7
4.2	Conception des structures de drainage des eaux de surface.....	7
5.0	LIMITES ET CONDITIONS	7
6.0	RÉFÉRENCES	9

TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Propriétés des sols utilisées dans les analyses de stabilité.....4
 Tableau 2 : Résultats des analyses de stabilité des haldes.....4
 Tableau 3 : Propriétés des sols utilisées dans les analyses de stabilité.....5

FIGURE (dans le texte)

Illustration 1 : Tassement total sous l'axe central des haldes6

FIGURES (après le texte)

Figure 1 : Vue d'ensemble des principales infrastructures de surface du projet Odyssey
 Figure 2 : Interprétation de l'épaisseur des sols cohérents

ANNEXES

ANNEXE A

Fiche de l'aléa sismique

ANNEXE B

Résultats des analyses de stabilité

ANNEXE C

Conception des structures de gestion des eaux de surface

ANNEXE D

Plans pour construction du fossé Nord du projet Odyssey

ANNEXE E

Limites et conditions

1.0 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Dans le cadre du projet Odyssey, le partenariat Canadian Malartic (CMGP) projette d'exploiter par mine souterraine l'extension des zones minéralisées actuellement exploitées par mine à ciel ouvert. Ainsi, la continuité des zones East Malartic, Sladen, Barnat, Sheehan et Jeffrey sera exploitée au moyen de galeries souterraines situées à proximité de la mine Canadian Malartic (MCM). Ce projet nécessitera, entre autres, l'aménagement d'un puits et d'une rampe afin d'accéder au gisement.

La figure 1 (après le texte) illustre la position du gisement et des principales infrastructures de surface projetées pour Odyssey. Pour plus de clarté, les zones minéralisées sont regroupées selon quatre zones (East Malartic, Odyssey Nord et Sud et East-Gouldie).

Dans le cadre d'une demande de modification de décret pour le projet Odyssey à la suite des changements récents au projet, Golder Associés Ltée (Golder) a été mandatée pour mettre à jour la présente étude géotechnique et hydrologique pour l'aménagement des haldes à minerai et à stériles ainsi que des structures de drainage du projet.

1.2 Localisation du projet Odyssey

La propriété de MCM est entièrement située dans le canton de Fournière, au sud de la ville de Malartic et à environ 25 km à l'ouest de la ville de Val-d'Or. La figure 1 présente une vue d'ensemble des principales infrastructures du projet Odyssey. L'empreinte du projet Odyssey est entièrement située à l'intérieur du secteur du projet Extension Canadian Malartic (l'Extension), lequel a été approuvé par décret au début de 2017.

2.0 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE DES HALDES

Il est envisagé que deux haldes d'entreposage temporaire soient érigées au démarrage du projet; il s'agit d'une halde à minerai d'une capacité d'entreposage d'environ 20 000 tonnes et d'une halde à stériles d'une capacité d'entreposage d'environ 10 000 tonnes. L'emplacement des haldes est indiqué à la figure 1. Étant donné leur emplacement rapproché, la faible capacité individuelle et à des fins pratiques, la conception et les analyses pour les deux haldes ont été effectuées en supposant qu'elles constituent un seul empilement.

Des analyses de stabilité ont d'abord été effectuées pour déterminer une configuration appropriée des haldes. La méthodologie et les résultats sont présentés à la section 2.1.

Par la suite, un calcul de tassement a été effectué pour déterminer l'amplitude des tassements prévus. La méthodologie et les résultats sont présentés à la section 2.2.

2.1 Analyses de stabilité

2.1.1 Méthodologie

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon les méthodes conventionnelles d'équilibre aux limites afin d'évaluer la stabilité globale des deux haldes pour une coupe type dont les conditions de stratigraphie ont été jugées les plus défavorables. L'emplacement de la coupe est représentatif des conditions observées lors des investigations géotechniques effectuées dans le secteur (Golder 2016, Golder 2017a et Golder 2017b). L'emplacement des forages est illustré à la figure 2.

L'analyse de stabilité a été faite à l'aide du logiciel Slope/W, développé par la compagnie GEO-SLOPE International (2007), et en utilisant la méthode de Morgenstern-Price qui satisfait à la fois l'équilibre des forces et des moments. Le facteur de sécurité de plusieurs surfaces de ruptures potentielles a été calculé afin de déterminer le facteur de sécurité minimal. Ce dernier est défini comme étant le rapport des forces stabilisatrices par rapport aux forces motrices tendant à causer la rupture. L'analyse a été faite en utilisant une approche bidimensionnelle qui est une simplification prudente du problème.

2.1.2 Conditions analysées et facteurs de sécurité

Les analyses de stabilité ont été réalisées en conditions statique, pseudo-statique et post-séisme. Les facteurs de sécurité ciblés pour cette étude ont été établis dans le respect des exigences de la Directive 019 du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC¹) (MDDEP, 2012) et selon les recommandations faites par Piteau (1991) et par Aubertin et al. (2013). Ils dépendent des conditions examinées et sont les suivants :

- En condition statique, le facteur de sécurité minimal visé à long terme est de 1,5
- En condition pseudo-statique, le facteur de sécurité recherché est de 1,1
- En condition post-séisme, le facteur de sécurité recherché est de 1,3

Le mode de rupture circulaire a été utilisé afin de déterminer la surface de rupture critique.

Pour les analyses de stabilité en condition statique, les sols cohérents ont été modélisés en tenant compte des paramètres de résistance non drainés pour un chargement relativement rapide.

Selon notre interprétation de la Directive 019, les haldes à stériles et à minerai peuvent être considérées comme des aires d'accumulation sans retenue d'eau. Peu de lignes directrices sont présentées pour ce type d'ouvrages dans la Directive 019. Toutefois, certaines règles de bonnes pratiques recommandées pour les ouvrages de rétention avec retenue d'eau sont jugées applicables et ont été utilisées sur le site de MCM, notamment pour le choix de la période de retour pour les analyses de stabilité. Ainsi, une période de retour de 2 475 a été appliquée pour les analyses en condition pseudo-statique. Pour le site de Canadian Malartic, cela correspond à une accélération maximale du sol (AMS) de 0,075 g pour un sol de classe C selon le CNBC (2010). La fiche d'aléa sismique est présentée à l'annexe A. Il est à noter qu'une classification des haldes plus précise pourrait être réalisée à l'étape de conception détaillée. Cependant, basé sur notre expérience sur le site, il est peu probable que cette classification influence le choix du séisme de conception.

Afin de modéliser les sollicitations d'un séisme, la méthode de Hynes-Griffin et Franklin (1984) recommande l'utilisation d'un coefficient sismique (k_h) correspondant à 50 % de l'accélération maximale (AM) au roc. Les auteurs suggèrent également de réduire les propriétés des matériaux de 20 % et d'établir le facteur de sécurité cible à 1,0. L'approche utilisée pour les présentes analyses s'en inspire :

¹ MELCC : ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, anciennement connu sous les appellations ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC); ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP); ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP); ministère de l'Environnement (MENV); ou ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF).

- La valeur de k_h est de 0,0375, soit 50 % de l'AMS pour un sol de classe C pour une période de retour de 1 dans 2475 ans (CNBC, 2010). Cette valeur est considérée comme prudente puisque les valeurs d'AMS sont toujours supérieures à l'AM au roc, selon le CNBC (2010).
- Le facteur de sécurité visé est de 1,1, comme requis par la Directive 019. Aucune réduction des propriétés des matériaux n'est envisagée pour pallier ce critère plus restrictif.
- L'utilisation de la résistance en condition non drainée des matériaux cohérents est prise en considération afin de tenir compte des surpressions interstitielles générées lors du séisme.

Pour les analyses en condition post-séisme, les modèles tiennent compte d'une diminution des paramètres de résistance des matériaux cohérents. Ces derniers sont généralement considérés comme n'étant pas susceptibles à la liquéfaction, mais ils peuvent toutefois subir une certaine dégradation de leurs propriétés. En effet, lorsque soumis à un séisme, ils sont susceptibles de subir une diminution de leur résistance en cisaillement (su). Ce phénomène est connu sous le nom de « ramollissement cyclique (cyclic softening) ». Ce comportement a été modélisé par une réduction de 20 % des propriétés des matériaux cohérents. Il s'agit d'une approximation de premier ordre raisonnable, soutenue dans la littérature par Makdisi et Seed (1978).

De plus, il a été estimé qu'une dissipation des surpressions a eu lieu dans les matériaux granulaires lors du séisme, et qu'ils n'étaient pas liquéfiables pour les conditions spécifiées. Aucune diminution de leur résistance n'a été appliquée en condition post-séisme pour ces matériaux.

2.1.3 Géométrie et coupe type

La géométrie retenue pour les analyses des haldes consiste en un seul et unique banc d'une hauteur de 5 m avec une pente de 3H:1V.

2.1.4 Nappe phréatique

Une nappe d'eau approximative a été positionnée manuellement dans le modèle à un niveau jugé réaliste, à la surface du sol, sous les haldes et la tourbe. La position de la nappe devra toutefois être vérifiée tout au long de la vie des haldes. Si sa position devait être significativement différente de celle utilisée dans les analyses de stabilité actuelles, des vérifications devront être effectuées.

2.1.5 Stratigraphie et propriétés géotechniques

Pour les modélisations, la stratigraphie a été interprétée à partir des informations tirées des sondages CPT-16-02 et BH-11-13. La coupe stratigraphique utilisée pour les analyses représente des conditions jugées critiques où des épaisseurs importantes de matériaux cohérents ont été interceptées au droit des sondages, à proximité de l'emplacement prévu des haldes.

Les propriétés des sols pulvérulents sont basées sur les valeurs d'indices N obtenues aux essais au pénétromètre dynamique (SPT), sur les essais de laboratoire et sur notre expérience sur le site. Pour les matériaux cohérents, les profils de résistance au cisaillement (su) ont été établis à partir des données des essais de terrain au scissomètre et de l'interprétation des essais au piézocône (CPTu). Le profil su dans la croûte argileuse a été établi selon la méthode proposée par Lerouei et al. (1985).

Comme mentionné précédemment, en condition post-séisme, aucune diminution de la résistance de l'horizon de till n'a été considérée et aucune surpression interstitielle n'a été appliquée à cet horizon. Pour les matériaux argileux, la résistance a été diminuée de 20 %.

En ce qui concerne les propriétés des matériaux des haldes, un matériau homogène a été pris en compte et une valeur relativement prudente de l'angle de frottement interne a été utilisée pour les analyses. Il est à noter qu'il a été supposé que les sols organiques (terre végétale) seraient excavés préalablement à la construction des haldes à minerai et à stériles. Ainsi, la couche de sols organiques n'a pas été prise en compte à l'intérieur de l'empreinte des haldes dans les modèles d'analyses de stabilité.

Les propriétés utilisées sont résumées au tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Propriétés des sols utilisées dans les analyses de stabilité

Matériau	Poids volumique, γ (kN/m ³)	Angle de frottement interne, ϕ' (°)	Résistance au cisaillement non drainé, s_u (kPa) ¹
Minerai ou stériles	19,2	37	-
Tourbe	12,0	-	10
Croûte argileuse <i>Paramètres non drainés</i>	16,4	-	45 à 25 (36 à 20)
Argile <i>Paramètres non drainés</i>	16,4	-	25 à 30 (20 à 24)
Till	20,0	35	-
Roc	Impénétrable		

¹ Les valeurs entre parenthèses font référence aux analyses en condition post-séisme

2.1.6 Résultats

Les résultats des analyses de stabilité indiquent que la configuration proposée pour les haldes à minerai et à stériles projetées permet de répondre aux exigences établies. Les facteurs de sécurité obtenus sont présentés au tableau 2 ci-dessous. Les figures de l'annexe B présentent le détail des résultats des modèles.

Tableau 2 : Résultats des analyses de stabilité des haldes

Condition	Facteur cible	Facteur de sécurité (FS)
Statique	1,50	1,78
Pseudo-statique	1,10	1,53
Post-séisme	1,30	1,45

2.2 Tassement

Un calcul de tassement a été effectué au moyen du logiciel Settle 3D, développé par la compagnie RocScience (2010).

Le calcul a pour objectif de déterminer le tassement total prévu en tenant compte du poids des haldes pour une période correspondant à 5 ans (60 mois) après la construction. Pour ce calcul, il est supposé que les haldes sont construites de façon instantanée.

2.2.1 Géométrie

La géométrie retenue pour les analyses de tassement est un seul et unique banc d'une hauteur de 5 m, avec une pente de 3H:1V et une base de 25 m par 100 m. Des épaisseurs de 9,5 m d'argile et de 2,7 m de till ont été déterminées par les forages BH-11-13 et CPT-16-02. La nappe phréatique est considérée à la surface du sol naturel.

2.2.2 Propriétés des matériaux

Les propriétés utilisées sont résumées au tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Propriétés des sols utilisées dans les analyses de stabilité

Propriété	Argile	Till
Poids volumique (γ , kN/m ³)	16,4	20,0
Coefficient de Poisson (-)	0,4	0,35
Module de Young (E, kPa)	-	45 000
Indice de compression Cc (-)	1,2	-
Indice de recompression Cr (-)	0,05	-
Indice des vides initial (e_0 , -)	2,3	-
Contrainte de pré-consolidation (Pc, kPa)	135	-
Coefficient de consolidation (c_v , m ² /s)	4,2E-5	-

2.2.3 Résultats

Le tassement total sous les haldes, calculé par Settle 3D (RocScience, 2010), après 60 mois, est de 130 mm.

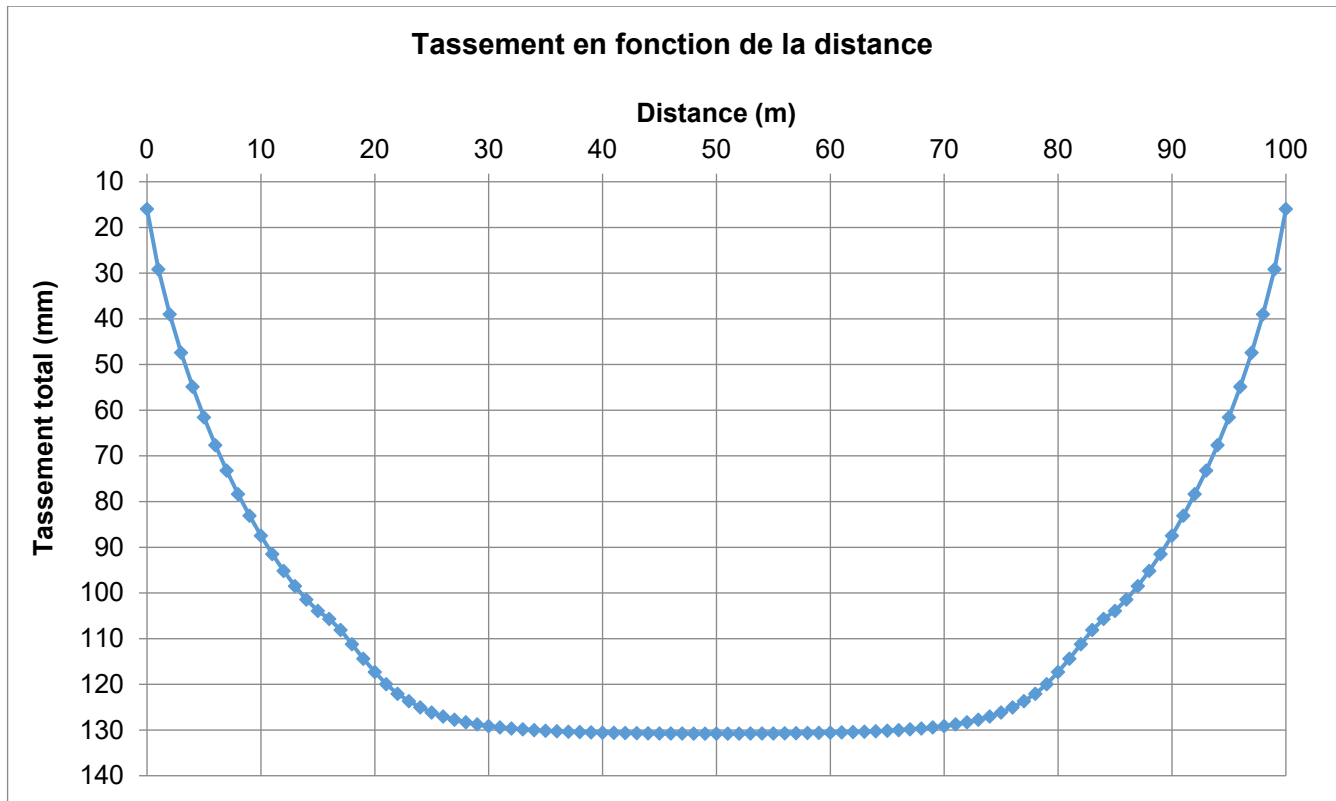


Illustration 1 : Tassement total sous l'axe central des haldes

3.0 STRUCTURES DE GESTION DES EAUX DE SURFACE

Les changements apportés au projet Odyssey ont modifié les installations de surface par rapport aux travaux réalisés par Golder en 2018-2019 pour la précédente version du projet. Ainsi, une vérification a été faite pour évaluer si ces changements ont un impact sur la conception des infrastructures de gestion d'eau (le fossé Nord et le bassin NE) réalisée précédemment.

Cette vérification montre que le bassin versant du projet drainant vers le fossé Nord a diminué d'approximativement 6 % par rapport à celui utilisé pour la conception, en raison du prolongement de la route au sud-ouest du bassin NE (bassin de pompage Odyssey). Cette diminution du bassin versant représente une variation négligeable sur les débits de conception.

Ainsi, aucun changement à la conception du fossé Nord ou du bassin NE n'est requis. L'analyse hydrologique/hydraulique de la conception détaillée des infrastructures de gestion d'eau, réalisée précédemment et présentée à l'annexe C, demeure valide pour le nouveau plan des installations de surface.

En rappel (voir l'annexe C pour plus de détails), le fossé Nord est localisé au nord et draine l'ensemble des infrastructures du projet Odyssey, et l'eau collectée est dirigée vers le bassin NE. L'eau du bassin NE est pompée soit vers un autre bassin du site, par exemple le bassin Sud-est pour servir comme eau de procédé, soit vers le bassin de polissage, pour être ensuite déchargée vers l'environnement. L'eau sera traitée avant son pompage vers le bassin de polissage, si requis pour le respect des normes applicables de qualité des eaux.

Par ailleurs, il est à noter que le drainage du secteur situé au sud des installations de surface du projet Odyssey et au nord de l'extension Est de la halde à stériles se fera vers le fossé Nord ou vers le fossé Jeffrey. Le drainage de ce secteur sera précisé à l'étape de l'ingénierie détaillée du projet Odyssey.

4.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

4.1 Conception préliminaire des haldes

Une étude géotechnique a été effectuée pour déterminer une configuration appropriée pour une halde à minerai d'une capacité de 20 000 tonnes et d'une halde à stériles de 10 000 tonnes pour le projet Odyssey. Pour ce faire, des analyses de stabilité ont été effectuées en tenant compte des forages et des essais au piézocône effectués à proximité du secteur du projet.

Selon les analyses effectuées, un empilement d'une hauteur de 5 m possédant des pentes de 3H:1V permet de satisfaire les facteurs de sécurité visés en condition statique, pseudo-statique et post-séisme. Les aires prévues pour les haldes à minerai et à stériles sont présentées à la figure 1 suivant le rapport. Ces aires, combinées à la configuration d'empilement recommandée, devraient permettre l'entreposage des 20 000 tonnes de minerai et 10 000 tonnes de stériles.

Un calcul de tassement a été effectué pour un empilement d'une hauteur de 5 m avec des pentes de 3H:1V sur une superficie de 25 m par 100 m. Le tassement total prévu est d'environ 130 mm après 60 mois de surcharge appliquée par le poids des haldes.

Il est recommandé de préparer les aires d'entreposage en décapant les sols organiques sous l'empreinte des haldes. Les sols organiques sont peu compétents et pourraient causer des problèmes de portance à court et à long termes, en plus d'augmenter l'ampleur du tassement.

À noter que cette étude ne tient pas compte des possibles structures environnantes (fossé, bâtiment, etc.). Dans le cas où des structures seraient aménagées à proximité des haldes projetées, des vérifications géotechniques additionnelles pourraient être requises.

4.2 Conception des structures de drainage des eaux de surface

Le système de drainage des eaux de surface de la zone de développement du projet Odyssey consiste en un fossé collecteur et un bassin de pompage. Le fossé collecte le ruissellement en provenance de la zone de développement et l'achemine vers le bassin de pompage NE. En fonction du bilan d'eau du site minier, l'eau du bassin NE sera pompée soit vers un autre bassin du site pour servir comme eau de procédé, soit vers le bassin de polissage. L'eau sera traitée avant son pompage vers le bassin de polissage, si requis pour le respect des normes applicables de qualité des eaux.

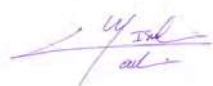
Des analyses hydrologique et hydraulique, présentées à l'annexe C, ont permis la conception détaillée du fossé de drainage et des ponceaux. La conception détaillée du bassin de pompage NE, réalisée dans le cadre de l'opération de MCM, a été présentée dans un document séparé (Golder, 2018). La capacité de ce bassin de pompage est amplement suffisante pour collecter le volume affluent d'une crue 1:100 ans pour le projet Odyssey.

5.0 LIMITES ET CONDITIONS

Les limites et conditions applicables à ce rapport sont jointes à l'annexe E.

Page Signatures

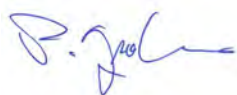
Golder Associés Ltée



Ismail Ouchebri, ing. jr
Ingénieur junior ressources en eau



Marielle Limoges Shagetz, ing.
Associée, ingénieure géotechnique



Pierre Groleau, ing., M.Sc.
Associé principal

FF/HC/PG/MLS/II

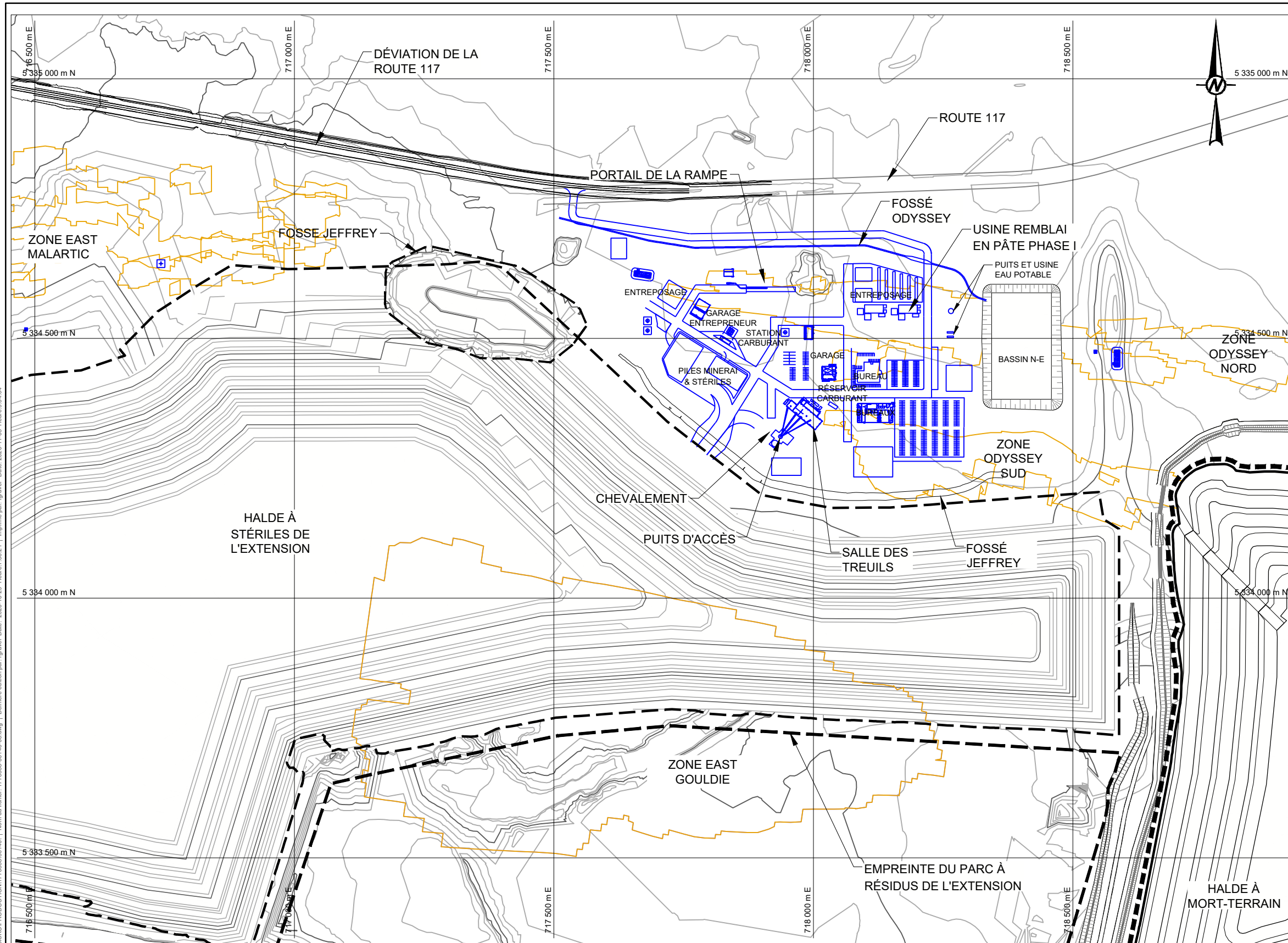
Golder et le concept G sur son logo sont des marques de commerce de Golder Associates Corporation

6.0 RÉFÉRENCES

- Aubertin, M., James M., Maknoon, M. et Bussière, B., 2013. *Recommandations pour améliorer le comportement hydrogéotechnique des haldes à stériles*. GEO Montreal 2013: Geosciences for sustainability, 66th CGS conference, Montréal, Qc, 8p.
- Golder Associés, 2014. Mine Canadian Malartic – Rapport – *Plan conceptuel de gestion des eaux et bilan d'eau – Conditions ultimes d'opération*. Numéro de référence 048-13-1221-0020-4020-MTF-Rev2.
- Golder Associés, 2016. Mine Canadian Malartic – *Projet d'extension du parc à résidus et de la halde à stériles – Rapport factuel d'investigation géotechnique*. Décembre 2016, no réf. : 004-1545415-3110-RF-Rev0.
- Golder Associés, 2017a. Canadian Malartic GP – *Rapport d'investigation géotechnique dans le secteur du puits d'accès proposé pour le projet Odyssey, Mine Canadian Malartic, Malartic, Québec*. Juillet 2017, no réf. : 021-1776338-40100-Rev0.
- Golder Associés, 2017b. Mine Canadian Malartic – *Rapport d'interprétation des résultats des essais CPTu effectués pour le prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles*. Mai 2017, no réf. : 012-1545415-3140-RF-Rev0.
- Golder Associés, 2018. Mine Canadian Malartic – *Mémoire technique de conception du système de drainage des eaux de surface pour l'extension de vers l'est de la halde à stériles*. Juin 2018, no réf. : 0024-1669424-23102-Rev2.
- Golder Associés, 2019. Mine Canadian Malartic – *Étude géotechnique et hydrologique- Aménagement des haldes et des structures de drainage de surface-Projet Odyssey*. Juillet 2019, no réf. : 013-1776338-30100-Rev2.
- Hynes-Griffin, M.E. et Franklin, A. G., 1984. *Rationalizing the Seismic Coefficient Method*. Miscellaneous paper GL-84-13, U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, Miss.
- Leroueil, S., Magnant, J.-P. et Tavenas, F., 1985. *Remblais sur argiles molles, LCPC et Technique et Documentation* (Lavoisier), Paris, 179 p.
- Makdisi, F.I. et Seed, H.B., 1978. *A simplified procedure for estimating dam and earthquake induced deformations*. JASCE Geotechnical Eng., vol 1, 105 (GT7). pp. 849-867.
- Ministère du Développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, 2012a. *Directive 019 sur l'industrie minière – version de mars 2012*. Gouvernement du Québec. 95p.
- MDDEP, 2012b – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Octobre 2012. *Guide de gestion des eaux pluviales*.
- Pitau Associates Engineering Ltd, 1991. *Investigation and Design of Mine Dumps – Interim Guidelines*, 177 p.
- Smith, 1995 – C.D. Smith, 1995. *Hydraulic Structures*. University of Saskatchewan Printing Services.
- Simons et Senturk, 1977 – Simons, D.B. et Senturk, F. 1977. *Sediment Transport Technology*. Water Resources Publications, p 808.

United States Department of Agriculture, 1986 – *Urban Hydrology for Small Watersheds*. Technical release no. 55, Juin 1986.

United States Army Corps of Engineers, 2000. *Hydrological Modeling System HEC-HMS*. Technical Reference Manual. Document no. CPD-74B. Mars 2000.



- LÉGENDE**
- COURBES TOPOGRAPHIQUES
 - EMPREINTE DES INFRASTRUCTURES PROJÉTÉES DE L'EXTENSION DE LA MINE CANADIAN MALARTIC
 - GISEMENT ODYSSEY (ZONES EAST MALARTIC, ODYSSEY NORD ET SUD ET EAST GOULDIE)
 - INFRASTRUCTURES DE SURFACE PROJÉTÉES DU PROJET ODYSSEY

NOTE

- SYSTÈME DE COORDONNÉES: UTM, NAD 83, ZONE 17

- RÉFÉRENCES**
1. L'EMPREINTE DE LA FOSSE JEFFREY PROVIENT DE MCM (AVRIL 2017).
 2. LES EMPREINTES DES HALDES DE L'EXTENSION PROVIENNENT DE MCM (JUILLET 2017).
 3. LES INFRASTRUCTURES DU PROJET ODYSSEY PROVIENNENT DU DESSIN "Site Odyssey_16oct.dwg" FOURNI PAR MCM.
 4. LE GISEMENT ODYSSEY PROVIENT DES DESSINS:
 - Export_DetailedPEA20ktp_STOPES_ODN_07-2020.dxf;
 - Export_DetailedPEA20ktp_STOPES_EM_0-600_07-2020.dxf;
 - Export_DetailedPEA20ktp_STOPES_EM_600-107-2020.dxf;
 - Export_DetailedPEA20ktp_STOPES_ODS_07-2020.dxf;
 FOURNIS PAR MCM (AOUT 2020)

CONFIDENTIEL



Chemin: \\golder\gfsal\Montreal\SIG\CAD\PROJET\SCHEM\PRODUCTION\1776338\30140\1 - Nom du fichier: 1776338-30140-06.dwg | Dernière édition par: gsal | Date: 2020-09-29 | Heure: 7:56:21 | Imprimé par: gsal | Date: 2020-11-05 | Heure: 9:54:04

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



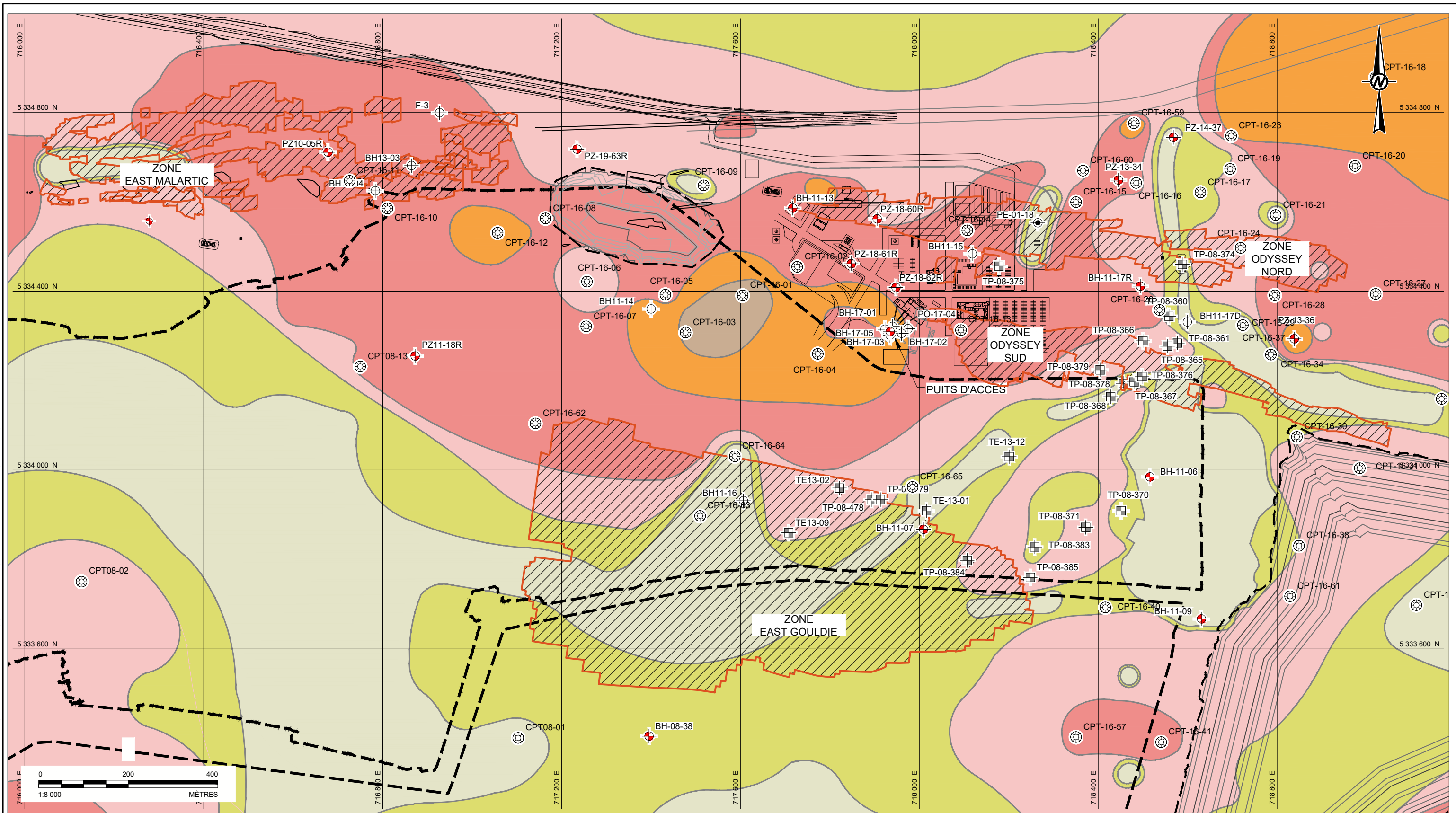
AAAA-MM-JJ 2020-09-22
 DESSINÉ A. Annoual
 PROJETÉ J. Lallier
 RÉVISÉ J. Lallier
 APPROUVÉ P. Groleau

PROJET
PROJET ODYSSEY - ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET HYDROLOGIQUE -
AMÉNAGEMENT DES HALDES ET DES STRUCTURES DE DRAINAGE DE
SURFACE

TITRE
**VUE D'ENSEMBLE DES PRINCIPALES INFRASTRUCTURES
DESURFACE DU PROJET ODYSSEY**

N° PROJET 1776338	PHASE 30140	RÉV. 3	PLAN 1
----------------------	----------------	-----------	-----------

SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/B 28 mm



LÉGENDE	
	EMPREINTE DES INFRASTRUCTURES PROJÉTÉES DE L'EXTENSION DE LA MINE CANADIAN MALARTIC
	GISEMENT ODYSSEY
	INFRASTRUCTURES DE SURFACE PROJÉTÉES DU PROJET ODYSSEY
	FORAGE
	PUITS D'OBSERVATION
	TRANCHÉE D'EXPLORATION
	PUITS D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
	CPT

ÉPAISSEUR DES SOLS COHÉRENTS (m)	
	0 À 1 m
	1 À 2,5 m
	2,5 À 5 m
	5 À 10 m
	10 À 15 m
	>15 m

NOTE
 • SYSTÈME DE COORDONNÉES: UTM, NAD 83, ZONE 17

RÉFÉRENCES
 • L'EMPREINTE DE LA FOSSE JEFFREY PROVIENT DE MCM (AVRIL 2017).
 • LES EMPREINTES DES HALDES PROVIENNENT DE MCM (JUIN ET JUILLET 2017).
 • LES INFRASTRUCTURES DU PROJET ODYSSEY PROVIENNENT DU DESSIN "Site Odyssey_16oct.dwg" FOURNI PAR MCM.

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT
GOLDER

CONFIDENTIEL

AAAA-MM-JJ	2020-09-22
DESSINÉ	A. Annual
PROJÉTÉ	J. Lallier
RÉVISÉ	J. Lallier
APPROUVÉ	P. Groleau

PROJET
PROJET ODYSSEY - ÉTUDE GÉOTECHNIQUE ET HYDROLOGIQUE - AMÉNAGEMENT DES HALDES ET DES STRUCTURES DE DRAINAGE DE SURFACE

TITRE
INTERPRÉTATION DE L'ÉPAISSEUR DES SOLS COHÉRENTS

N° PROJET	PHASE	RÉV.	PLAN
1776338	30140	3	2

Chemin : U:\golder\gdm\malartics\GIC\PROJET\ODYSSEY\PRODUCTION\1776338\30140\07.dwg | Nom du fichier : 1776338-30140-07.dwg | Dernière édition par : grolaud | Imprimé par : grolaud | Date : 2020-10-29 | Heure : 7:34:30

SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS18

ANNEXE A

Fiche de l'aléa sismique

Calcul de l'aléa sismique - Code National du Bâtiment 2010

INFORMATION: Canada de l'Est Français (613) 995-0600 Anglais (613) 995-5548 Télécopieur (613) 992-8836
Canada de l'Ouest Anglais (250) 363-6500 Télécopieur (250) 363-6565

Demandeur: Golder Associés Ltée,

Coordonnées du site: 48.12 Nord 78.105 Ouest

Bibliographie fichier utilisateur:

Mouvements du sol - Code National du Bâtiment :

Probabilité de dépassement de 2% sur 50 ans (0.000404 par année)

Sa(0.2)	Sa(0.5)	Sa(1.0)	Sa(2.0)	AMS (g)
0.213	0.138	0.077	0.026	0.075

Remarques. Les valeurs spectrales et de maximum d'aléa sont déterminées pour un terrain ferme (classe de sol C du CNBC 2010 - vitesse moyenne de l'onde transversale de 360-750 m/s). Les valeurs médianes (50e percentile) de l'accélération maximale du sol (AMS) sont fournies en unités de g. Les valeurs d'accélération spectrale atténuée 5% (Sa(T), où T est la période en secondes) et de l'accélération maximale du sol (AMS) sont tabulées. Seuls deux chiffres significatifs doivent être utilisés. **Ces valeurs ont été interpolées à partir de points de grille espacés de 10km. Selon le gradient pour les points situés à proximité, les valeurs, pour cet endroit, calculées directement au moyen du programme pour l'aléa peuvent varier. Plus de 95 % des valeurs interpolées se situent à moins de 2 % des valeurs calculées.**

Mouvements du sol pour d'autres probabilités :

Probabilité de dépassement par année	0.010	0.0021	0.001
Probabilité de dépassement dans 50 ans	40%	10%	5%
Sa(0.2)	0.036	0.094	0.139
Sa(0.5)	0.021	0.059	0.089
Sa(1.0)	0.010	0.032	0.049
Sa(2.0)	0.004	0.011	0.017
AMS	0.012	0.032	0.047

Bibliographie

Le code national du bâtiment du Canada 2010 no. 53301; sections 4.1.8, 9.20.1.2, 9.23.10.2, 9.31.6.2, and 6.2.1.3

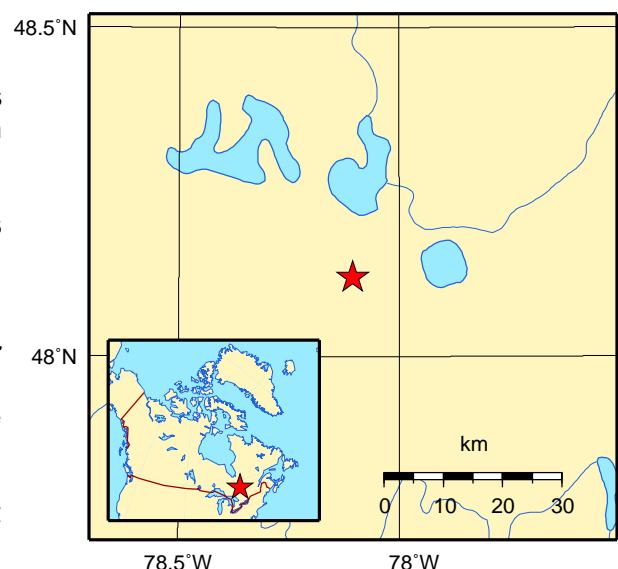
Annexe C: Information climatique pour la conception des bâtiments au Canada - la table dans l'Annexe C commence en page C-11 de la Division B, volume 2

Manuel d'utilisateur - CNB 2010, Commentaires structuraux CNRC no. 53543 Commentaire J: Conception pour des effets sismiques

Commission Géologique du Canada Dossier public xxxx Fourth generation seismic hazard maps of Canada: Grid values to be used with the 2010 National Building Code of Canada

Voir les sites webs www.SeismesCanada.ca et www.nationalcodes.ca pour plus d'information

Also available in english



ANNEXE B

Résultats des analyses de stabilité

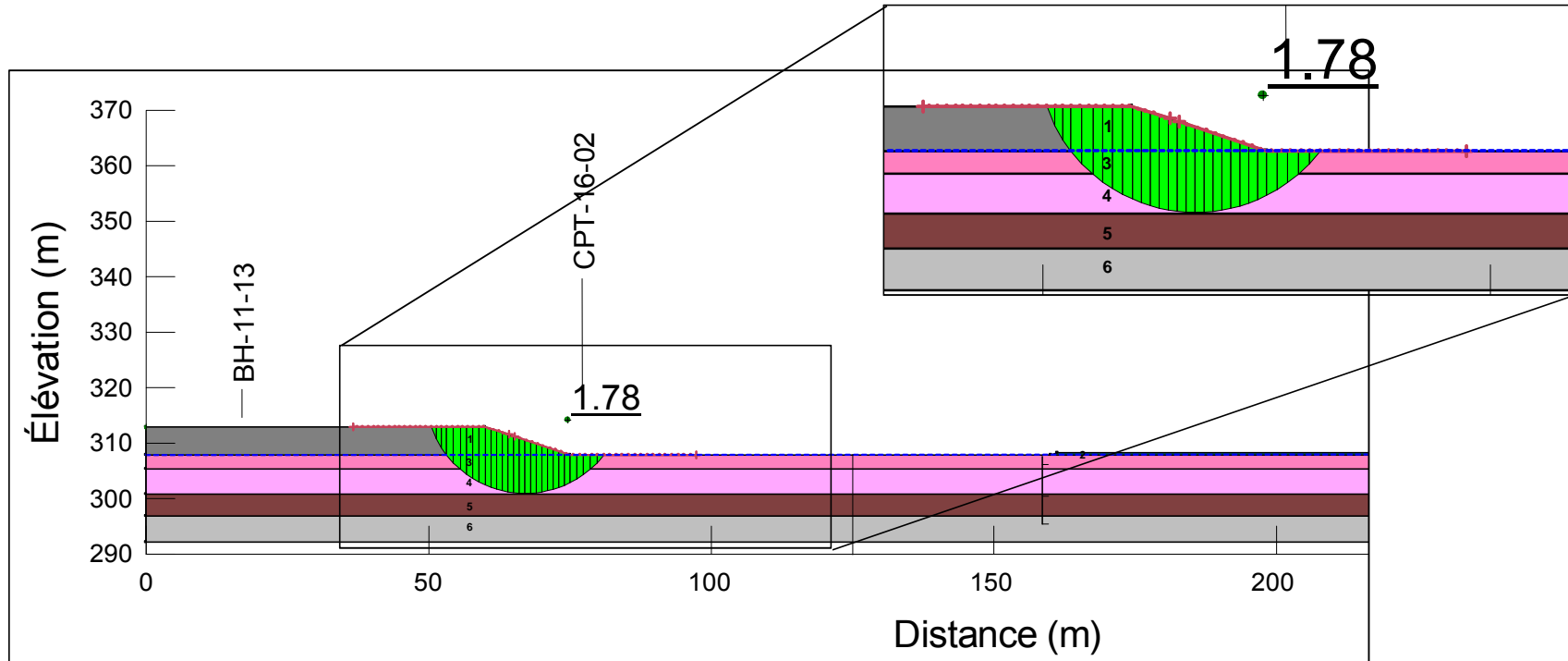
ANALYSES DE STABILITÉ HALDES ODYSSEY

Figure B-1

Halde de 5 m de hauteur et pente de 3H:1V
Condition statique

no.	Matériau	Paramètres géotechniques		
		γ (kN/m ³)	S_u (kPa)	ϕ' (°)
1	Minerai	19.2	-	37
2	Tourbe	12.0	-	10
3	Argile à silt argileux (<i>non drainée</i>) croûte	16.4	45 à 25 (-7,5 kPa/m)	-
4	Argile à silt argileux (<i>non drainée</i>)	16.4	25 à 30 (1,1 kPa/m)	-
5	Till	20,0	-	35
6	Socle rocheux	Impénétrable		

1,78
Rupture circulaire



Date : Août 2017
Projet : 1776338-30100

Fait par: MLBL
Révisé par: MLS

ANALYSES DE STABILITÉ HALDES ODYSSEY

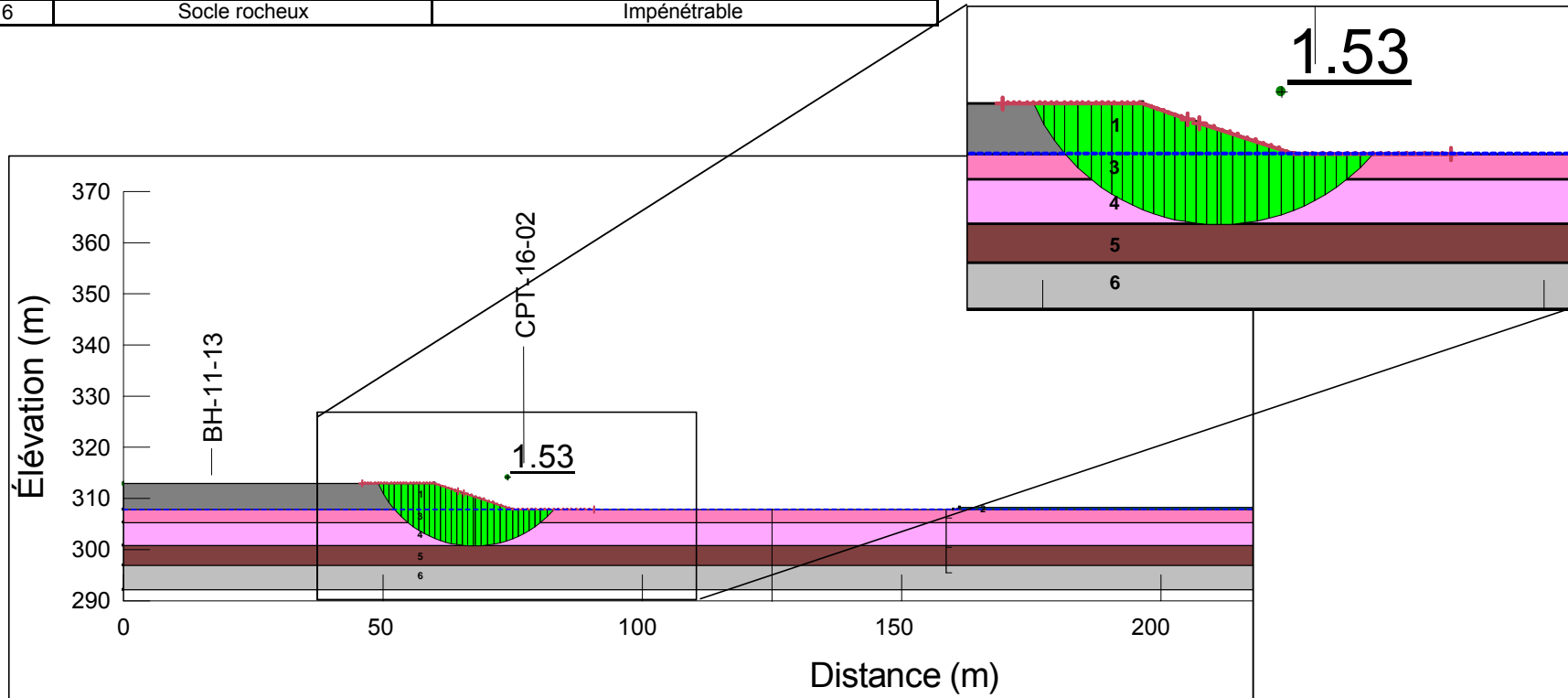
Figure B-2

Halde de 5 m de hauteur et pente de 3H:1V
Condition Pseudo-statique

no.	Matériau	Paramètres géotechniques		
		γ (kN/m ³)	S_u (kPa)	ϕ' (°)
1	Minerai	19.2	-	37
2	Tourbe	12.0	-	10
3	Argile à silt argileux (<i>non drainée</i>) croûte	16.4	45 à 25 (-7,5 kPa/m)	-
4	Argile à silt argileux (<i>non drainée</i>)	16.4	25 à 30 (1,1 kPa/m)	-
5	Till	20,0	-	35
6	Socle rocheux	Impénétrable		

F.S.= 1,53

Rupture circulaire



Date : Août 2017
Projet: 1776338-30100

Fait par: MLBL
Révisé par: MLS

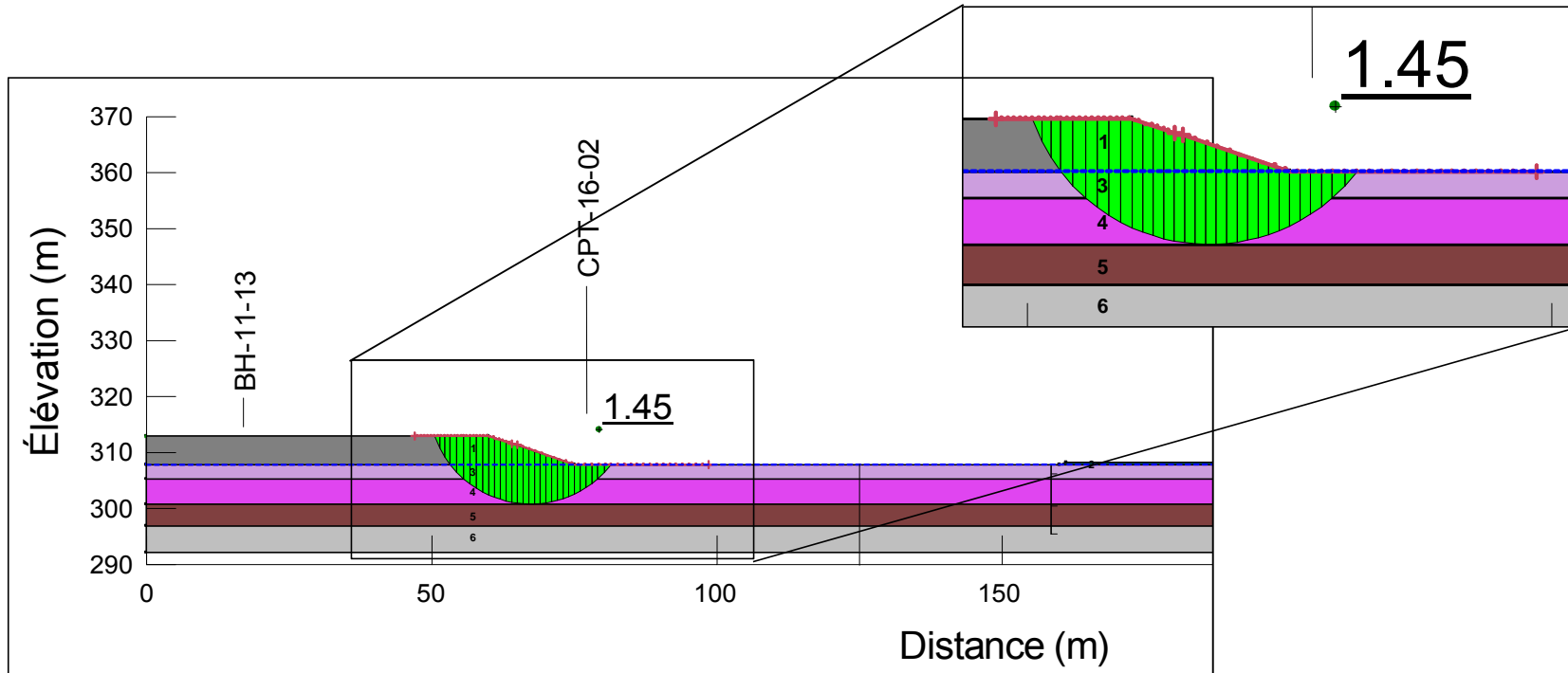
ANALYSES DE STABILITÉ HALDES ODYSSEY

Figure B-3

Halde de 5 m de hauteur et pente de 3H:1V
Condition Post-séisme

no.	Matériau	Paramètres géotechniques		
		γ (kN/m ³)	S_u (kPa)	ϕ' (°)
1	Mineral	19.2	-	37
2	Tourbe	12.0	-	10
3	Argile à silt argileux (<i>non drainée</i>) croûte	16.4	36 à 20 (-6 kPa/m)	-
4	Argile à silt argileux (<i>non drainée</i>)	16.4	20 à 24 (0,87 kPa/m)	-
5	Till	20,0	-	35
6	Socle rocheux	Impénétrable		

F.S. = 1,45
Rupture circulaire



Date : Août 2017
Projet: 1776338-30100

Fait par: MLBL
Révisé par: MLS

ANNEXE C

Conception des structures de
gestion des eaux de surface
(Golder, 2019)

Ce document traite de la conception du fossé collecteur, des ponceaux et du bassin de pompage qui serviront de structures de drainage des eaux provenant des infrastructures de surface projetées du site Odyssey. Le fossé collecteur projeté sera localisé au nord de l'ensemble des infrastructures du projet Odyssey, et l'eau collectée sera dirigée vers le bassin de pompage NE, comme présenté à l'illustration 1 ci-dessous. L'eau du bassin NE sera pompée soit vers un autre bassin du site, par exemple le bassin Sud-est pour servir comme eau de procédé minier, soit vers le bassin de polissage, pour être ensuite déchargée vers l'environnement. Le cas échéant, la qualité de l'eau du bassin NE sera vérifiée et, si nécessaire, une étape de traitement des eaux sera incluse avant le pompage vers le bassin de polissage.

Les détails de conception du bassin de pompage NE ont été présentés dans le cadre du projet d'extension de la halde à stériles de la mine Canadian Malartic (Golder, 2018). Dans le cadre de ce projet, le bassin NE sert à collecter les eaux de ruissellement de l'extension de la halde à stériles. Après août 2019, il est prévu que des nouveaux fossés draineront l'eau de ruissellement de l'extension à l'est de la halde à stériles vers la fosse Jeffrey, après son remblayage. Il est aussi prévu que le bassin NE reste en opération comme bassin collecteur des eaux associées au développement du projet Odyssey seulement. Pour cette configuration, le bassin NE permettra de contenir l'évènement de crue 1:100 ans.

1.0 ANALYSE HYDROLOGIQUE

1.1 Données climatiques utilisées pour la conception

Les données climatiques considérées pour la conception du fossé collecteur proviennent de l'analyse climatique du site de la Mine (Golder, 2014) sur la base des données historiques de la station météorologique de Val-d'Or (station Val-d'Or A), opérée par Environnement Canada. Pour la conception des structures de drainage, une pluie estivale de récurrence de 1:100 ans et d'une durée de 24 heures a été considérée, soit 91 mm.

1.2 Débits de conception

La méthode du Soil Conservation Service (SCS), décrite en détail dans le Guide de gestion des eaux pluviales du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC¹) (MDDEP, 2012b), a été employée pour l'évaluation des débits de pointe. La pluie estivale d'une durée de 24 heures a été distribuée sur 24 heures selon la fonction du SCS type 2 (SCS II), qui est, selon le Guide, la distribution utilisée habituellement au Québec. Il est à noter que nous avons vérifié cette distribution avec les intensités pluviales sous-journalières (de 1 heure à 24 heures) de la station de Val-d'Or et avons constaté une correspondance considérable.

L'évaluation des débits de pointe a été effectuée à l'aide du logiciel de modélisation hydrologique HEC-HMS (version 4.2), développé par le United States Army Corps of Engineers (USACE, 2000).

Pour le calcul des pertes par infiltration et par rétention temporaire sur la surface, la méthode SCS a été utilisée avec un coefficient CN (« Runoff Curve Number ») de 82, qui est une valeur typique pour aire déboisée d'un site minier. Il est à noter qu'un évènement extrême, tel qu'une précipitation de récurrence 100 ans, survient généralement à la suite d'autres évènements de pluie de plus faible intensité qui ont pour effet de saturer le sol.

¹ MELCC : ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, anciennement connu sous les appellations ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC); ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP); ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP); ministère de l'Environnement (MENV); ou ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF).

Ainsi, lorsque la crue de récurrence 100 ans survient, les conditions de saturation antécédentes du sol font en sorte de diminuer les pertes par infiltration et favorisent donc un ruissellement plus important. Pour tenir compte de la perte de capacité d'infiltration des sols, un coefficient CN plus élevé de 92 a été considéré pour l'analyse hydrologique.

La méthode présentée par le United States Department of Agriculture (USDA, 1986) a été utilisée pour le calcul des temps de concentration des sous-bassins versants retenus.

La délimitation des bassins versants (Illustration 1) prend en considération les surfaces drainant par gravité vers le fossé collecteur et tient compte de l'aménagement futur du site Odyssey. Le tableau 1 présente le sommaire des paramètres hydrologiques des bassins versants pris en compte dans le calcul des débits de conception.

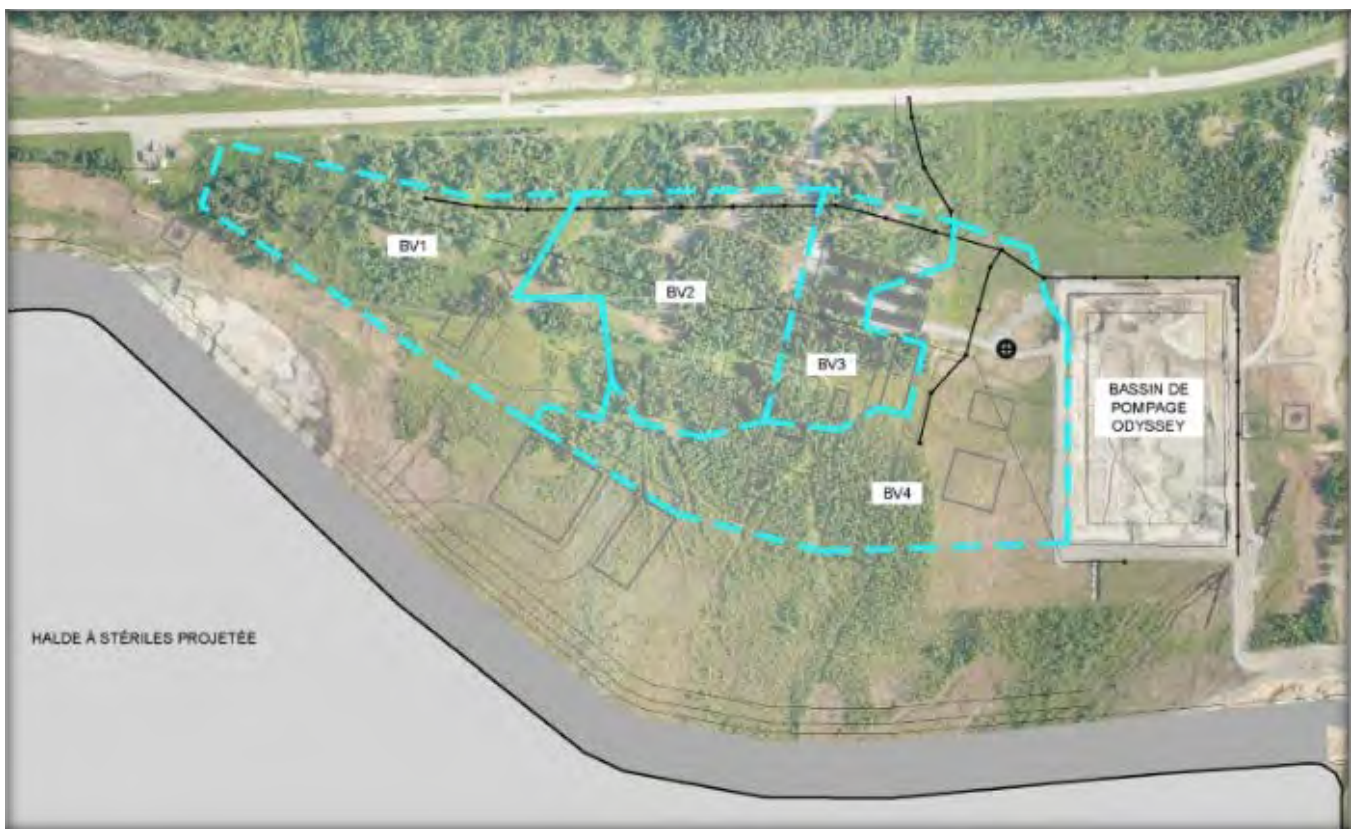


Illustration 1 : Délimitation des bassins versants pour l'analyse hydrologique servant au dimensionnement des structures de drainage pour le projet Odyssey

Tableau 1 : Sommaire des paramètres hydrologiques utilisés pour le calcul des débits de conception

Bassin versant	Aire du bassin versant (km ²)	Temps de concentration (h)
BV 1	0,05	0,26
BV 2	0,05	0,52
BV 3	0,03	0,50
BV 4	0,08	0,70

Le tableau 2 présente les résultats de l'analyse hydrologique pour les bassins versants contribuant au fossé de collecte du site Odyssey.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse hydrologique – débits de conception de la crue 1:100 ans

Bassin versant	Débits de pointe 1:100 ans (m ³ /s)
BV 1	1,3
BV 2	2,0
BV 3	2,4
BV 4	3,4

1.3 Volume affluent au bassin de pompage NE

Le volume de crue affluent au bassin de pompage NE a été calculé en utilisant des coefficients de ruissellement volumétriques (volume de ruissellement se rendant au bassin divisé par le volume de précipitation liquide et fonte de neige). Les coefficients de ruissellement volumétriques suivants ont été considérés, selon le type de surface :

- Aires du projet Odyssey : 0,9
- Surface du bassin de pompage : 1,0

Les coefficients de ruissellement retenus prennent en compte des conditions de saturation du sol élevées en raison d'éventuelles précipitations survenues avant la crue de récurrence 100 ans. Par ailleurs, les pertes par évaporation sont négligeables pendant des événements intenses de courte durée et n'ont donc pas été retenues pour le calcul du volume.

Par ailleurs, la conception présume que le bassin de pompage sera vide au début de l'événement extrême de conception pris en compte. Le bassin versant total, constitué des quatre sous-bassins versants présentés à l'illustration 1 et de l'aire du bassin NE d'une superficie de 0,25 km², et un coefficient de ruissellement volumétrique pondéré de 0,9, ont été utilisés pour évaluer le volume affluent au bassin de pompage NE.

Le bassin de pompage NE a été construit dans le cadre du projet d'extension de la halde à stériles de la mine Canadian Malartic (Golder, 2018) et possède une capacité d'emmagasinement de 46 900 m³ et une capacité de pompage de 0,8 m³/s. Le tableau 3, ci-dessous, présente le volume actif requis pour emmagasiner la crue de récurrence 1:100 ans pour le projet Odyssey, pour la capacité de pompage actuelle et deux autres capacités moins importantes, si la capacité actuelle devait être réduite dans le futur. En considérant la capacité de pompage actuelle, le volume actif est de 6 400 m³, ce qui représente moins de 15 % de la capacité d'emmagasinement réelle du bassin NE.

Tableau 3 : Résumé des calculs de volume affluent au bassin de pompage NE

Capacité de pompage		Volume actif nécessaire
m ³ /s	m ³ /h	m ³
0,8	2 880	6 400
0,6	2 160	7 300
0,4	1 440	10 900

2.0 DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Un modèle hydraulique a été développé pour le fossé collecteur à l'aide du logiciel de modélisation HEC-RAS (HEC-RAS 5.0.5, 2016). Le coefficient de Manning calculé selon Smith (1995) pour un enrochement de diamètre D₅₀ de 100 mm correspond à 0,036.

Le fossé a été dimensionné avec une revanche minimale de 0,4 m pour tenir compte des incertitudes reliées aux calculs hydrologiques, aux tolérances de construction, aux possibilités de formation de vagues, à l'accumulation de débris et l'accumulation de sédiments à l'intérieur du fossé.

L'enrochement de protection recommandé pour le radier et les talus du fossé a été dimensionné selon la méthode proposée par Simons et Senturk (1977).

Des pentes latérales de talus de 2H:1V ont été proposées pour le fossé.

Les ponceaux à l'intersection du chemin ont été dimensionnés en fonction du débit de conception du fossé collecteur et du refoulement admissible en amont. Le matériel choisi pour les ponceaux est la tôle d'acier ondulée galvanisée (TTOG). Le coefficient de Manning pour ce matériel est de 0,024. Les ponceaux ont été considérés comme enfouis sur environ 100 mm afin d'augmenter la section hydraulique d'écoulement.

2.1 Résultats du dimensionnement hydraulique

Le tableau 4 présente les résultats du dimensionnement hydraulique du fossé collecteur et des ponceaux pour le développement du site Odyssey.

L'annexe D présente les plans pour construction du fossé collecteur (le fossé Nord) du projet Odyssey. La vue en plan et le profil longitudinal du fossé collecteur et des ponceaux y sont présentés, ainsi que des coupes types proposées pour le fossé collecteur.

Les résultats présentés s'accompagnent des considérations et contraintes suivantes (liste non exhaustive), à considérer pendant la construction :

- La topographie disponible pour la zone d'étude pourrait être imprécise à cause des difficultés de correction des données LIDAR pour la végétation. Il est recommandé d'arpenter toute la zone d'étude après son décapage.
- Dans les zones où le degré d'étanchéité du sol naturel est insuffisant, des mesures structurelles pourraient être mises en place pour améliorer l'étanchéité du fossé. De telles mesures pourront consister, par exemple, en la mise en place d'une couche de till compactée entre le sol naturel et l'enrochement de protection des structures ou d'une géomembrane.

Tableau 4 : Sommaire du dimensionnement hydraulique du fossé collecteur et des ponceaux pour le développement du projet Odyssey

Dimensions du fossé						Équation Simons et Senturk	Résultats hydrauliques (HEC-RAS)		
Chaînage	Profondeur minimale	Largeur à la base	Pente des talus	Débit de conception	Pente longitudinale	Manning	Profondeur hydraulique	Diamètre D50 enrochement de protection	Vitesse maximale
(m)	(m)	(m)	xH:1V	(m ³ /s)	(%)		(m)	D50 MIN (mm)	(m/s)
0+160 à 0+014	1,4	6,6 à 2,0	2	3,4	0,60%	0,036	1,0	100	1,4
0+190 à 0+160	PONCEAUX - 3 TUYAUX DE DIAMÈTRE 1 200 mm EN T.T.O.G (note 1)			2,4	0.20%	0,024	-	-	0,5 (note 2)
0+295 à 0+190	1,5	2,0 à 6,6	2	2,4	0,20%	0,036	1,1	100	0,5
0+460 à 0+295	1,5	2,0	2	2,0	0,20%	0,036	1,1	100	0,9
0+531 à 0+460	1,5	2,0	2	2,0	0,30%	0,036	1,1	100	0,9
0+600 à 0+531	1,3	2,0	2	1,3	0,30%	0,036	0,9	100	0,6
0+681 à 0+600	1,3	2,0	2	1,3	0,40%	0,036	0,8	100	0,9
0+879 à 0+681	1,0	2,0	2	1,3	0,40%	0,036	0,7	100	1,0

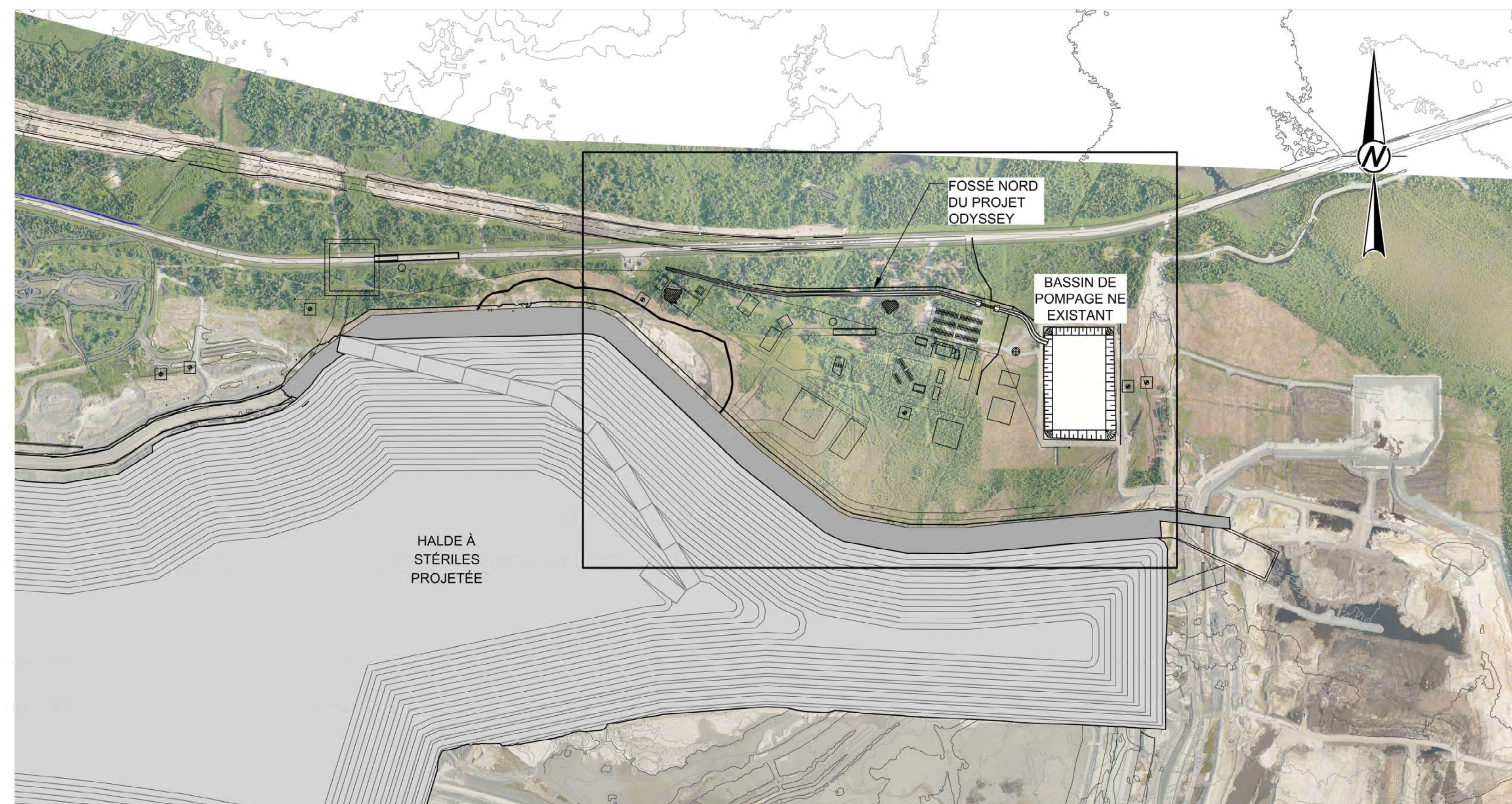
Note 1 : Ponceaux enfouis de 100 mm

Note 2 : Vitesse à la sortie du ponceau

ANNEXE D

**Plans pour construction du fossé
Nord du projet Odyssey**

PLANS POUR CONSTRUCTION DU FOSSÉ NORD DU PROJET ODYSSEY



LISTE DES PLANS				
No. PLAN	TITRE	RÉV.	DESCRIPTION	DATE
3200-001	PAGE COUVERTURE	2	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	2019-07-05
3200-002	VUE EN PLAN ET NOTES GÉNÉRALES	2	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	2019-07-05
3200-003	VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ NORD DU PROJET ODYSSEY	2	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	2019-07-05
3200-004	COUPES TRANSVERSALES DU FOSSÉ NORD DU PROJET ODYSSEY	2	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	2019-07-05
3200-005	COUPES TYPES DU FOSSÉ	2	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	2019-07-05
3200-006	NOTES DE CONSTRUCTION ET DÉFINITION DES MATÉRIAUX	2	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	2019-07-05

CONFIDENTIEL

Chemin: \\golder\gms\all\Montreal\SIG\CAD\PROJET\SOS\SOS\PRODUCTION\1776338\01\01.dwg | Dernière édition par: rgravel | Date: 2019-07-08 | Heure: 10:18:24 | Imprimé par: rgravel | Date: 2019-07-08 | Heure: 10:27:24

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2019-07-05	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chaouche	V. Rojanschi	P. Groleau
1	2019-06-17	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chaouche	V. Rojanschi	P. Groleau
0	2018-06-29	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	H. Chaouche	F. Filion	V. Rojanschi

SCEAU



CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



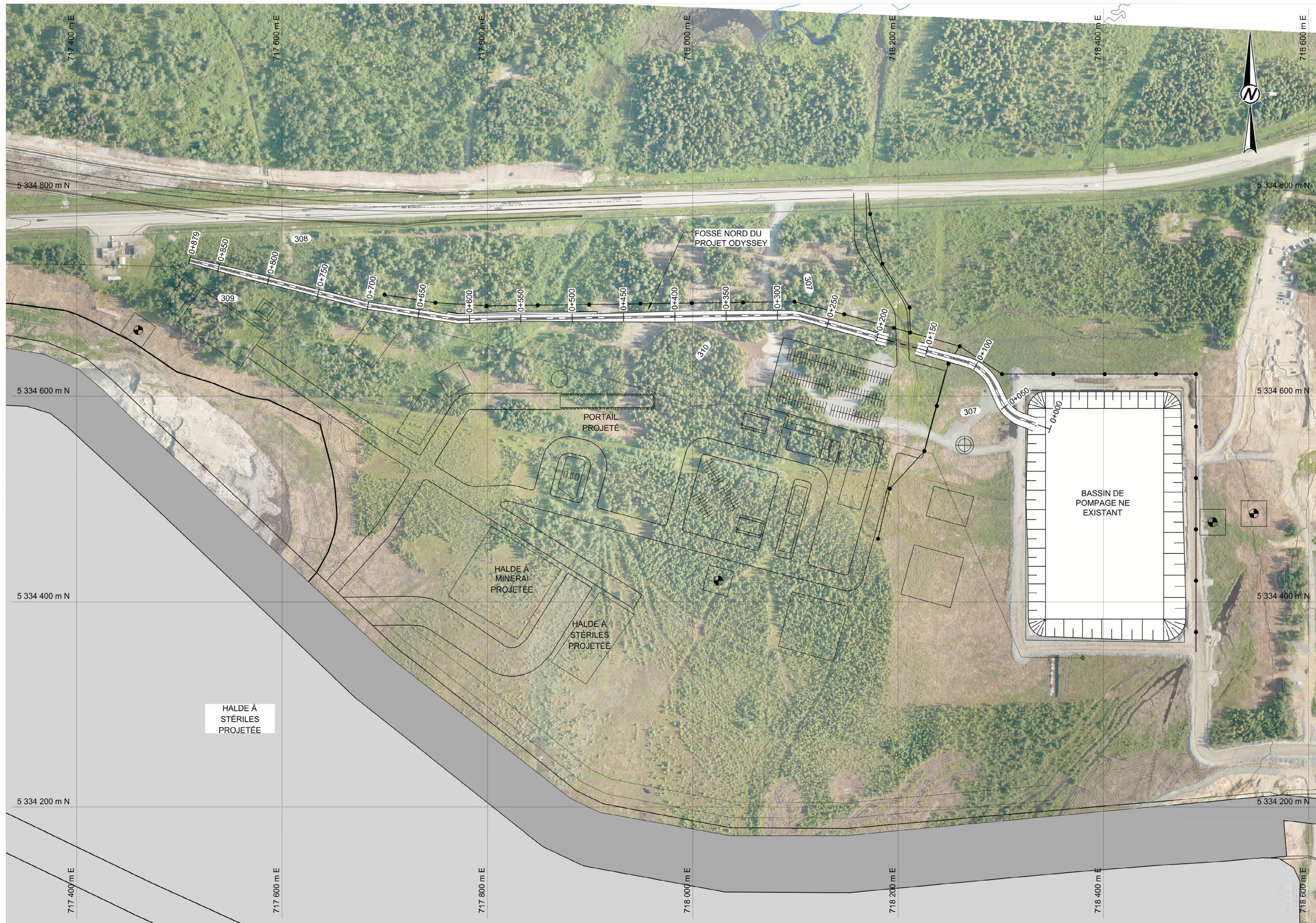
GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
PLANS POUR CONSTRUCTION DU
FOSSÉ NORD
DU PROJET ODYSSEY

TITRE
PAGE COUVERTURE

N° PROJET 1776338 PHASE 30130 RÉV. 2 1 de 6 PLAN 3200-001

25 mm | SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D



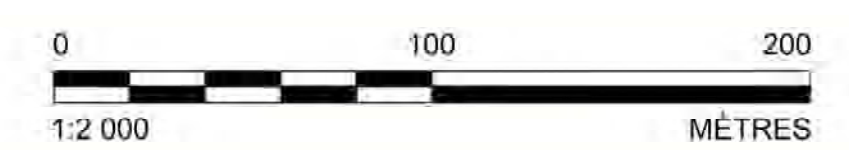
NOTES GÉNÉRALES

1. CES PLANS SONT PRÉPARÉS POUR L'USAGE EXCLUSIF DE LA MINE CANADIAN MALARTIC (MCM OU LA MINE) ET DE SES AGENTS.
2. MCM SERA RESPONSABLE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU FOSSÉ.
3. MCM SERA AUSSI RESPONSABLE DU CONTRÔLE DE QUALITÉ (QC) LORS DES TRAVAUX. LES SERVICES D'ASSURANCE QUALITÉ (QA) CONSISTENT EN DES VISITES PONCTUELLES SUR LE TERRAIN SUR UNE BASE RÉGULIÈRE ÉTABLIE PAR MCM ET GOLDER ASSOCIÉS LTÉE. L'ASSISTANCE TECHNIQUE SE FERA SUR UNE BASE PONCTUELLE, EN FONCTION DES PROBLÈMES PARTICULIERS OU DES SITUATIONS IMPRÉVUES RENCONTRÉS DURANT LA CONSTRUCTION. TOUTEFOIS, CES SITUATIONS ET LEUR PORTÉE SUR LA CONCEPTION DU FOSSÉ DEVRONT ÊTRE IDENTIFIÉES PAR MCM, RESPONSABLE DES TRAVAUX.
4. LES DÉTAILS DE CONCEPTION PRÉSENTÉS SUR CES PLANS POURRONT ÊTRE MODIFIÉS ET ADAPTÉS AUX CONDITIONS DE TERRAIN. TOUT CHANGEMENT DOIT ÊTRE APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR.
5. DES PROCÉDURES DE SÉCURITÉ SERONT À DÉFINIR PAR MCM POUR ÉVITER TOUT RISQUE DE CHUTE DE VÉHICULE OU DE PERSONNE SUIVANT LES PLANS DE SANTÉ ET SÉCURITÉ DE LA MINE.
6. LA CRUE DE CONCEPTION EST DE 1:100 ANS POUR LE FOSSÉ.
7. LA CONCEPTION DU FOSSÉ A FAIT L'HYPOTHÈSE QUE TOUTES LES INFRASTRUCTURES DU PROJET ODYSSEY DRAINERAIENT VERS LE FOSSÉ ODYSSEY. LE TERRAIN DEVRA DONC AVOIR UNE PENTE MINIMALE AFIN DE PERMETTRE LE DRAINAGE DES EAUX VERS LE FOSSÉ.
8. MCM EST RESPONSABLE DE CONSTRUIRE, OPÉRER ET ENTREtenir LES STRUCTURES DE DRAINAGE PRÉSENTÉES SUR CETTE SÉRIE DE PLANS.

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE PROVIENT D'UN RELEVÉ LIDAR DATÉ D'OCTOBRE 2017 FOURNI PAR MCM.
2. LES INFRASTRUCTURES DU PROJET ODYSSEY PROVIENNENT DU DESSIN "Extrait_PlanInfrastruct_MCM_20190618.dwg" FOURNI PAR MCM.
3. PHOTO AÉRIENNE FOURNIE PAR MCM (JUIN 2018).
4. L'EMPREINTE DE LA HALDE À STÉRILES PROVIENT DE MCM (JUILLET 2017).

CONFIDENTIEL



REV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2019-07-05	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chauouche	V. Rojanschi	P. Groleau
1	2019-06-17	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chauouche	V. Rojanschi	P. Groleau
0	2018-06-29	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	H. Chauouche	F. Filion	V. Rojanschi

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

Signature: H. Chauouche, 15/7/2019

PROJET
PLANS POUR CONSTRUCTION DU
FOSSÉ NORD
DU PROJET ODYSSEY

TITRE
VUE EN PLAN ET NOTES GÉNÉRALES

N° PROJET	PHASE	RÉV.	2 de 6	PLAN
1776338	30130	2		3200-002

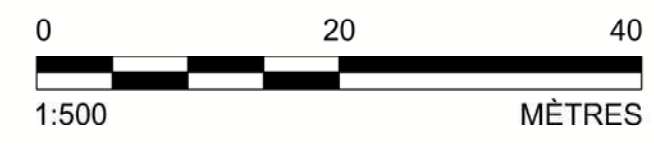
Chemin: \\golder\gms\gms\mcm\mcm\SIG\CAD\PROJET\SOS\OPPRODUCTION\1776338\01\01.dwg | Nom du fichier: 1776338-30130-001.dwg | Dernière édition par: groleau | Date: 2019-07-08 Heures: 10:18:24 | Imprimé par: groleau | Date: 2019-07-08 Heures: 10:31:21

S'IL Y A UNE MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D 25 mm

Chemin: \\golder\gms\mcm\mcm\17763338-30100-001.dwg | Dernière édition par: gms | Date: 2019-07-08 | Heures: 10:18:24 | Imprimé par: gms | Date: 2019-07-08 | Heures: 10:42:53



COUPES TRANSVERSALES
ÉCHELLE 1 : 500



CONFIDENTIEL

LÉGENDE

----- TOPOGRAPHIE (RÉF. 1)

— FOSSÉ PROJETÉ

NOTE

LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE.

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE PROVIENT D'UN RELEVÉ LIDAR DATÉ D'OCTOBRE 2017 FOURNIE PAR MCM.

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2019-07-05	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chauouche	V. Rojanschi	P. Groleau
1	2019-06-17	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chauouche	V. Rojanschi	P. Groleau
0	2018-06-29	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	H. Chauouche	F. Filion	V. Rojanschi

SCEAU



CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

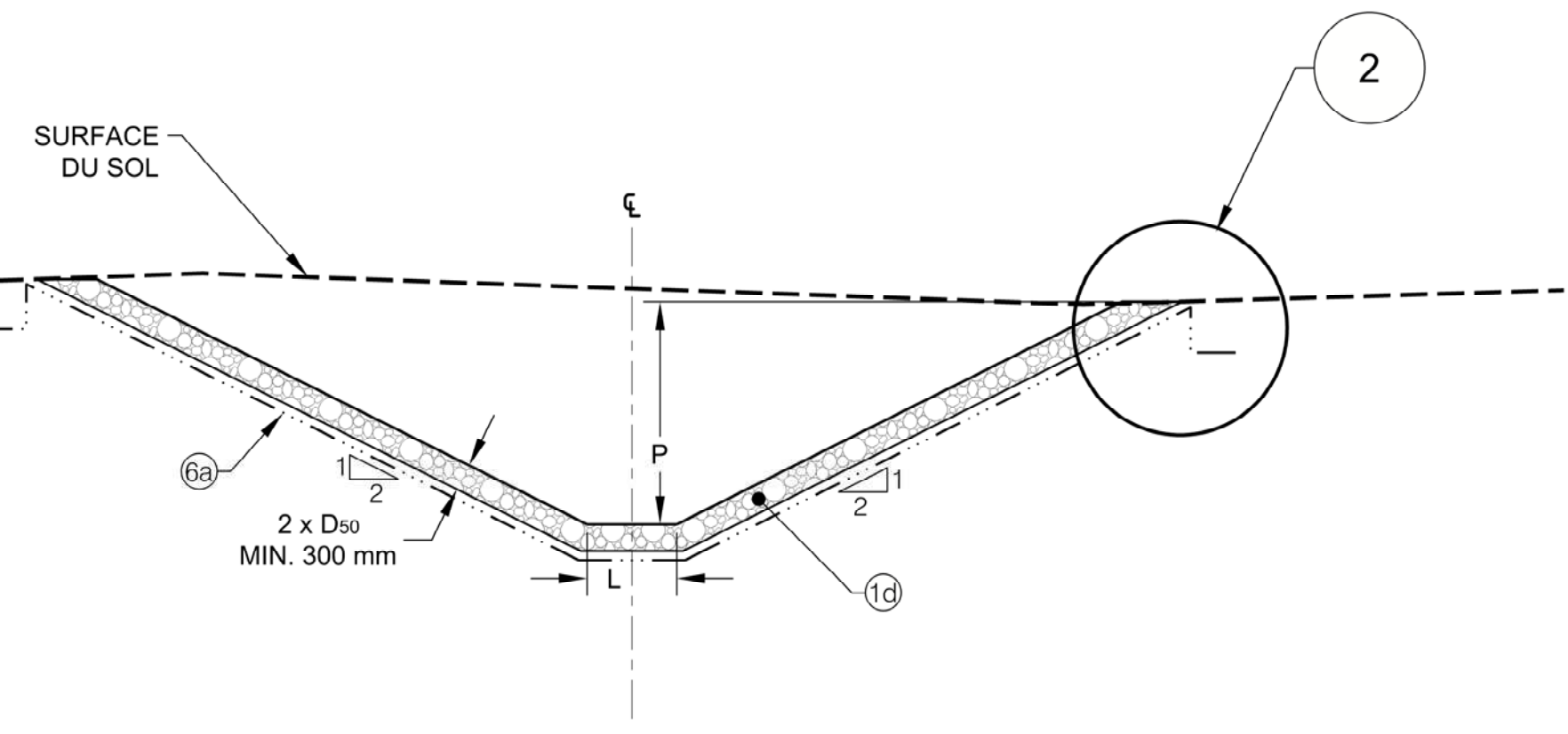
PROJET
PLANS POUR CONSTRUCTION DU
FOSSÉ NORD
DU PROJET ODYSSEY

TITRE
COUPES TRANSVERSALES DU FOSSÉ NORD DU PROJET ODYSSEY

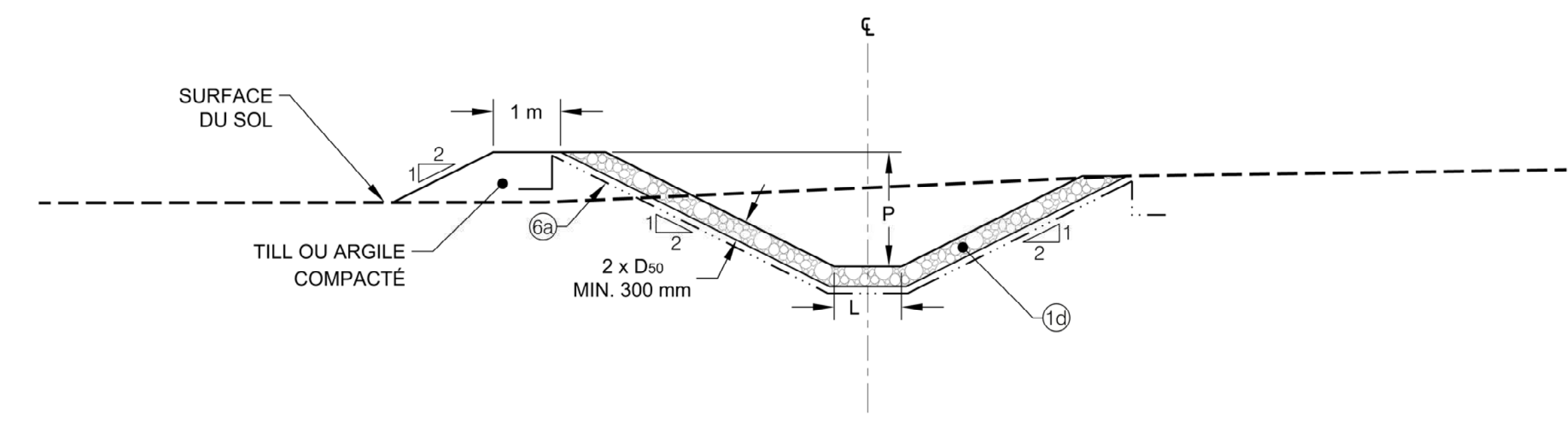
N° PROJET	PHASE	RÉV.	4 de 6	PLAN
1776338	30130	2		3200-004

25 mm - SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANSI D

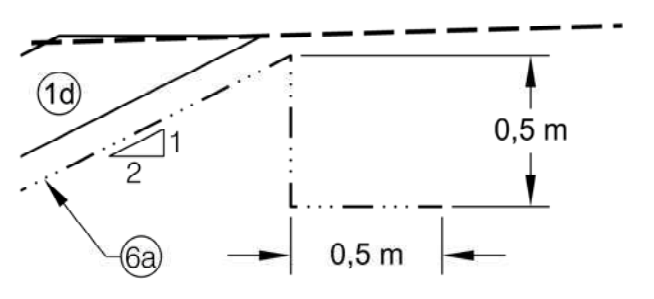
Chemin: \\golder\gpc\gpc\projets\SOS\SOS\PRODUCTION\17763338\01\01.dwg | Dernière édition par: ignavel | Date: 2019-07-08 | Heures: 10:53:25 | Imprimé par: ignavel | Date: 2019-07-08 | Heures: 11:50:04



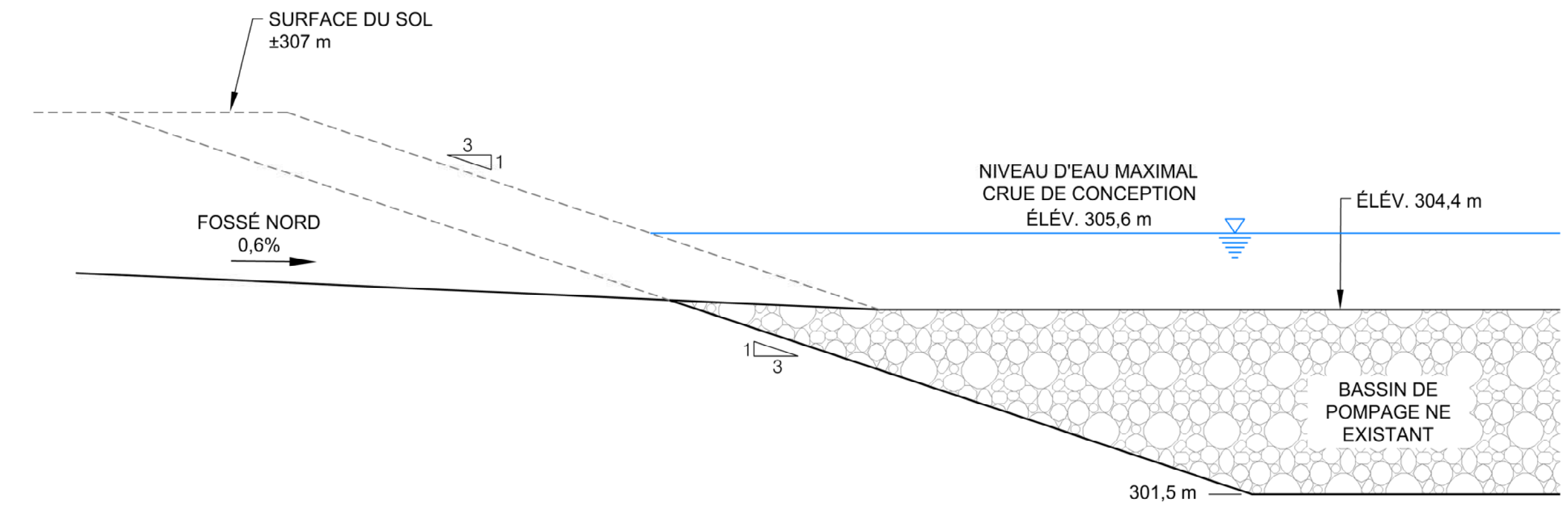
COUPE TYPE D'UN FOSSÉ - ENROCHEMENT DE PROTECTION
ÉCHELLE 1 : 75



COUPE TYPE D'UN FOSSÉ - PARTIELLEMENT EN REMBLAI
ÉCHELLE 1 : 75



DÉTAIL 2 : ANCRAGE DU GÉOTEXTILE
ÉCHELLE 1 : 25



DÉTAIL 1 - JONCTION DU FOSSÉ AVEC LE BASSIN DE POMPAGE NE
ÉCHELLE 1 : 75

Chainage	DIMENSIONS DU FOSSÉ				
	Profondeur minimale (P) (m)	Largeur à la base (L) (m)	PENTE DES TALUS XH:1V	ENROCHEMENT DE PROTECTION DU FOND ET DES TALUS	
				D50 MIN (mm)	TYPE
(0+014 à 0+160)	1,4	2,0 à 6,6 (NOTE A)	2:1	100	1d
(0+160 à 0+190)	PONCEAUX - 3 TUYAUX DE DIAMÈTRE 1200 mm en T.T.O.G. ENFOUIS DE 100 mm (NOTE B)				
(0+190 à 0+295)	1,5	6,6 à 2,0 (NOTE A)	2:1	100	1d
(0+295 à 0+531)	1,5	2,0	2:1	100	1d
(0+531 à 0+681)	1,3	2,0	2:1	100	1d
(0+681 à 0+879)	1,0	2,0	2:1	100	1d

NOTES:
 A. LA LARGEUR À LA BASE EST DE 6,6 m À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES PONCEAUX. LES TRANSITIONS EN AMONT ET EN AVANT DES PONCEAUX DOIVENT S'EFFECTUER GRADUELLEMENT SUR UNE DISTANCE DE 10 m AU MINIMUM.
 B. LES 3 TUYAUX DE DIAMÈTRE 1200 mm PEUVENT ÊTRE REMPLACÉS PAR 2 TUYAUX DE DIAMÈTRE 1400 mm. LE CAS ÉCHÉANT, LA LARGEUR À LA BASE DEVRA ÊTRE DE 4,8 m À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES PONCEAUX.

- NOTES**
- LÀ OÙ LE FOSSÉ INTERCEPTE DES ÉCOULEMENTS D'EAU DE SURFACE CONCENTRÉS, UNE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION EN ENROCHEMENT ADDITIONNELLE POURRA ÊTRE NÉCESSAIRE. LE CAS ÉCHÉANT, UNE ADAPTATION AU PRÉSENT PLAN SE FERA SUR LE TERRAIN SOUS LA DIRECTION DU REPRÉSENTANT DE LA MINE ET AVEC L'APPROBATION DU CONCEPTEUR.
 - LE PROPRIÉTAIRE OU SON REPRÉSENTANT POURRAIT DÉCIDER DE REMPLACER LE GÉOTEXTILE DE SÉPARATION (MATÉRIAU 6a) AVEC UNE COUCHE DE MATÉRIAU DE TRANSITION APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR. LE CAS ÉCHÉANT, L'ÉPAISSEUR DE LA COUCHE DE TRANSITION DEVRAIT ÊTRE D'UNE ÉPAISSEUR MINIMALE DE 0,3 m.
 - LA MISE EN PLACE DU GÉOTEXTILE DEVRA SE FAIRE SUR UN SOL CONSTITUANT UNE FONDATION ACCEPTABLE. LE BESOIN EN DÉCAPAGE DU TERRAIN SERA ÉVALUÉ ET DÉCIDÉ PAR LE REPRÉSENTANT DE LA MINE LORS DE LA CONSTRUCTION.
 - LA COUCHE D'ENROCHEMENT DE PROTECTION DEVRA AVOIR UNE ÉPAISSEUR MINIMALE ÉGALE À LA PLUS ÉPAISSE ENTRE 300 mm OU 2x D50 (DEUX FOIS LE DIAMÈTRE D50 DU MATÉRIAU SPÉCIFIÉ).

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION	
TYPE	DESCRIPTION
1d	STÉRILES MINIERES SÉLECTIONNÉS D50 = 100 mm
6a	GÉOTEXTILE DE SÉPARATION



CONFIDENTIEL

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2019-07-05	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chaouche	V. Rojanschi	P. Groleau
1	2019-06-17	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chaouche	V. Rojanschi	P. Groleau
0	2018-06-29	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	H. Chaouche	F. Filion	V. Rojanschi

SCEAU



CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
 7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
 MONTRÉAL (QUÉBEC)
 CANADA H2R 3A4
 +1 (514) 383-0990
 www.golder.com

PROJET
PLANS POUR CONSTRUCTION DU
FOSSÉ NORD
DU PROJET ODYSSEY

TITRE
COUPES TYPES DU FOSSÉ

N° PROJET	PHASE	RÉV.	5 de 6	PLAN
1776338	30130	2		3200-005

25 mm | SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE (ANSI D)

NOTES - DÉFINITIONS DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

1. **MATÉRIAU TYPE 1d** : STÉRILES MINIERS ÉTALÉS, SÉLECTIONNÉS PROVENANT DE LA FOSSE CANADIAN MALARTIC. AU MINIMUM 50% DE LA MASSE CONSISTE EN DES PARTICULES D'UN DIAMÈTRE SUPÉRIEUR À 100 mm. LES LIMITES INFÉRIEURES GRANULOMÉTRIQUES SONT PRÉSENTÉES AU TABLEAU SUIVANT:

LIMITE INFÉRIEURE	
DIAMÈTRE DES PARTICULES (mm)	% PASSANT EN MASSE
150	100
120	85
100	50
40	15
0,08	5

2. **MATÉRIAU TYPE 6a** : LE GÉOTEXTILE DE SÉPARATION DOIT ÊTRE UN TISSU POLYMÉRIQUE NON TISSÉ, PERCÉ À L'AIGUILLE, TEL QUE LE TEXEL 7612 OU UN ÉQUIVALENT APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR, ET DEVRA AVOIR LES PROPRIÉTÉS SUIVANTES :

PROPRIÉTÉ	VALEUR	UNITÉ	MÉTHODE D'ESSAI
ÉPAISSEUR	1,3	mm	ASTM D5199
RÉSISTANCE EN TENSION	800 MIN.	N	ONGC 148.1 NO.7.3.
ALLONGEMENT À LA RUPTURE	ENTRE 45 ET 105	%	ONGC 148.1 NO.7.3.
RÉSISTANCE À L'ÉCLATEMENT	2275 MIN.	kPa	ONGC 4.2 NO.11.1.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION	
TYPE	DESCRIPTION
1d	STÉRILES MINIERS SÉLECTIONNÉS D ₅₀ = 100 mm
6a	GÉOTEXTILE DE SÉPARATION

NOTES - MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX

I. TOLÉRANCES : LES DIMENSIONS EN PLACE NE DEVRONT PAS ÊTRE INFÉRIEURES AUX DIMENSIONS MONTRÉES SUR LES PLANS D'AMÉNAGEMENT ET LES PENTES DES REMBLAIS ET D'EXCAVATION NE DEVRONT PAS ÊTRE PLUS ABRUPTES À MOINS D'UNE AUTORISATION ÉCRITE DU CONCEPTEUR. LES LARGEURS DES ZONES DES MATÉRIAUX NE DEVRONT PAS ÊTRE INFÉRIEURES AUX DIMENSIONS MONTRÉES SUR LES PLANS. PAR AILLEURS, LES TOLÉRANCES SUR LES DIMENSIONS DES ZONES SONT, À MOINS D'AVIS CONTRAIRE, LES SUIVANTES :

- TOLÉRANCE GÉNÉRALE SUR LES ÉLÉVATIONS : ± 0,1 m;
- TOLÉRANCE SUR LES DISTANCES HORIZONTALES : ± 0,3 m.

II. LORS DES TRAVAUX D'EXCAVATION ET DE MISE EN PLACE, IL EST NÉCESSAIRE DE MAINTENIR À SEC LES AIRES DE TRAVAIL, INCLUANT LE POMPAGE ET LE DRAINAGE NÉCESSAIRES.

III. LA MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX DOIT ÊTRE EFFECTUÉE SUR UNE FONDATION PRÉPARÉE. UNE FONDATION PRÉPARÉE CONSISTE EN UNE SURFACE LISSE ET LIBRE DE TOUT DÉBRIS, DE MATIÈRE ORGANIQUE, DE MATÉRIAUX DÉLÉTÈRES AINSI QUE DE PROTUBÉRANCES PROVENANT DE GRANULATS AFFLEURANTS À LA SURFACE DU SOL.

IV. MATÉRIAUX GELÉS : LES MATÉRIAUX GELÉS NE DOIVENT PAS ÊTRE MIS EN PLACE ET DES MATÉRIAUX NON GELÉS NE DOIVENT PAS ÊTRE ÉTENDUS SUR UNE SURFACE GELÉE. LES MATÉRIAUX GELÉS DÉJÀ EN PLACE DEVRONT ÊTRE ENLEVÉS AVANT DE POURSUIVRE LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION.

V. SÉGRÉGATION : LES MATÉRIAUX AYANT SUBI DE LA SÉGRÉGATION DURANT LE TRANSPORT OU LEUR MISE EN PLACE DEVRONT ÊTRE MÉLANGÉS AVANT LA FINALISATION DU PLACEMENT.

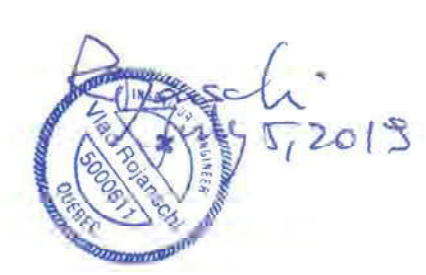
VI. MISE EN PLACE DU GÉOTEXTILE : LE GÉOTEXTILE DEVRA ÊTRE INSTALLÉ PERPENDICULAIRE À L'ALIGNEMENT DU FOSSÉ, À PARTIR DE L'AMONT VERS L'AVAL AFIN DE LIMITER L'ÉCOULEMENT DE L'EAU SOUS LE GÉOTEXTILE. LE CHEVAUCHEMENT DE DEUX LAIZES DE GÉOTEXTILE DEVRA ÊTRE D'AU MOINS 300 mm. LE GÉOTEXTILE DOIT ÊTRE ANCRÉ DE FAÇON ADÉQUATE. LA MÉTHODE D'ANCRAGE (TRANCHÉE, POIDS, ETC.) SERA CHOISIE PAR MCM DÉPENDAMMENT DES CONDITIONS DE TERRAIN AFIN DE PRÉVENIR UN GLISSEMENT DES LAIZES.

Chemin: \\golder\gms\gms\mcm\res\SIG\CAD\PROJET\S\S\S\S\C\PRODUCTION\17763338-30100-001.dwg | Dernière édition par: rgravel | Date: 2019-07-08 | Heure: 10:18:24 | Imprimé par: rgravel | Date: 2019-07-08 | Heure: 10:49:46

CONFIDENTIEL

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2019-07-05	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chaouche	V. Rojanschi	P. Groleau
1	2019-06-17	ÉMIS POUR CONSTRUCTION	R. Gravel	H. Chaouche	V. Rojanschi	P. Groleau
0	2018-06-29	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	H. Chaouche	F. Filion	V. Rojanschi

SCEAU



CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
PLANS POUR CONSTRUCTION DU
FOSSÉ NORD
DU PROJET ODYSSEY

TITRE
NOTES DE CONSTRUCTION ET DÉFINITION DES MATÉRIAUX

N° PROJET	PHASE	RÉV.	6 de 6	PLAN
1776338	30130	2		3200-006

SILA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANSI D 25 mm

ANNEXE E

Limites et conditions

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires ainsi que les recommandations qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

À moins d'avis contraire, les interprétations, commentaires et les recommandations présentés dans ce rapport ont été formulés, conformément à la portée de l'expertise. Ces mêmes interprétations, commentaires et recommandations ont été formulés en tenant compte des limitations générales décrites sur cette page de même qu'à la lumière de nos connaissances concernant l'utilisation courante et/ou prévue du site, l'emplacement du site, les règlements, normes et critères environnementaux en vigueur ainsi que les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de l'étude.

Golder doit se fier en toute bonne foi à la véracité des renseignements fournis par les personnes contactées et interrogées au cours de l'exécution de ce mandat. À moins qu'il ne soit démontré qu'elle a été négligente, Golder ne pourra pas être tenue responsable des dommages, quels qu'ils soient, qui seraient la conséquence directe ou indirecte, de déclarations fausses ou mensongères, de réticence ou de non divulgation d'une information pertinente par les personnes interrogées. Les références aux lois ou aux règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

ÉVALUATION DES CONDITIONS DU SITE

L'expertise technique effectuée par Golder et décrite dans ce rapport a été réalisée conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de sa réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides.

Dans le cadre de ce mandat, Golder n'a pas réalisé de sondages, de prise de mesures, d'échantillonnage ou d'inventaire détaillé de déchets, de produits, de sol, d'air, d'eau ou de toute autre matière sur le site à l'étude ou dans ses environs.



golder.com

Date: 15 juin 2018

N° de référence: 0024-1669424-23102-MTF-Rev2

À: M. Carl Pednault, ing.
Mine Canadian Malartic

De: Francis Filion, Marielle Limoges et Vlad
Rojanschi

Adresse courriel: Francis_Filion@golder.com

MÉMORANDUM TECHNIQUE DE CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE SURFACE POUR L'EXTENSION VERS L'EST DE LA HALDE À STÉRILES, MINE CANADIAN MALARTIC

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

La Mine Canadian Malartic (« la Mine » ou « MCM ») a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de faire la conception du système de drainage des eaux de surface et d'exfiltration, pour l'extension vers l'est de la halde à stériles. Le système de drainage comprend des fossés collecteurs, des ponceaux et un bassin de pompage pour recueillir les eaux provenant des fossés avant le transfert vers un autre bassin du site minier (le bassin de polissage ou le bassin Sud-est). La conception du système de pompage considère deux étapes de développement de la halde à stériles :

- L'étape court terme (approximativement entre juin 2018 à août 2019) correspond à l'étape d'extension de la halde concomitant au minage de la fosse Jeffrey. Pendant cette étape, l'eau collectée par les fossés collecteurs sera dirigée vers le bassin de pompage projeté au nord-est de la halde à stériles (bassin de pompage NE).
- L'étape long terme (après août 2019) correspond au développement de la halde à stériles jusqu'à ce qu'elle occupe son empreinte finale. Pendant cette étape, les eaux collectées par les fossés collecteurs seront dirigées vers la fosse Jeffrey, qui sera remplie partiellement de stériles miniers et qui agira comme bassin de pompage.

Ce document présente le dimensionnement du système de drainage y compris les hypothèses et les critères de conception, la méthodologie et les résultats.

Il est à noter que la conception du système de pompage des bassins de pompage (les installations mécaniques et électriques) ne fait pas partie de ce mandat.

Un premier mémorandum technique (Golder, 2017a) a été préparé le 1^{er} août 2017 afin d'appuyer la demande de certificat d'autorisation. Tel que mentionné dans ce mémorandum, la conception du bassin de pompage NE, y compris l'établissement de son empreinte exacte, devait être confirmée avant sa construction et requerrait un arpentage détaillé et des investigations de terrain.

Cette révision du mémorandum technique a été préparée afin d'appuyer une demande de modification du certificat d'autorisation de la construction des ouvrages de gestion des eaux de surface.



2.0 DONNÉES UTILISÉES POUR LA CONCEPTION

Les données des précédentes études listées ci-dessous ont servi à la réalisation de l'étude actuelle :

- L'analyse climatique pour le site de la MCM (Golder, 2014b);
- La topographie de la zone d'étude telle que spécifiée sur les plans en annexe;
- Les empreintes de la halde à stériles telles que spécifiées sur les plans en annexe;
- Le plan de minage et l'empreinte de la fosse Jeffrey tel que présenté sur les plans en annexe;
- Le modèle de bilan d'eau de la mine (Golder, 2014b);
- Le mémorandum technique de conception du segment aval du fossé collecteur Nord (Golder, 2017b).

3.0 HYPOTHÈSES ET MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

3.1 Aspects généraux

Lors de la version précédente du document (Golder, 2017a), les structures du système de drainage (fossés collecteurs, ponceaux et bassins de pompages) ont été dimensionnées pour des événements de récurrence de 1:100 ans. Ce critère a été établi selon les recommandations du code de pratiques écologiques pour les mines de métaux (Environnement Canada, 2009) et de la Directive 019 sur l'industrie minière (D019) du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC¹), (MDDEP, 2012a) pour les réseaux de drainage associés à une « aire d'accumulation de résidus sans retenue d'eau ».

La version actuelle du document propose de dimensionner le bassin de pompage Nord-Est pour un événement de récurrence 1:25 ans. Le justificatif pour ce changement est présenté ci-dessous :

- La durée de vie d'opérationnelle du bassin NE a été raccourcie à environ 14 mois seulement, entre juin 2018 et août 2019. Après août 2019, des nouveaux fossés draineront l'eau de ruissellement de l'extension vers l'est de la halde à stériles vers la fosse Jeffrey, après son remblayage. La fosse Jeffrey remblayée fonctionnera comme bassin de pompage et elle demeure dimensionnée pour des événements de récurrence de 1:100 ans.
- Après août 2019, il est prévu que le bassin NE reste en opération comme bassin collecteur des eaux de ruissellement pour la zone associées au développement du projet Odyssey (projet en développement) seulement. Pour cette configuration avec un bassin versant diminué, le bassin NE accommodera l'évènement de crue 1 :100 ans.
- Dimensionner le bassin NE pour un évènement 1:25 ans pour 14 mois maintient un niveau de risque de débordement, qui reste très bas. On note que la probabilité de débordement sur les 14 mois serait

¹ MDDELCC : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, anciennement connu comme le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) ou le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF).

approximativement égale à la probabilité de débordement sur 4 à 5 ans pour un bassin, qui serait dimensionné pour un événement 1 :100 ans.

La délimitation des bassins versants a considéré les surfaces drainant par gravité vers les fossés collecteurs. Seules les pentes de la halde à stériles orientées vers les fossés collecteurs ont été prises en compte dans le dimensionnement des fossés. Il a été considéré que le plateau de la halde à stériles sera perméable et entouré de bermes qui auront l'effet de retenir et/ou de ralentir l'écoulement de l'eau en surface vers l'extérieur de la halde. MCM devra vérifier cette hypothèse pendant l'opération du système dans les prochaines années à l'aide des observations visuelles pendant les pluies de haute intensité.

Le dimensionnement des bassins de pompage, y compris la fosse Jeffrey pour l'étape long terme, considère l'installation d'un système de pompage fixe doté d'un système automatique « Démarrage/Arrêt » qui permettra de démarrer le pompage dès que de l'eau s'accumule dans le bassin. Les bassins seront donc opérés « vides » (volume actif totalement disponible) la majorité du temps. De plus, le dimensionnement des bassins de pompages considère que tout le volume du bassin est disponible au début de l'événement de crue de conception.

La conception de la fosse Jeffrey remblayée comprend la formation d'un plateau à l'élévation 305,0 m qui est situé entre 1,0 m (pour le fossé HS-NE long terme) et 4,0 m (pour le fossé HS-N3) sous le radier des fossés entrants. Cet aménagement permet donc qu'une tête d'eau de minimum 1,0 m se forme au-dessus de l'enrochement pour encourager l'infiltration, sans que l'eau refoule dans les fossés collecteurs.

L'analyse du volume disponible pour le stockage d'eau dans la partie remblayée de la fosse Jeffrey considère une porosité effective du remblai de 0,3 (30 %).

La conception des fossés et du bassin de pompage NE comprend des mesures de protection contre l'érosion en enrochement et de gestion des sédiments (revanche). Pour ce qui est du fossé HS-NE, celui-ci ne sera pas enroché bien que de l'érosion soit anticipée sur les parois et le fond du fossé, car il est prévu pour une courte vie utile (environ 14 mois) et les sédiments qui s'y accumulent seront captés dans le bassin NE durant cette période. De plus, ce fossé sera remblayé lors de l'extension de la halde vers le nord.

3.2 Données climatiques utilisées pour la conception

Les données climatiques suivantes ont été considérées pour la conception du système de drainage, selon le type de structure. Les données climatiques proviennent de l'analyse climatique du site de la mine (Golder, 2014b) sur la base des données historiques de la station météorologique de Val-d'Or (station Val-d'Or A), opérée par Environnement Canada.

Fossés collecteurs et ponceaux

Pour la conception des fossés collecteurs et des ponceaux, une pluie estivale de récurrence de 1:100 ans et d'une durée de 24 heures a été considérée, soit 91 mm.

Bassins de pompage NE

Pour la conception du bassin de pompage NE, plus précisément l'estimation du volume de stockage et la capacité du système de pompage requis, les événements climatiques suivants ont été considérés :

- Une pluie estivale de récurrence de 1:25 ans et d'une durée de 24 heures, soit 77 mm;

- Un événement climatique de précipitation liquide + neige fondue de récurrence de 1:25 ans et d'une durée de 30 jours, soit 365 mm;

Fosse Jeffrey

Pour la conception du bassin de pompage de la fosse Jeffrey, plus précisément l'estimation du volume de stockage et la capacité du système de pompage requis, les événements climatiques suivants ont été considérés :

- Un événement climatique de précipitation liquide + neige fondue de récurrence de 1:100 ans et d'une durée de 30 jours, soit 402 mm;
- 62 années historiques de données climatiques de la station météorologique de Val-d'Or.

3.3 Méthodologie de dimensionnement des structures

Les paragraphes suivants présentent la méthodologie utilisée dans la conception du système de drainage.

3.3.1 Calculs hydrologiques

Débits de conception

La méthodologie du *Soil Conservation Service (SCS)* présentée par le *United States Department of Agriculture (USDA, 1986)* a été utilisée pour le calcul des débits de conception pour le dimensionnement des fossés et des ponceaux. Les calculs ont été faits à l'aide du logiciel de modélisation hydrologique HEC-HMS (version 4.2) développé par le *United States Army Corps of Engineers (USACE, 2000)*.

Les pluies estivales d'une durée de 24 heures ont été distribuées sur 24 heures selon la fonction du SCS type 2 (SCS II), qui est la distribution utilisée habituellement au Québec (MDDEP, 2012b). Golder a vérifié cette distribution avec les intensités pluviales sous-journalières (de 1 heure à 24 heures) de la station de Val-d'Or et a constaté une bonne correspondance.

Pour le calcul des pertes par infiltration et par rétention temporaire sur la surface, la méthode SCS a été utilisée avec les coefficients CN (« runoff curve number ») suivants :

- Halde à stériles : 68
- Aires déboisées du site minier : 92

Le temps de concentration représente la durée mise par une goutte de pluie pour parcourir la plus grande distance hydraulique jusqu'à l'exutoire du bassin versant. La méthode présentée par l'USDA (1986) a été utilisée pour le calcul des temps de concentration dans les sous-bassins versants. Le temps d'écoulement dans les tronçons de fossés a aussi été modélisé dans le logiciel HEC-HMS pour permettre de calculer correctement la superposition des hydrographes des différents sous-bassins versants.

L'estimation du débit de conception du fossé collecteur HS-N3 considère un débit de 6,4 m³/s provenant du fossé collecteur nord existant, car ceux-ci seront connectés.

Les figures 1 et 2 présentent la limite du bassin versant considérée dans le dimensionnement des fossés collecteurs et des bassins de pompage, selon l'étape de développement du site minier. Les bassins versants présentés aux figures 1 et 2 ont été segmentés en sous-bassins versants pour le calcul du débit de conception de chaque structure. Le tableau 1 présente le sommaire des paramètres hydrologiques considérés dans le calcul des débits de conception de chaque fossé collecteur.

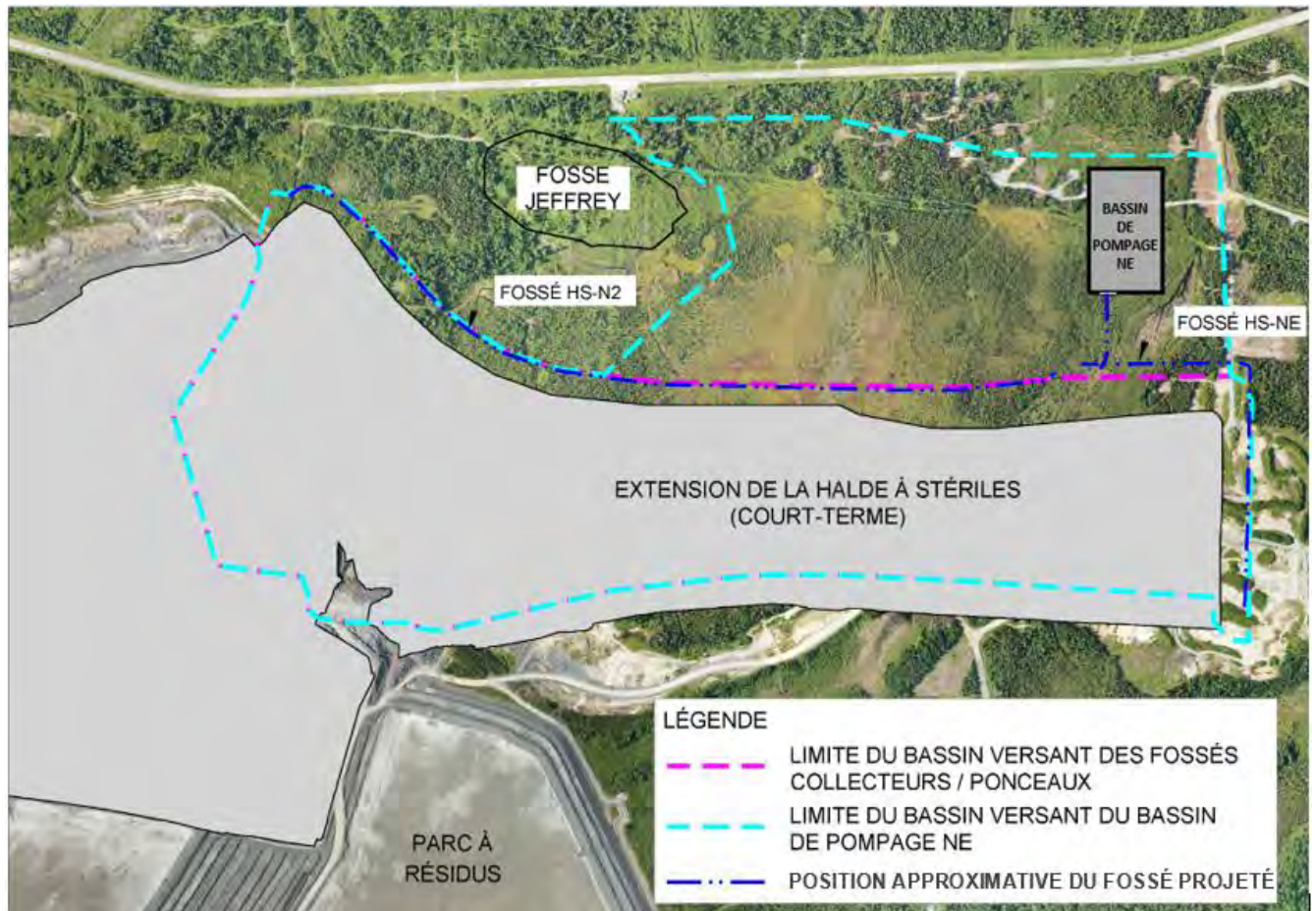


Figure 1 : Delineation des bassins versants pour l'analyse hydrologique pour l'etape de developpement de la halde à steriles à court terme

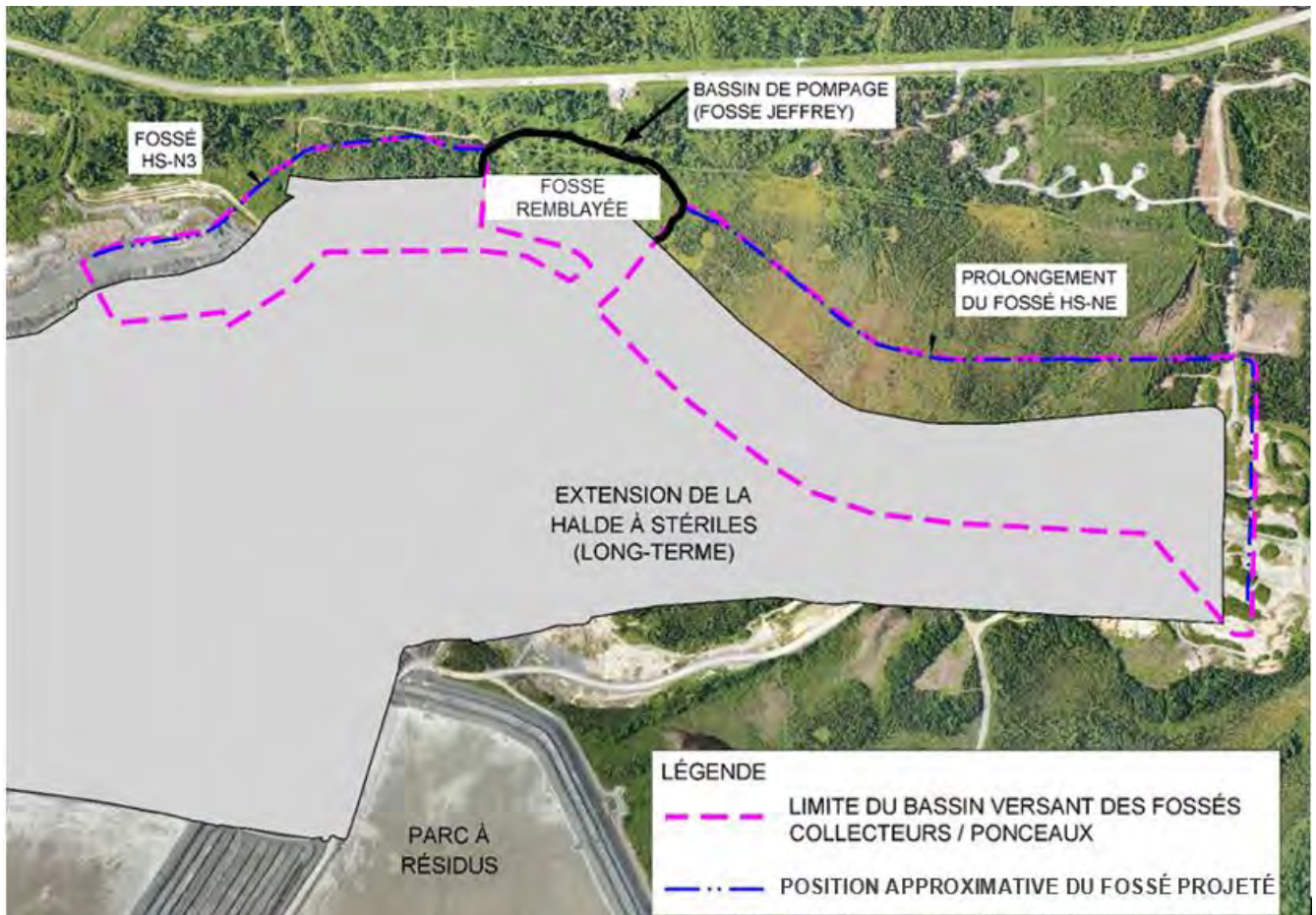


Figure 2 : sDélinaéation des bassins versants pour l'analyse hydrologique pour l'étape de développement de la halde à stériles à long terme

Tableau 1 : Sommaire des paramètres hydrologiques utilisés dans le calcul des débits de conception des fossés collecteurs

Structure	Aire du bassin versant (km ²)	CN ¹	Temps de concentration (h)
Fossé HS-N2 court terme	0,82	67	0,7
Fossé HS-NE court terme	0,15	68	0,5
Fossé HS-N3 long terme ²	0,15	71	0,3
Fossé HS-NE long terme	0,42	72	0,7

¹ Valeur pondérée en tenant compte des différents types de surface du bassin versant.

² Ces valeurs n'incluent pas le bassin versant du fossé collecteur Nord existant. Les débits de crue en provenance du fossé collecteur Nord ont été calculés dans un document antérieur (Golder,2017b) et sont considérés dans la conception du fossé HS-N3.

Volume affluent au bassin de pompage Nord-Est

Le volume de crue affluent au bassin de pompage NE a été calculé en utilisant des coefficients de ruissellement volumétriques (volume de ruissellement se rendant au bassin divisé par le volume de précipitation liquide et fonte de neige). Les coefficients de ruissellement volumétriques suivants ont été considérés, selon le type de surface :

- Halde à stériles : 0,80

- Aires déboisées du site minier : 0,90
- Surface du bassin de pompage : 1,00

Les pertes par évaporation sont négligeables pendant des événements intenses de courte durée.

Par ailleurs, la conception prend en compte que le bassin de pompage sera vide au début de l'événement extrême de conception considéré.

Le bassin versant présenté à la figure 1 est de 1,42 km², et un coefficient de ruissellement volumétrique pondéré de 0,84 ont été utilisés pour le dimensionnement du bassin de pompage NE.

Volume affluent à la fosse Jeffrey remblayée (bassin de pompage long terme)

Le volume de crue affluent à la fosse Jeffrey a été calculé à l'aide d'un modèle dynamique de bilan d'eau. Le modèle ainsi que ses paramètres, qui ont pris en compte les données historiques d'opération de la Mine, ont été documentés dans Golder (2014b).

3.3.2 Dimensionnement hydraulique des fossés collecteurs

L'équation de Manning a servi pour le calcul hydraulique de l'écoulement uniforme dans les fossés collecteurs. Le coefficient de Manning calculé selon Smith (1995) pour un enrochement de diamètre D_{50} , de 100 mm correspond à 0,036.

Les fossés ont été dimensionnés avec une revanche minimale de 0,7 m pour tenir compte des incertitudes de calcul, et surtout des incertitudes liées au comportement hydrologique des surfaces de stériles, des tolérances de construction, de la possibilité de formation de vagues, de l'accumulation de débris et de l'accumulation de sédiments à l'intérieur des fossés.

L'enrochement de protection recommandé pour le radier et les talus des fossés ont été dimensionnés selon la méthode proposée par Simons et Senturk (1977).

À ce stade-ci de la conception, des pentes latérales de 2,0H:1V et de 2,5H:1V, selon l'endroit, ont été proposées. Si des problèmes de stabilité sont observés pendant la construction (affaissement des pentes, fissures, lavage des particules fines au pied des talus, etc.), des mesures de mitigation, comme adoucir la pente latérale, sont recommandées, et devront être confirmées avec l'ingénieur concepteur lors de la construction.

3.3.3 Dimensionnement des ponceaux

Lors de la construction de la phase *long terme* des fossés, deux ponceaux sont requis dans le fossé HS-N3 et un dans le fossé HS-NE. Le premier croisement de ponceaux à partir de l'ouest dans le fossé HS-N3 est nécessaire dû à l'espace restreint entre l'empreinte finale de la fosse CM et le pied de talus de la halde à stériles. Les deux autres croisements de ponceaux sont requis pour passer sous la route d'accès de la fosse Jeffrey. Les ponceaux ont été dimensionnés en fonction du débit de conception des fossés collecteurs et du refoulement admissible en amont.

Le matériel choisi pour les ponceaux est la tôle d'acier ondulée galvanisée. Le coefficient de Manning pour ce matériel est de 0,024.

3.3.4 Dimensionnement du bassin de pompage NE

Le volume et la capacité de pompage nécessaires pour le bassin de pompage ont été calculés à l'aide d'un bilan d'eau qui considère les volumes entrants (ruissellement et précipitation directe) et sortants (pompage vers le

bassin Sud-est). Les hypothèses de conception présentées à la section 3.1 ont un impact notable sur le dimensionnement du bassin.

3.3.5 Dimensionnement de la fosse Jeffrey comme bassin de pompage

Le volume et la capacité de pompage nécessaires pour la fosse Jeffrey (bassin de pompage long terme) ont été calculés à l'aide d'un modèle dynamique de bilan d'eau.

La figure 2 présente la courbe de stockage (élévation-volume) de la fosse Jeffrey remblayée considérée dans le dimensionnement.

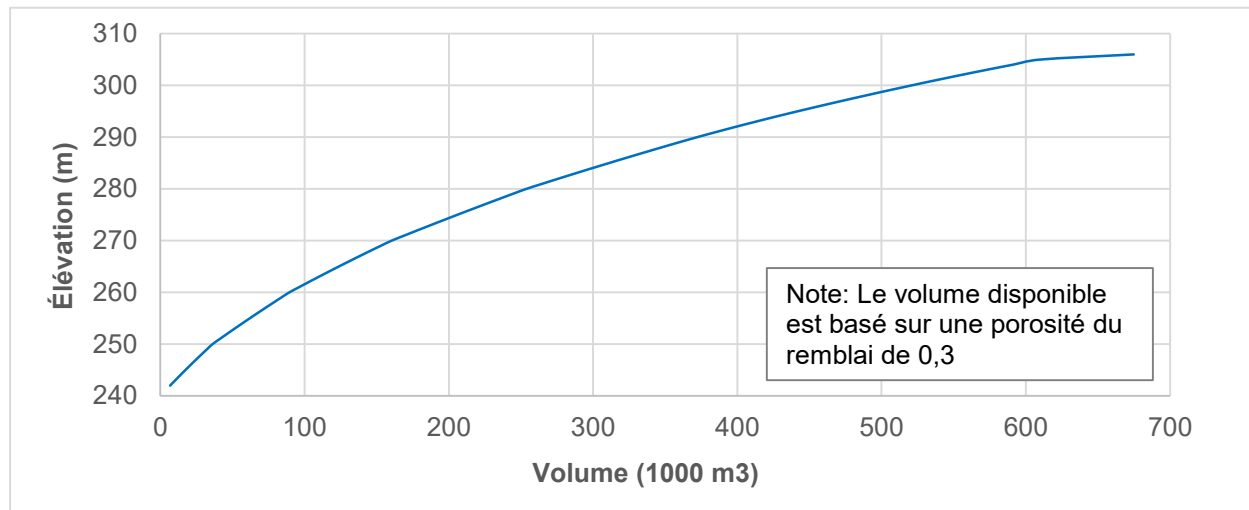


Figure 3 : Courbe théorique de stockage d'eau de la fosse Jeffrey remblayée

La capacité d'infiltration dans la fosse Jeffrey partiellement remblayée pour une crue 1:100 ans en provenance des deux fossés collecteurs HS-NE et HS-N3 a été vérifiée selon deux modèles théoriques; le premier est basé sur l'équation de Wilkins (Piteau, 1997 et Garga et al., 1990) et le second est basé sur l'étude de Mulqueen (Mulqueen, 2005). Un gradient hydraulique de 1 m a été considéré dans les deux modèles théoriques.

L'équation de Wilkins a été développée pour simuler l'écoulement de l'eau à travers et au long du fond d'une pile d'enrochement. De manière conservatrice un enrochement avec un diamètre D_{50} de 100 mm a été utilisé dans les calculs; les stériles 0-1 000 mm que MCM planifie d'utiliser pour le remblai de la fosse Jeffrey ont typiquement un D_{50} d'environ 300 mm selon MCM.

Mulqueen (2005) a testé la conductivité hydraulique des graviers. Aussi de manière conservatrice, du roc concassé (diamètre variant entre 9 mm à 24,5 mm) a été considéré dans les calculs, soit d'un ordre de grandeur plus petit que les stériles que MCM planifie d'utiliser pour le remblai de la fosse Jeffrey.

4.0 DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

4.1 Fossés collecteurs et ponceaux

Les tableaux 2 et 3 présentent les résultats du dimensionnement hydraulique des fossés collecteurs et des ponceaux pour le développement de la halde à stériles à court terme et à long terme respectivement. Les plans joints à l'annexe A présentent les résultats finaux du dimensionnement, les détails sur les matériaux pour la construction et les spécifications techniques.

Tableau 2 : Sommaire du dimensionnement hydraulique des fossés collecteurs et ponceaux pour le développement de la halde à stériles à court terme

Structure	Chaînage	Dimensions proposées				Calcul hydraulique			
		Profondeur minimale (P)	Largeur à la base (L)	Pente des talus	Pente longitudinale	Débit	Coefficient de Manning	Vitesse maximale	Profondeur maximale de l'eau
		(m)	(m)	XH:1V	(%)	(m³/s)		(m/s)	(m)
FOSSÉ HS-N2	(0+000 à 0+400)	1,4	1,0	2,0	0,22	1,0	0,036	0,7	0,6
	(0+400 à 0+650)	1,5	1,5	2,0	0,68	3,0	0,036	1,4	0,7
	(0+650 à 1+150)	2,0	2,0	2,0	0,13	5,0	0,036	0,9	1,3
	(1+150 à 1+603)	1,9	2,0	2,0	0,16	4,4	0,036	0,9	1,1
	(1+666 à 1+752)	1,7	2,0	2,0	0,44	4,9	0,036	1,4	0,9
FOSSÉ HS-NE (court terme)	(0+000 à 0+117)	1,3	1,0	2,5	0,88	0,7	0,036	1,3	0,6
	(0+117 à 0+139)	1,3	1,0 à 5,4	2,5	0,88	0,7	0,036	note 1	note 1
	(0+139 à 0+190)	PONCEAUX T.T.O.G. 2*1200 mm			1,60	1,0	0,024	1,6	0,6
	(0+190 à 0+210)	1,2	5,4 à 1,5	2,5	0,35	1,0	0,036	0,9	0,5
	(0+210 à 0+483)	1,2	1,5	2,5	0,35	1,0	0,036	0,9	0,5

Note 1 : Écoulement non-uniforme en raison du refoulement en amont du ponceau.

Tableau 3 : Sommaire du dimensionnement hydraulique des fossés collecteurs et ponceaux pour le développement de la halde à stériles à long terme

Structure	Chaînage	Dimensions proposées				Calcul hydraulique			
		Profondeur minimale (P)	Largeur à la base (L)	Pente des talus	Pente longitudinale	Débit	Coefficient de Manning	Vitesse maximale	Profondeur maximale de l'eau
		(m)	(m)	XH:1V	(%)			(m/s)	(m)
FOSSÉ HS-N3	(0+000 à 0+072)	1,6	3,0	2,0	0,61	7,1	0,036	1,7	0,9
	(0+072 à 0+099)	1,9	3,0 à 8,4	2,0	0,61	7,1	0,036	note 1	note 1
	(0+099 à 0+200)	PONCEAUX T.T.O.G. 3*1800 mm			0,60	7,1	0,032	2,4	1,2
	(0+200 à 0+227)	1,6	8,4 à 3,0	2,0	0,60	7,1	0,036	1,7	0,9
	(0+227 à 0+350)	1,6	3,0	2,0	0,60	7,1	0,036	1,7	0,9
	(0+350 à 0+434)	1,6	3,0	2,5	0,60	7,3	0,036	1,6	0,9
	(0+434 à 0+653)	1,9	3,0	2,5	0,20	7,4	0,036	1,1	1,1
	(0+653 à 0+670)	1,9	3,0	2,5	0,20	7,4	0,036	note 1	note 1
	(0+670 à 0+685)	1,9	3,0 à 9,3	2,5	0,20	7,4	0,036	note 1	note 1
	(0+685 à 0+743)	PONCEAUX T.T.O.G. 3*2100 mm			0,20	7,4	0,032	1,5	1,2
	(0+743 à 0+775)	1,9	9,3 à 3,0	2,5	0,20	7,4	0,036	1,1	1,1
(0+775 à 0+814)	1,9	3,0	2,5	0,20	7,4	0,036	1,1	1,1	
FOSSÉ HS-NE (long terme)	(0+710 à 1+000)	1,6	1,5	2,5	0,07	1,8	0,036	0,5	0,9
	(1+000 à 1+410)	1,7	1,5	2,5	0,07	2,0	0,036	0,5	0,9
	(1+410 à 1+413)	1,9	1,5	2,5	0,07	2,1	0,036	0,5	1,2
	(1+413 à 1+436)	1,9	1,5 à 6,0	2,5	0,07	2,1	0,036	note 1	note 1
	(1+436 à 1+530)	PONCEAUX T.T.O.G. 2*1500 mm			0,07	2,3	0,023	1,0	1,1
	(1+530 à 1+553)	1,8	6,0 à 1,5	2,5	0,07	2,3	0,036	0,6	1,0
	(1+553 à 1+628)	1,8	1,5	2,5	0,07	2,3	0,036	0,6	1,0

Note 1 : Écoulement non-uniforme en raison du refoulement en amont du ponceau.

4.2 Bassin de pompage Nord-Est

4.2.1 Dimensionnement hydraulique

Le tableau 4 présente les calculs de dimensionnement du bassin de pompage Nord-Est pour un fond fixé à une élévation de 301,5 m. Un volume actif d'environ 46 900 m³ est nécessaire pour emmagasiner la crue de récurrence 1:25 ans associée à une capacité de pompage de 0,8 m³/s.

Tableau 4 : Résumé des calculs de dimensionnement du bassin de pompage Nord-Est

Capacité de pompage		Volume actif nécessaire (m ³)
m ³ /s	m ³ /h	
0,8	2 880	46 900

Le volume indiqué dans le tableau 4 est un volume « actif », c'est-à-dire que ce volume est effectivement disponible pour emmagasinement au début de la crue de conception.

Le niveau maximal lors d'une crue de projet est de 305,6 m si le bassin est opéré à vide. De manière alternative le bassin peut être opéré avec un niveau d'eau permanent à l'élévation 304,4 m et le niveau maximal lors d'une crue de projet serait à 306,0 m. Dans les deux cas le niveau d'eau maximal lors d'une crue de projet demeure sous le seuil du déversoir (306,0 m).

Le plan 2700-007 de l'annexe A présente les dimensions proposées pour le bassin de pompage NE en considérant une capacité de pompage de 0,8 m³/s et un volume actif nécessaire de 46 900 m³.

4.2.2 Considérations géotechniques pour la conception du bassin de pompage Nord-Est

Le bassin de pompage Nord-Est est prévu d'être construit aux coordonnées approximatives 718 400 m E et 5 334 500 m N, selon la projection et le système de référence UTM NAD83, zone 17. Une vue en plan du bassin ainsi que des coupes types sont présentées au plan 2700-007 de l'annexe A. La profondeur du bassin variera en fonction de la topographie mais sera de façon générale, d'une profondeur d'environ 6,0 m à 6,5 m. Le fond est fixé à une élévation de 301,5 m.

Ce secteur est caractérisé par la présence d'une couche de tourbe d'une épaisseur d'environ 1,7 m, reposant sur une couche d'argile d'une épaisseur approximative de 7,4 m. Un horizon granulaire constitué de sable silteux d'une épaisseur d'environ 3,2 m, reposant sur une couche de till, et du socle rocheux. La stratigraphie interprétée à partir du forage BH-16-05 et des essais au piézocône SCPT-18-11, CPT-18-20, CPT-16-15, CPT-16-16 et CPT-16-27 a été utilisée. La figure 1 à la fin du texte présente une vue en plan des sondages disponible dans le secteur du bassin NE.

Afin de protéger la pente d'argile contre l'érosion, il est recommandé de mettre en place une couche de matériaux granulaires. Étant donné les résultats des analyses de stabilité, cette couche devrait être d'une épaisseur d'environ 0,9 m sur les pentes. Des analyses de stabilité ont été effectuées pour évaluer le soulèvement de fond et la pente de conception. Par ailleurs, lors de l'excavation d'une couche d'argile reposant sur une unité granulaire de perméabilité élevée, le potentiel de soulèvement de fond doit être évalué. Ainsi, les sections suivantes présentent la méthodologie et les résultats du calcul de soulèvement de fond et des analyses de stabilité.

Une vue en plan et des coupes types du bassin NE sont présentées au plan 2700-007 de l'annexe A.

Soulèvement de fond

L'évaluation du potentiel de soulèvement de fond doit être effectuée lors de la conception d'un bassin aménagé dans une couche d'argile suivie d'un horizon plus perméable comme c'est le cas ici. Le ratio entre la pression d'eau à la base de la couche d'argile et la contrainte totale appliquée par le sol en ce point doit être d'au moins 70 % pour assurer la stabilité du fond (Manuel Canadien d'ingénierie des fondations, 2013), ce qui correspond à un facteur de sécurité de 1,4.

Le calcul a été fait en utilisant la stratigraphie rencontrée à l'endroit de six sondages distincts, soit BH-16-05, SCPT-18-11, CPT-18-20, CPT-16-15, CPT-16-16 et CPT-16-27, selon les stratigraphies indiquées dans le tableau ci-dessous. Sur la base des observations de terrain et de l'interprétation des piézocônes, le niveau de l'eau des couches sous-jacentes au dépôt d'argile est situé en surface. Aussi, les pressions d'eau dans ce secteur sont approximativement à l'équilibre hydrostatique sur la base des mesures des essais de dissipations faites aux SCPT-18-11, CPT-18-13, CPT-18-20, CPT-16-15, CPT-16-16 et CPT-18-27.

Tableau 5 : Stratigraphies des sondages utilisés

Unité de sol	SCPT-18-11	CPT-18-20	CPT-16-15	CPT-16-16	CPT-16-27	BH-16-05
	Profondeur (m)*					
Tourbe	0 à 2,0	0 à 1,8	0 à 1,4	0 à 1,3	0 à 2,0	0 à 1,2
Argile à argile silteuse	2,0 à 10,7	1,8 à 9,0	1,4 à 7,0	1,3 à 6,4	2,0 à 12,5	1,2 à 9,7
Silt à sable silteux	10,7 à 15,2	9,0 à 12,5	7,0 à 8,1	6,4 à 9,8	12,5 à 16,2	9,7 à 14,3

* Les profondeurs à partir de la base du bassin à l'élévation 301,5 m (de 2,8 m à 4,6 m de profond après décapage) ont été utilisées pour les calculs de soulèvement de fond.

Selon les calculs effectués, pour une excavation jusqu'à une élévation de 301,5 m, ce qui correspond à une profondeur variant de 4,8 m à 6,4 m à partir de la surface, il est recommandé qu'une surcharge de 47 kPa (SCPT-18-11), de 57 kPa (CPT-18-20), de 54 kPa (CPT-16-15 et CPT-16-16), de 20 kPa (CPT-16-27) et de 50 kPa (BH-16-05) soit appliquée pour contrer le possible soulèvement de fond et atteindre le ratio recherché. Ceci correspond respectivement à des épaisseurs d'enrochement grossier de 2,4 m, 2,9 m, 2,7 m, 2,7 m, de 1,0 m et de 2,5 m d'un poids volumique de 20 kN/m³. Une épaisseur d'enrochement grossier de 2,9 m a donc été retenue et est recommandée pour éviter un soulèvement de fond. Cette épaisseur d'enrochement devra être placée au fond du bassin qui sera excavé jusqu'à l'élévation 301,5 m.

Stabilité des pentes

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon les méthodes conventionnelles d'équilibre aux limites afin d'évaluer la stabilité globale des pentes du bassin pour les conditions stratigraphiques du SCPT-18-11 présentées dans le tableau 5. L'analyse de stabilité a été effectuée pour une profondeur du bassin de 6,4 m (avant décapage), ce qui correspond à la pente d'excavation maximale estimée.

L'analyse de stabilité a été effectuée à l'aide du logiciel Slope/W, développé par la compagnie GEO-SLOPE International (2018), et en utilisant la méthode de Morgenstern-Price qui satisfait à la fois l'équilibre des forces et des moments. Le facteur de sécurité de plusieurs surfaces de ruptures potentielles a été calculé afin de déterminer le facteur de sécurité minimal. Le facteur de sécurité est défini comme étant le rapport des forces stabilisatrices

par rapport aux forces motrices tendant à causer la rupture. L'analyse a été faite en utilisant une approche bidimensionnelle qui est une simplification conservatrice du problème. Les analyses ont été effectuées en condition statique, pseudo-statique et post séisme selon les mêmes conditions et facteurs de sécurité présentés à la section 4.3.1.

Une pente d'excavation de 3H:1V a été modélisée dans le bassin d'une profondeur de 6,2 m. La pente est recouverte d'une épaisseur de 0,9 m de matériaux granulaires. Le fond est recouvert d'une couche de 2,9 m d'un matériau granulaire. Cette épaisseur est recommandée pour contrer le soulèvement de fond. Le matériau granulaire modélisé est d'un poids volumique de 20 kN/m³.

La stabilité des pentes a été vérifiée pour la stratigraphie rencontrée au SCPT-18-11, car elle était la plus sensible aux résultats d'analyses. La nappe a été placée manuellement pour fins de simplifications. En amont de la pente, il a été supposé que le niveau de la nappe se situerait en surface. Il a été supposé que le niveau d'eau se situerait à la base de l'excavation du bassin pour le cas le plus critique. La nappe longe la pente d'excavation de l'argile, ce qui est réaliste compte tenu de l'utilisation du bassin.

Les résultats des analyses de stabilité montrent qu'une pente d'excavation de 3H:1V recouverte d'une couche de 0,9 m d'épaisseur de matériaux granulaires satisfait les facteurs de sécurité visés. Les facteurs de sécurité obtenus sont présentés au tableau 6 ci-dessous. Les figures de l'annexe B présentent le détail des résultats des modèles.

Tableau 6 : Résultats des analyses de stabilité du bassin de pompage Nord-Est

Condition	Facteur cible	Facteur de sécurité (FS)
Statique	1,50	1,51
Pseudo-statique	1,10	1,35

4.3 Fosse Jeffrey comme bassin de pompage

4.3.1 Dimensionnement hydraulique

Le tableau 7 présente les calculs de dimensionnement de la fosse Jeffrey comme bassin de pompage pour l'étape de développement de la halde à stériles à long terme.

Tableau 7 : Résumé des calculs de dimensionnement de la fosse Jeffrey comme bassin de pompage

Capacité de pompage		Volume actif nécessaire (m ³)
m ³ /s	m ³ /h	
0,56	2 000	470 000
0,83	3 000	320 000
1,11	4 000	270 000

Les volumes indiqués dans le tableau 7 sont des volumes « actifs », c'est-à-dire que ces volumes sont effectivement disponibles pour emmagasinement de la crue 1:100 ans avant qu'un déversement vers l'environnement ne se produise.

En considérant une capacité de pompage de 2 000 m³/h, un volume actif d'environ 470 000 m³ est nécessaire pour emmagasiner la crue de récurrence 1:100 ans, ce qui demande l'installation d'une pompe dans la fosse Jeffrey et la manutention du niveau d'eau en conditions climatiques normales à l'élévation 256 m.

4.3.2 Capacité d'infiltration

Selon les calculs hydrologiques le débit de pointe 1:100 ans à l'entrée de la fosse Jeffrey serait de l'ordre de 10,0 m³/s. Ce débit doit s'infiltrer en continu dans le lit l'enrochement (remblai).

Selon le modèle théorique basé sur l'équation de Wilkins, le flux d'infiltration est estimé à 0,06 m³/s/m², soit une surface d'infiltration nécessaire d'approximativement de 170 m².

Selon le modèle théorique basé sur Mulqueen (2005), le flux d'infiltration est estimé à 0,21 m/s/m², soit une surface d'infiltration nécessaire d'approximativement 50 m².

D'après l'aménagement proposé pour le système de drainage de la halde à stériles, la surface remblayée de la fosse Jeffrey à l'élévation 305,0 m aura une aire d'environ 7 000 m², soit beaucoup plus que le minimum nécessaire selon les calculs présentés ci-dessus. La capacité d'infiltration est donc plus grande que le minimum nécessaire.

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce mémorandum technique présente la conception du système de gestion des eaux pour l'extension vers l'est de la halde à stériles du site minier Canadian Malartic.

Les recommandations suivantes sont faites en vue de la construction du système de gestion des eaux présenté :

- Nous comprenons que la topographie disponible pour la zone d'étude pourrait être imprécise à cause des difficultés de correction des données LiDAR pour la végétation. Aussi, les épaisseurs de sol organique sont importantes dans le secteur. Afin d'assurer la captation des exfiltrations de la halde à stériles par les fossés collecteurs, le fond des fossés devront être excavés sous le niveau du sol décapé. La conception du système de gestion des eaux présentée dans ce mémorandum est basée sur la topographie disponible du terrain. Ainsi, il est recommandé :
 - d'arpenter toute la zone d'étude après son décapage;
 - de vérifier et d'ajuster la conception du système de gestion des eaux sur la base des nouvelles données.
- Étant donné l'emplacement prévu du bassin NE, il est possible que des apports d'eau provenant de la tourbe apportent certains défis lors de la construction du bassin. Les apports d'eau pourraient être contrôlés au moyen de batardeaux et/ou de points de pompage stratégiquement placés.
- La pente d'excavation de l'argile dans le bassin doit être d'au moins 3H:1V. Une couche de protection d'environ 0,9 m d'épaisseur doit être mise en place pour protéger les pentes d'argile exposées. L'épaisseur de la couche a été déterminée par l'analyse de stabilité.
- Pour un bassin atteignant une élévation de 301,5 m, une couche d'enrochement grossier de 2,9 m doit être mise en place au fond du bassin pour contrer le soulèvement de fond et rencontrer le ratio de 70% (F.S. de 1,4) recommandé par le Manuel Canadien d'ingénierie des fondations. Rappelons que la profondeur du bassin peut atteindre jusqu'à 6,4 m par endroit.
- Si des problèmes de stabilité des talus des fossés sont observés pendant la construction (affaissement des pentes, fissures, lavage des particules fines au pied des talus, etc.), les mesures de mitigations suivantes sont recommandées (la mise en place des mesures devra être confirmée avec l'ingénieur concepteur) :

- L'ajustement de la pente des fossés (actuellement 2H:1V ou 2,5H:1V selon l'endroit);
- La mise en place d'une couche d'enrochement de protection, si celle-ci n'est pas déjà comprise.
- Le bassin de pompage doit être nettoyé régulièrement pour éviter la perte de capacité d'emmagasinement dans le bassin due à l'accumulation des sédiments. Un suivi régulier de l'accumulation de sédiments devra être effectué afin d'adapter la fréquence de nettoyage aux conditions qui seront observées.
- La dernière phase du remblayage avec de stériles de la partie nord, nord-est de la fosse Jeffrey doit être faite de manière à favoriser l'infiltration de l'eau des fossés dans la masse de stériles. Les dimensions des particules devront s'encadrer dans les catégories gravier, cailloux et blocs afin d'avoir une très haute perméabilité. La granulométrie doit être uniforme afin d'avoir un indice des vides élevé.
- L'opération des bassins de pompage (fosse Jeffrey et bassin Nord-Est) devra respecter les hypothèses de conception présentées dans ce document. À noter que le bassin Nord-Est est conçu pour un événement de récurrence 1:25 ans et que les fossés s'y rendant sont conçus pour un événement de récurrence 1:100 ans. Ainsi, il est impératif que le bassin NE soit opéré à vide ou à un niveau d'eau de 304,4 m en tout temps.

Si le développement futur du site minier rend obsolète une ou plusieurs des hypothèses mentionnées à la section 3, la révision de la conception du système de drainage pourrait être nécessaire.

6.0 SIGNATURES

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Francis Filion, ing.
Ressources en eaux

Vlad Rojanschi, ing., Dr-Ing
Associé, ingénieur ressources en eau

FF/MLBL/VR/MLS

Pièce jointe : Figure 1 : Vue en plan des sondages dans le secteur du bassin NE

\\golder.gds\gal\montreal\actif\2016\3 proj\1669424 cmgp conception extension malartic\5 préparation livrables\0024 ph 23102 drainage_extenion_hs\rev-2\0024-1669424-23102-mtf-rev2_hc.docx

RÉFÉRENCES

Environnement Canada, 2009 – *Code de pratiques écologiques pour les mines de métaux*.

Garga, V.K., D. Hansen et R.D. Townsend. 1990. *Considerations on the Design of Flow-Through Rock Drains. Proceedings of the 14th Annual British Columbia Mine Reclamation Symposium*. Technical and Research Committee on Reclamation. Cranbrook, Colombie Britannique.

Geo-Slope International, 2007. [Logiciel], Version 7.17, Canada.

Golder Associés Ltée, 2014a. Mine Canadian Malartic – Rapport factuel d’investigation géotechnique – Extension du parc à résidus et de la halde à stériles vers l’est, 23 pages + figures + annexes, 25 février 2014, no réf : 029-13-1221-0020-3010-RF-Rev0.

Golder, 2014b – Golder Associés. Novembre 2014. *Rapport – Plan conceptuel de gestion des eaux et bilan d’eau – Conditions ultimes d’opération*. Numéro de référence 048-13-1221-0020-4020-MTF-Rev2.

Golder, 2017a. Mémoire technique de conception du système de drainage des eaux de surface pour l’extension vers l’est de la halde à stériles, Mine Canadian Malartic. No. Ref. 0024-1669424-23102-Rev0, 1^{er} août 2017.

Golder, 2017b – Golder Associés. Mine Canadian Malartic – Mémoire technique - *Conception du déplacement du segment aval du fossé collecteur nord en vue du développement de l’extension de la fosse Canadian Malartic (secteur Barnat)*, mars 2017, no réf. : 0009-1669424-23101-RevA.

Manuel Canadien d’ingénierie des fondations, 2013. Canadian Geotechnical Society. 2006. *Canadian Foundation Engineering Manual (4th edition)*. BiTech Publisher Ltd. Richmond, British-Columbia, 488 p.

MDDEP, 2012a – Ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs. Mars 2012. *Directive 019 sur l’industrie minière*.

MDDEP, 2012b – Ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs. Octobre 2012. *Guide de gestion des eaux pluviales*.

Mulqueen, J., 2005 “*The flow of water through gravels*”. Irish Journal of Agricultural and Food Research, vol. 44.

Piteau (Piteau Engineering Ltd.). 1997. *Rock Drain Research Program*. Rapport Final.

Smith, 1995 – C.D. Smith, 1995. *Hydraulic Structures*. University of Saskatchewan Printing Services.

Simons et Senturk, 1977 – Simons, D.B. et Senturk, F. 1977. *Sediment Transport Technology*. Water Resources Publications, p 808.

United States Department of Agriculture, 1986 – *Urban Hydrology for Small Watersheds*. Technical release no. 55, Juin 1986.

United States Army Corps of Engineers, 2000. *Hydrological Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual*. Document no. CPD-74B. Mars 2000.

ANNEXE A

Plan 2700-001 : Page couverture

Plan 2700-002 : Vues générales court terme et long terme et notes générales

Plan 2700-003 : Vue en plan et profil longitudinal du fossé HS-N2 court terme (2018-2019)

Plan 2700-004 : Coupes transversales du fossé HS-N2 court terme (2018-2019)

Plan 2700-005 : Vue en plan et profil longitudinal du fossé HS-NE court terme (2018-2019)

Plan 2700-006 : Coupes transversales du fossé HS-NE court terme (2018-2019)

Plan 2700-007 : Vue en plan et coupes du bassin de pompage NE

Plan 2700-008 : Vue en plan et profil longitudinal du fossé HS-N3 long terme

Plan 2700-009 : Coupes transversales du fossé HS-N3 long terme

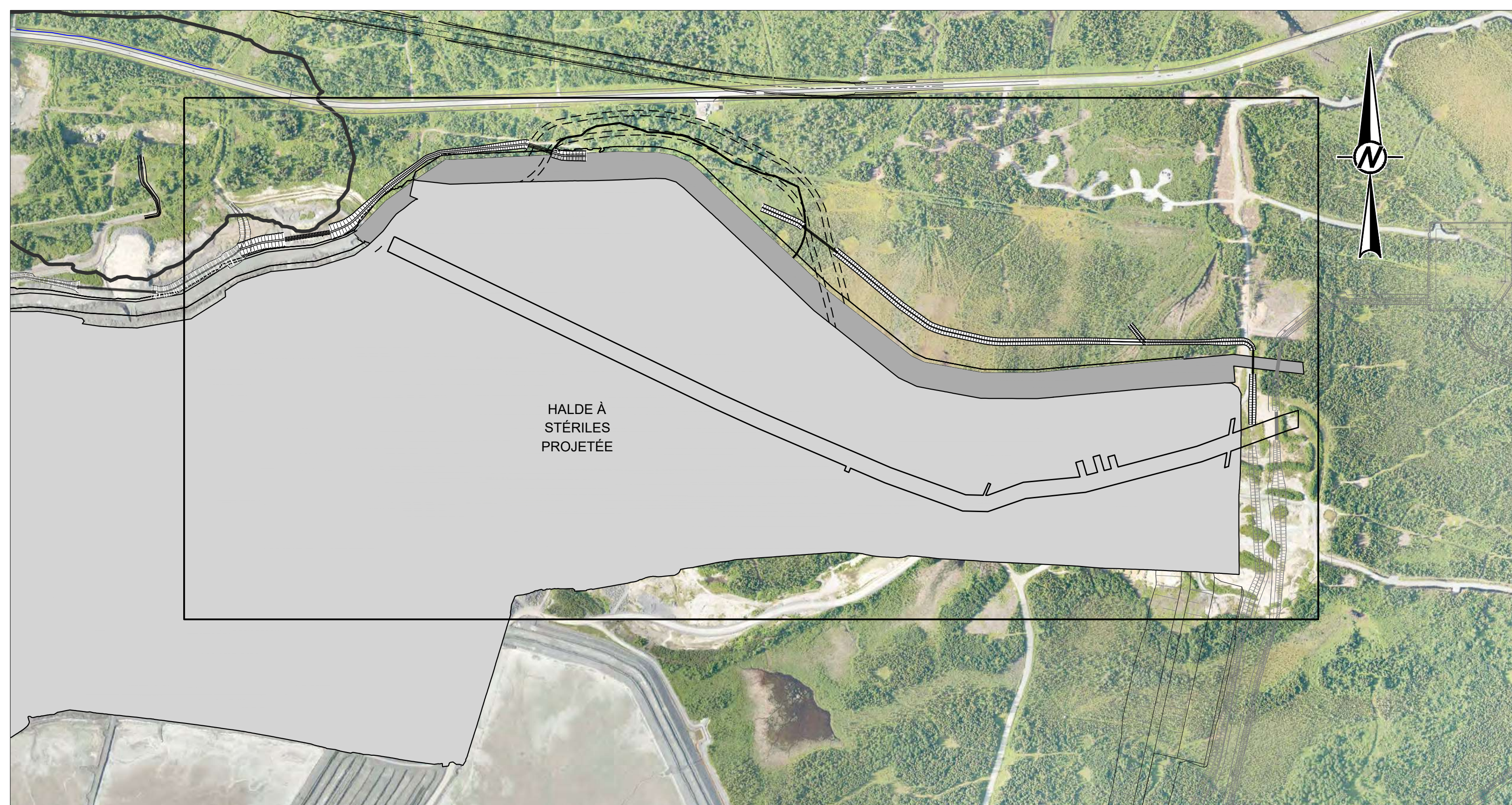
Plan 2700-010 : Vue en plan et profil longitudinal du fossé HS-NE long terme

Plan 2700-011 : Coupes transversales du fossé HS-NE long terme

Plan 2700-012 : Coupes types

Plan 2700-013 : Notes de construction et définition des matériaux

CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE Ω STÉRILES



LISTE DES PLANS				
NO. PLAN	TITRE	RÉV.	DESCRIPTION	DATE
2700-001	PAGE COUVERTURE	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-002	VUES GÉNÉRALES COURT-TERME ET LONG-TERME ET NOTES GÉNÉRALES	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-003	VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ HS-N2 COURT-TERME (2018-2019)	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-004	COUPES TRANSVERSALES DU FOSSÉ HS-N2 COURT-TERME (2018-2019)	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-005	VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ HS-NE COURT-TERME (2018-2019)	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-006	COUPES TRANSVERSALES DU FOSSÉ HS-NE COURT-TERME (2018-2019)	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-007	VUE EN PLAN ET COUPES DU BASSIN DE POMPAGE NE	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-008	VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ HS-N3 LONG-TERME	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-009	COUPES TRANSVERSALES DU FOSSÉ HS-N3 LONG-TERME	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-010	VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU PROLONGEMENT DU FOSSÉ HS-NE LONG-TERME	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-011	COUPES TRANSVERSALES DU PROLONGEMENT DU FOSSÉ HS-NE LONG-TERME	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-012	COUPES TYPES	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12
2700-013	NOTES DE CONSTRUCTION ET DÉFINITION DES MATÉRIAUX	2	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	2018-06-12

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\SIS\KOPRODUCTION\1669224\23102\003.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:52 PM

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



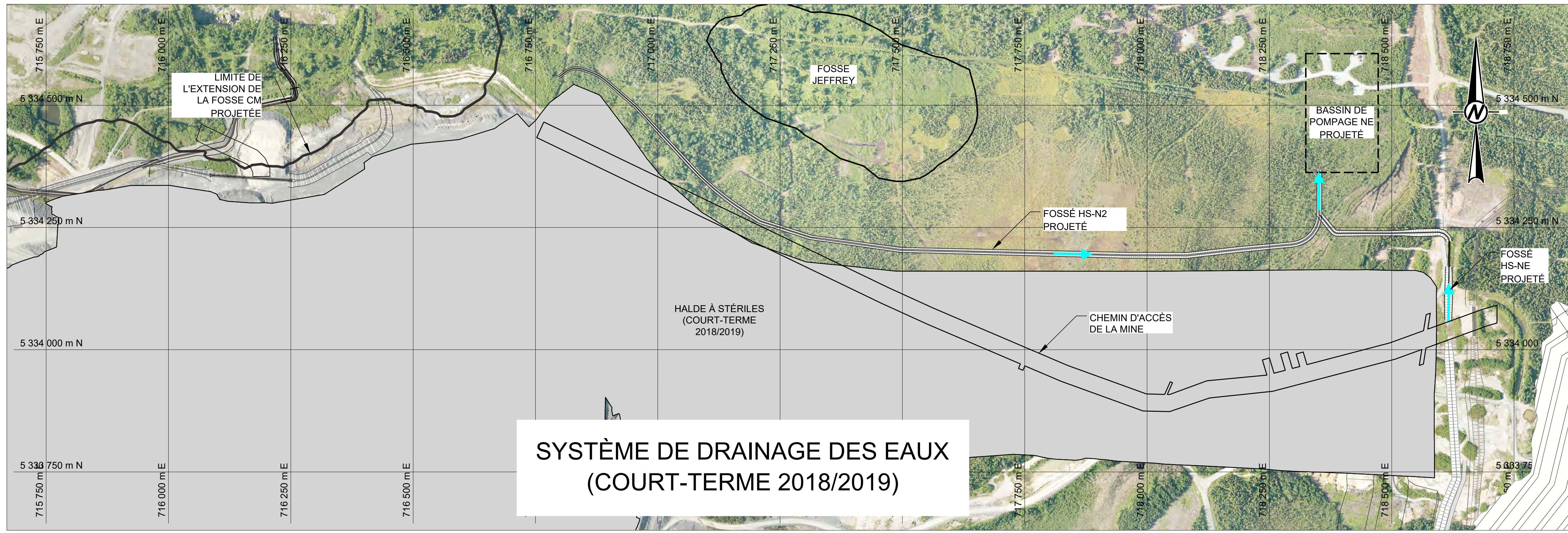
GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE
DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE
LA HALDE À STÉRILES
TITRE
PAGE COUVERTURE

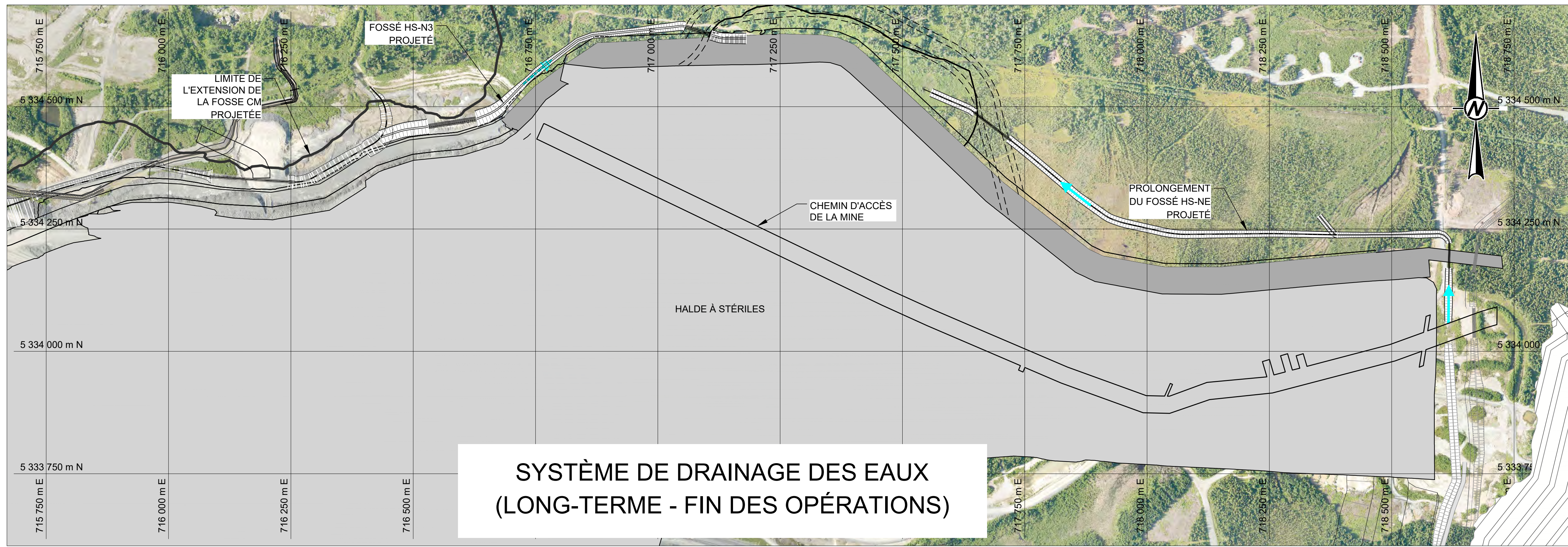
N° PROJET 1669224 PHASE 23102 RÉV. 2 1 de 13 PLAN 2700-001

25 mm | SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\SR\PRODUCTION\SIG\CAD\PROJET\SIS\SR\PRODUCTION\166942423102 | Nom du fichier: 166942423102-003.DWG | Dernière édition par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:05:46 PM



SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX (COURT-TERME 2018/2019)



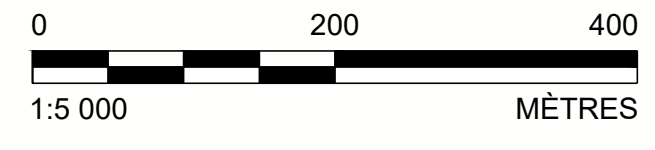
SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX (LONG-TERME - FIN DES OPÉRATIONS)

NOTES GÉNÉRALES

1. CES PLANS SONT PRÉPARÉS POUR L'USAGE EXCLUSIF DE LA MINE CANADIAN MALARTIC (MCM OU LA MINE) ET DE CES AGENTS.
2. MCM SERA RESPONSABLE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DES FOSSES ET DU BASSIN DE POMPAGE NORD-EST.
3. MCM SERA AUSSI RESPONSABLE DU CONTRÔLE DE QUALITÉ (QC) LORS DES TRAVAUX. LES SERVICES D'ASSURANCES QUALITÉ (QA) CONSISTENT EN DES VISITES PONCTUELLES SUR LE TERRAIN SUR UNE BASE RÉGULIÈRE ÉTABLIE PAR MCM ET GOLDER ASSOCIÉS LTÉE. L'ASSISTANCE TECHNIQUE SE FERA SUR UNE BASE PONCTUELLE, EN FONCTION DES PROBLÈMES PARTICULIERS OU DES SITUATIONS IMPRÉVUES RENCONTRÉS DURANT LA CONSTRUCTION. TOUTEFOIS, CES SITUATIONS ET LEUR PORTÉE SUR LA CONCEPTION DES FOSSES OU DU BASSIN DEVRONT ÊTRE IDENTIFIÉES PAR MCM, RESPONSABLE DES TRAVAUX.
4. LES DÉTAILS DE CONCEPTION PRÉSENTÉS SUR CES PLANS POURRONT ÊTRE MODIFIÉS ET ADAPTÉS AUX CONDITIONS DE TERRAIN. TOUT CHANGEMENT DOIT ÊTRE APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR.
5. DES PROCÉDURES DE SÉCURITÉ SERONT À DÉFINIR PAR MCM POUR ÉVITER TOUT RISQUE DE CHUTE DE VÉHICULE OU DE PERSONNE SUIVANT LES PLANS DE SANTÉ ET SÉCURITÉ DE LA MINE.
6. LES STRUCTURES DE GESTION DES EAUX PRÉSENTÉES SUR CES PLANS COUVRENT DEUX INTERVALLES DE TEMPS :
 - a. L'INTERVALLE COURT-TERME (2018-2019) CORRESPOND À LA PÉRIODE PENDANT LAQUELLE LA HALDE À STÉRILES A ATTEINT SA LIMITE FINALE DU CÔTÉ EST, MAIS RESTE DANS UNE EMPREINTE INTERMÉDIAIRE DU CÔTÉ NORD. AUSSI, LE MINAGE DE LA FOSSE JEFFREY, AU NORD DE LA HALDE À STÉRILES, N'EST PAS ENCORE COMPLÉTÉ.
 - b. L'INTERVALLE LONG-TERME (APRÈS ENVIRON Q3 2019) CORRESPOND À LA PÉRIODE, PENDANT LAQUELLE LA HALDE À STÉRILE A ATTEINT SON EMPREINTE FINALE EN OPÉRATION. LE MINAGE ET LE REMBLAYAGE AVEC STÉRILES MINIERS DE LA FOSSE JEFFREY ONT ÉTÉ COMPLÉTÉS.
7. LE PLAN DE DRAINAGE POUR L'INTERVALLE COURT-TERME COMPREND :
 - a. LES FOSSES HS-N2 ET HS-NE QUI SE DRAINERONT VERS LE BASSIN DE POMPAGE NE. LE BASSIN DE POMPAGE SERA EXCAVÉ DANS LE SOL NATUREL.
8. LE PLAN DE DRAINAGE POUR L'INTERVALLE LONG-TERME COMPREND :
 - a. LE FOSSE HS-N3 QUI DEVIENDRA L'EXTENSION DU FOSSE EXISTANT COLLECTEUR NORD. LE FOSSE DRAINERA VERS L'OUEST VERS LA FOSSE JEFFREY. LA FOSSE JEFFREY APRÈS SON REMBLAYAGE AVEC DES STÉRILES SERVIRA DE BASSIN DE POMPAGE.
 - b. UNE EXTENSION DU FOSSE HS-NE FERA LA CONNEXION ENTRE LE SEGMENT EXISTANT ET LA FOSSE JEFFREY.
9. LA CRUE DE CONCEPTION EST DE 1:100 ANS POUR LES FOSSES, LES PONCEAUX ET LA FOSSE JEFFREY. LA CRUE DE CONCEPTION EST DE 1:25 ANS POUR LE BASSIN NE.
10. LA CONCEPTION DES STRUCTURES A FAIT L'HYPOTHÈSE QUE LE PLATEAU DE LA HALDE À STÉRILES SERA PERMÉABLE ET ENTOURÉ DE BERMES, QUI AURONT L'EFFET DE RETENIR ET/OU DE RALENTIR L'ÉCOULEMENT DE L'EAU EN SURFACE VERS L'EXTÉRIEUR DE LA HALDE. LORS DES CRUES EXTRÊMES, SEULEMENT LES TALUS DE LA HALDE DRAINERONT RAPIDEMENT VERS LES FOSSES COLLECTEURS. L'EAU D'INFILTRATION SUR LE PLATEAU ARRIVERA PLUS TARD DANS LES FOSSES.
11. LE REMBLAYAGE AVEC DES STÉRILES DE LA FOSSE JEFFREY DANS LA ZONE ENTRE LA LIMITE NORD DE LA FOSSE JEFFREY ET LA LIMITE NORD DE LA HALDE À STÉRILES NE DÉPASSERA PAS L'ÉLÉVATION 305,0 m. CELA CRÉERA UNE ZONE D'INFILTRATION DE L'EAU DANS LA MASSE DE STÉRILES. LA SURFACE MINIMALE DE LA FOSSE EST DÉCRITE DANS LE MEMORANDUM TECHNIQUE DE CONCEPTION (0024-168942423102).
12. LA DERNIÈRE PHASE DU REMBLAYAGE AVEC DE STÉRILES DE LA PARTIE NORD, NORD-EST DE LA FOSSE JEFFREY SERA FAITE DE MANIÈRE À FAVORISER L'INFILTRATION DE L'EAU DES FOSSES DANS LA MASSE DE STÉRILES. LES DIMENSIONS DES PARTICULES DEVRONT S'ENCADRER DANS LES CATÉGORIES GRAVIER, CAILLOUX ET BLOCS AFIN D'AVOIR UNE TRÈS HAUTE PERMÉABILITÉ. LA GRANULOMÉTRIE DOIT ÊTRE UNIFORME AFIN D'AVOIR UN INDICE DES VIDES ÉLEVÉ.
13. LE NIVEAU MAXIMAL LORS D'UNE CRUE DE PROJET POUR LE BASSIN DE POMPAGE NE (COURT-TERME) EST DE 305,6 m SI LE BASSIN EST OPÉRÉ À VIDE. DE MANIÈRE ALTERNATIVE LE BASSIN PEUT ÊTRE OPÉRÉ AVEC UN NIVEAU D'EAU PERMANENT À L'ÉLÉVATION 304,4 m ET LE NIVEAU MAXIMAL LORS D'UNE CRUE DE PROJET SERAIT À 306,0 m. DANS LES DEUX CAS, LE TAUX DE POMPAGE NÉCESSAIRE EST DE 0,8 m³/s LE NIVEAU D'EAU MAXIMAL LORS D'UNE CRUE DE PROJET DEMEURE SOUS LE SEUIL DU DÉVERSOIR (306,0 m).
14. LE NIVEAU MAXIMAL LORS D'UNE CRUE DE PROJET POUR LA FOSSE JEFFREY (LONG-TERME) EST DE 306 m CE QUI DEMANDE L'INSTALLATION D'UNE POMPE DANS LA FOSSE JEFFREY ET LA MANUTENTION DU NIVEAU D'EAU EN CONDITIONS CLIMATIQUES NORMALES À L'ÉLÉVATION 256 m. LE TAUX DE POMPAGE NÉCESSAIRE À LA FOSSE JEFFREY EST DE 0,56 m³/s.
15. MCM EST RESPONSABLE DE CONSTRUIRE, OPÉRER ET ENTREtenir LES STRUCTURES DE DRAINAGE PRÉSENTÉES SUR CETTE SÉRIE DE PLANS. MCM EST RESPONSABLE POUR LA CONCEPTION DES INSTALLATIONS DES STATIONS DE POMPAGE POUR LE BASSIN NE ET LA FOSSE JEFFREY.

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.
2. LES EMPREINTES DE LA HALDE À STÉRILES LONG-TERME ET COURT-TERME PROVIENNENT DE CMGP (JUILLET ET MAI 2017).
3. PHOTO AÉRIENNE FOURNIE PAR LE CLIENT (JUN 2017).



RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT

GOLDER

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3^e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

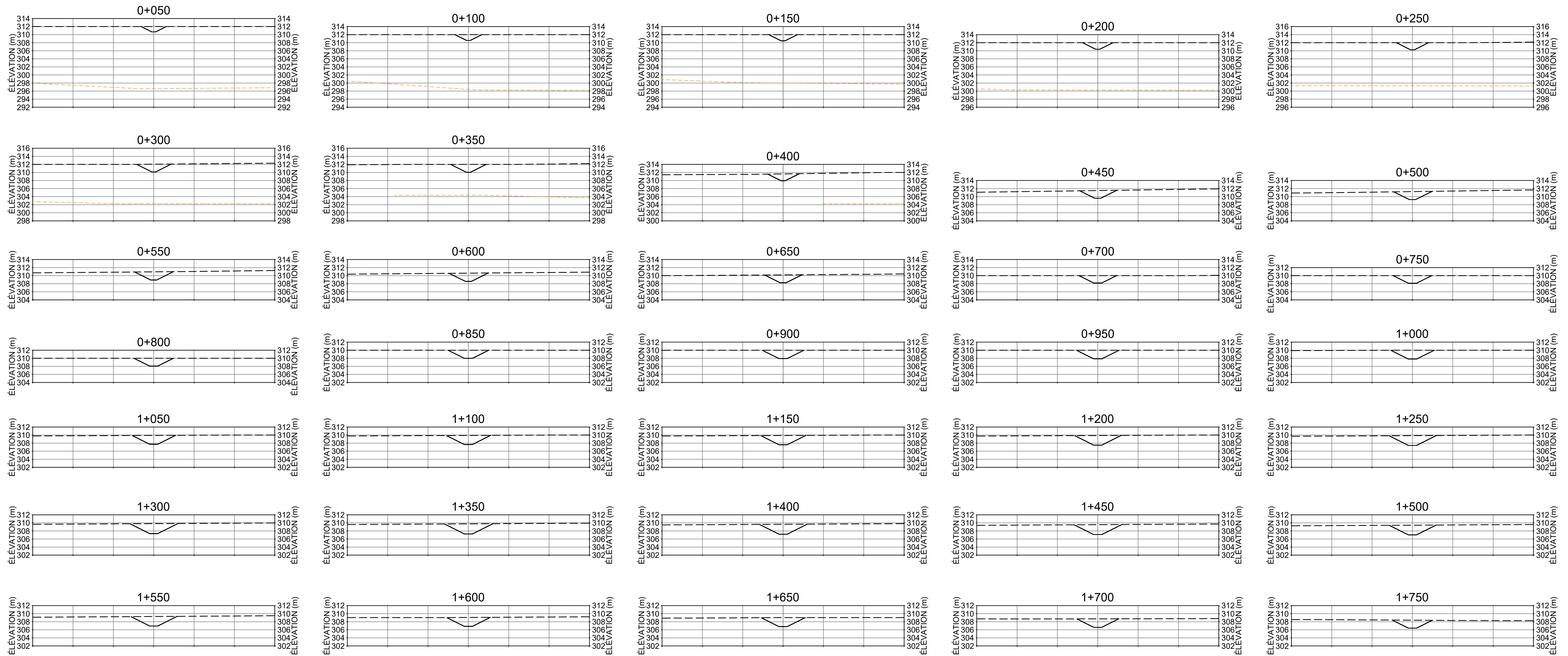
PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

TITRE
VUES GÉNÉRALES COURT-TERME ET LONG-TERME ET NOTES GÉNÉRALES

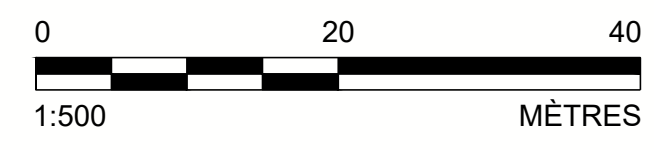
N° PROJET 1669224	PHASE 23102	RÉV. 2	2 de 13 PLAN
			2700-002

S'IL Y A UNE MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D 25 mm

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\REV\PRODUCTION\PROJETS\SIS\REV\PRODUCTION\1669224\23102\003.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par: sbrinsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:06:52 PM | Imprimé par: sbrinsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Si la mesure ne correspond pas à l'échelle, la taille de la feuille a été modifiée. ANSI D 25 mm



COUPES TRANSVERSALES
ÉCHELLE 1 : 500



- LÉGENDE**
- TOPOGRAPHIE (RÉF. 1)
 - FOSSÉ PROJÉTÉ
 - ... SOCLE ROCHEUX PRÉSUMÉ

NOTE
LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE.

RÉFÉRENCES
1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



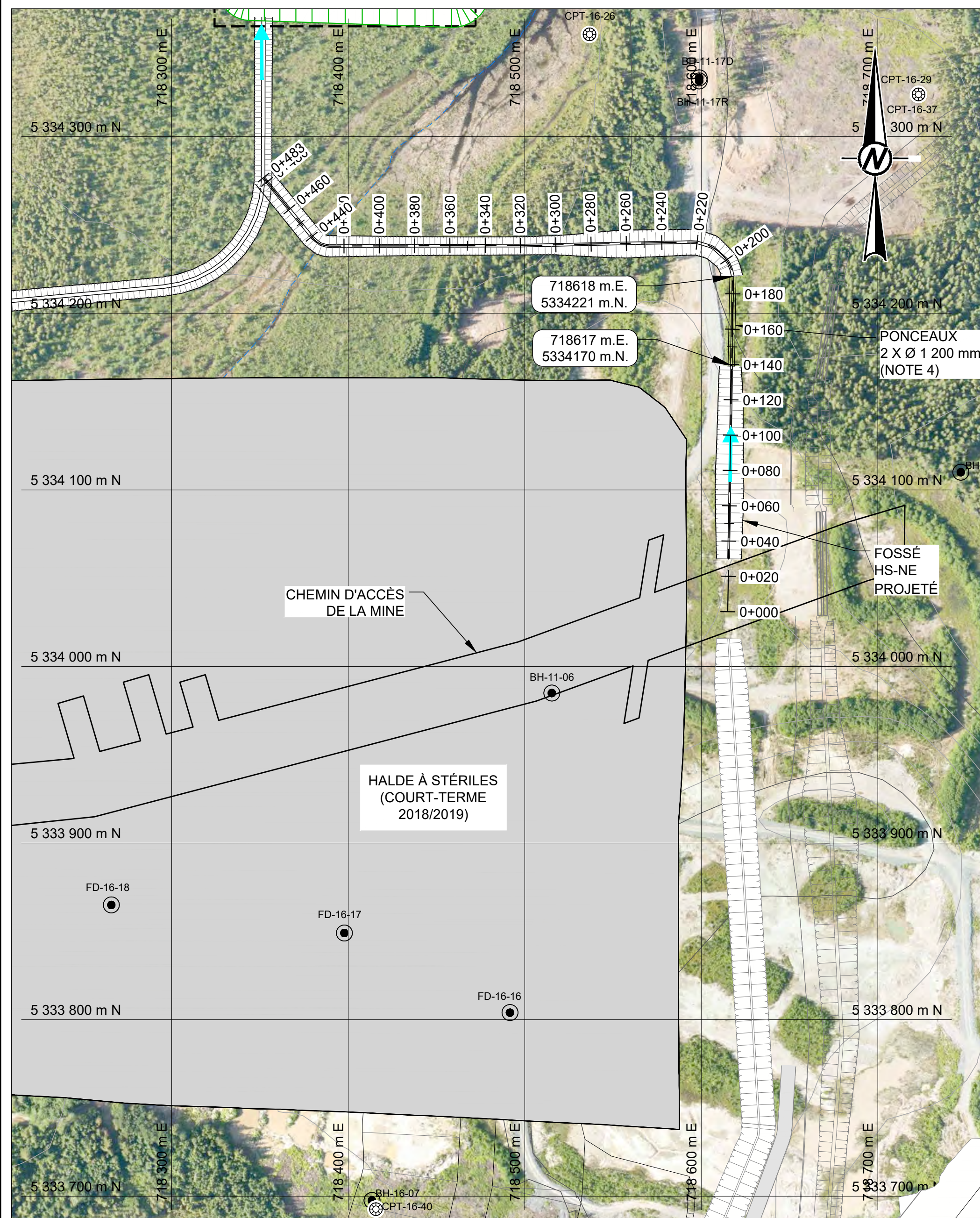
GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

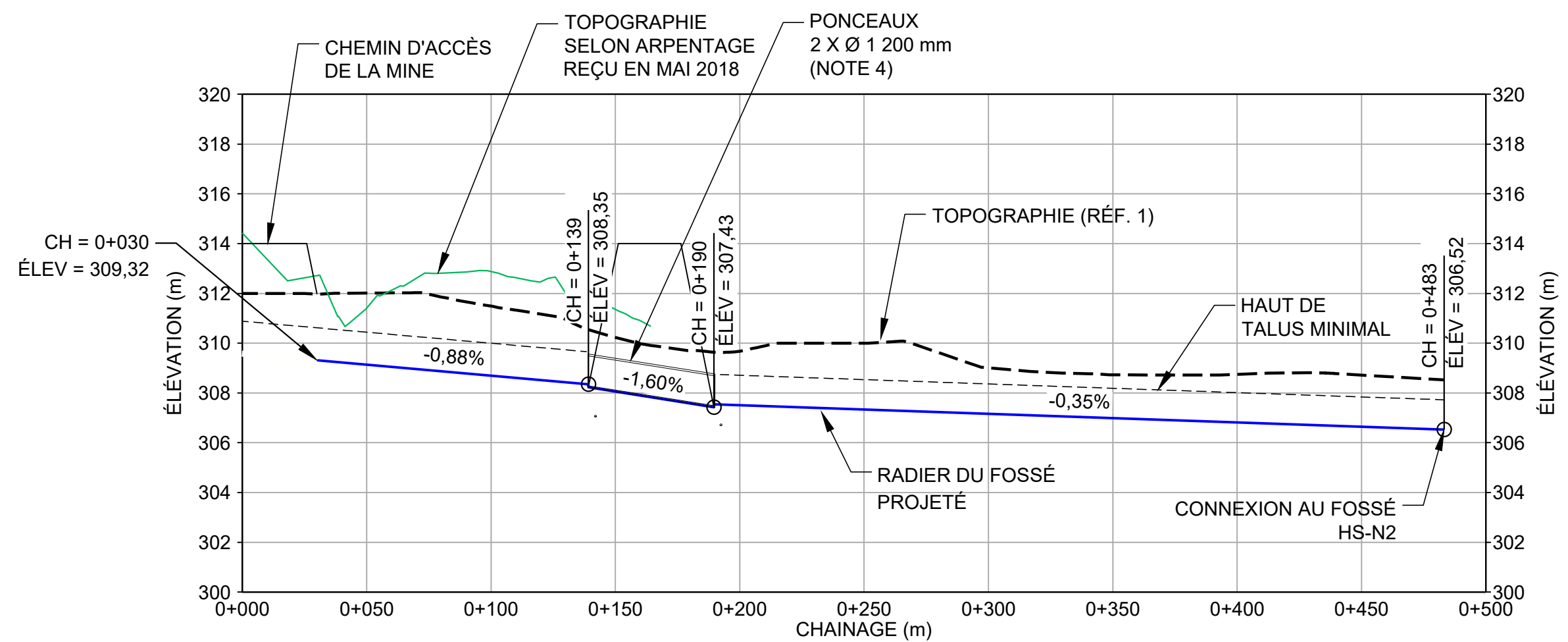
TITRE
COUPES TRANSVERSALES DU FOSSÉ HS-N2 COURT-TERME (2018-2019)

N° PROJET	PHASE	RÉV.	4 de 13	PLAN
1669224	23102	1		2700-004

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\PRODUCTION\PROJETS\SIS\CAD\PROJETS\SIS\CAD\PRODUCTION\1669224\23102-005.DWG | Dernière édition par: sbratsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:07:18 PM
 Nom du fichier: 1669224-23102-005.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-005.DWG | Dernière édition par: sbratsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: sbratsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:07:18 PM



VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1 : 2 000



PROFIL LONGITUDINAL - FOSSÉ HS-NE
ÉCHELLE HORIZONTALE 1 : 2 000
ÉCHELLE VERTICALE 1 : 200

LÉGENDE

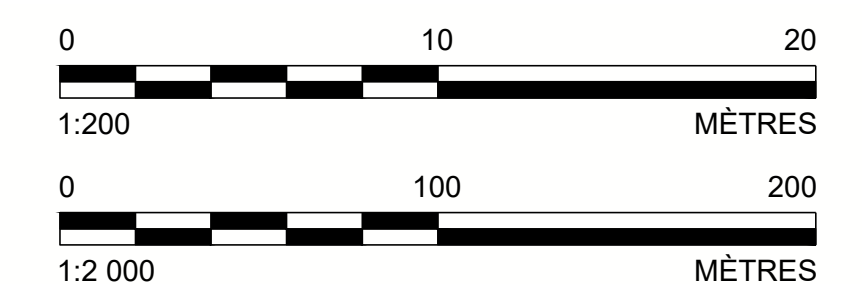
- 317 COURBE DE NIVEAU (m)
- PUIITS D'OBSERVATION (GOLDER, 2016)
- FORAGE (GOLDER, 2011 ET 2016)
- CPT (GOLDER, 2016)

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.
2. L'EMPREINTE DE LA HALDE À STÉRILES COURT-TERME PROVIENT DE CMGP (MAI 2017).
3. PHOTO AÉRIENNE FOURNIE PAR LE CLIENT (JUIN 2017).

NOTES

1. LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE. LA MINE DEVRA ARPENTER L'ALIGNEMENT DES FOSSÉS ET DU BASSIN APRÈS LE DÉBOISEMENT ET LE DÉCAPAGE DU TERRAIN. LA CONCEPTION DES STRUCTURES DE GESTION DES EAUX DEVRA ÊTRE VÉRIFIÉE PAR LE CONCEPTEUR ET AJUSTÉE SI NÉCESSAIRE SUR LA BASE DES DONNÉES D'ARPENTAGE.
2. LA MINE EST RESPONSABLE DES CHEMINS D'ACCÈS NÉCESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION ET À L'ENTRETIEN DU RÉSEAU DE DRAINAGE.
3. DES AJUSTEMENTS DE L'ALIGNEMENT DES FOSSÉS POURRAIENT ÊTRE NÉCESSAIRES POUR FACILITER LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN. LE CAS ÉCHÉANT, LES AJUSTEMENTS DEVRONT ÊTRE APPROUVÉS PAR LE CONCEPTEUR LORS DE LA CONSTRUCTION.
4. LES DÉTAILS D'INSTALLATION DES PONCEAUX (TUYAU DE TÔLE ONDULÉE GALVANISÉE) SERONT FOURNIS PAR LA MINE.
5. LA JONCTION ENTRE LES FOSSÉS HS-N2 ET HS-NE DEVRA SE FAIRE DE MANIÈRE À ÉVITER DE GROSSES TURBULENCES QUI POURRAIENT PROVOQUER DE L'ÉROSION. POUR CELA, LA GÉOMÉTRIE DES DEUX FOSSÉS DEVRAIT SE JOINDRE DE MANIÈRE UNIFORME ET GRADUELLE, SANS CHUTES OU MARCHES, SANS DE L'ÉLARGISSEMENT OU DE L'ÉTROITEMENT BRUSQUE. L'ANGLE ENTRE LES AXES LONGITUDINAUX DES DEUX FOSSÉS AU POINT DE JONCTION DEVRA ÊTRE AUSSI RÉDUIT QUE POSSIBLE.
6. SYSTÈME DE COORDONNÉES : UTM NAD83, ZONE 17.



RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

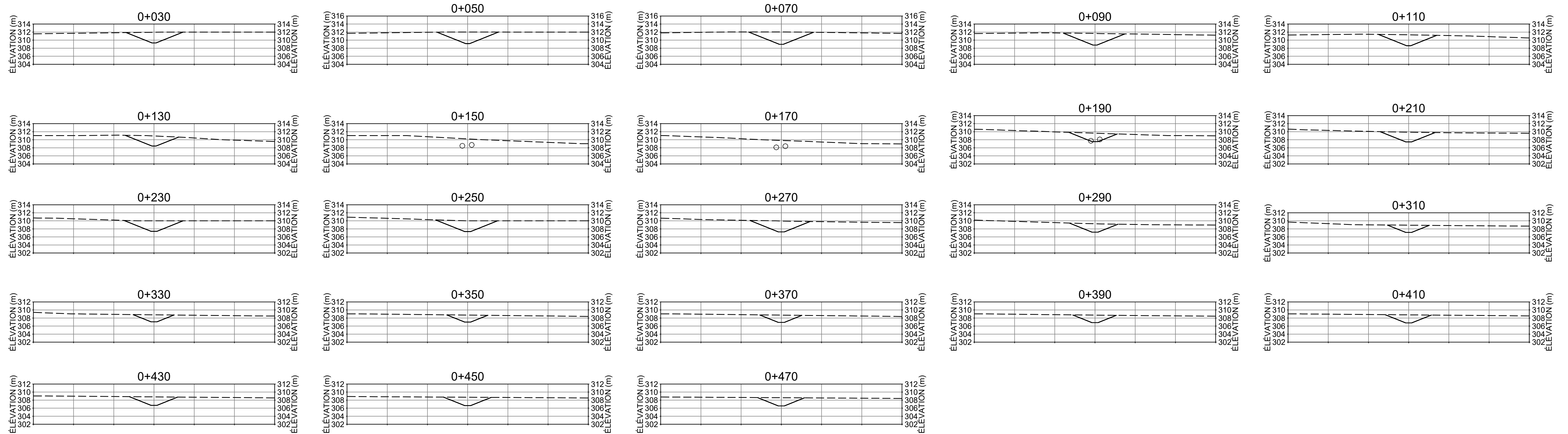
PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

TITRE
VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ HS-NE COURT-TERME (2018-2019)

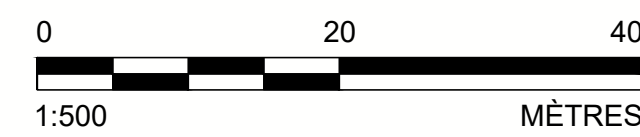
N° PROJET 1669224 PHASE 23102 RÉV. 1 5 de 13 PLAN 2700-005

25 mm SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\KOP\PRODUCTION\1669224\23102-003.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par: sbramsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:07:52 PM | Imprimé par: sbramsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM



COUPES TRANSVERSALES
ÉCHELLE 1 : 500



LÉGENDE

- TOPOGRAPHIE (RÉF. 1)
- FOSSE PROJÉTÉ
- PONCEAU PROJÉTÉ

NOTE

LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE.

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE ENTÉ, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE
DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE
LA HALDE À STÉRILES

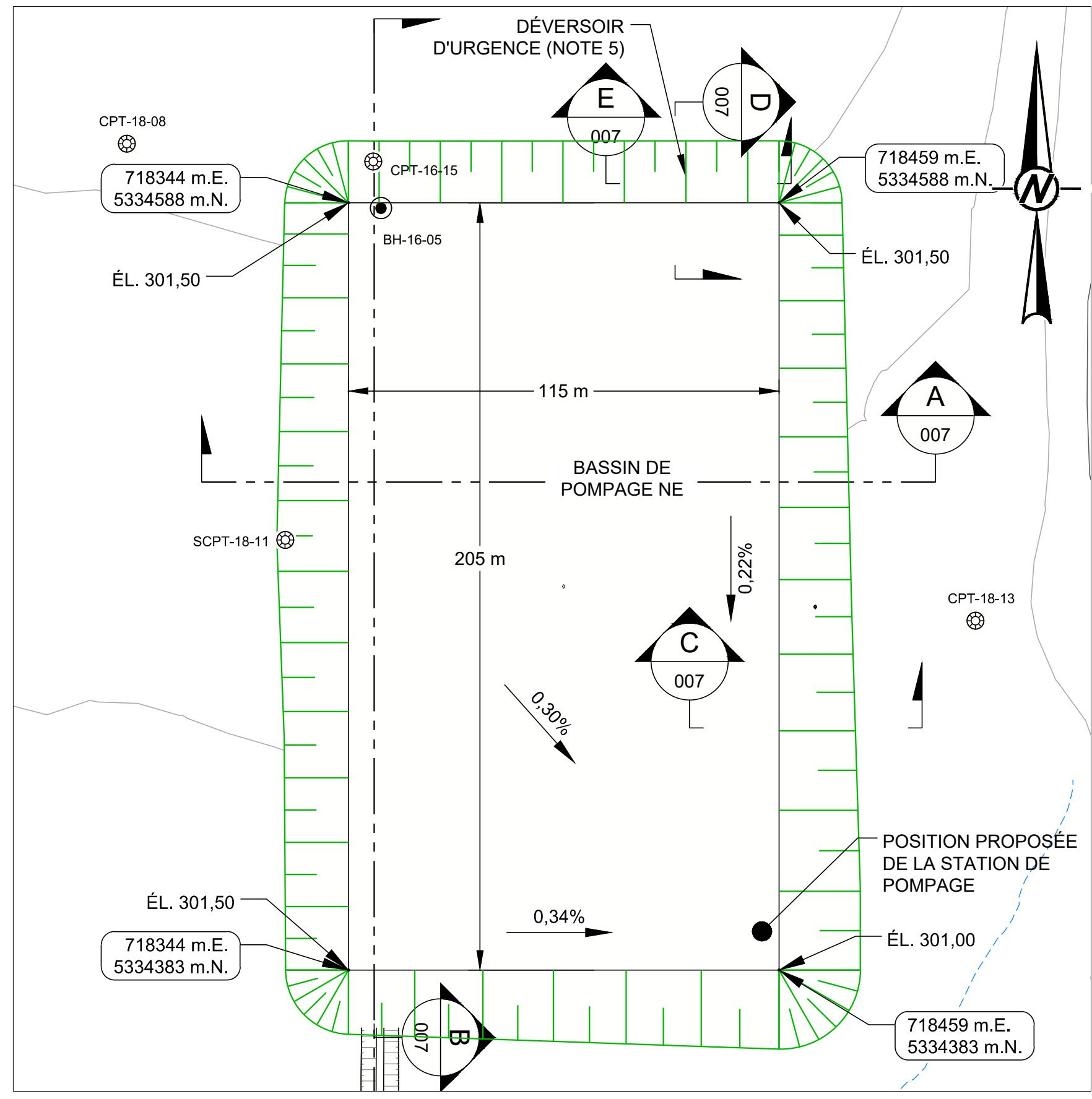
TITRE
**COUPES TRANSVERSALES DU FOSSE HS-NE COURT-TERME
(2018-2019)**

N° PROJET	PHASE	RÉV.	6 de 13	PLAN
1669224	23102	1		2700-006

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

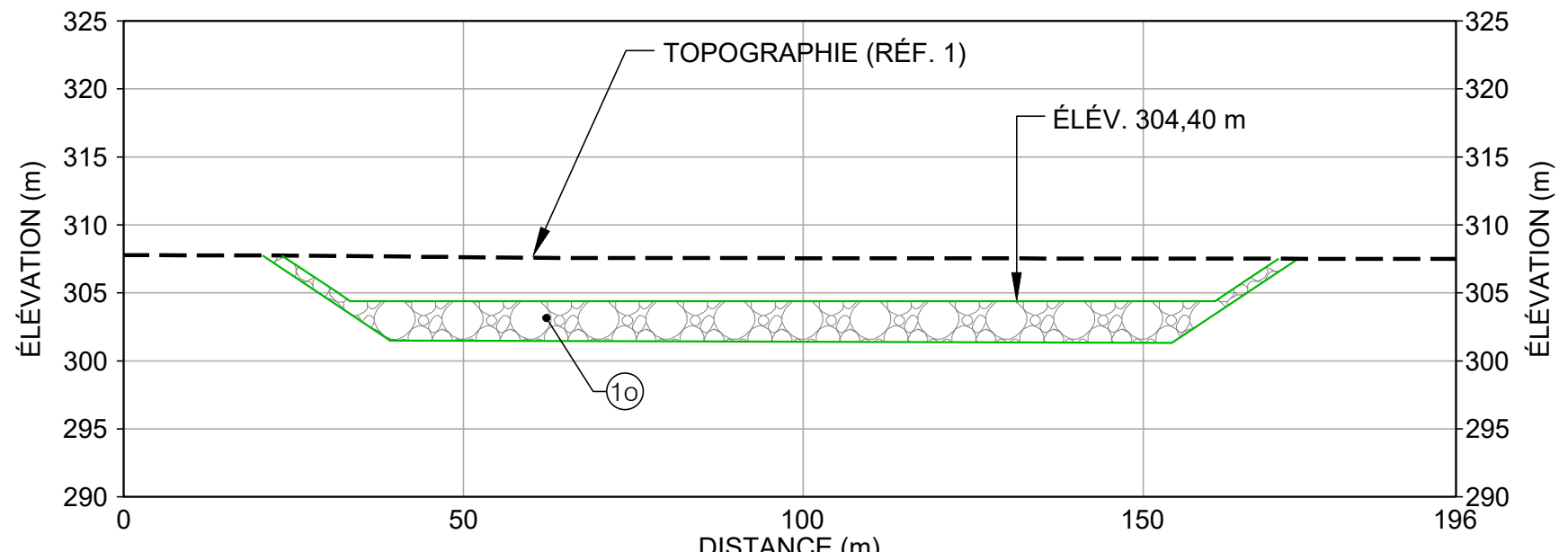
25 mm | SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D

Chemin: \\golder\gpc\projets\GOLDER\PRODUCTION\1669423102_1 - Nom du fichier: 1669423102_003.DWG | Dernière édition par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:08:16 PM
 Chemin: \\golder\gpc\projets\GOLDER\PRODUCTION\1669423102_1 - Nom du fichier: 1669423102_003.DWG | Dernière édition par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: sbrinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:08:16 PM

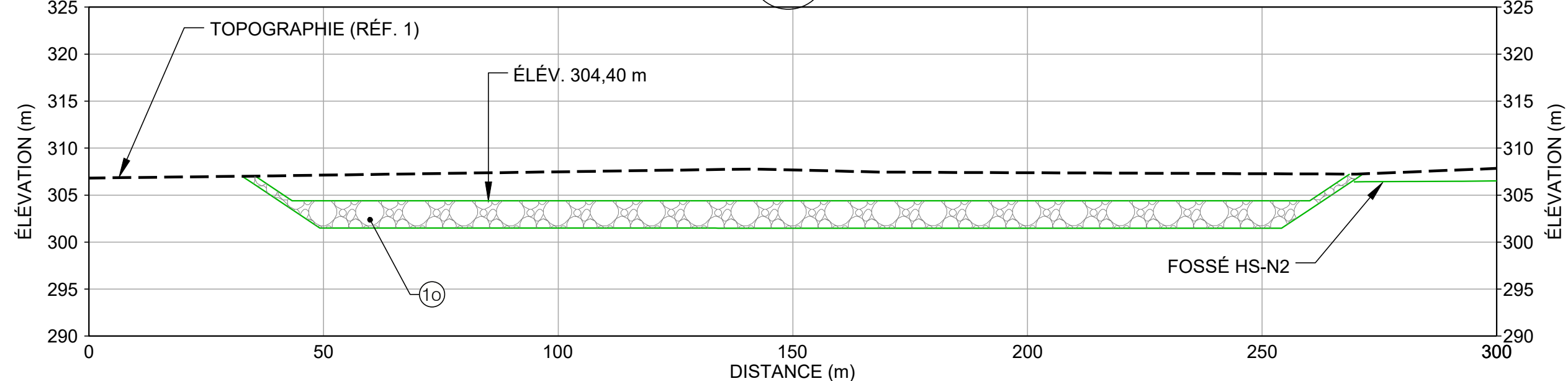


VUE EN PLAN DU BASSIN DE POMPAGE NE
ÉCHELLE 1 : 1 250

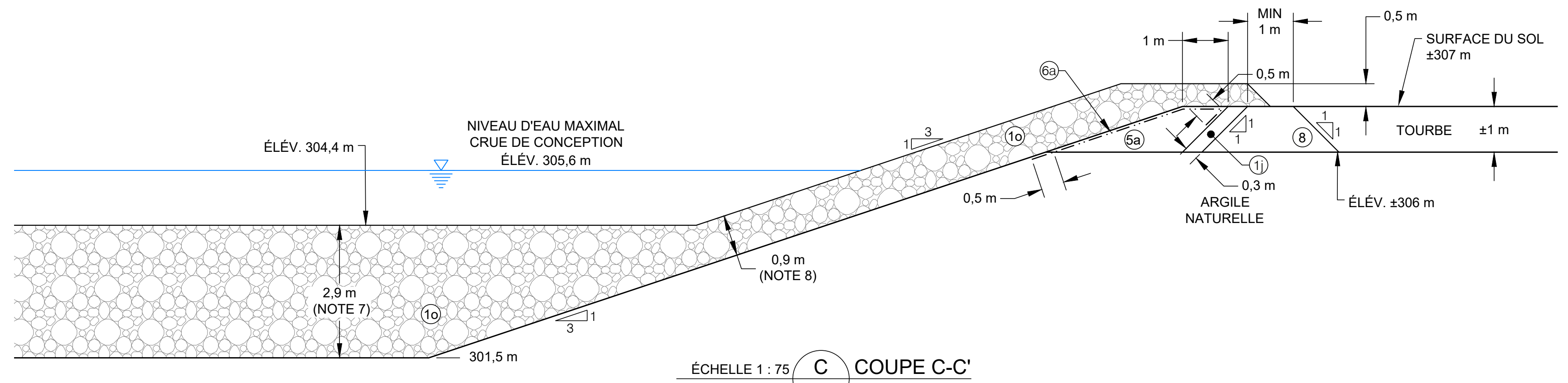
MATÉRIEAUX DE CONSTRUCTION	
TYPE	DESCRIPTION
1e	STÉRILES MINIERES SÉLECTIONNÉS D50 = 300 mm
1j	STÉRILES MINIERES SÉLECTIONNÉS 0-20 mm
1o	MATÉRIEAUX GRANULAIRES GROSSIERS ET UNIFORMES
5a	ARGILE SILTEUSE, SILT ARGILEUX
6a	GÉOTEXTILE DE SÉPARATION
8	STÉRILES MINIERES TOUT-VENANT



ÉCHELLE HORIZONTALE 1 : 1 000
ÉCHELLE VERTICALE 1 : 500
A COUPE A-A'
007



ÉCHELLE HORIZONTALE 1 : 1 000
ÉCHELLE VERTICALE 1 : 500
B COUPE B-B'
007



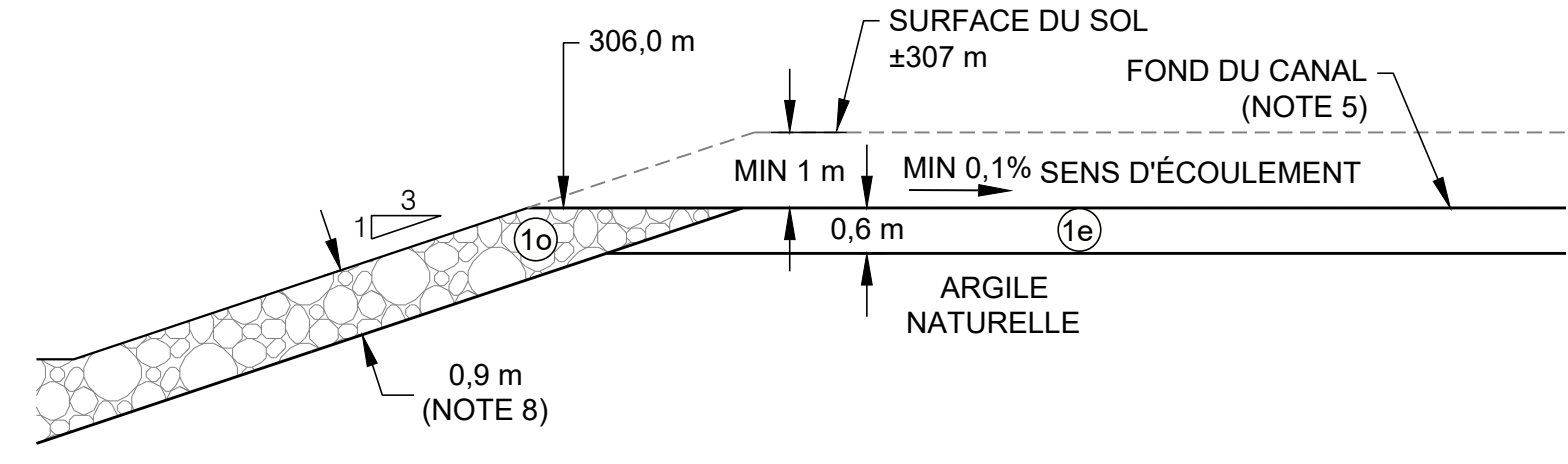
ÉCHELLE 1 : 75
C COUPE C-C'
007

NOTES

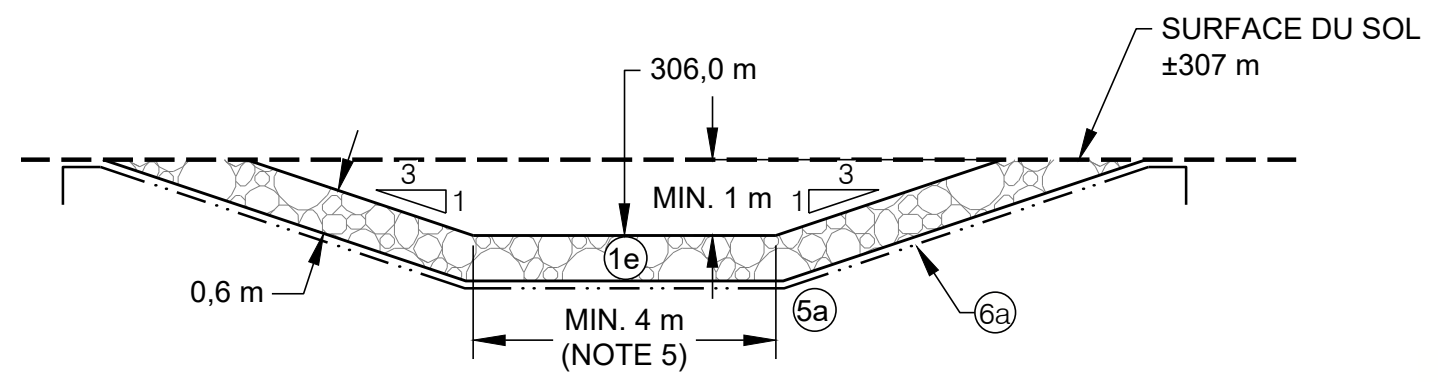
1. SYSTÈME DE COORDONNÉES : UTM NAD 83, ZONE 17
2. LES EAUX DE SURFACE DEVRONT ÊTRE GÉRÉES LORS DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION POUR PERMETTRE DE RÉALISER LES TRAVAUX À SEC. UN SYSTÈME D'ÉTANCHÉISATION DE LA COUCHE DE TOURBE CONSTITUÉ D'UNE COUCHE DE MATÉRIAU DE TYPE 5a (ARGILE SÉLECTIONNÉE) DEVRA ÊTRE MIS EN PLACE POUR LIMITER LA PÉNÉTRATION DE L'EAU DE SURFACE DANS L'EMPREINTE DU BASSIN.
3. LE BASSIN SERA EXCAVÉ JUSQU'À UNE ÉLÉVATION DE 301,5 m. LE FOND SERA PROFILÉ AVEC UNE PENTE D'ENVIRON 0,2 À 0,3% VERS POINT DE POMPAGE, LEQUEL ATTEINDRA L'ÉLÉVATION 301 m. SELON LES INFORMATIONS REÇUES, L'EXCAVATION SERA ENTIÈREMENT CONSCRITE DANS LA COUCHE D'ARGILE. DANS LE CAS OÙ L'EXCAVATION PERFORERAIT LA COUCHE D'ARGILE, UNE COUCHE DE 0,5 m D'ARGILE DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE AFIN DE MAINTENIR L'ÉTANCHÉITÉ DU BASSIN. DANS CE CAS, LE FOND DU BASSIN SERA LOCALEMENT PLUS ÉLEVÉ.
4. LE NIVEAU D'EAU MAXIMAL DU BASSIN A ÉTÉ FIXÉ À 305,6 m EN TENANT COMPTE DES ÉLÉVATIONS ESTIMÉES DES SEUILS DES FOSSES SE JETANT DANS LE BASSIN. CE NIVEAU SERA RÉÉVALUÉ SUITE À LA CONSTRUCTION DES STRUCTURES ET LA RÉCEPTION DE L'ARPENTAGE TEL QUE CONSTRUIT.
5. UN CANAL D'ÉVACUATION DU DÉVERSOIR D'URGENCE DEVRA ÊTRE AMÉNAGÉ AFIN QUE CELUI-CI SE DÉVERSE À UN ENDROIT APPROPRIÉ SUR LE TERRAIN. CETTE ADAPTATION DEVRA ÊTRE VALIDÉ PAR LE CONCEPTEUR.
6. UNE STATION DE POMPAGE AYANT UNE CAPACITÉ DE 0,8 m³/s DEVRA ÊTRE INSTALLÉE AU FOND DU BASSIN. LE FOND DU REGARD DE LA STATION DE POMPAGE DEVRA ÊTRE INSTALLÉ À L'ÉLÉVATION 301,0 m POUR PERMETTRE SA VIDANGE JUSQU'AU FOND DE CELUI-CI. LA CAPACITÉ DE POMPAGE REQUISE POURRAIT ÊTRE RÉÉVALUÉE EN FONCTION DE LA CAPACITÉ FINALE DU BASSIN APRÈS CONSTRUCTION.
7. L'ÉPAISSEUR DE LA COUCHE DE PROTECTION (REMBLAI) INDIQUÉE PERMET DE RENCONTRER UN FACTEUR DE SÉCURITÉ DE 1,4 CONTRE LE SOULÈVEMENT DE FOND. SI DES SOULÈVEMENTS DE FOND SONT RENCONTRÉS LORS DE L'EXCAVATION DU BASSIN, LES CONCEPTEURS DEVRONT ÊTRE AVISÉS ET DES MESURES POURRAIENT ÊTRE NÉCESSAIRE AFIN D'ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ DU BASSIN.
8. LA CONCEPTION DES PENTES DU BASSIN A ÉTÉ EFFECTUÉE POUR RENCONTRER UN FACTEUR DE SÉCURITÉ DE 1,5 CONTRE LE GLISSEMENT. LES PENTES DOIVENT ÊTRE DE 3H:1V ET DOIVENT ÊTRE RECOUVERTES D'UNE COUCHE DE 0,9 m D'ÉPAISSEUR.

SÉQUENCE DES TRAVAUX

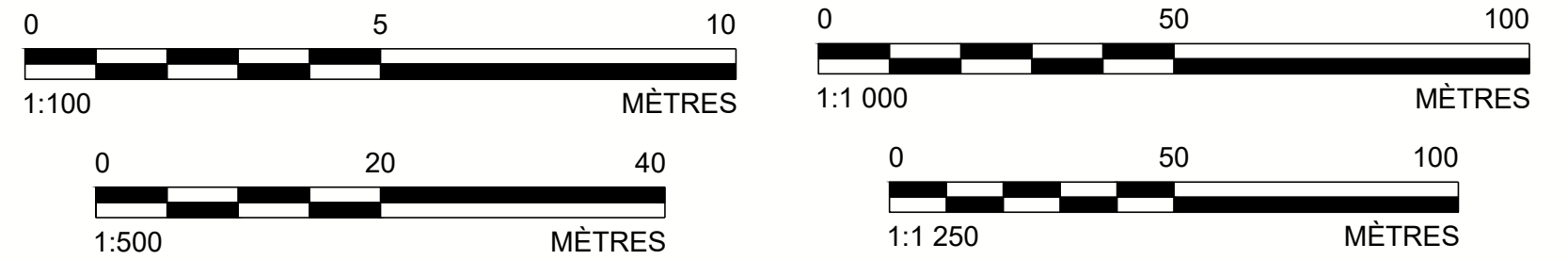
- LA MINE DEVRA FOURNIR UN ARPENTAGE DÉTAILLÉ DU BASSIN À LA FIN DES TRAVAUX AFIN DE VÉRIFIER LA CAPACITÉ DU BASSIN
- A. LA SUPERFICIE ENTIÈRE DU BASSIN DE POMPAGE HMT DEVRA ÊTRE DÉCAPÉE ET LE SYSTÈME D'ÉTANCHÉISATION DE LA TOURBE DEVRA ÊTRE AMÉNAGÉ SUR LES TALUS DU BASSIN DE LA FAÇON SUIVANTE :
- I) UNE BERME EN ENROCHEMENT TOUT VENANT DE 1,0 m DE LARGEUR MINIMUM À LA CRÊTE DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE CONTRE LA TOURBE. CETTE BERME SERT D'APPUI POUR LA MISE EN PLACE DE LA COUCHE DE MATÉRIAU 5a (ARGILE SÉLECTIONNÉE).
 - II) UNE COUCHE DE TRANSITION DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE ENTRE LA BERME EN ENROCHEMENT TOUT VENANT ET LE MATÉRIAU 5a
 - III) UNE COUCHE DE MATÉRIAU 5a (ARGILE SÉLECTIONNÉE) D'UNE ÉPAISSEUR DE 1,0 m AU SOMMET SERA MISE EN PLACE AU MOYEN DU GODET DE LA PELLE ET COMPACTÉE À L'AIDE DE L'ÉQUIPEMENT DE CHANTIER.
 - IV) LA SURFACE DE LA FONDATION D'ARGILE DOIT ÊTRE SCARIFIÉE AVANT LA MISE EN PLACE DE LA COUCHE DE REMBLAI D'ARGILE AFIN DE NE PAS CRÉER UN JOINT SUSCEPTIBLE À L'INFILTRATION.
 - V) UN GÉOTEXTILE DE SÉPARATION DE TYPE 6a DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE ENTRE LA COUCHE DE MATÉRIAU 5a ET L'ENROCHEMENT DE PROTECTION. LE GÉOTEXTILE DEVRA ÊTRE ANCRÉ À LA BASE ET À LA SURFACE.
 - VI) UNE COUCHE DE MATÉRIAU 1d (STÉRILES SÉLECTIONNÉS D50 = 100mm) D'UNE ÉPAISSEUR DE 0,9 m SERA MISE EN PLACE ET COMPACTÉE AU MOYEN DU GODET DE LA PELLE.
- B. LE BASSIN SERA EXCAVÉ PAR LISIÈRE D'UNE LARGEUR DE 10 m DANS LA DIRECTION E-O, JUSQU'À L'ATTEINTE DE LA PROFONDEUR FINALE (ÉLÉVATION VARIANT DE 301,5 m À 301 m SELON LES SECTEURS).
- C. POUR CONTRER UN POSSIBLE SOULÈVEMENT DE FOND, UNE ÉPAISSEUR DE 2,9 m D'ENROCHEMENT DE PROTECTION (TYPE 1o) DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE AU FOND DU BASSIN. IL EST RECOMMANDÉ DE TRAVAILLER PAR SECTEUR PLUTÔT QU'EXPOSER LE FOND DU BASSIN SUR SA SUPERFICIE ENTIÈRE. AINSI, L'ENROCHEMENT DEVRA ÊTRE MIS EN PLACE AU FUR ET À MESURE QUE L'EXCAVATION ATTEINT LA PROFONDEUR FINALE.
- D. LES PENTES DU BASSIN DEVRONT ÊTRE PROFILÉES À UNE PENTE DE 3H:1V. UNE ÉPAISSEUR D'ENROCHEMENT DE PROTECTION (TYPE 1o) DE 0,9 m DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE SUR LES TALUS DU BASSIN EN ARGILE.



ÉCHELLE 1 : 100
D COUPE D-D' - DÉVERSOIR D'URGENCE
007



ÉCHELLE 1 : 100
E COUPE E-E' - DÉVERSOIR D'URGENCE
007



RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



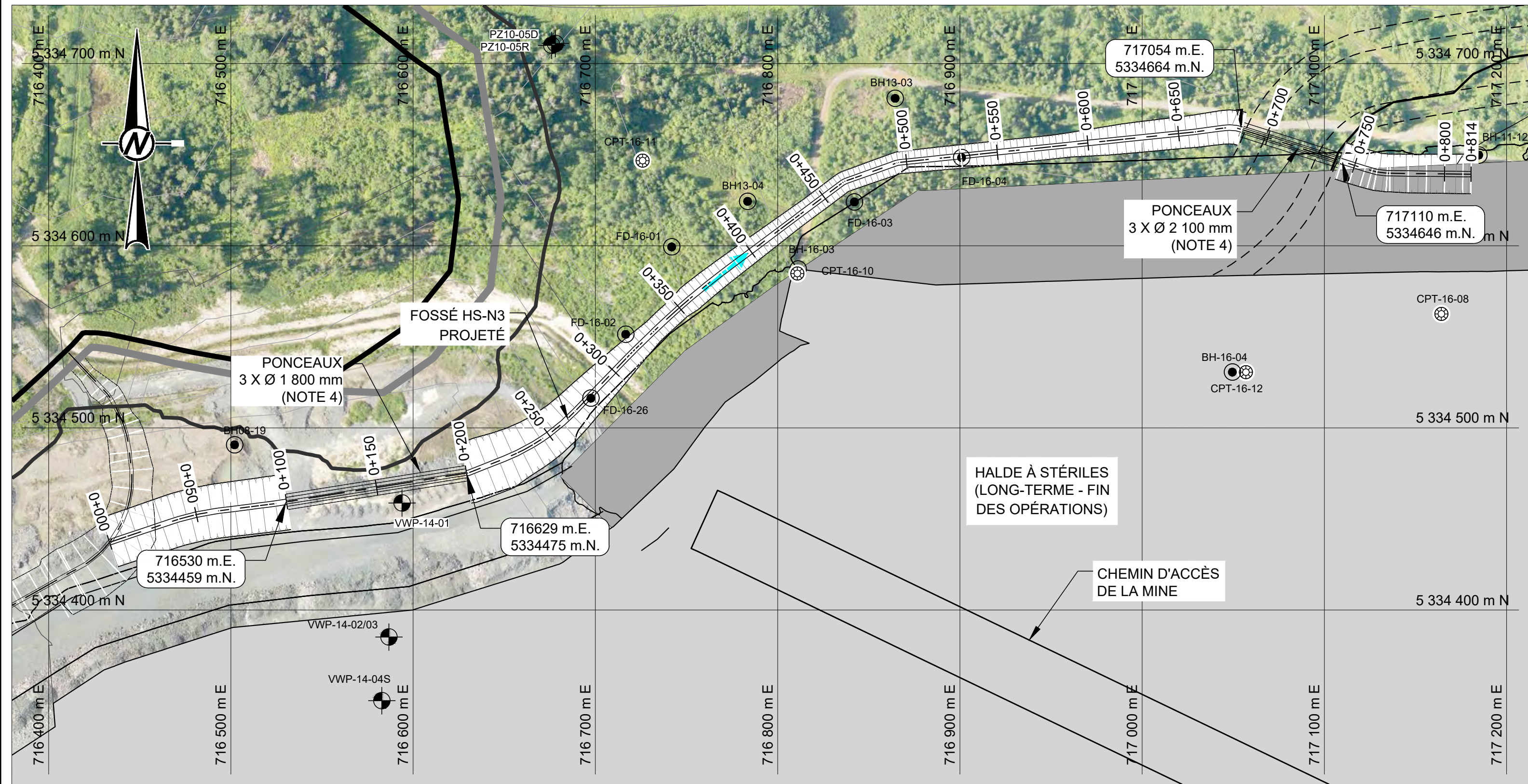
GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

TITRE
VUE EN PLAN ET COUPES DU BASSIN DE POMPAGE NE

N° PROJET 1669224	PHASE 23102	RÉV. 2	7 de 13	PLAN 2700-007
----------------------	----------------	-----------	---------	------------------

25 mm - SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS D



VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1 : 2 000

LÉGENDE

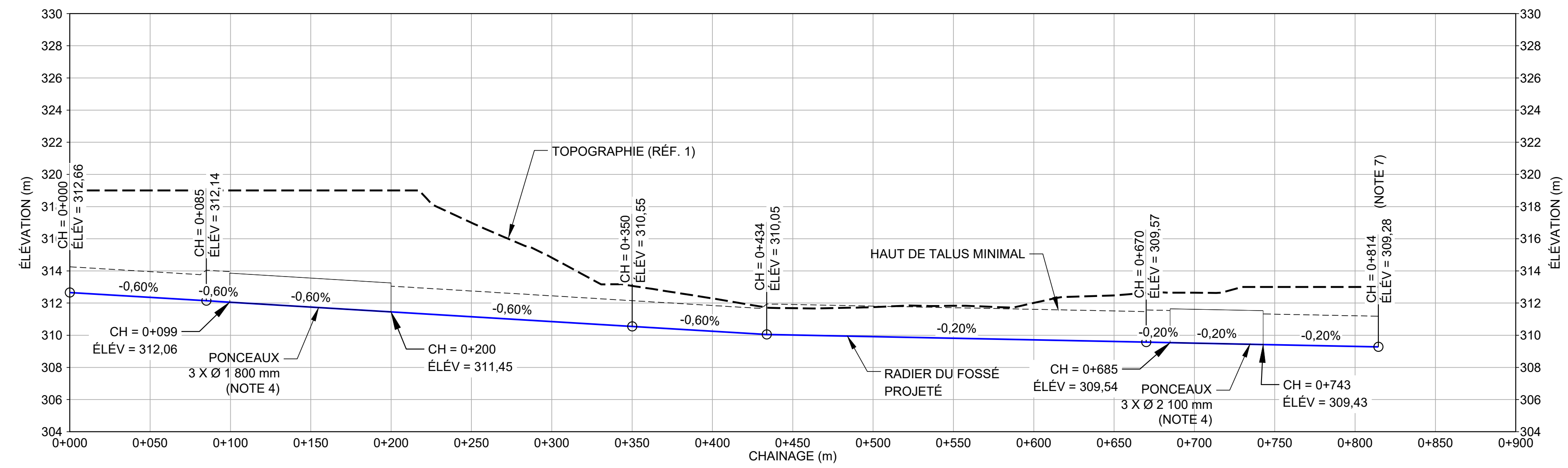
- 317 COURBE DE NIVEAU (m)
- PUIXS D'OBSERVATION (GOLDER, 2016)
- FORAGE (GOLDER, 2011 ET 2016)
- CPT (GOLDER, 2016)

RÉFÉRENCES

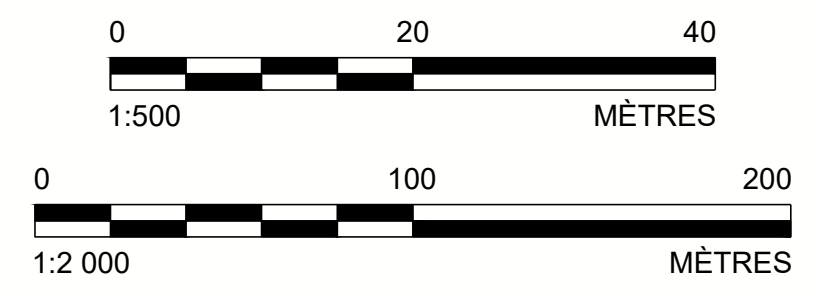
1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PARTICULIÈREMENT.
2. L'EMPREINTE DE LA HALDE À STÉRILES LONG-TERME PROVIENT DE CMGP (JUILLET 2017).
3. PHOTO AÉRIENNE FOURNIE PAR LE CLIENT (JUN 2017).

NOTES

1. LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE. LA MINE DEVRA ARPENTER L'ALIGNEMENT DES FOSSÉS ET DU BASSIN APRÈS LE DÉBOISEMENT ET LE DÉCAPAGE DU TERRAIN. LA CONCEPTION DES STRUCTURES DE GESTION DES EAUX DEVRA ÊTRE VÉRIFIÉE PAR LE CONCEPTEUR ET AJUSTÉE SI NÉCESSAIRE SUR LA BASE DES DONNÉES D'ARPENTAGE.
2. LA MINE EST RESPONSABLE DES CHEMINS D'ACCÈS NÉCESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION ET À L'ENTRETIEN DU RÉSEAU DE DRAINAGE.
3. DES AJUSTEMENTS DE L'ALIGNEMENT DES FOSSÉS POURRAIENT ÊTRE NÉCESSAIRES POUR FACILITER LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN. LE CAS ÉCHÉANT, LES AJUSTEMENTS DEVRONT ÊTRE APPROUVÉS PAR LE CONCEPTEUR.
4. LES DÉTAILS D'INSTALLATION DES PONCEAUX (TUYAU DE TÔLE ONDULÉE GALVANISÉE) SERONT FOURNIS PAR LA MINE. LA MINE DEVRA PORTER PARTICULIÈREMENT ATTENTION À L'INSTALLATION DES COLIERS DE JONCTION ENTRE LES SEGMENTS DES PONCEAUX. LES COLIERS DOIVENT FORMER UN JOINT ÉTANCHE À L'ÉCOULEMENT DE L'EAU POUR ÉVITER TOUTE EXFILTRATION, QUI CRÉERAIT UN RISQUE D'ÉROSION INTERNE DANS LE SOL EN PLACE ENTRE LES PONCEAUX ET LA PAROI DE LA FOSSE. LA MINE DEVRA CONSULTER LE FOURNISSEUR DES PONCEAUX POUR LES DÉTAILS D'INSTALLATION.
5. LA CONSTRUCTION DU FOSSÉ DANS SON SEGMENT AMONT POURRAIT AVOIR UN IMPACT SUR LA STABILITÉ DE LA HALDE À STÉRILES ET SUR LA STABILITÉ DE LA PAROI DE LA FOSSE. DES EMPILEMENTS DE MATÉRIAU GRANULAIRE (STÉRILES OU AUTRES) ET DES SOLS SE TROUVANT SUR L'EMPREINTE DU FOSSÉ OU ENTRE LE FOSSÉ ET LA FOSSE DEVRONT ÊTRE EXCAVÉS. À LA SUITE DE L'EXCAVATION, UN ARPENTAGE ET DES TRANCHÉES D'EXPLORATIONS DEVRAIENT ÊTRE EFFECTUÉS POUR VÉRIFIER LES FONDATIONS ET LA CONCEPTION PROPOSÉE AINSI QUE LE REcul MINIMAL NÉCESSAIRE POUR LIMITER LES RISQUES LIÉS À LA STABILITÉ DES PAROIS DE LA FOSSE ET À LA SÉCURITÉ DES OPÉRATIONS. UNE ÉVALUATION GÉOTECHNIQUE DOIT AVOIR LIEU AVANT ET PENDANT LA CONSTRUCTION DU FOSSÉ.
6. DE LA GÉOMEMBRANE BITUMINEUSE DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE SUR LE PÉRIMÈTRE DU FOSSÉ DANS LES SECTEURS EXCAVÉS DANS DES SOLS PERMÉABLES OU SUSCEPTIBLES À L'ÉROSION. POUR VÉRIFIER LA NATURE DES SOLS, DES TRANCHÉES D'EXPLORATION DEVRONT ÊTRE FAITES À UN INTERVALLE DE 30 m TOUT AU LONG DE L'ALIGNEMENT DU FOSSÉ AU PRÉALABLE.
7. LA CONCEPTION DU FOSSÉ À L'ENTRÉE DE LA FOSSE JEFFREY EXCAVÉE ET REMBLAYÉE DEVRA ÊTRE AJUSTÉE SELON LA TOPOGRAPHIE RÉELLE LORS DE LA CONSTRUCTION. LA MISE EN PLACE DE L'ENROCHEMENT DE PROTECTION DE PLUS GRANDES DIMENSIONS SERA PROBABLEMENT NÉCESSAIRE. LA CRÉATION DES CHUTES AUX PENTES LONGITUDINALES SUPÉRIEURES À 10% SERA ÉVITÉES. LE CONCEPTEUR DEVRA ÊTRE CONSULTÉ AVANT LA CONSTRUCTION.
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES : UTM NAD83, ZONE 17.



PROFIL LONGITUDINAL - HS-N3
ÉCHELLE HORIZONTALE 1 : 2 000
ÉCHELLE VERTICALE 1 : 200



RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJÉTÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

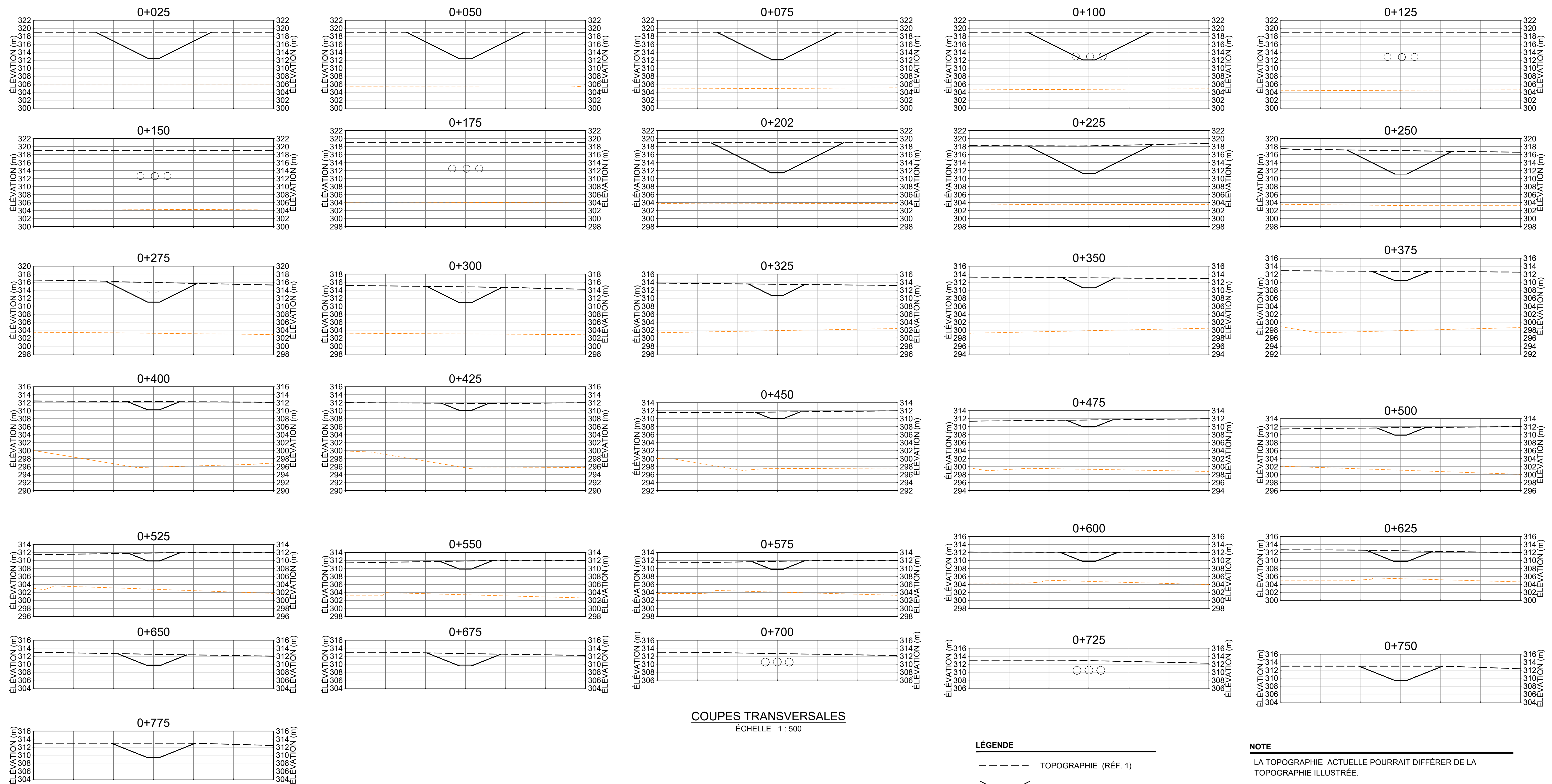
TITRE
VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU FOSSÉ HS-N3 LONG-TERME

N° PROJET 1669224	PHASE 23102	RÉV. 1	8 de 13	PLAN 2700-008
----------------------	----------------	-----------	---------	------------------

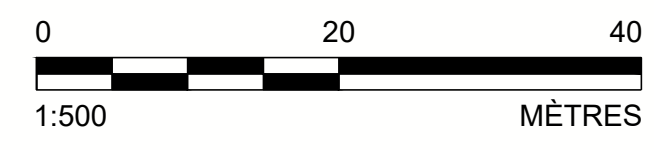
Chemin : \\golder\gds\gds\projets\SIS\KOPRODUCTION\1669224\23102.DWG | Nom du fichier : 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par : sbelinsky | Date : 2018-06-15 | Heure : 12:04:19 PM | Imprimé par : sbelinsky | Date : 2018-06-15 | Heure : 12:08:54 PM

SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D 25 mm

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\REV\PRODUCTION\PROJETS\SIS\REV\PRODUCTION\1669224\23102-003.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par: skrbnensky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: skrbnensky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:09:17 PM



COUPES TRANSVERSALES
ÉCHELLE 1 : 500



- LÉGENDE**
- TOPOGRAPHIE (RÉF. 1)
 - FOSSE PROJÉTÉ
 - PONCEAU PROJÉTÉ
 - ... SOCLE ROCHEUX PRÉSUMÉ

NOTE
LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE.

RÉFÉRENCES
1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

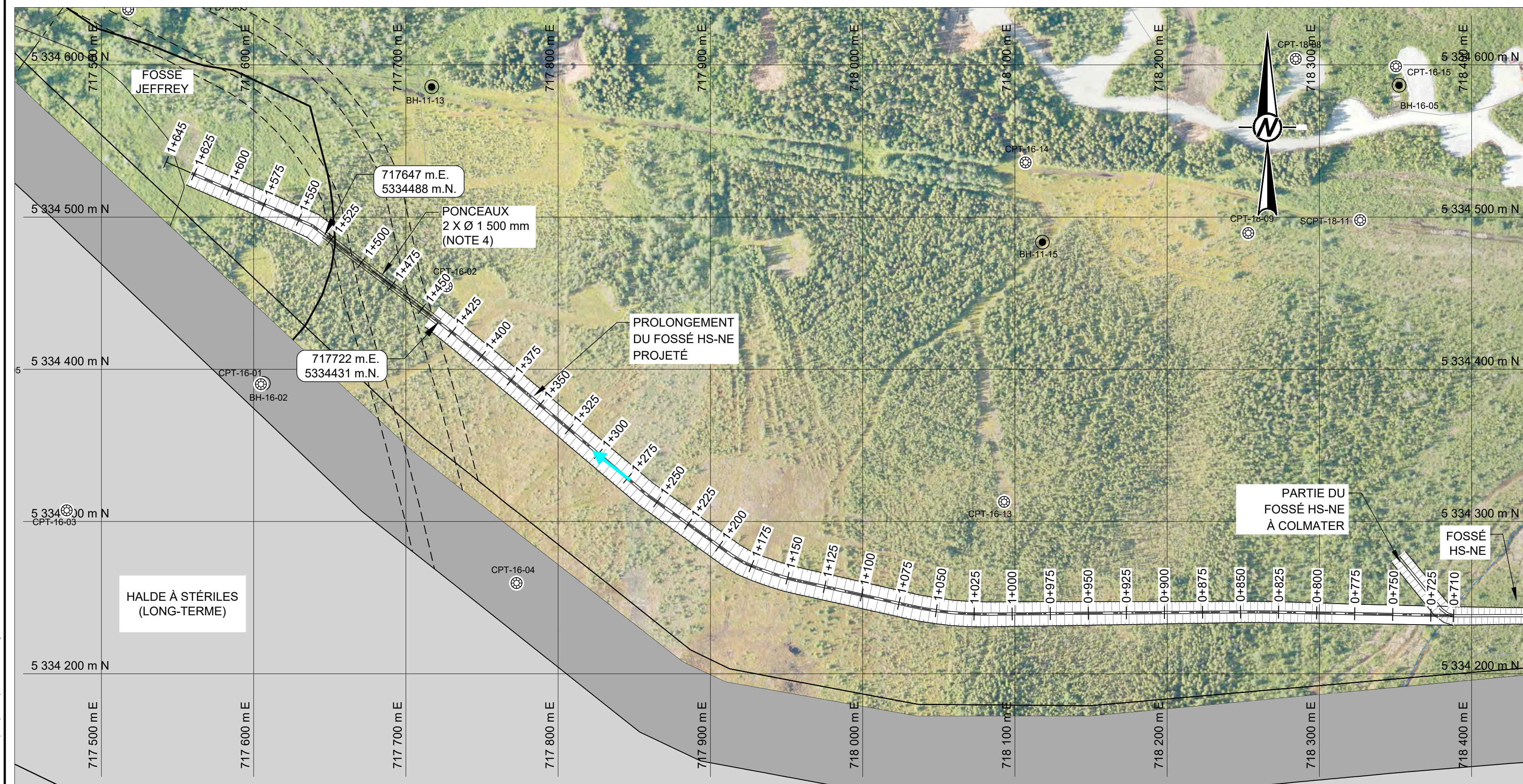
PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

TITRE
COUPES TRANSVERSALES DU FOSSE HS-N3 LONG-TERME

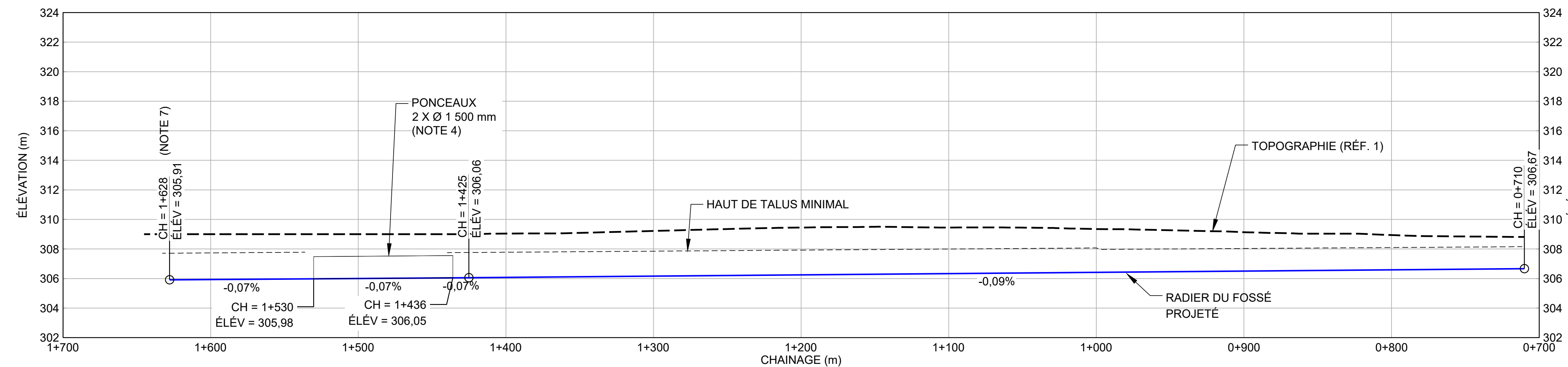
N° PROJET 1669224	PHASE 23102	RÉV. 1	9 de 13	PLAN 2700-009
----------------------	----------------	-----------	---------	------------------

25 mm | SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. (ANSI D)

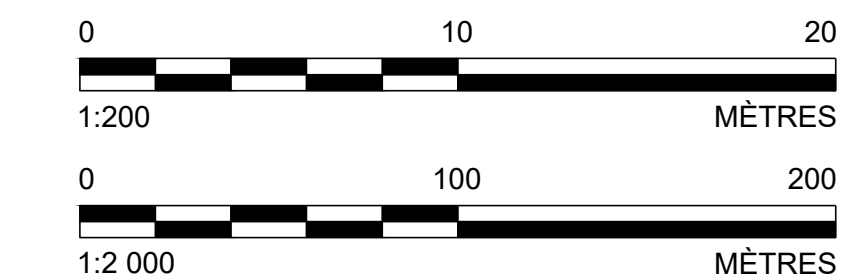
Chemin: \\golder\gpcad\projets\SISKOP\PRODUCTION\16694243\1021.dwg | Nom du fichier: 16694243-1021-003.DWG | Dernière édition par: sbrinsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: sbrinsky | Date: 2018-06-15 Heure: 12:10:00 PM
 25 mm | SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D



VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1 : 2 000



PROFIL LONGITUDINAL - PROLONGEMENT DU FOSSÉ HS-NE
ÉCHELLE HORIZONTALE 1 : 2 000
ÉCHELLE VERTICALE 1 : 200



LÉGENDE

- COURBE DE NIVEAU (m)
- PUIXS D'OBSERVATION (GOLDER, 2016)
- FORAGE (GOLDER, 2011 ET 2016)
- CPT (GOLDER, 2016)

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.
2. L'EMPREINTE DE LA HALDE À STÉRILES LONG-TERME PROVIENT DE CMGP (JUILLET 2017).
3. PHOTO AÉRIENNE FOURNIE PAR LE CLIENT (JUN 2017).

NOTES

1. LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE. LA MINE DEVRA ARPENTER L'ALIGNEMENT DES FOSSÉS ET DU BASSIN APRÈS LE DÉBOISEMENT ET LE DÉCAPAGE DU TERRAIN. LA CONCEPTION DES STRUCTURES DE GESTION DES EAUX DEVRA ÊTRE VÉRIFIÉE PAR LE CONCEPTEUR ET AJUSTÉE SI NÉCESSAIRE SUR LA BASE DES DONNÉES D'ARPENTAGE.
2. LA MINE EST RESPONSABLE DES CHEMINS D'ACCÈS NÉCESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION ET À L'ENTRETIEN DU RÉSEAU DE DRAINAGE.
3. DES AJUSTEMENTS DE L'ALIGNEMENT DES FOSSÉS POURRAIENT ÊTRE NÉCESSAIRES POUR FACILITER LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN. LE CAS ÉCHÉANT, LES AJUSTEMENTS DEVRONT ÊTRE APPROUVÉS PAR LE CONCEPTEUR LORS DE LA CONSTRUCTION.
4. LES DÉTAILS D'INSTALLATION DES PONCEAUX (TUYAU DE TÔLE ONDULÉE GALVANISÉE) SERONT FOURNIS PAR LA MINE.
5. LORS DU PROLONGEMENT VERS L'OUEST DU FOSSÉ HS-NE, LE SEGMENT DU FOSSÉ FAISANT LA CONNEXION AVEC LE BASSIN NE SERA ABANDONNÉ. LES SEGMENTS QUI SERONT ABANDONNÉS DEVRONT ÊTRE REMPLIS AVEC DE L'ARGILE (OU UN AUTRE MATÉRIAU DE FAIBLE PERMÉABILITÉ) COMPACTÉE SUR AU MOINS 15 m DE LONGUEUR AUX ALENTOURS DU CROISEMENT AVEC LE NOUVEL ALIGNEMENT ET CE, POUR ÉVITER L'ÉCOULEMENT DE L'EAU DANS CES SEGMENTS APRÈS LA CONSTRUCTION DU NOUVEL ALIGNEMENT. L'ENROCHEMENT DE PROTECTION DEVRA ÊTRE EXCAVÉ AVANT LE PLACEMENT DE L'ARGILE.
6. DE LA GÉOMÉMBRANE BITUMINEUSE DEVRA ÊTRE MISE EN PLACE SUR LE PÉRIMÈTRE DU FOSSÉ DANS LES SECTEURS EXCAVÉS DANS DES SOLS PERMÉABLES OU SUSCEPTIBLES À L'ÉROSION. POUR VÉRIFIER LA NATURE DES SOLS, DES TRANCHÉES D'EXPLORATION DEVRONT ÊTRE FAITES À UN INTERVALLE DE 30 m TOUT AU LONG DE L'ALIGNEMENT DU FOSSÉ AU PRÉALABLE.
7. LA CONCEPTION DU FOSSÉ À L'ENTRÉE DE LA FOSSE JEFFREY EXCAVÉE ET REMBLAYÉE DEVRA ÊTRE AJUSTÉE SELON LA TOPOGRAPHIE RÉELLE LORS DE LA CONSTRUCTION. LA MISE EN PLACE DE L'ENROCHEMENT DE PROTECTION DE PLUS GRANDES DIMENSIONS SERA PROBABLEMENT NÉCESSAIRE. LA CRÉATION DES CHUTES AUX PENTES LONGITUDINALES SUPÉRIEURES À 10% SERA ÉVITÉES. LE CONCEPTEUR DEVRA ÊTRE CONSULTÉ AVANT LA CONSTRUCTION.
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES : UTM NAD83, ZONE 17.

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3^e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

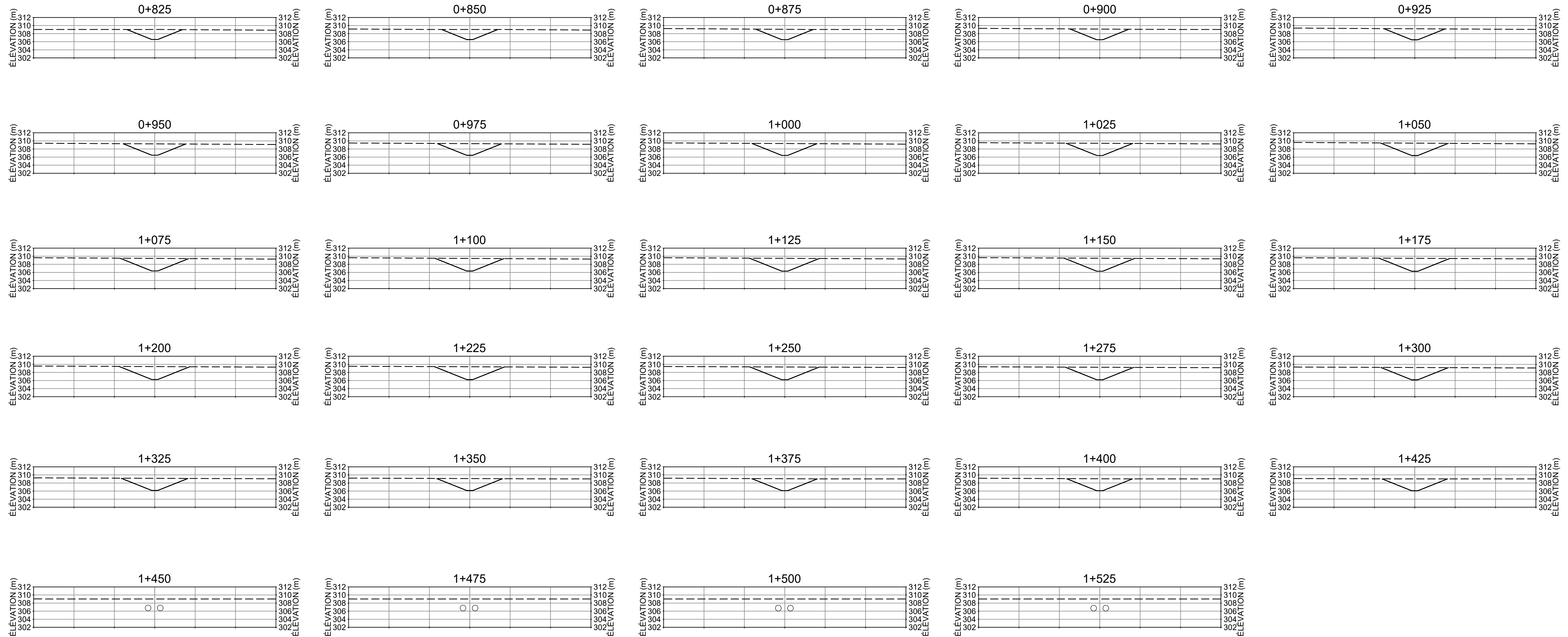
PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE
DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE
LA HALDE À STÉRILES

TITRE
VUE EN PLAN ET PROFIL LONGITUDINAL DU
PROLONGEMENT DU FOSSÉ HS-NE LONG-TERME

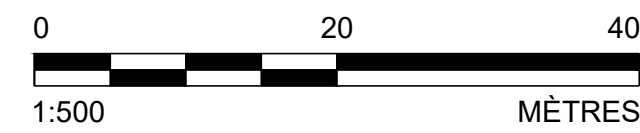
RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

N° PROJET	PHASE	RÉV.	10 de 13	PLAN
1669224	23102	1		2700-010

Chemin: \\golder\gds\projets\SIS\PRODUCTION\PROJETS\SIS\KOP\PRODUCTION\1669224\23102-003.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par: skrbinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:04:19 PM | Imprimé par: skrbinsky Date: 2018-06-15 Heure: 12:03:00 PM



COUPES TRANSVERSALES
ÉCHELLE 1 : 500



LÉGENDE

- TOPOGRAPHIE (RÉF. 1)
- FOSSE PROJÉTÉ
- PONCEAU PROJÉTÉ

NOTE

LA TOPOGRAPHIE ACTUELLE POURRAIT DIFFÉRER DE LA TOPOGRAPHIE ILLUSTRÉE.

RÉFÉRENCES

1. LA TOPOGRAPHIE EST UNE COMBINAISON D'UN RELEVÉ LIDAR FOURNI PAR CMGP (DESSIN compil.dwg) EN 2011, DE CARTE À L'ÉCHELLE 1:20 000 DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE FORAGES ARPENTÉS PAR GOLDER.

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



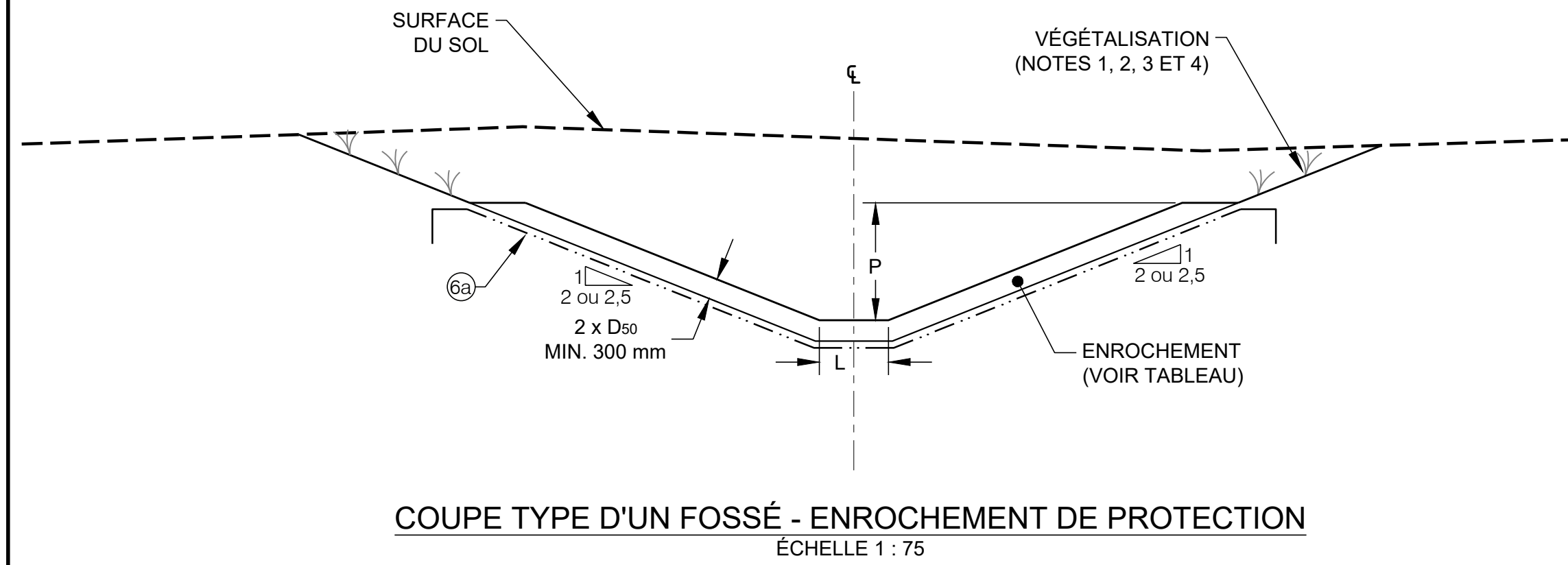
GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

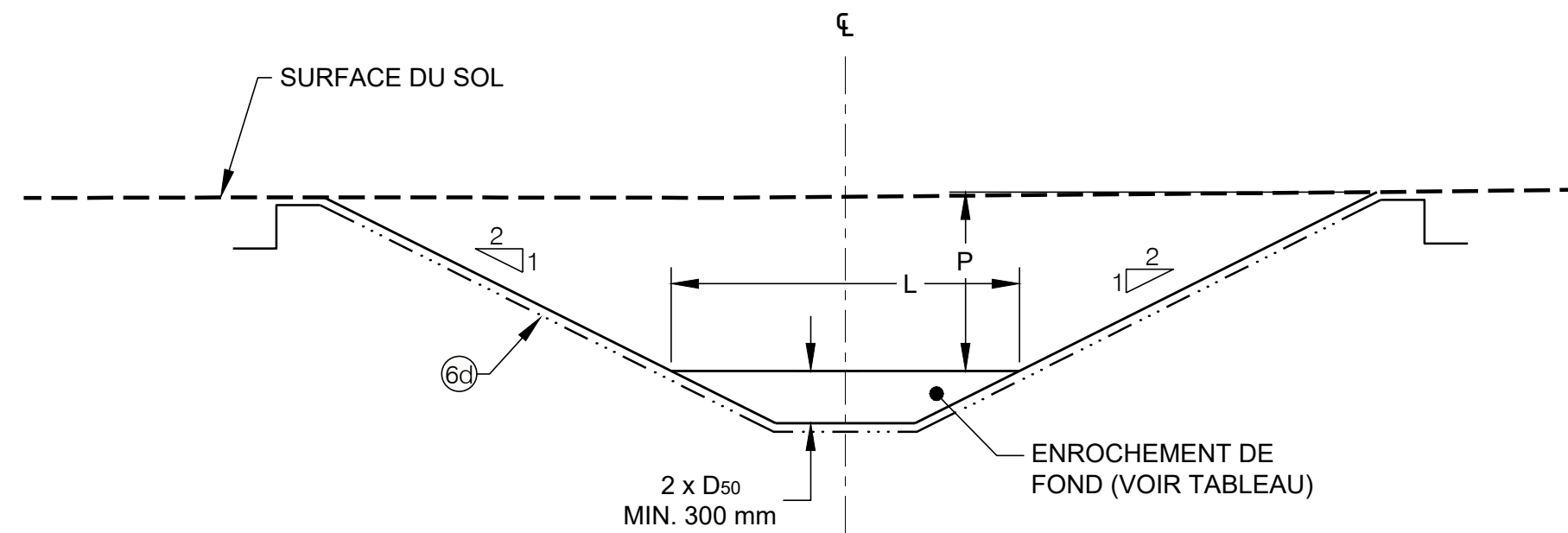
TITRE
COUPES TRANSVERSALES DU PROLONGEMENT DU FOSSE HS-NE LONG-TERME

N° PROJET	PHASE	RÉV.	11 de 13	PLAN
1669224	23102	1		2700-011

Chemin: \\golder\gpc\projets\SOS\SERVICES\PRODUCTION\1669224\23102-003.DWG | Nom du fichier: 1669224-23102-003.DWG | Dernière édition par: sbelinsky Date: 2018-06-15 Heure: 10:58 PM | Imprimé par: sbelinsky Date: 2018-06-15 Heure: 3:10:08 PM



COUPE TYPE D'UN FOSSÉ - ENROCHEMENT DE PROTECTION
ÉCHELLE 1 : 75



COUPE TYPE D'UN FOSSÉ - MEMBRANE BITUMINEUSE
ÉCHELLE 1 : 75

STRUCTURE	CHAÎNAGE	DIMENSIONS PROPOSÉES DU FOSSÉ				
		PROFONDEUR MINIMALE (P) (m)	LARGEUR À LA BASE (L) (m)	PENTE DES TALUS XH:1V	ENROCHEMENT DE PROTECTION FOND TYPE	ENROCHEMENT DE PROTECTION TALUS TYPE
FOSSÉ HS-N2	(0+000 à 0+400)	1.4	1	2	AUCUN (NOTE A)	AUCUN (NOTE A)
	(0+400 à 0+650)	1.5	1.5	2		
	(0+650 à 1+150)	2	2	2		
	(1+150 à 1+603)	1.8	2	2		
FOSSÉ HS-NE (COURT-TERME)	(1+603 à 1+752)	1.7	2	2	1d	1d
	(0+000 à 0+117)	1.3	1	2.5		
	(0+117 à 0+139)	1.3	1.0 à 5.4 (NOTE B)	2.5		
	(0+139 à 0+190)	PONCEAUX T.T.O.G. 2*1200 mm				
FOSSÉ HS-N3	(0+190 à 0+210)	1.2	5.4 à 1.5 (NOTE B)	2.5	1d	1d
	(0+210 à 0+483)	1.2	1.5	2.5	1d	1d
	(0+000 à 0+072)	1.6	3	2	1d	1d
	(0+072 à 0+099)	1.9	3.0 à 8.4 (NOTE C)	2	1d	1d
	(0+099 à 0+200)	PONCEAUX T.T.O.G. 3*1800 mm				
	(0+200 à 0+227)	1.6	8.4 à 3.0 (NOTE C)	2	1d	1d
	(0+227 à 0+350)	1.6	3	2	1d	1d
	(0+350 à 0+434)	1.6	3	2.5	1d	1d
	(0+434 à 0+670)	1.9	3	2.5	1d	1d
	(0+670 à 0+653)	2	3	2.5	1d	1d
	(0+653 à 0+685)	2	3.0 à 9.3 (NOTE D)	2.5	1d	1d
	(0+685 à 0+743)	PONCEAUX T.T.O.G. 3*2100 mm				
	(0+743 à 0+775)	1.9	9.3 à 3.0 (NOTE D)	2.5	1d	1d
	(0+775 à 0+814)	1.9	3	2.5	1d	1d
FOSSÉ HS-NE (LONG-TERME)	(0+814 à 1+000)	1.6	1.5	2.5	1d	1d
	(1+000 à 1+410)	1.7	1.5	2.5	1d	1d
	(1+410 à 1+413)	1.9	1.5	2.5	1d	1d
	(1+413 à 1+436)	1.9	1.5 à 6.0 (NOTE E)	2.5	1d	1d
	(1+436 à 1+530)	PONCEAUX T.T.O.G. 2*1500 mm				
	(1+530 à 1+553)	1.8	6.0 à 1.5 (NOTE E)	2.5	1d	1d
	(1+553 à 1+628)	1.8	1.5	2.5	1d	1d

NOTES:

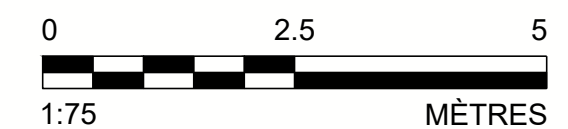
- LE FOSSÉ HS-N2 NE SERA PAS ENROCHÉ BIEN QUE DE L'ÉROSION SOIT ANTICIPÉE SUR LES PAROIS ET LE FOND DU FOSSÉ, CAR IL EST PRÉVU POUR UNE COURTE VIE UTILE (ENVIRON 14 MOIS) ET LES SÉDIMENTS QUI S'Y ACCUMULENT SERONT CAPTÉS DANS LE BASSIN NE DURANT CETTE PÉRIODE. DE PLUS, CE FOSSÉ SERA REMBLAYÉ LORS DE L'EXTENSION DE LA HALDE VERS LE NORD.
- LA LARGEUR À LA BASE EST DE 5.4 m À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES PONCEAUX. LA TRANSITION EN AMONT DU PONCEAU DE 1.0 m À 5.4 m DOIT SE FAIRE GRADUELLEMENT SUR UNE LONGUEUR DE 22 m; LA TRANSITION EN AVAL DU PONCEAU DE 5.4 m À 1.5 m DOIT SE FAIRE GRADUELLEMENT SUR UNE LONGUEUR DE 20 m.
- LA LARGEUR À LA BASE EST DE 8.4 m À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES PONCEAUX. LES TRANSITIONS EN AMONT ET EN AVAL DU PONCEAU À LA LARGEUR DE 3.0 m DOIVENT SE FAIRE GRADUELLEMENT SUR UNE LONGUEUR DE 27 m.
- LA LARGEUR À LA BASE EST DE 9.3 m À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES PONCEAUX. LES TRANSITIONS EN AMONT ET EN AVAL DU PONCEAU À LA LARGEUR DE 3.0 m DOIVENT SE FAIRE GRADUELLEMENT SUR UNE LONGUEUR DE 32 m.
- LA LARGEUR À LA BASE EST DE 6.0 m À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES PONCEAUX. LES TRANSITIONS EN AMONT ET EN AVAL DU PONCEAU À LA LARGEUR DE 1.5 m DOIVENT SE FAIRE GRADUELLEMENT SUR UNE LONGUEUR DE 23 m.
- LES TRANSITIONS ENTRE DEUX SEGMENTS DE LARGEURS À LA BASE DIFFÉRENTES DEVRAIT SE FAIRE GRADUELLEMENT SUR UNE LONGUEUR DE 5,0 M, SI LES DEUX SEGMENTS ONT DES PENTES DIFFÉRENTES, LA TRANSITION DEVRA SE FAIRE SUR LE SEGMENT À PENTE LA PLUS FAIBLE.

NOTES

- LES DÉTAILS DES TRAVAUX DE VÉGÉTALISATION DES FOSSÉS (CHOIX D'ESPÈCES, LA MÉTHODE ET LA PÉRIODE D'ENSEMENCEMENT) SERONT FOURNIS PAR LA MINE.
- LA VÉGÉTALISATION DES FOSSÉS DOIT SE FAIRE LE PLUS RAPIDEMENT POSSIBLE SUITE À LA FIN DES TRAVAUX D'EXCAVATION POUR LIMITER LE TEMPS D'EXPOSITION DES TALUS DÉNUDÉS.
- LÀ OÙ LE FOSSÉ INTERCEPTE DES ÉCOULEMENTS D'EAU DE SURFACE CONCENTRÉS, UNE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION EN ENROCHEMENT ADDITIONNELLE POURRA ÊTRE NÉCESSAIRE. LE CAS ÉCHÉANT, UNE ADAPTATION AU PRÉSENT PLAN SE FERA SUR LE TERRAIN SOUS LA DIRECTION DU REPRÉSENTANT DE LA MINE ET AVEC L'APPROBATION DU CONCEPTEUR.
- LE PROPRIÉTAIRE OU SON REPRÉSENTANT POURRAIT DÉCIDER DE REMPLACER LE GÉOTEXTILE DE SÉPARATION (MATÉRIAU 6a) AVEC UNE COUCHE DE MATÉRIAU DE TRANSITION APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR. LE CAS ÉCHÉANT, L'ÉPAISSEUR DE LA COUCHE DE TRANSITION DEVRAIT ÊTRE D'UNE ÉPAISSEUR MINIMALE DE 0,3 m.
- LA MISE EN PLACE DU GÉOTEXTILE OU DE LA MEMBRANE BITUMINEUSE DEVRA SE FAIRE SUR UN SOL CONSTITUANT UNE FONDATION ACCEPTABLE. LE BESOIN EN DÉCAPAGE DU TERRAIN SERA ÉVALUÉ ET DÉCIDÉ PAR LE REPRÉSENTANT DE LA MINE LORS DE LA CONSTRUCTION.
- LA COUCHE D'ENROCHEMENT DE PROTECTION DEVRA AVOIR UNE ÉPAISSEUR MINIMALE ÉGALE À LA PLUS ÉPAISSE ENTRE 300 mm OU 2xD50 (DEUX FOIS LE DIAMÈTRE D50 DU MATÉRIAU SPÉCIFIÉ).
- LÀ OÙ UNE MEMBRANE BITUMINEUSE EST REQUISE (VOIR NOTES 6 SUR LES PLAN 008 ET 010), L'ANCRAGE DANS LA DIRECTION DE L'AXE DU FOSSÉ DEVRA SE FAIRE EN ENTERRANT LA GÉOMEMBRANE SUR MINIMUM 1 m SOUS LE NIVEAU DU RADIER DU FOSSÉ. L'INSTALLATION DE LA GÉOMEMBRANE DEVRA SE FAIRE SELON LES SPÉCIFICATIONS DU MANUFACTURIER POUR LIMITER LE RISQUE DE DÉCOCHEMENT ET DE PERFORATION, CE QUI ENTRAÎNERAIT DES FUITES D'EAU.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

TYPE	DESCRIPTION
1d	STÉRILES MINIERES SÉLECTIONNÉS D50 = 100 mm
6a	GÉOTEXTILE DE SÉPARATION
6d	GÉOMEMBRANE BITUMINEUSE



RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE
DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE
LA HALDE À STÉRILES

TITRE
COUPES TYPES

N° PROJET 1669224 PHASE 23102 RÉV. 1 12 de 13 PLAN 2700-012

SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS/D 25 mm

NOTES - DÉFINITIONS DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

1. MATÉRIAU TYPE 1d : STÉRILES MINIERS ÉTALÉS, SÉLECTIONNÉS PROVENANT DE LA FOSSE CANADIAN MALARTIC. AU MINIMUM 50% DE LA MASSE CONSISTE EN DES PARTICULES D'UN DIAMÈTRE SUPÉRIEUR À 100 mm. LES LIMITES INFÉRIEURES GRANULOMÉTRIQUES SONT PRÉSENTÉES AU TABLEAU SUIVANT:

LIMITE INFÉRIEURE	
DIAMÈTRE DES PARTICULES (mm)	% PASSANT EN MASSE
150	100
120	85
100	50
40	15
0,08	5

2. MATÉRIAU TYPE 1e : STÉRILES MINIERS ÉTALÉS, SÉLECTIONNÉS PROVENANT DE LA FOSSE CANADIAN MALARTIC. AU MINIMUM 50% DE LA MASSE CONSISTE EN DES PARTICULES D'UN DIAMÈTRE SUPÉRIEUR À 300 mm. LES LIMITES INFÉRIEURES GRANULOMÉTRIQUES SONT PRÉSENTÉES AU TABLEAU SUIVANT:

LIMITE INFÉRIEURE	
DIAMÈTRE DES PARTICULES (mm)	% PASSANT EN MASSE
450	100
360	85
300	50
120	15
0,08	5

3. MATÉRIAU TYPE 1o : MATÉRIAUX GRANULAIRES. LES DIMENSIONS DES PARTICULES DEVRAIENT S'ENCADRER DANS LES CATÉGORIES CAILLOUX ET BLOCS AFIN D'AVOIR UNE TRÈS HAUTE PERMÉABILITÉ. LA GRANULOMÉTRIE DOIT ÊTRE UNIFORME AFIN D'AVOIR UN INDICE DES VIDES ÉLEVÉ.

4. MATÉRIAU TYPE 5a : ARGILE SILTEUSE, SILT ARGILEUX SÉLECTIONNÉ. L'ARGILE DOIT ÊTRE PLASTIQUE. NON GELÉE ET CONTENIR 95% DE FINES (POURCENTAGE DE MATÉRIEL PAR MASSE PASSANT LE TAMIS 200 (0,075 mm)).

5. MATÉRIAU TYPE 6a : LE GÉOTEXTILE DE SÉPARATION DOIT ÊTRE UN TISSU POLYMÉRIQUE NON TISSÉ, PERCÉ À L'AIGUILLE, TEL QUE LE TEXEL 7612 OU UN ÉQUIVALENT APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR, ET DEVRA AVOIR LES PROPRIÉTÉS SUIVANTES :

PROPRIÉTÉ	VALEUR	UNITÉ	MÉTHODE D'ESSAI
ÉPAISSEUR	1,3	mm	ASTM D5199
RÉSISTANCE EN TENSION	800 MIN.	N	ONGC 148.1 NO.7.3.
ALLONGEMENT À LA RUPTURE	ENTRE 45 ET 105	%	ONGC 148.1 NO.7.3.
RÉSISTANCE À L'ÉCLATEMENT	2275 MIN.	Kpa	ONGC 4.2 NO.11.1.

6. MATÉRIAU TYPE 6d : LA GÉOMEMBRANE BITUMINEUSE DOIT ÊTRE À BASE DE BITUME ÉLASTOMÈRE, TEL QUE LA COLÉTANCHE ES2 OU UN ÉQUIVALENT APPROUVÉ PAR LE CONCEPTEUR, ET DEVRA AVOIR LES PROPRIÉTÉS MINIMALES SUIVANTES:

PROPRIÉTÉ	SENS	VALEUR	UNITÉ	MÉTHODE D'ESSAI
ÉPAISSEUR	N/A	4,0	mm	ASTM D5199
MASSE SURFACIQUE	N/A	4,85	Kg/m ²	ASTM D 3776
RÉSISTANCE À LA DÉCHIRURE (SENS EN LONG)	SENS LONG	825	N	ASTM D 4073
	SENS TRAVERS	700		
PROPRIÉTÉ EN TRACTION	SENS LONG	27	Kn/m	ASTM D 7275
	SENS TRAVERS	24		
PROPRIÉTÉ EN TRACTION : ALLONGEMENT MAXIMAL	SENS LONG	60	%	ASTM D 4595
	SENS TRAVERS	60		
PROPRIÉTÉ EN TRACTION : FORCE MAXIMALE	SENS LONG	25	Kn/m	ASTM D 4833
	SENS TRAVERS	21		
PROPRIÉTÉ EN TRACTION : ALLONGEMENT MAXIMAL	SENS LONG	80	%	ASTM D 5147
	SENS TRAVERS	80		
RÉSISTANCE AU POINÇONNEMENT STATIQUE	N/A	530	N	ASTM D 4833
SOUPLESSE À BASSE TEMPÉRATURE	SURFACE	-20	°C	ASTM D 5147
	SOUS FACE	-20		
TRANSMISSION DE LA VAPEUR D'EAU	N/A	m/s	6.10-14	ASTM E 96
PERMÉABILITÉ AU GAZ	N/A	m ³ /(m ² .j.atm)	< 2,3.10-14	ASTM D 1434-82

7. MATÉRIAU TYPE 8 : STÉRILES MINIERS TOUT-VENANT PROVENANT DE LA FOSSE CANADIAN MALARTIC. MATÉRIAU PROVENANT D'UNE ROCHE DURE ET DURABLE, RÉSISTANTE AU GEL ET NE POUVANT ÊTRE EXCAVÉE ADÉQUATEMENT QU'À L'AIDE D'EXPLOSIFS. MATÉRIAU GRANULAIRE ET DRAINANT À GRANULOMÉTRIE ÉTALÉE. LE DIAMÈTRE DES PARTICULES EST SITUÉ ENTRE 0 ET 2,0 m.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION	
TYPE	DESCRIPTION
1d	STÉRILES MINIERS SÉLECTIONNÉS D ₅₀ = 100 mm
1e	ÉRILES MINIERS SÉLECTIONNÉS D ₅₀ = 300 mm
1o	MATÉRIAUX GRANULAIRES GROSSIERS ET UNIFORMES
5a	ARGILE SILTEUSE, SILT ARGILEUX
6a	GÉOTEXTILE DE SÉPARATION
6d	GÉOMEMBRANE BITUMINEUSE
8	STÉRILES MINIERS TOUT-VENANT

NOTES - MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX

I. TOLÉRANCES : LES DIMENSIONS EN PLACE NE DEVRONT PAS ÊTRE INFÉRIEURES AUX DIMENSIONS MONTRÉES SUR LES PLANS D'AMÉNAGEMENT ET LES PENTES DES REMBLAIS ET D'EXCAVATION NE DEVRONT PAS ÊTRE PLUS ABRUPTES À MOINS D'UNE AUTORISATION ÉCRITE DU CONCEPTEUR. LES LARGEURS DES ZONES DES MATÉRIAUX NE DEVRONT PAS ÊTRE INFÉRIEURES AUX DIMENSIONS MONTRÉES SUR LES PLANS. PAR AILLEURS, LES TOLÉRANCES SUR LES DIMENSIONS DES ZONES SONT, À MOINS D'AVIS CONTRAIRE, LES SUIVANTES :

- TOLÉRANCE GÉNÉRALE SUR LES ÉLÉVATIONS : ± 0,1 m;
- TOLÉRANCE SUR LE FOND DE L'EXCAVATION DU BASSIN DE POMPAGE NE: ± 0,3 m
- TOLÉRANCE SUR LES DISTANCES HORIZONTALES : ± 0,3 m.

II. LORS DES TRAVAUX D'EXCAVATION ET DE MISE EN PLACE, IL EST NÉCESSAIRE DE MAINTENIR À SEC LES AIRES DE TRAVAIL, INCLUANT LE POMPAGE ET LE DRAINAGE NÉCESSAIRES.

III. LA MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX DOIT ÊTRE EFFECTUÉE SUR UNE FONDATION PRÉPARÉE. UNE FONDATION PRÉPARÉE CONSISTE EN UNE SURFACE LISSE ET LIBRE DE TOUT DÉBRIS, DE MATIÈRE ORGANIQUE, DE MATÉRIAUX DÉLÉTÈRES AINSI QUE DE PROTUBÉRANCES PROVENANT DE GRANULATS AFFLEURANTS À LA SURFACE DU SOL.

IV. MATÉRIAUX GELÉS : LES MATÉRIAUX GELÉS NE DOIVENT PAS ÊTRE MIS EN PLACE ET DES MATÉRIAUX NON GELÉS NE DOIVENT PAS ÊTRE ÉTENDUS SUR UNE SURFACE GELÉE. LES MATÉRIAUX GELÉS DÉJÀ EN PLACE DEVRONT ÊTRE ENLEVÉS AVANT DE POURSUIVRE LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION.

V. SÉGRÉGATION : LES MATÉRIAUX AYANT SUBI DE LA SÉGRÉGATION DURANT LE TRANSPORT OU LEUR MISE EN PLACE DEVRONT ÊTRE MÉLANGÉS AVANT LA FINALISATION DU PLACEMENT.

VI. MISE EN PLACE DU GÉOTEXTILE : LE GÉOTEXTILE DEVRA ÊTRE INSTALLÉ PERPENDICULAIRE À L'ALIGNEMENT DU FOSSÉ, À PARTIR DE L'AMONT VERS L'AVAL AFIN DE LIMITER L'ÉCOULEMENT DE L'EAU SOUS LE GÉOTEXTILE. LE CHEVAUchement DE DEUX LAIZES DE GÉOTEXTILE DEVRA ÊTRE D'AU MOINS 300 mm. LE GÉOTEXTILE DOIT ÊTRE ANCRÉ DE FAÇON ADÉQUATE. LA MÉTHODE D'ANCRAGE (TRANCHÉE, POIDS, ETC.) SERA CHOISIE PAR LE PROPRIÉTAIRE DÉPENDAMMENT DES CONDITIONS DE TERRAIN AFIN DE PRÉVENIR UN GLISSEMENT DES LAIZES.

VII. L'INSTALLATION DE LA GÉOMEMBRANE BITUMINEUSE DEVRA SE FAIRE SELON LES RECOMMANDATIONS DU MANUFACTURIER. UNE ATTENTION PARTICULIÈRE DEVRA ÊTRE APPORTÉE AUX SOUDURES AFIN DE LIMITER LES EXFILTRATIONS DU FOSSÉ.

SCEAU

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



GOLDER ASSOCIÉS LTÉE
7250, RUE DU MILE END, 3e ÉTAGE
MONTRÉAL (QUÉBEC)
CANADA H2R 3A4
+1 (514) 383-0990
www.golder.com

PROJET
CONCEPTION DU SYSTÈME DE DRAINAGE DES EAUX DE L'EXTENSION DE LA HALDE À STÉRILES

TITRE
NOTES DE CONSTRUCTION ET DÉFINITION DES MATÉRIAUX

RÉV.	AAAA-MM-JJ	DESCRIPTION	DESSINÉ	PROJETÉ	RÉVISÉ	APPROUVÉ
2	2018-06-15	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
1	2018-05-02	ÉMIS POUR DEMANDE DE MODIFICATION DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	F. Filion	F. Filion	V. Rojanschi
0	2017-07-28	ÉMIS POUR DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
B	2017-07-24	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova
A	2017-06-02	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	R. Gravel	J. Lutti	V. Rojanschi	M. Kissiova

N° PROJET	PHASE	RÉV.	13 de 13	PLAN
1669224	23102	2		2700-013

ANNEXE B

Résultats des analyses de stabilité

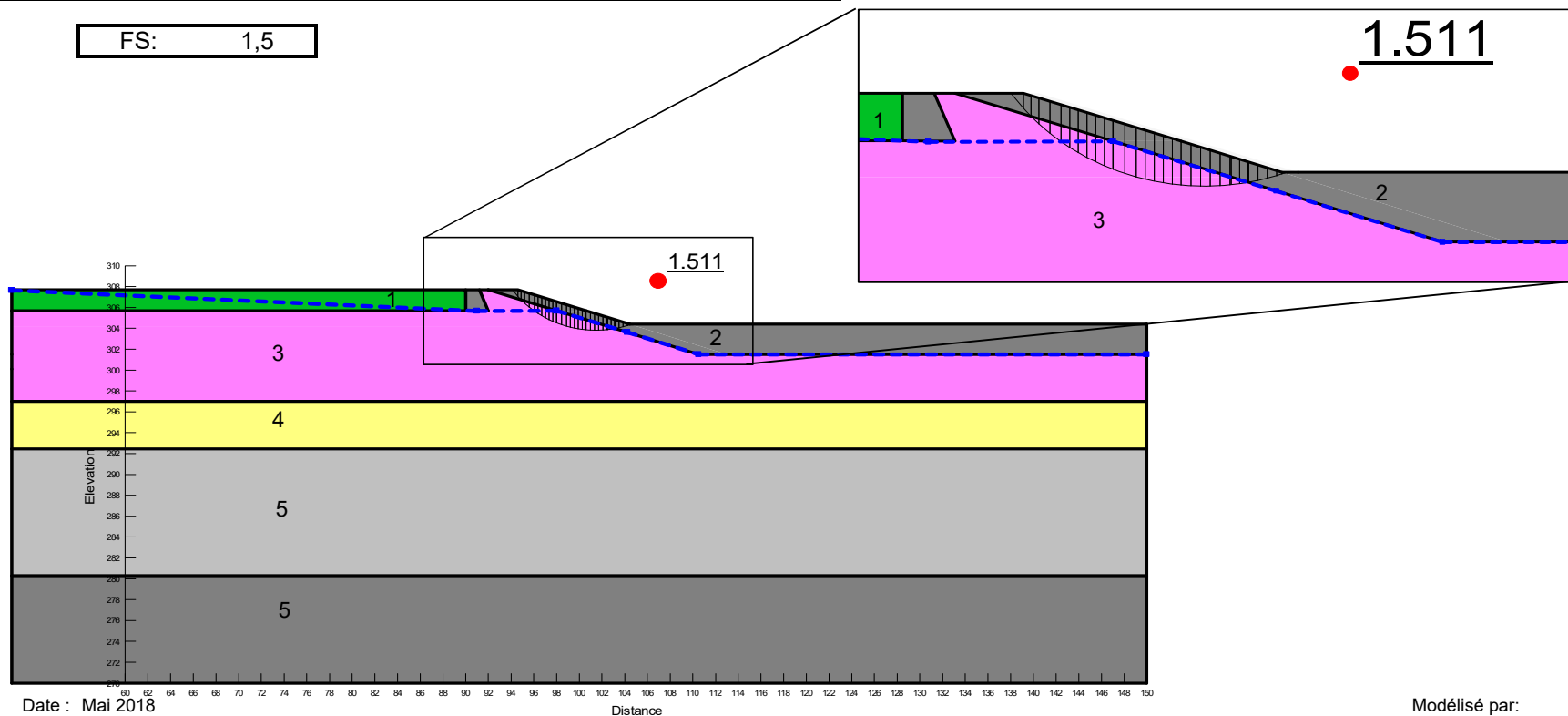
**Stabilité du bassin NE (Odyssey)
Condition statique, drainée**

Figure B-1

N°	Matériau	Paramètres géotechniques		
		γ (kN/m ³)	ϕ (°)	Cohésion (kPa)
1	Tourbe	12,0	0	10
2	Enrochement	20,0	35	0
3	Argile à argile silteuse	16,1	26	0
4	Sable silteux	20,0	30	0
5	Roc	Impénétrable		

Dimensions:	
Pente du bassin	3H:1V
Élévation fond du bassin	301,5 m
Enrochement au fond du bassin	2,9 m
Enrochement sur les pentes	0,9 m

FS: 1,5



Date : Mai 2018
Projet: 1669424-23102

Modélisé par: MLBL
Révisé par: MLS

Golder Associés

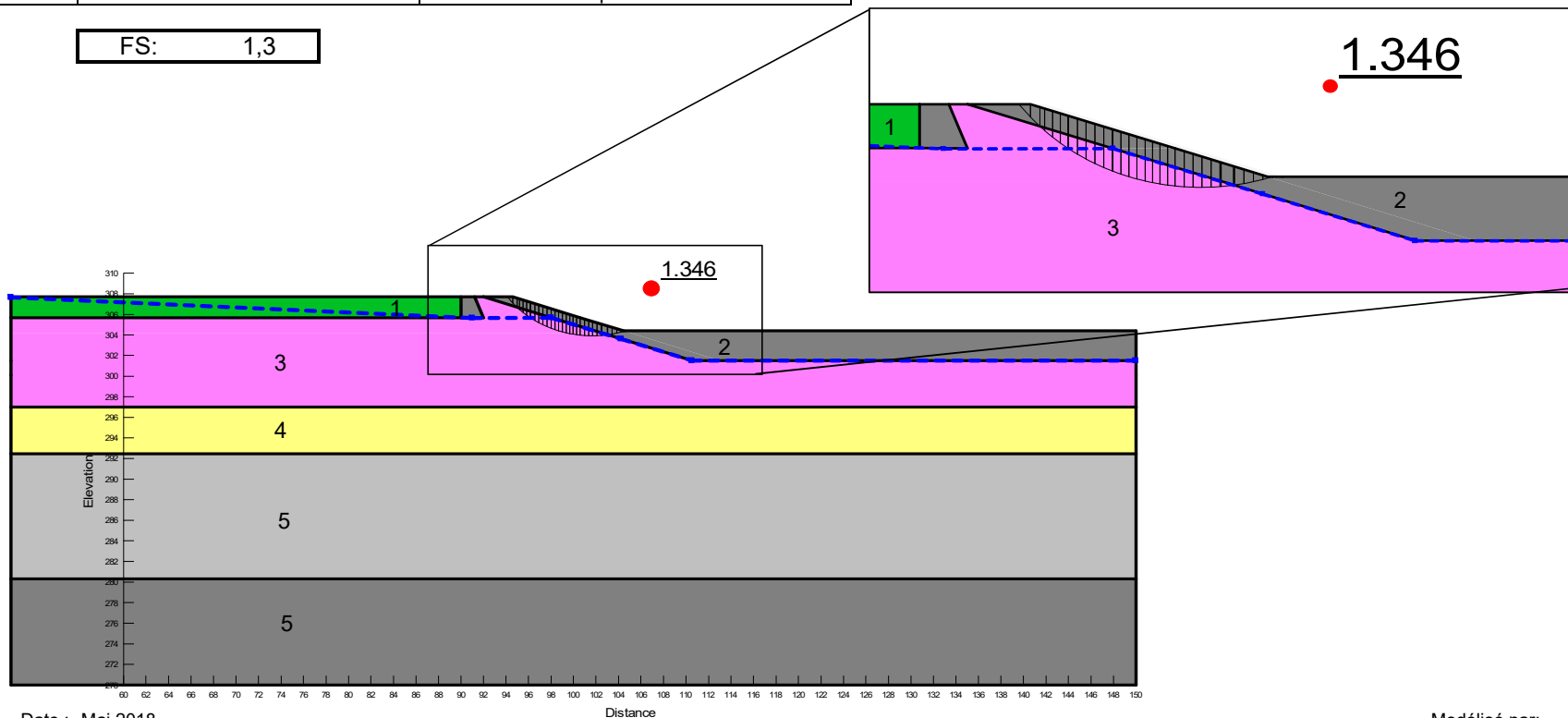
**Stabilité du bassin NE (Odyssey)
Condition pseudo-statique, drainée**

Figure B-2

N°	Matériau	Paramètres géotechniques		
		γ (kN/m ³)	ϕ (°)	Cohésion (kPa)
1	Tourbe	12,0	0	10
2	Enrochement	20,0	35	0
3	Argile à argile silteuse	16,1	26	0
4	Sable silteux	20,0	30	0
5	Roc	Impénétrable		

Dimensions:	
Pente du bassin	3H:1V
Élévation fond du bassin	301,5 m
Enrochement au fond du bassin	2,9 m
Enrochement sur les pentes	0,9 m
Charge sismique horizontale	0,0375

FS: 1,3



Date : Mai 2018
Projet: 1669424-23102

Modélisé par: MLBL
Révisé par: MLS

Golder Associés

ANNEXE

E

ÉVALUATION DES DÉBITS
D'EXHAURE ET DES
IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES
EAUX SOUTERRAINES

MÉMORANDUM TECHNIQUE**DATE** 6 novembre 2020

GAL101-1776338-MTF-Rev0

À Richard Harrison - Directeur de l'évaluation de projets
Mine Canadian Malartic**C.C** Stéphanie Lafrenière, coordonnatrice au Développement durable**DE** Michel Mailloux**ADRESSE COURRIEL** mmailloux@golder.com**ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY, MALARTIC (QUÉBEC)****1.0 INTRODUCTION****1.1 Mise en contexte**

Dans le cadre du projet Odyssey, Mine Canadian Malartic (MCM) projette d'exploiter par mine souterraine l'extension des zones minéralisées actuellement exploitées par mine à ciel ouvert. Ainsi, la continuité des zones East Malartic, Sladen, Barnat, Sheehan et Jeffrey sera exploitée au moyen de galeries souterraines situées à proximité de la mine Canadian Malartic (MCM). Ce projet nécessitera, entre autres, l'aménagement d'un puits et d'une rampe afin d'accéder au gisement.

La figure A (après le texte) illustre la position du gisement et des principales infrastructures de surface projetées pour Odyssey. Pour plus de clarté, les zones minéralisées sont regroupées selon quatre zones (East Malartic, Odyssey Nord et Sud et East-Gouldie). La figure B (après le texte) présente une vue isométrique de ces zones minéralisées du projet Odyssey.

Dans le cadre d'une demande de modification de décret pour le projet Odyssey à la suite de changements apportés au projet, Golder Associés Ltée (Golder) a été mandatée pour réaliser cette étude qui comprend l'évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines.

1.2 Localisation du projet Odyssey

La propriété de MCM est entièrement située dans le canton de Fournière, au sud de la ville de Malartic et à environ 25 km à l'ouest de la ville de Val-d'Or. La figure A (après le texte) présente une vue d'ensemble des principales infrastructures du projet Odyssey. Il est à noter que l'empreinte du projet Odyssey est entièrement située à l'intérieur du secteur du projet Extension Canadian Malartic (l'Extension), lequel a été approuvé par décret au début de 2017.

1.3 Objectifs de l'étude

L'étude comprend les objectifs suivants :

- 1) Mettre à jour le modèle numérique d'écoulement d'eau souterraine développé pour MCM en 2019 en introduisant les nouveaux développements souterrains du projet Odyssey.
- 2) Réaliser des simulations prédictives, à l'aide du modèle numérique mis à jour, afin d'évaluer :
 - i) les débits d'exhaure pour le dénoyage des développements souterrains du projet;
 - ii) le rabattement maximal anticipé des niveaux d'eau souterraine relié à l'ensemble des activités de dénoyage de MCM.
- 3) Présenter le mode de gestion des eaux d'exhaure.
- 4) Évaluer les impacts potentiels des infrastructures existantes de MCM sur la qualité des eaux d'exhaure du projet Odyssey.

Il est à noter que les prédictions du modèle hydrogéologique ont été réalisées en utilisant des hypothèses prudentes pour évaluer les impacts potentiels du projet. Ainsi, les prédictions des débits d'exhaure et du rabattement des niveaux d'eau souterraine présentent une estimation des valeurs maximales anticipées.

Les sections suivantes présentent la paramétrisation du modèle, sa calibration effectuée en 2019 sur les données réelles, les simulations prédictives et les résultats obtenus. Le mode de gestion des eaux d'exhaure du projet Odyssey et les impacts potentiels des infrastructures existantes de MCM sur la qualité de ces eaux d'exhaure sont également présentés.

2.0 PARAMÉTRISATION DU MODÈLE HYDROGÉOLOGIQUE

Les principaux ajustements apportés au modèle hydrogéologique – par rapport au modèle mis à jour pour la version précédente projet Odyssey en 2019 – concernent l'intégration des développements souterrains de la zone East-Gouldie et la mise à jour des autres zones (Odyssey Nord et Sud, et East-Malartic) selon le plan minier transmis par MCM en août 2020. La figure B (après le texte) présente une vue isométrique des ouvertures souterraines du projet Odyssey et des fosses intégrées au modèle.

Les limites du modèle numérique et les principales conditions spécifiées aux limites du modèle sont demeurées les mêmes par rapport au modèle de 2019. La paramétrisation du modèle hydrogéologique est présentée au tableau 1.

Tableau 1 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques du modèle hydrogéologique calibré (Scénario réaliste)

Unité (profondeur)	Conductivité hydraulique, Kx (m/s)	Anisotropie verticale (Kx/Kz)	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage	Recharge (mm/an)
Roc (0-50 m)	4×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01	10
Roc (50-100 m)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01	*
Roc (100-300 m)	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01	*
Roc (plus de 300 m)	5×10^{-9}	10	1×10^{-5}	0,01	*
Till	$4,8 \times 10^{-7}$	10	1×10^{-4}	0,10	20
Résidus miniers	1×10^{-7}	1	1×10^{-5}	0,10	75
Sable	1×10^{-5}	10	1×10^{-4}	0,10	50
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,15	300
Marécage	1×10^{-6}	1	1×10^{-3}	0,01	100
Argile	1×10^{-8}	10	1×10^{-3}	0,01	2
Stériles remplissant la fosse Gouldie	5×10^{-4}	1	1×10^{-5}	0,30	170

* La recharge a été assignée seulement à l'unité de roc qui est présente à la surface du modèle, soit le roc (0-50m)

3.0 CALAGE DU MODÈLE NUMÉRIQUE

La calibration du modèle a été revue lors de la mise à jour faite en 2019 (Golder, 2019). La calibration du modèle n'a pas été modifiée dans le cadre de la présente étude. Les paragraphes suivants expliquent la démarche suivie lors de la calibration du modèle effectuée en 2019.

Le calage d'un modèle numérique est une démarche visant à démontrer la capacité du modèle à reproduire des données réelles acquises sur le terrain, notamment des charges hydrauliques et des flux volumétriques comme des débits d'exhaure. Le modèle a été calé en régime permanent en utilisant comme valeurs cibles les niveaux d'eau souterraine mesurés en mars 2008. Les mesures de 2008 sont jugées représentatives des conditions pré-développements de MCM. Une vérification a également été effectuée en condition dynamique afin de s'assurer que le modèle peut reproduire le pompage dans le puits de l'ancienne mine East Malartic en 1979, alors que les mines souterraines étaient complètement développées, ainsi que la zone de rabattement de la nappe d'eau souterraine causé par le dénoyage de la fosse Canadian Malartic en 2018. La figure 1 ci-dessous illustre l'ajustement entre les charges hydrauliques mesurées et simulées pour le modèle d'écoulement calé.

En régime permanent sous condition pré-développement de MCM, le modèle initial a été jugé calibré lorsque l'erreur quadratique normalisée devenait inférieure à 10 % de la variation totale des niveaux d'eau observés à l'intérieur du domaine modélisé qui est de 55 m (350 m au lac Milhaut - 295 m au lac Malartic). La racine de l'erreur quadratique moyenne (RMS) est de 5,4 m, soit 9,8 % (NRMS) par rapport à la différence entre les charges hydrauliques minimales et maximales observées à l'intérieur du domaine modélisé. Sur la figure 1, les lignes bleues illustrent l'erreur moyenne absolue et les lignes rouges, l'erreur quadratique moyenne.

Le débit d'exhaure historique de la mine East-Malartic en 1979 serait de l'ordre de 750 GPM(UK), soit environ 4 900 m³/jour lorsque cette mine était complètement dénoyée (Osisko, communication verbale). À titre indicatif, le débit d'exhaure obtenu avec le modèle hydrogéologique en régime permanent lorsque les ouvertures historiques sont toutes dénoyées est de 5 500 m³/jour, ce qui représente bien le débit historique.

Une vérification avait été faite afin de comparer le rabattement simulé de la nappe d'eau souterraine du roc supérieur avec la zone de rabattement établie à partir des données de suivi piézométrique en 2018 (figure C, après le texte). Ces données étaient les plus récentes disponibles lors de la calibration du modèle faite en 2019. La même comparaison a également été faite avec la zone de rabattement obtenue, avec la version précédente du modèle. La figure C montre que l'étendue de la zone de rabattement de la nappe phréatique simulée avec le modèle mis à jour s'étend au-delà de la zone définie à partir des données du suivi piézométrique, ce qui signifie que les résultats obtenus avec le modèle mis à jour sont jugés prudents et permettent d'atteindre les objectifs de l'étude.

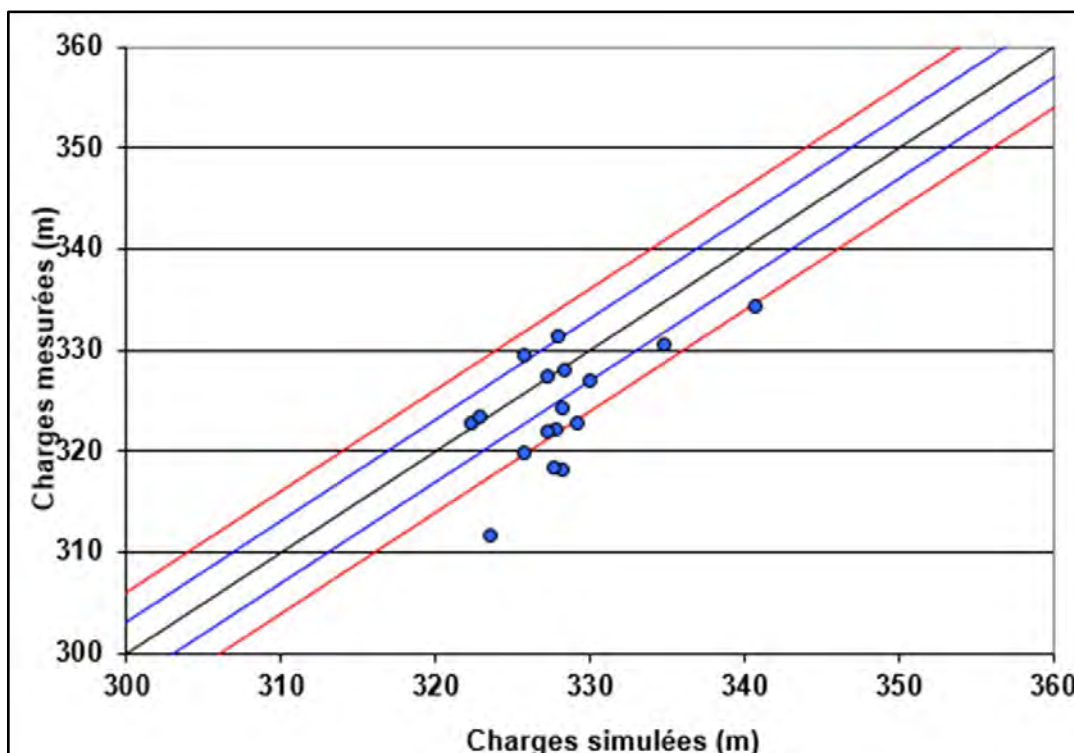


Figure 1 : Comparaison entre les charges hydrauliques simulées et mesurées en 2008 en condition pré-développement de MCM. Les lignes bleues illustrent l'erreur moyenne absolue et les lignes rouges, l'erreur quadratique moyenne

4.0 SIMULATIONS PRÉDICTIVES

4.1 Scénarios modélisés

À la suite du calage du modèle, des simulations prédictives ont été réalisées selon deux scénarios, soit :

- **le scénario réaliste** dont la paramétrisation (tableau 1) correspond au modèle calibré en 2019 (Golder, 2019) joint à l'Annexe A;
- **le scénario prudent** dont la paramétrisation (tableau 2) correspond au modèle précédent réalisé pour l'Extension de MCM (Golder, 2014) joint à l'Annexe B.

Tableau 2 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques – Scénario prudent

Unité (profondeur)	Conductivité hydraulique, Kx (m/s)	Anisotropie verticale (Kx/Kz)	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Roc (0-50 m)	3 x 10 ⁻⁶	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Roc (50-100 m)	1 x 10 ⁻⁷	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Roc (100-300 m)	1 x 10 ⁻⁸	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Roc (plus de 300 m)	5 x 10 ⁻⁹	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Till	4,8 x 10 ⁻⁷	10	1 x 10 ⁻⁴	0,10
Résidus miniers	1 x 10 ⁻⁷	1	1 x 10 ⁻⁵	0,10
Sable	1 x 10 ⁻⁵	10	1 x 10 ⁻⁴	0,10
Esker	1 x 10 ⁻³	10	1 x 10 ⁻⁴	0,15
Marécage	1 x 10 ⁻⁶	1	1 x 10 ⁻³	0,01
Argile	1 x 10 ⁻⁸	10	1 x 10 ⁻³	0,01
Stériles remplissant la fosse Gouldie	5 x 10 ⁻⁴	1	1 x 10 ⁻⁵	0,30

Note : la cellule en grisé indique le changement par rapport au Scénario réaliste (Tableau 1)

Ces deux scénarios ont été sélectionnés dans le but d'obtenir un intervalle de résultats, afin que l'approche de modélisation soit prudente pour l'atteinte des objectifs.

La géométrie des ouvertures historiques et des fosses Canadian Malartic, Barnat et Jeffrey proviennent de fichiers fournis par MCM en août 2018. L'exploitation de l'extension de la fosse Canadian Malartic (secteur Barnat) se terminera en 2028. Celle-ci demeurera dénoyée jusqu'à la fin du projet Odyssey alors que la fosse Canadian Malartic sera en partie remblayée par des résidus miniers et des stériles.

Le projet Odyssey est prévu se dérouler entre 2023 et 2041. La géométrie des ouvertures minières du projet Odyssey provient de fichiers fournis par MCM en août 2020. La chronologie considérée pour le projet Odyssey est la suivante :

Tableau 3 : Chronologie d'exploitation des zones minéralisées du projet Odyssey

Zone minéralisée	Début d'exploitation	Fin d'exploitation
Odyssey Sud	2023	2029
Odyssey Nord	2031	2041
East-Malartic	2029	2041
East Gouldie	2027	2041

Le modèle prend en compte le dénoyage des ouvertures historiques jusqu'à une élévation correspondant à - 50 m sous le chantier le plus bas de la Zone East-Malartic, soit à une élévation de 50 m sous le niveau 600 m.

Le dénoyage des fosses et des galeries souterraines a été simulé à l'aide de conditions limites de type face de suintement, c'est-à-dire des conditions limites pour lesquelles la charge constante assignée est égale à l'élévation du niveau excavé ($h = z$). Une contrainte a été assignée à ces conditions limites afin que celles-ci n'injectent pas d'eau dans le modèle lorsque l'élévation simulée de la nappe devient inférieure à celle du nœud sur lesquelles elles sont assignées. Enfin, l'état piézométrique initial correspond aux conditions de régime permanent, obtenues pour les deux scénarios, avant le début de l'exploitation de MCM.

4.2 Résultats

4.2.1 Débit d'infiltration d'eau souterraine (débit d'exhaure)

Les débits d'infiltration d'eau souterraine futurs ont été prédits avec le modèle pour les fosses, le projet Odyssey et les ouvertures minières historiques dénoyées. Le débit d'infiltration d'eau souterraine calculé par le modèle numérique correspond à l'eau souterraine faisant résurgence dans les parois des fosses et dans les ouvertures souterraines dénoyées. Il s'agit donc d'une partie du débit d'exhaure, car cette valeur de débit n'inclut pas les précipitations directes et le ruissellement des eaux de précipitation dans les fosses ainsi que les pertes par évaporation. De plus, les valeurs de débit pour les ouvertures historiques représentent les venues d'eau en provenance du massif rocheux une fois ces galeries complètement dénoyées.

Les débits d'infiltration d'eau souterraine calculés pour les scénarios réaliste et prudent sont présentés au tableau 4. Il s'agit des débits maximaux prédits par le modèle sur la durée d'exploitation des zones minéralisées du projet Odyssey (2023-2041). Les valeurs de débit d'infiltration d'eau souterraine présentées pour le scénario réaliste sont celles attendues dans les fosses et les ouvertures souterraines. Les valeurs de débit d'infiltration d'eau souterraine obtenues pour le scénario prudent visent à évaluer les impacts potentiels du dénoyage sur les utilisateurs d'eau souterraine.

Pour le scénario réaliste, le débit maximum d'infiltration d'eau souterraine dans les fosses et les ouvertures minières (historiques et projet Odyssey) prédit par le modèle est de 11 750 m³/jour. Pour le scénario prudent, le débit maximum prédit est de 17 350 m³/jour. La principale différence entre les scénarios réaliste et prudent est que ce dernier considère une conductivité hydraulique du roc (0-50 m) environ huit fois plus élevée. Étant donné que cette différence est pour l'intervalle du roc (0-50 m), l'impact de ce changement de valeur de conductivité hydraulique est surtout observé pour les fosses.

Tableau 4 : Débit maximum d'infiltration d'eau souterraine de 2023 à 2041 (m³/jour)

Scénario	Fosses	Recharge ouvertures souterraines historiques	Zones minéralisées d'Odyssey				Débit maximum total
			East-Malartic	Odyssey Nord	Odyssey Sud	East-Gouldie	
Réaliste	2 000	3 500	850	1 600	700	3 100	11 750
Prudent	6 300	3 800	1 500	1 600	1 000	3 150	17 350

4.2.2 Rabattements des niveaux des eaux souterraines

Les figures D et E (après le texte) illustrent les rabattements des niveaux des eaux souterraines simulés dans le roc respectivement pour les scénarios réalistes et prudents à l'année 2041, soit à la fin de l'exploitation du projet Odyssey. En considérant les hypothèses utilisées et la précision du modèle, un rabattement est jugé important lorsqu'il excède trois mètres dans le roc. Ainsi, les figures D à E illustrent les rabattements de 3 et de 10 mètres dans le roc.

Les résultats de la modélisation indiquent que pour chacun des scénarios simulés, les rabattements n'atteindraient pas les puits d'approvisionnement de la Ville de Malartic, lesquels sont aménagés dans un esker au nord-ouest de la ville. Pour le scénario réaliste, les résultats de la modélisation montrent que les rabattements n'atteindraient pas cet esker ni les puits résidentiels situés au nord de la ville (figure D). Les rabattements atteindraient cet esker et les puits résidentiels pour le scénario prudent seulement (figure E).

5.0 GESTION PROPOSÉE DES EAUX D'EXHAURE DU PROJET ODYSSEY

MCM a mis en œuvre une gestion des eaux d'exhaure pour son exploitation des fosses. Ces eaux sont actuellement pompées vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage de MCM, selon leur qualité et les besoins en eau pour l'opération de l'usine de traitement du minerai. Il est prévu de maintenir cette même gestion des eaux pour la durée du projet Odyssey. Les eaux d'exhaure d'Odyssey pourraient également transiter par le bassin de pompage Nord-est, avant d'être pompées vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage, car le bassin de pompage Nord-est a des capacités d'emmagasinement (46 900 m³) et de pompage (69 120 m³/jour) (Golder, 2020) largement suffisantes pour la gestion de ces eaux.

Les détails de conception du bassin de pompage Nord-est ont été présentés dans le cadre du projet pour l'Extension de MCM. L'objectif de ce bassin est de collecter les eaux de ruissellement de l'extension vers l'est de la halde à stériles. Avant le démarrage de l'opération d'Odyssey, de nouveaux fossés draineront l'eau de ruissellement de l'extension à l'est de la halde à stériles vers la fosse Jeffrey, après son remblayage. Par la suite, il est prévu que le bassin de pompage Nord-est reste en activité comme bassin collecteur des eaux associées au développement du projet Odyssey seulement. Ce bassin servira principalement à l'emmagasinement des eaux de surface du projet, notamment celles de la crue de récurrence 1:100 ans pour laquelle un volume d'emmagasinement de 6 400 m³ est requis, ce qui correspond à moins de 15 % de la capacité du bassin.

Les résultats du modèle hydrogéologique ont été utilisés pour estimer l'impact de l'ajout des eaux d'exhaure du projet Odyssey sur le débit de l'effluent final de MCM. Selon le scénario réaliste du modèle, le débit total maximum d'infiltration d'eau souterraine dans les fosses et les ouvertures minières (historiques et projet Odyssey)

sera de 11 700 m³/jour. Ce débit inclut les infiltrations d'eau souterraine dans les fosses, les ouvertures minières historiques et les ouvertures minières du projet Odyssey. Si on retire le projet Odyssey du modèle, le débit total maximum d'infiltration d'eau souterraine est de 6 500 m³/jour, ce qui résulte en une contribution maximale pour Odyssey de 5 200 m³/jour.

Le bilan d'eau de MCM pour l'année 2018 (Figure F) indique un rejet à l'effluent final de 9,3 Mm³, soit 25 500 m³/jour. En fonction de la gestion des eaux de MCM, si on suppose que le débit d'eau d'exhaure généré par le projet Odyssey est intégralement dirigé vers l'effluent final, ce qui est une hypothèse prudente, le débit de l'effluent final pourrait augmenter au maximum de 5 200 m³/jour, soit une augmentation d'environ 20 % sur la base du bilan d'eau de 2018.

Comme mentionné ci-dessus, il est prévu que les eaux d'exhaure d'Odyssey soient pompées vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage de MCM, selon leur qualité et les besoins en eau pour l'opération de l'usine de traitement du minerai. Ainsi, si la qualité de ces eaux ne satisfait pas les critères de rejet à l'effluent final, ces eaux seront dirigées vers le bassin Sud-est pour être traitées avant d'être rejetées à l'environnement. Par conséquent, l'ajout des eaux d'exhaure d'Odyssey ne causera pas de dégradation à la qualité de l'effluent final.

6.0 IMPACTS POTENTIELS DES INFRASTRUCTURES DE MCM SUR LA QUALITÉ DES EAUX D'EXHAURE DU PROJET ODYSSEY

Une évaluation des impacts potentiels des infrastructures de MCM sur la qualité des eaux d'exhaure du projet Odyssey, notamment du parc à résidus situé en amont hydraulique du projet, a été réalisée. Sur la base des informations et modélisations hydrogéologiques dans le secteur de l'Extension, les observations suivantes sont notables :

- La perméabilité du roc de surface est plus élevée que le roc en profondeur et favorise la migration des contaminants dans cet horizon de surface. Comme l'exploitation d'Odyssey se fera dans le roc profond, le temps de migration d'un panache de contamination vers les ouvertures souterraines d'Odyssey, qui se situent de 0,5 à 1 km du parc à résidus, serait considérablement plus long que pour le roc de surface.
- Bien que le puits d'accès et les rampes recoupent l'horizon de roc plus perméable en surface, le temps de migration d'une contamination entre le parc à résidus et ces infrastructures plus superficielles serait de plusieurs dizaines d'années. En effet, selon les prédictions du modèle hydrogéologique réalisé pour le projet de l'Extension, il faudra environ 250 ans avant que des concentrations en cyanures ne soient détectées dans le roc de surface à 1 km en aval du parc à résidus.
- Le rabattement des niveaux d'eau souterraine généré par le dénoyage d'Odyssey est considéré comme négligeable vers l'amont du projet. Ainsi, le dénoyage des ouvertures souterraines d'Odyssey devrait peu augmenter la vitesse des eaux souterraines entre le parc à résidus de l'Extension et Odyssey. Cette hypothèse est basée sur les observations du dénoyage de la fosse Canadian Malartic qui n'indiquent pas de rabattement important vers le sud de la fosse, après plus de huit ans d'exploitation.

Ainsi, en considérant la durée actuelle d'exploitation du projet Odyssey (18 ans), aucune contamination en provenance du parc à résidus de l'Extension affectant la qualité des eaux d'exhaure d'Odyssey n'est anticipée.

7.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de modélisation numérique visaient notamment à évaluer les débits d'exhaure ainsi que les impacts potentiels des activités de dénoyage de MCM, y compris le projet Odyssey, sur les niveaux des eaux souterraines. Une mise à jour du modèle hydrogéologique a été réalisée pour inclure le projet Odyssey et le dénoyage des ouvertures.

Les conclusions portant spécifiquement sur les résultats des simulations numériques prédictives à la suite de la mise à jour du modèle numérique sont les suivantes :

- Pour le scénario réaliste, le débit maximum d'infiltration d'eau souterraine serait de 11 750 m³/jour. Ce débit inclut les infiltrations d'eau souterraine dans les fosses, les ouvertures minières historiques et les ouvertures minières du projet Odyssey. Pour le scénario prudent, ce débit maximum serait de 17 350 m³/jour;
- Les résultats de la modélisation indiquent que pour chacun des scénarios simulés, les rabattements n'atteindraient pas les puits d'approvisionnement de la ville de Malartic, aménagés dans un esker au nord-ouest de la ville. Toutefois, les rabattements atteindraient cet esker et certains puits résidentiels situés au nord, selon les prédictions du scénario prudent. Pour le scénario réaliste, les résultats de la modélisation montrent que les rabattements importants n'atteindraient pas cet esker ni les puits résidentiels.

Les recommandations à la suite de la mise à jour du modèle numérique et de la réalisation des simulations prédictives sont les suivantes :

- Le plan de contingence relatif à l'approvisionnement en eau de la ville de Malartic devrait être maintenu. À ce titre, l'implantation d'un nouveau puits d'approvisionnement en eau pour la ville de Malartic a été réalisée en 2010. Ce nouveau puits a été aménagé dans le même esker que les puits d'approvisionnement existants, mais à une plus grande distance de MCM;
- Certains puits domestiques (le long du chemin des Merles et le long de la route 117 au nord de la ville de Malartic) pourraient voir leur débit de production affecté à la baisse par le dénoyage de MCM. La contingence prévue à cet effet devrait être maintenue, notamment pour l'implantation de puits domestiques plus profonds le cas échéant.

En considérant que les prédictions du modèle présentent une estimation prudente du rabattement des eaux souterraines, il est recommandé de poursuivre le suivi en continu des niveaux d'eau souterraine, comme réalisé par MCM depuis 2008, afin de valider ces prédictions et de prévenir une perte d'usage de la ressource en eau, le cas échéant.

Par ailleurs, la gestion proposée des eaux d'exhaure du projet Odyssey prévoit le pompage de ces eaux vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage de MCM, selon leur qualité et les besoins pour l'usine de traitement du minerai. En fonction de la gestion des eaux qui sera réalisée par MCM, les eaux d'exhaure du projet Odyssey pourraient augmenter le débit maximum de l'effluent final d'environ 20 % sur la base du bilan d'eau de 2018. Comme ces eaux d'exhaure seront traitées au besoin, cet apport d'eau additionnel ne causera pas de dégradation de la qualité de l'effluent final. De plus, aucune contamination en provenance du parc à résidus de l'Extension affectant la qualité des eaux d'exhaure d'Odyssey n'est anticipée.

8.0 LIMITATIONS

Les conditions générales ainsi que les limitations de la présente étude sont jointes à l'annexe C.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



Jennifer Lallier, ing. jr
Chargée de projet



Michel Mailloux, ing., M.Sc.
Associé



Pierre Groleau, ing., M.Sc.
Associé principal

MM/PG/eq

- Pièces jointes :
- Figure A : Vue d'ensemble des principales infrastructures de surface du projet Odyssey
 - Figure B : Vue isométrique montrant les zones minéralisées du projet Odyssey et les galeries souterraines projetées
 - Figure C : Calibration du modèle – Comparaison des rabattements simulés et observés – fin 2017 (tiré de Golder 2019)
 - Figure D : Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc supérieur à l'année 2041 – Scénario réaliste
 - Figure E : Rabattements simulés au roc supérieur à l'année 2041 (fin du projet Odyssey) – Scénario prudent
 - Figure F : Bilan d'eau 2018 – Mine Canadian Malartic
- Annexe A : Évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines du projet Odyssey.GAL012- 1776338-MTF-Rev4
- Annexe B : *Mise à jour de l'évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines de la Mine Canadian Malartic (Québec).002-12-1221-0025-2000-MTF-Rev4.*
- Annexe C : Conditions générales et limitations

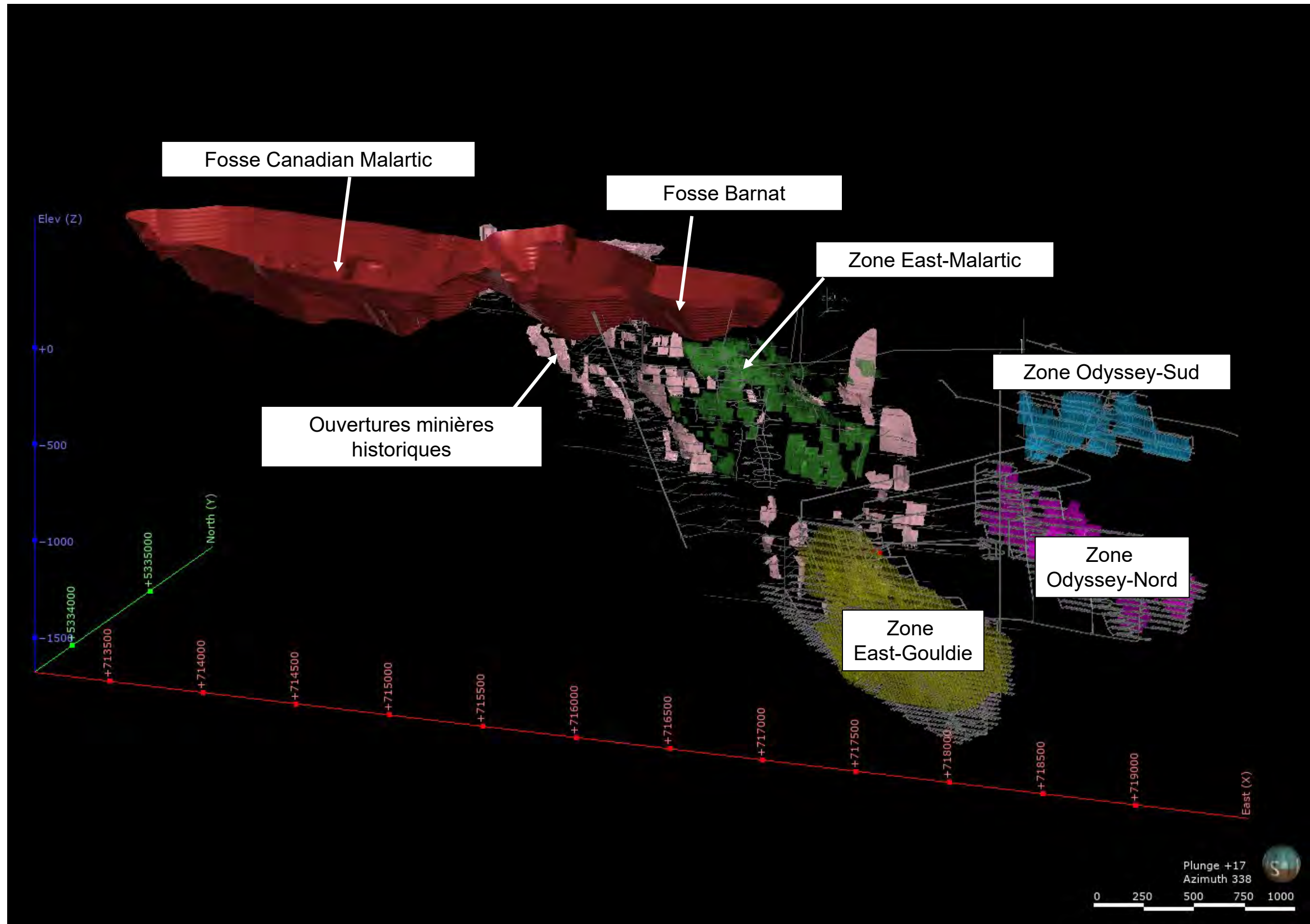
9.0 RÉFÉRENCES

Golder Associés Ltée, 2014. *Mise à jour de l'évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines de la Mine Canadian Malartic (Québec)*. N/Réf. : 002-12-1221-0025-2000-MTF-Rev4.

Golder Associés, 2019. *Évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines du projet Odyssey, Malartic (Québec)*, 14 pages + Annexes, Juillet 2020, N/Réf. GAL012-1776338-MTF-Rev4.

Golder Associés, 2020. *Projet Odyssey-Étude géotechnique et hydrologique-Aménagement des haldes et des structures de drainage de surface* 7 pages + Annexes, Novembre 2020, N/Réf. GAL013-1776338-30140-Rev3.

[https://golderassociates.sharepoint.com/sites/13306g/deliverables/preparation of deliverables/101 mise à jour modèle hydro/rev0/gal101-1776338-mtf-rev0-mise à jour étude hydrogéologie.docx](https://golderassociates.sharepoint.com/sites/13306g/deliverables/preparation%20of%20deliverables/101%20mise%20à%20jour%20modèle%20hydro/rev0/gal101-1776338-mtf-rev0-mise%20à%20jour%20étude%20hydrogéologie.docx)



CLIENT
CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT



YYYY-MM-DD	2019-02-16
PREPARED	NB
DESIGN	NB
REVIEW	MM
APPROVED	PG

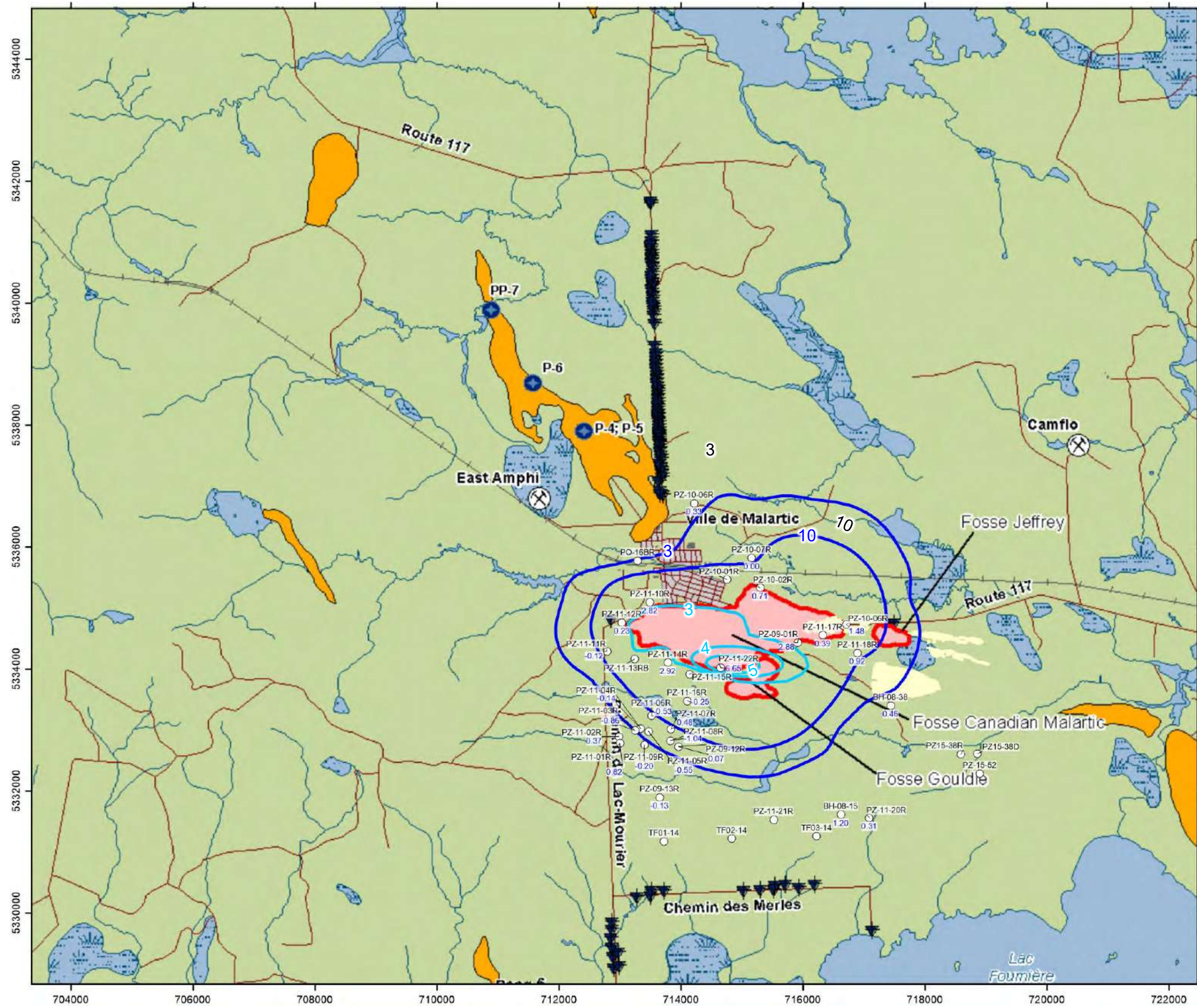
PROJECT
ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY, MALARTIC (QUÉBEC)

TITLE
VUE ISOMÉTRIQUE MONTRANT LES ZONES MINÉRALISÉES DU PROJET ODYSSEY ET LES GALERIES SOUTERRAINES PROJETÉES

PROJECT No.
GAL101- 1776338

Rev.
0

FIGURE
B



- LÉGENDE**
- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
 - Puits de pompage de la ville de Malartic
 - Puits domestique (Genivar, 2008)
 - Routes
 - Voie ferrée
 - Milieu humide
 - Hydrographie
 - Eskers
 - Fosses modélisées
 - Gisement Odyssey (Zones East Malartic, Odyssey Nord et Sud et East Gouldie)
-
- Rabattement simulé pour fin 2018
 - Courbe inférée de rabattement observé (m) depuis le début de l'exploitation de la Mine (entre 2011 et l'automne 2017)
 - Puits d'observation

CLIENT
CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT
GOLDER



YYYY-MM-DD	2019-02-16
PREPARED	NB
DESIGN	NB
REVIEW	MM
APPROVED	PG

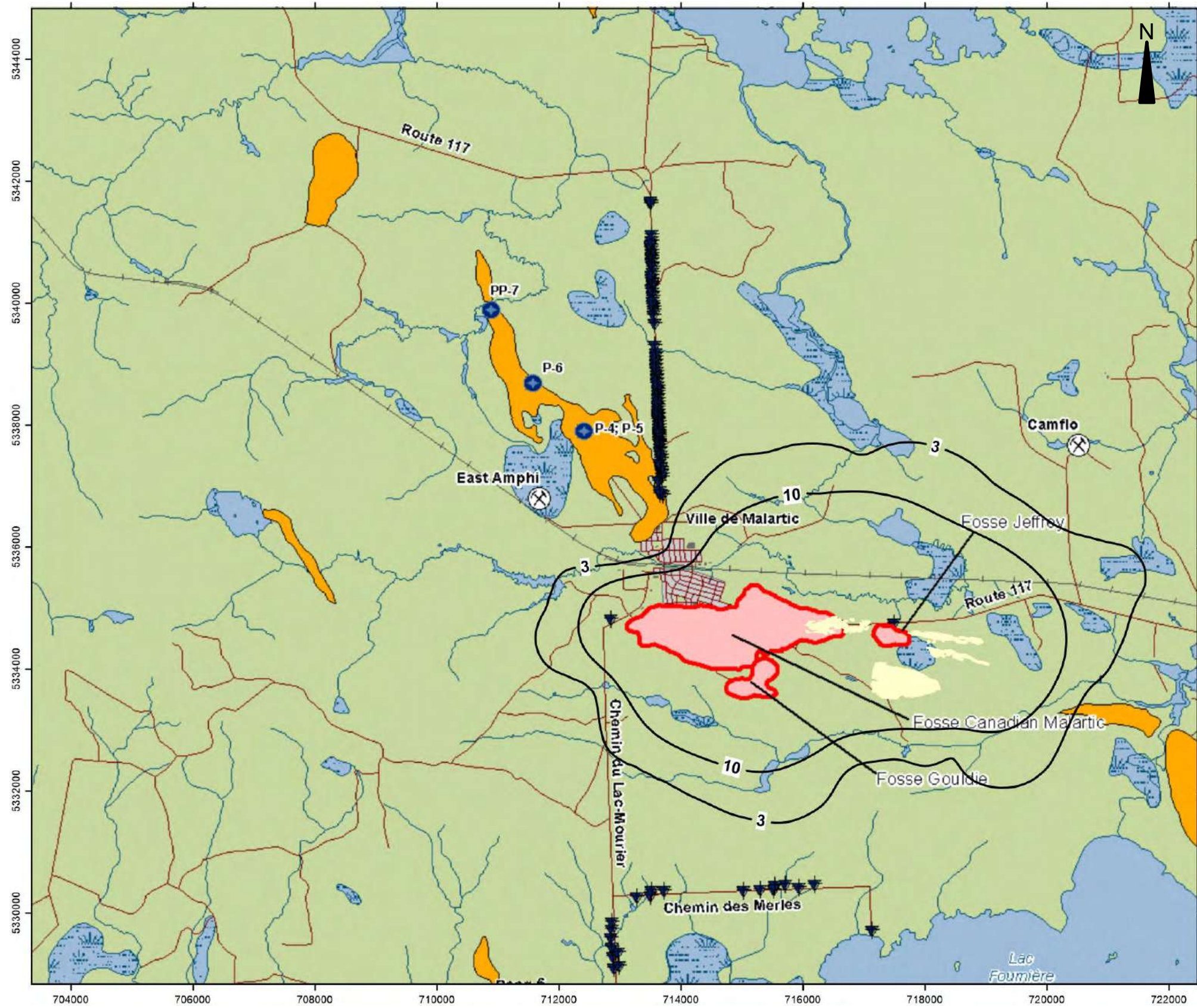
PROJECT
ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY, MALARTIC (QUÉBEC)

TITLE
CALIBRATION DU MODÈLE – COMPARAISON DES RABATTEMENTS SIMULÉS ET OBSERVÉS FIN 2017

PROJECT No.
GAL101- 1776338

Rev.
0

FIGURE
C



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Gisement Odyssey (Zones East Malartic, Odyssey Nord et Sud et East Gouldie)
- Rabattement simulé pour fin 2041 (m)

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2020-10-06
	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG



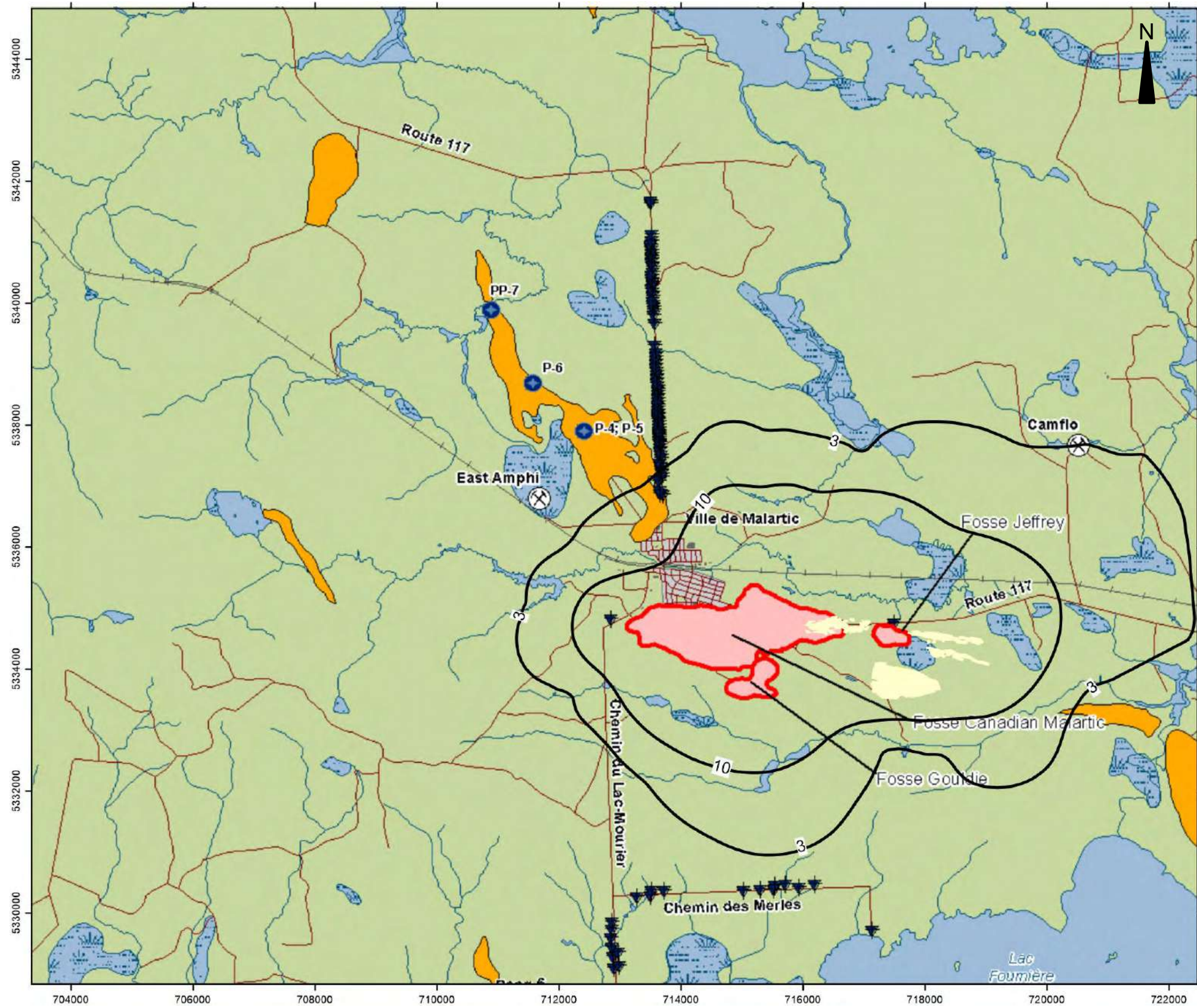
PROJECT
ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY, MALARTIC (QUÉBEC)

TITLE
RABATTEMENTS SIMULÉS AU ROC SUPÉRIEUR À L'ANNÉE 2041 – SCÉNARIO RÉALISTE

PROJECT No.
GAL101 - 1776338

Rev.
0

FIGURE
D



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Gisement Odyssey (Zones East Malartic, Odyssey Nord et Sud et East Gouldie)
- Rabattement simulé pour fin 2041 (m)

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2020-10-06
	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG



PROJECT
ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY, MALARTIC (QUÉBEC)

TITLE
RABATTEMENTS SIMULÉS AU ROC SUPÉRIEUR À L'ANNÉE 2041 – SCÉNARIO PRUDENT

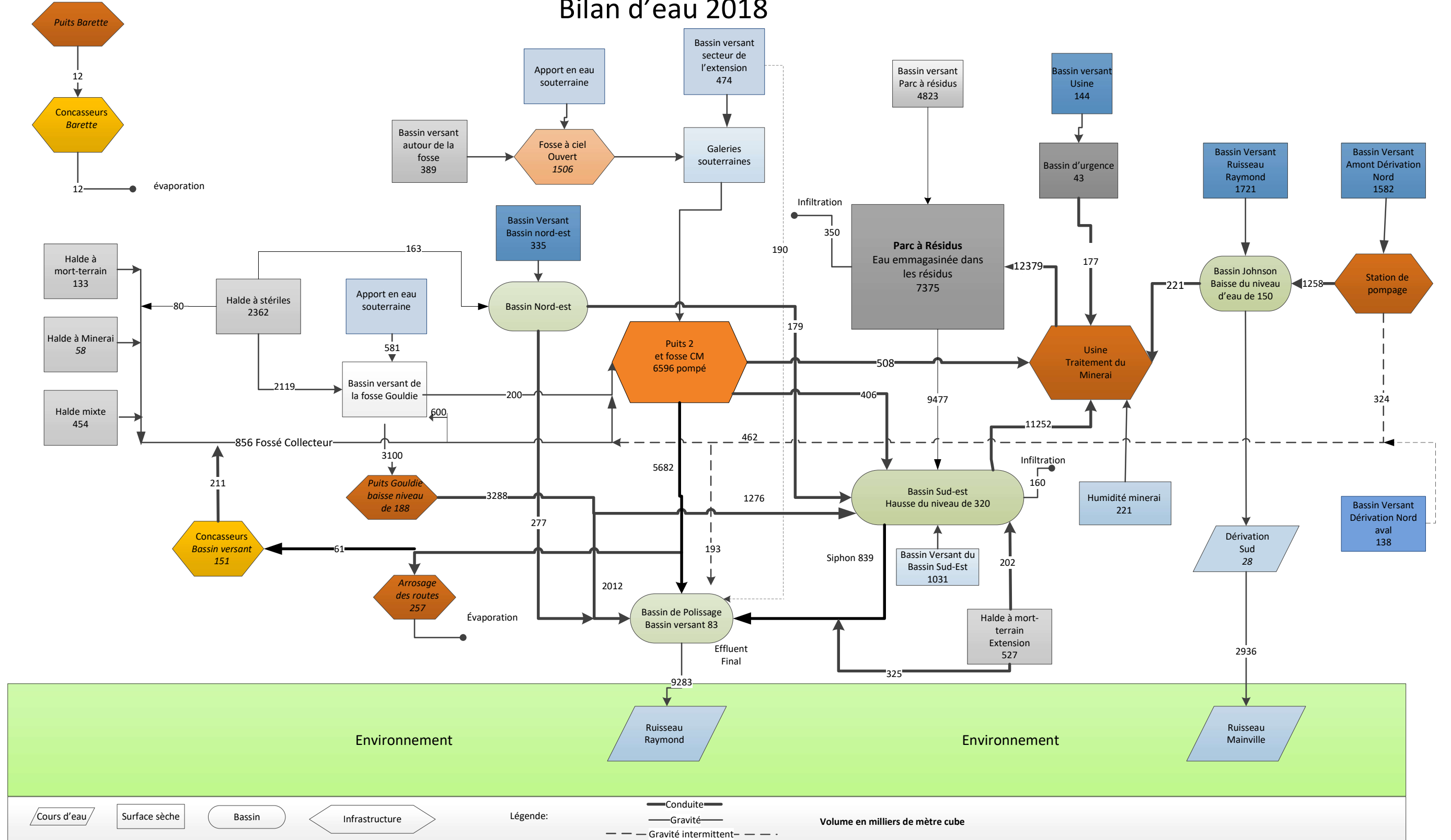
PROJECT No.
GAL101 - 1776338

Rev.
0

FIGURE
E

Mine Canadian Malartic

Bilan d'eau 2018



ANNEXE-A

*Évaluation des débits d'exhaure et
des impacts potentiels sur les
niveaux des eaux souterraines du
projet Odyssey.GAL012- 1776338-
MTF-Rev4*

Date: 25 novembre 2014
CONFIDENTIEL

N° de référence: 002-12-1221-0025-2000-MTF-Rev4

À: Denis Cimon
Canadian Malartic GP

c.c.: Christine Baribeau et Michel Julien

De: Pierre Groleau

Adresse courriel: pgroleau@golder.com

Objet : MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

1.0 INTRODUCTION

À titre d'information, il est important de souligner que des changements importants sont survenus en juin 2014 au niveau de la gestion de la mine Canadian Malartic à Malartic, Québec. En effet, le 16 juin 2014, Mines Agnico Eagle Limitée (AEM) et Yamana Gold Inc. (Yamana) annonçaient l'acquisition (50%-50%) de la plupart des actifs de Corporation Minière Osisko (Osisko). Dans le cadre de cette acquisition, un partenariat dénommé Canadian Malartic GP (CMGP) a été créé pour assurer la gestion des actifs de la mine Canadian Malartic (la Mine). Il est donc important pour éviter toute forme de confusion que toutes documentations après le 15 juin 2014 se réfèrent à Canadian Malartic GP, tandis que celles d'avant le 16 juin 2014 doivent se référer à Corporation Minière Osisko.

1.1 Mise en contexte

Dans le cadre de l'exploitation de la Mine, Osisko a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de mettre à jour l'étude de modélisation hydrogéologique visant à évaluer les débits d'exhaure et les impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines générés par l'exploitation. La présente étude constitue une mise à jour de l'étude hydrogéologique réalisée en 2008 (Golder, 2008).

Cette mise à jour est nécessaire à la suite des changements dans la configuration de la fosse et dans le plan de minage. Le plan de minage modifié par Osisko en 2012 prévoyait l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic vers l'est dans le secteur Barnat et aussi au sud-est (la fosse Gouldie). C'est ce plan de minage qui a été utilisé pour la présente évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines. Les figures jointes à la suite du texte illustrent les empreintes des fosses, telles qu'utilisées pour la mise à jour de l'évaluation.

Il est à noter que le plan de minage a de nouveau été modifié par Osisko en 2013 et par CMGP en 2014. Ces changements incluent une empreinte de la fosse Canadian Malartic légèrement différente; une empreinte de la fosse Gouldie plus petite; et l'exploitation d'une troisième fosse vers l'est, soit la fosse Jeffrey. Toutefois, ces changements sont jugés avoir peu d'impact sur la présente évaluation. Les figures à la suite du texte illustrent également les empreintes des fosses projetées dans le plan de minage de 2014.



1.2 Objectifs de l'étude

L'étude comprend les objectifs suivants :

- 1) Mettre à jour le modèle numérique d'écoulement d'eau souterraine en introduisant le plan de minage du 8 juin 2012 (Osisko, 2012) qui inclut l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic vers l'est (secteur Barnat) et la fosse Gouldie.
- 2) À l'aide du modèle numérique mis à jour, réaliser des simulations prédictives afin d'évaluer :
 - i) les débits d'exhaure pour le dénoyage de la fosse Canadian Malartic projetée;
 - ii) le rabattement maximal anticipé des niveaux d'eau souterraine généré par le dénoyage de la fosse projetée et, de ce fait, les impacts potentiels sur le niveau d'eau des puits d'alimentation en eau (résidentiels et municipaux) présents autour de la Mine.

Il est à noter que les prédictions du modèle hydrogéologique ont été réalisées en utilisant des hypothèses prudentes pour évaluer les impacts potentiels du projet. Ainsi, les prédictions des débits d'exhaure et du rabattement des niveaux d'eau souterraine présentent une estimation des valeurs maximales anticipées.

Les sections suivantes présentent les ajustements apportés au modèle hydrogéologique, le calage du modèle sur les données réelles, les simulations prédictives et les résultats obtenus, ainsi que les conclusions et les recommandations qui en découlent.

2.0 AJUSTEMENTS APPORTÉS AU MODÈLE HYDROGÉOLOGIQUE

Les principaux ajustements apportés au modèle hydrogéologique (par rapport au modèle original basé sur le projet Canadian Malartic en 2008) concernent la mise à jour du plan de minage et donc prennent en compte les nouvelles surfaces et profondeurs des fosses projetées. Ainsi, les limites du modèle numérique et les principales conditions spécifiées aux limites du modèle sont demeurées les mêmes, car l'agrandissement proposé est toujours à l'intérieur de ces limites.

Afin d'intégrer le plan de minage de 2012 au modèle numérique, la densité du maillage a été modifiée pour inclure l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic et la fosse Gouldie. Le maillage compte maintenant 194 766 éléments finis pour représenter la stratigraphie de la zone d'étude et l'exploitation de la Mine. Le tableau 1 expose les principaux ajustements au modèle.

La distribution des dépôts meubles a été précisée à partir des nouvelles informations obtenues lors des travaux de caractérisation et selon la carte des dépôts de surface (Veillette, 2003) pour inclure le sable sublittoral et certains eskers de petites dimensions et les zones de marécages. Certains paramètres hydrauliques ont été ajustés en tenant compte des nouvelles informations (voir tableau 1). Les propriétés hydrauliques du roc sont demeurées identiques à celles du modèle initial. Enfin, la distribution des zones de recharge a été précisée et les valeurs ont été assignées selon les différents types de dépôts meubles retrouvés en surface.

Le plan de minage de 2012 de la fosse présente une exploitation sur une durée totale de 16 ans. L'exploitation débute tout d'abord dans le secteur ouest de la fosse Canadian Malartic et s'étend vers l'est dans le secteur Barnat. Quant à la fosse Gouldie, le plan de minage utilisé pour la modélisation prévoyait une exploitation sur une période de 5 ans à partir de la deuxième année. Le plan de minage de 2014 prévoit une période d'exploitation de 2,5 ans. Le plan de minage inclut le remplissage de la fosse Gouldie avec des stériles, ce qui a

également été intégré au modèle numérique à partir de l'année 8, tel que spécifié dans le plan de minage de 2012.

Le plan de minage réel qui sera réalisé dans les prochaines années pourra varier par rapport à celui préparé en 2012 et utilisé dans ce document. Ces modifications sont normales pour des opérations minières et ne devraient pas affecter de façon significative l'essentiel des observations et des commentaires présentés dans ce document.

Tableau 1: Ajustements apportés au modèle hydrogéologique initial

Paramétrisation du modèle et conditions limites		
	Modèle initial (2008)	Modèle mis à jour
Domaine de modélisation	225 km ²	225 km ²
Hydrographie	Ruisseaux principaux	Tout le réseau de drainage incluant les fossés autour du parc à résidus
Maillage	480 129 éléments avec discrétisation plus dense autour de la géométrie des anciennes mines souterraines	171 535 éléments avec discrétisation plus dense autour de la géométrie des fosses projetées
Stratigraphie	Argile, esker principal, till et roc	Ajout des zones de sable sublittoral, petits eskers et marécages selon carte des dépôts meubles
Conductivité hydraulique du till	1,0x10 ⁻⁷ m/s	4,8x10 ⁻⁷ m/s
Porosité de drainage	Esker : 0,3 Argile : 0,1	Esker : 0,15 Argile : 0,01
Emmagasinement spécifique (1/m)	argile à 1x10 ⁻⁵ till à 1x10 ⁻⁵	argile à 1x10 ⁻³ till à 1x10 ⁻⁴
Assignation de la recharge	Zones à 25 mm/an, 50 à 75 mm/an, définies selon le type de matériau, la méthode du bilan hydrique et l'évaluation des coefficients de ruissellement par la méthode SCS modifiée (SCS, 1975)	Des valeurs de 5 mm/an, 75 mm/an, 75 mm/an, 200 mm/an et 300 mm/an ont respectivement été attribuées à l'argile, le till, le roc affleurant, le sable sublittoral et l'esker.

3.0 CALAGE DU MODÈLE NUMÉRIQUE

Le calage d'un modèle numérique constitue une démarche visant à démontrer la capacité du modèle à reproduire des données réelles acquises sur le terrain, notamment des charges hydrauliques et des flux volumétriques tels que des débits d'exhaure. Le modèle a été calé en régime permanent en utilisant comme valeurs cibles les niveaux d'eau souterraine mesurés en mars 2008.

Plusieurs simulations ayant chacune un ensemble de paramètres différents ont été faites jusqu'à ce que la différence entre les charges hydrauliques simulées et observées soit minimisée. La conductivité hydraulique de chacune des unités hydrostratigraphiques et les taux de recharge sont les paramètres qui ont été ajustés lors du

processus de calibration. Ces paramètres ont été sélectionnés soit en raison de leur variabilité spatiale intrinsèque ou de l'incertitude sur la valeur de ces paramètres.

Le modèle a été considéré calibré lorsque l'erreur absolue devenait inférieure à 10 % de la variation totale des niveaux d'eau observés à l'intérieur du domaine modélisé. La différence entre la charge hydraulique minimale et celle maximale observée, à l'intérieur du domaine modélisé, étant de 60 m, l'erreur absolue ciblée est donc de 6 m. L'erreur absolue du modèle calibré est de 3,59 m, soit moins de 6 % par rapport à la différence entre les charges hydrauliques minimales et maximales observées à l'intérieur du domaine modélisé.

La figure A illustre l'ajustement entre les charges hydrauliques mesurées et simulées pour le modèle d'écoulement calé.

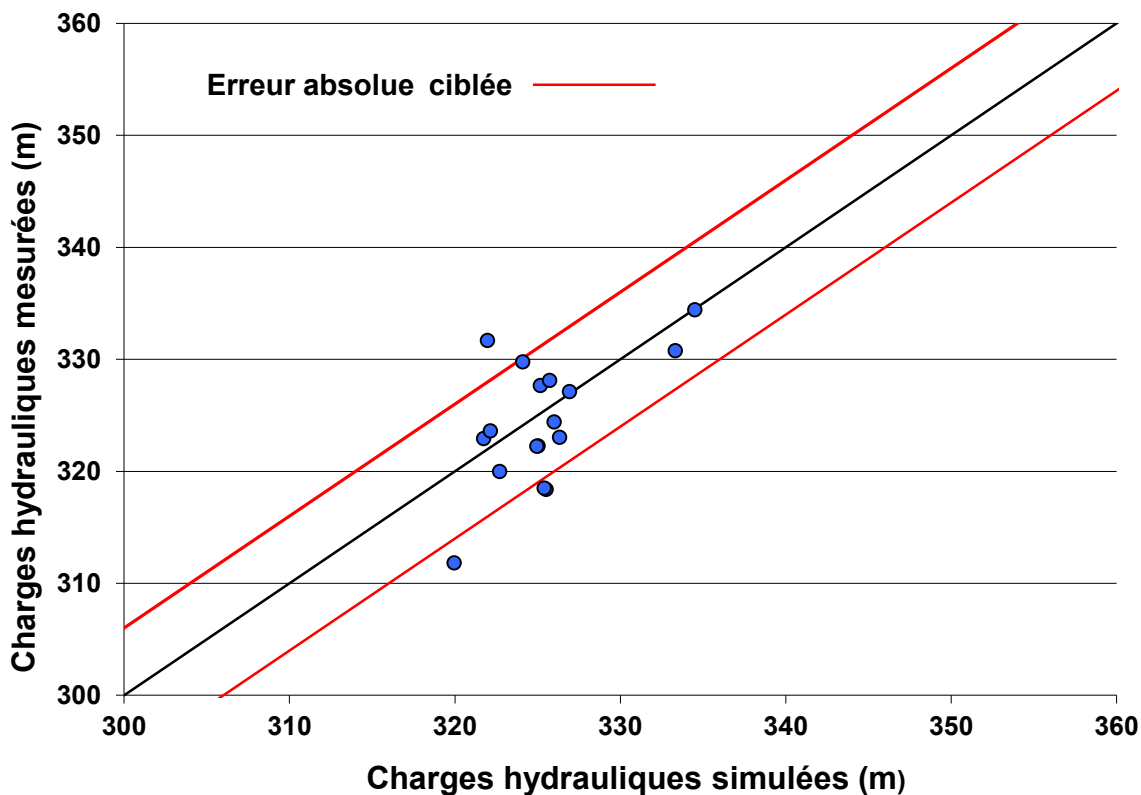


Figure A : Comparaison entre les charges hydrauliques simulées et mesurées – modèle d'écoulement calibré

4.0 SIMULATIONS PRÉDICTIVES

4.1 Scénarios modélisés

À la suite du calage du modèle, des simulations prédictives ont été réalisées pour deux scénarios déjà établis (Golder, 2008) : un premier scénario pessimiste où le roc supérieur (0-50 m) a une conductivité hydraulique plus

élevée ($K_{xy} = 9 \times 10^{-6}$ m/s); et un second scénario réaliste où le roc supérieur (0-50 m) a une conductivité hydraulique plus faible ($K_{xy} = 3 \times 10^{-6}$ m/s). Ces deux scénarios ont été sélectionnés dans le but d'obtenir un intervalle de résultats (un scénario réaliste simulant l'impact probable et un pessimiste simulant l'impact moins probable, mais possible), afin que l'approche de modélisation soit prudente pour l'atteinte des objectifs.

Les paramètres hydrauliques du modèle ont été ajustés afin de représenter les deux scénarios et de simuler deux conditions transitoires connues, soit le pompage dans le puits de la mine Est Malartic en 2006 et 2007, ainsi que le dénoyage des ouvrages souterrains, tel que décrit par Osisko, par le pompage dans le puits de la mine East Malartic en 1979, alors que les mines souterraines étaient complètement développées. Le scénario de conductivité hydraulique plus élevé pour le roc supérieur est cependant jugé pessimiste puisque la valeur de conductivité hydraulique du roc ($K_{xy} = 9 \times 10^{-6}$ m/s) qui a été utilisée est élevée par rapport aux valeurs de conductivités hydrauliques mesurées en moyenne dans le roc peu profond.

La méthodologie générale pour la réalisation des simulations prédictives est similaire à celle de l'étude précédente (Golder, 2008). Le plan de minage de juin 2012 a été utilisé afin de simuler la fosse Canadian Malartic incluant la fosse Gouldie, et ce, à quatre périodes correspondant aux étapes du minage, soit de 0 à 4 ans, de 4 à 8 ans, de 8 à 12 ans et de 12 à 16 ans.

Lors des simulations prédictives, un niveau d'eau à au moins 50 mètres sous la base de la fosse a été imposé pour chacune des périodes simulées. Cette hypothèse est prudente, car elle surestime le rabattement des niveaux des eaux souterraines. Les fosses projetées ont été simulées à l'aide de conditions limites de premier type (charges imposées) et contraintes à un flux sortant du modèle. Ces conditions ont été assignées au pourtour des fosses projetées pour quatre périodes de développement distinctes, soit aux années 3, 7, 11 et 15 de développement. Enfin, l'état piézométrique initial correspond aux conditions de régime permanent, avant l'inclusion de la fosse, obtenues pour les deux scénarios.

Le tableau 2 présente les différentes périodes simulées alors que le tableau 3 présente un sommaire des propriétés hydrauliques assignées à chaque unité hydrostratigraphique pour les deux scénarios simulés.

Tableau 2 : Description des périodes de simulation

Propriétés du modèle	Périodes de simulation			
	0-4 ans	4-8 ans	8-12 ans	12-16 ans
Stade de développement de la fosse Canadian Malartic	Année 3	Année 7	Année 11	Année 15
Stade de développement de la fosse Gouldie	Année 3	Année 4 *	Fosse remplie de stériles	Fosse remplie de stériles
Charges initiales	Simulation initiale avant l'inclusion des fosses, régime permanent	Simulation à 4 ans, régime transitoire	Simulation à 8 ans, régime transitoire	Simulation à 12 ans, régime transitoire

Note : * Le plan de minage utilisé pour la modélisation prévoyait une exploitation de la fosse Gouldie sur 5 ans à partir de la deuxième année sans approfondissement et à partir de la quatrième année d'exploitation selon les informations obtenues auprès d'Osisko. Le plan de minage de 2014 prévoit une exploitation sur 2,5 ans.

Tableau 3 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques

Unité	Conductivité hydraulique (m/s)	Anisotropie verticale	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Roc (0-50 m)	3x10 ⁻⁶ (Scénario K _{xy} faible) 9x10 ⁻⁶ (Scénario K _{xy} élevée)	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Roc (50-100 m)	1x10 ⁻⁷	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Roc (100-300 m)	1x10 ⁻⁸	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Roc (300 m et +)	1x10 ⁻⁹	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Till	4,8x10 ⁻⁷	10	1x10 ⁻⁴	0,10
Résidus miniers	3x10 ⁻⁶	1	1x10 ⁻⁴	0,10
Sable	1x10 ⁻⁵	10	1x10 ⁻⁴	0,10
Esker	1x10 ⁻³	10	1x10 ⁻⁴	0,15
Marécage	1x10 ⁻⁶	1	1x10 ⁻³	0,01
Argile	1x10 ⁻⁸	10	1x10 ⁻³	0,01
Stériles remplissant la fosse Gouldie	1x10 ⁻³	1	1x10 ⁻⁴	0,3

4.2 Résultats

4.2.1 Débit d'exhaure

Le débit d'exhaure estimé par le modèle numérique correspond à l'eau souterraine faisant résurgence dans les parois des fosses projetées et dans les ouvertures souterraines dénoyées. Cette valeur de débit n'inclut donc pas l'eau devant être initialement pompée pour dénoyer les ouvertures souterraines, les précipitations directes et le ruissellement des eaux de précipitation dans la fosse, ainsi que les pertes par évaporation.

Pour le scénario où le roc supérieur est de faible perméabilité, les débits d'exhaure prédits pour la fosse Canadian Malartic projetée sont compris entre 7 000 m³/j et 9 000 m³/j, ce qui est similaire aux précédentes prédictions (Golder, 2008). Pour le scénario où le roc supérieur est de forte perméabilité, les débits d'exhaure prédits sont compris entre 13 000 m³/j et 18 000 m³/j, ce qui est également similaire aux prédictions obtenues en 2008.

Concernant la fosse Gouldie, le scénario où le roc supérieur est de faible perméabilité prédit des débits d'exhaure compris entre 1 400 m³/j et 1 500 m³/j, alors que pour le scénario où le roc supérieur est de forte perméabilité, les débits d'exhaure simulés sont compris entre 4 100 m³/j et 4 700 m³/j.

En considérant l'approche prudente de modélisation et les nombreuses hypothèses, ces prédictions des débits d'exhaure doivent être considérées en termes d'ordre de grandeur. Toutefois, l'estimation basée sur le scénario de faible perméabilité du roc supérieur, où les débits d'exhaure varient de 7 000 m³/j à 9 000 m³/j pour la fosse Canadian Malartic projetée et de 1 400 m³/j à 1 500 m³/j pour la fosse Gouldie, est jugée plus réaliste.

4.2.2 Rabattements des niveaux des eaux souterraines

Les figures 1 à 4 illustrent les rabattements des niveaux des eaux souterraines simulés dans le roc et dans les dépôts meubles à l'année 16, qui correspond à la durée d'exploitation de la fosse Canadian Malartic projetée. Les rabattements à l'année 16 sont illustrés pour les deux scénarios modélisés, soit pour le scénario de faible perméabilité du roc supérieur (figures 1 et 2) et pour le scénario de forte perméabilité du roc supérieur (figures 3 et 4). L'évolution temporelle du rabattement est présentée pour le scénario de faible perméabilité relativement à

un point d'observation localisé au nord de la fosse en direction de Rivière-Héva sur la Route 117, et pour un second point d'observation localisé sur le chemin des Merles (anciennement connu sous le nom de 7^e Rang) tel qu'illustré aux figures 1 et 2). En considérant les hypothèses utilisées et la précision du modèle, un rabattement est jugé significatif lorsqu'il excède un mètre dans les dépôts meubles et trois mètres dans le roc. Ainsi, les figures 1 et 3 illustrent les rabattements d'un et de trois mètres simulés dans les dépôts meubles; et les figures 2 et 4, les rabattements de trois et de dix mètres dans le roc.

Ces résultats indiquent que les rabattements significatifs pourraient s'étendre sur d'importantes distances pour chacun des scénarios simulés. En ce qui a trait au scénario le plus prudent de forte perméabilité du roc supérieur, le rabattement dans le roc pourrait atteindre les puits domestiques le long de la Route 117 et du chemin des Merles, tel qu'illustré à la figure 4. Ce scénario plus prudent indique également que certains puits d'approvisionnement de la ville de Malartic pourraient être affectés par le rabattement des eaux souterraines dans les dépôts meubles et dans le roc, tel qu'illustré aux figures 3 et 4. Toutefois, l'impact au puits d'approvisionnement de la ville le plus éloigné (PP-7) est modéré. De plus, le scénario de faible perméabilité du roc supérieur, jugé plus réaliste, indique des impacts faibles aux puits domestiques et aux puits d'approvisionnement de la ville de Malartic (figures 1 et 2).

Les graphiques de l'évolution temporelle du rabattement simulé pour le point d'observation localisé sur la Route 117 au nord de la fosse Canadian Malartic projetée (figures 1 et 2) indiquent qu'une période d'environ un an, suivant le début de l'exploitation, serait nécessaire avant d'atteindre 1 m de rabattement dans les dépôts meubles, et 4 ans avant d'atteindre 3 m de rabattement au roc. De même, pour le point d'observation localisé sur le chemin des Merles, une période de 10 ans serait nécessaire avant d'atteindre 1 m de rabattement dans les dépôts meubles tandis que le seuil de 3 m de rabattement au roc ne serait jamais atteint dans la période simulée.

La comparaison des cônes de rabattement obtenus pour chacun des scénarios avec les résultats du modèle précédent (Golder, 2008) indique que les rabattements obtenus dans le cadre de cette étude sont légèrement plus étendus. Cette différence est principalement attribuable à l'agrandissement de la fosse vers le secteur Barnat et, dans une moindre mesure, au développement de la fosse Gouldie.

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de modélisation numérique réalisés visaient notamment à évaluer les débits d'exhaure ainsi que les impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines de la Mine. Une mise à jour du modèle hydrogéologique a été réalisée pour inclure l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic ainsi que le développement de la fosse Gouldie, selon le plan de minage de juin 2012.

À la suite de la mise à jour du modèle hydrogéologique, les conclusions et les recommandations présentées dans l'étude précédente (Golder, 2008) sont toujours valides. Les conclusions portant spécifiquement sur les résultats des simulations numériques prédictives à la suite de la mise à jour du modèle numérique sont les suivantes :

- Selon l'estimation, les débits d'exhaure pour le scénario réaliste varient de 7 000 m³/j à 9 000 m³/j pour la fosse Canadian Malartic projetée et de 1 400 m³/j à 1 500 m³/j pour la fosse Gouldie. Pour le scénario pessimiste, ces débits pourraient atteindre 18 000 m³/j pour la Mine et 4 700 m³/j pour la fosse Gouldie;

- La zone de rabattement significatif potentiel des niveaux des eaux souterraines pourrait s'étendre sur d'importantes distances selon les scénarios simulés. Le scénario réaliste indique des impacts faibles aux puits d'alimentation, alors que le scénario pessimiste indique des impacts potentiels à certains puits domestiques et à certains puits de la ville de Malartic. Toutefois, l'impact au puits de la ville le plus éloigné (PP-7) demeure modéré pour le scénario pessimiste.

En considérant les changements proposés au plan de minage en 2013 et en 2014, les conclusions de cette évaluation sont toujours valides. Les débits d'exhaure de la fosse Canadian Malartic projetée et de la fosse Gouldie seront similaires à ceux du plan de minage de 2012. L'évaluation des impacts liés au rabattement significatif potentiel des niveaux d'eau souterraine sera également similaire à celle du plan de minage de 2012 et peu influencée par la nouvelle fosse Jeffrey.

Les recommandations à la suite de la mise à jour du modèle numérique et de la réalisation des simulations prédictives sont les suivantes :

- Le plan de contingence relatif à l'approvisionnement en eau de la ville de Malartic devrait être maintenu. À ce titre, l'implantation d'un nouveau puits d'approvisionnement en eau pour la ville de Malartic a été complétée en 2010. Ce nouveau puits a été aménagé dans le même esker que les puits d'approvisionnement existants, mais à une plus grande distance du projet;
- Certains puits domestiques (le long du chemin des Merles et le long de la Route 117 au nord de la ville de Malartic) pourraient voir leur débit de production affecté à la baisse par le dénoyage de la Mine. Une contingence devra être prévue à cet effet, notamment pour l'implantation de puits domestiques plus profonds. Un inventaire des puits domestiques dans le secteur du chemin des Merles et le long de la Route 117 est en cours de réalisation afin de documenter les caractéristiques des puits (profondeur, diamètre, type d'aquifère, etc);
- En considérant que les prédictions du modèle présentent une estimation prudente du rabattement des eaux souterraines, il est recommandé de poursuivre le suivi en continu des niveaux d'eau souterraine, tel que réalisé par la Mine depuis 2008, afin de valider ces prédictions et de prévenir une perte d'usage de la ressource en eau, le cas échéant.

6.0 LIMITATIONS

Les conditions générales ainsi que les limitations de la présente étude sont jointes à la fin de ce mémo.

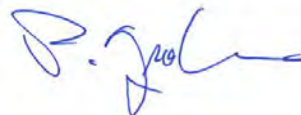
Veuillez agréer, Monsieur Cimon, l'expression de nos sentiments distingués.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



Alexandre Boutin, ing., M.Sc.
Hydrogéologue

PG/AB/ch/tca



Pierre Groleau, ing., M.Sc.
Hydrogéologue, associé principal

- p.j. Figure 1 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles à l'année 16 – Scénario faible perméabilité du roc supérieur
- Figure 2 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc supérieur à l'année 16 – Scénario faible perméabilité du roc supérieur
- Figure 3 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles à l'année 16 – Scénario forte perméabilité du roc supérieur
- Figure 4 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc à l'année 16 – Scénario forte perméabilité du roc supérieur

Conditions générales et limitations

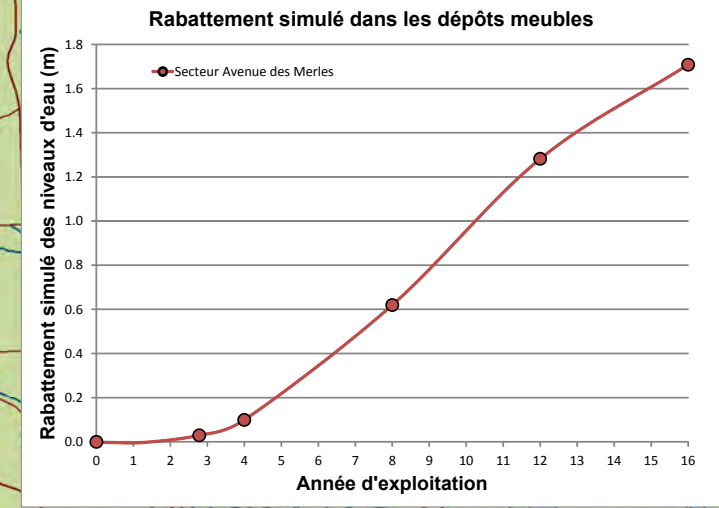
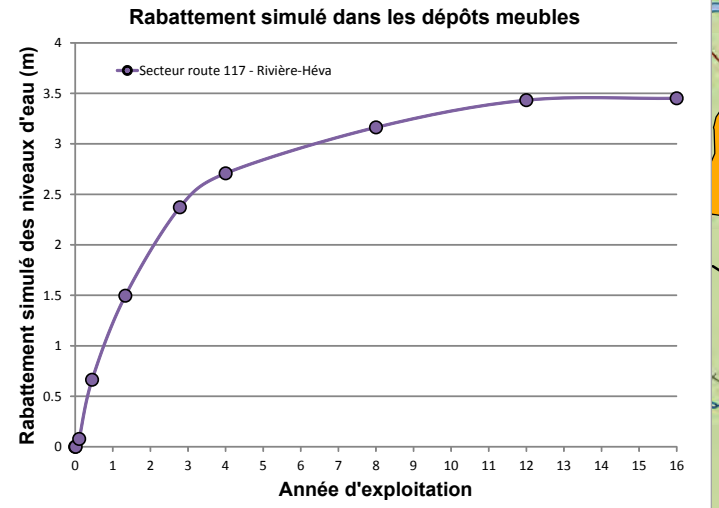
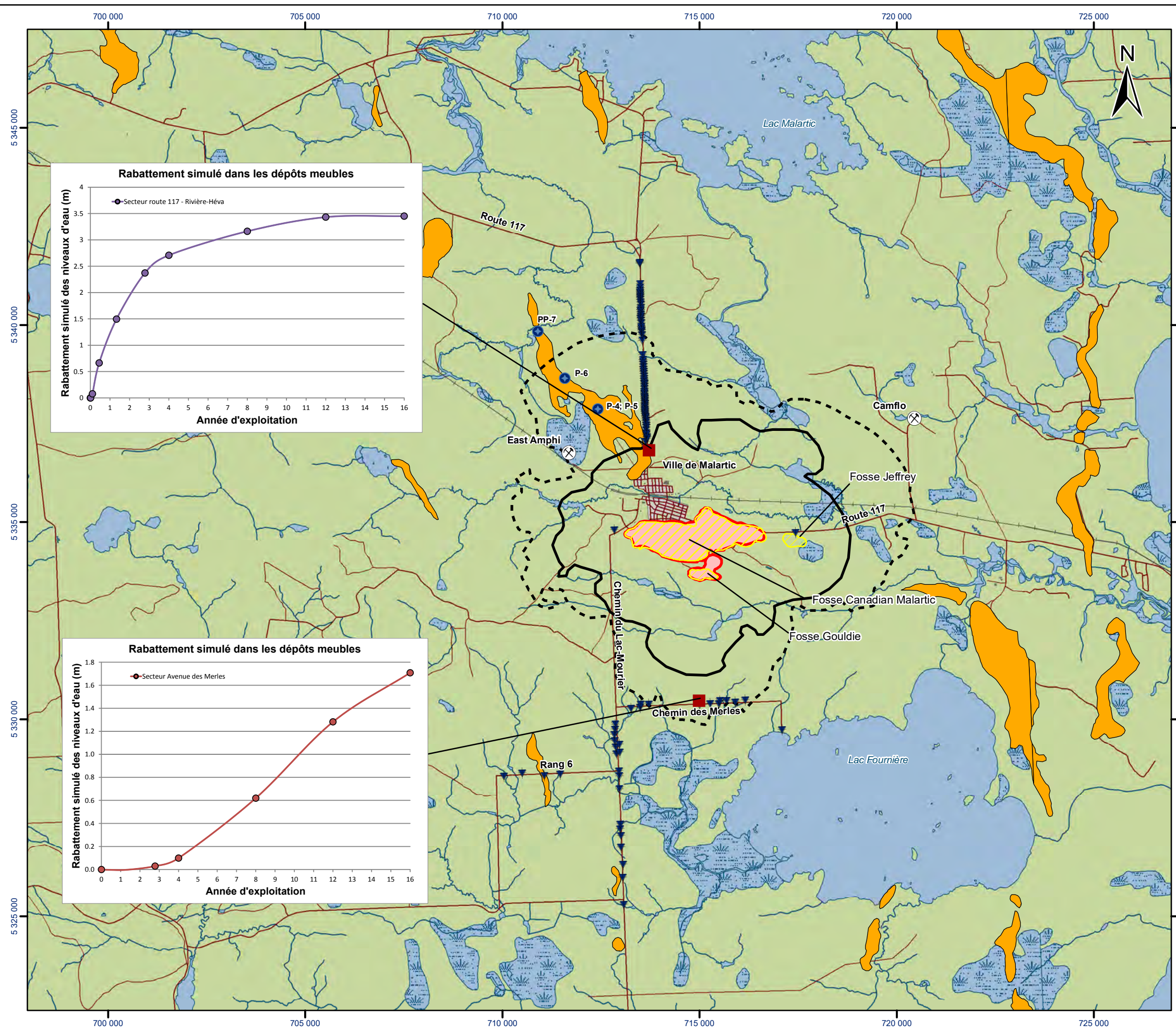
RÉFÉRENCES

Golder Associés Ltée, 2008. *Évaluation du débit d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines, Osisko Exploration Malartic, Québec, Canada.* No réf. : 07-1221-0028-2400.

Golder Associés Ltée, 2012. *Suivi des eaux souterraines 2011 - Mine Canadian Malartic.* No. réf. :003-10-1221-0107-4001.

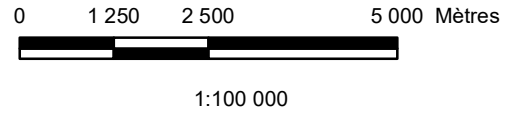
Osisko, 2012. Transmission du plan de minage par courriel le 8 juin 2012.

N:\Activ\2012\12-1221-0025 Osisko-Modélisation-Malartic4 CAD-GIS\SIG\2000 Modèle Rabattement\Figure 1 -DM_Scenario_LK_16ans_2012_20140214.mxd



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- + Voie ferrée
- ▨ Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- ▨ Fosses projetées
- ⊞ Rabattement (1 m) simulé à l'année 16
- Rabattement (3 m) simulé à l'année 16
- Points d'observation de l'évolution temporelle des rabattements simulés



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

Sources: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000

Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

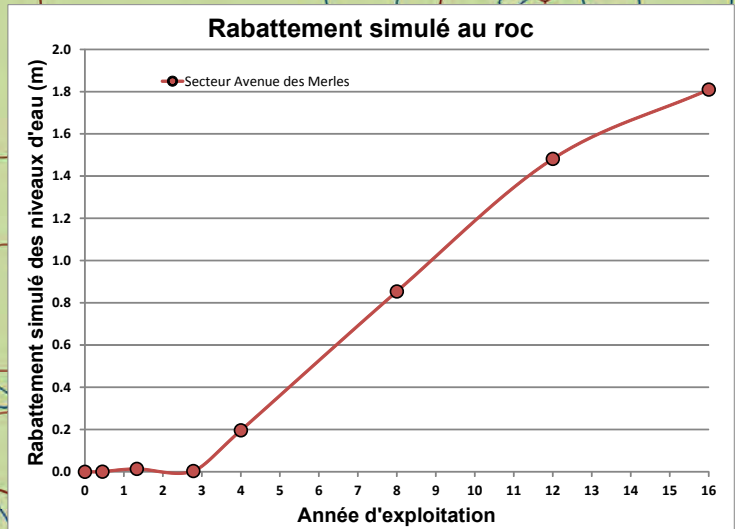
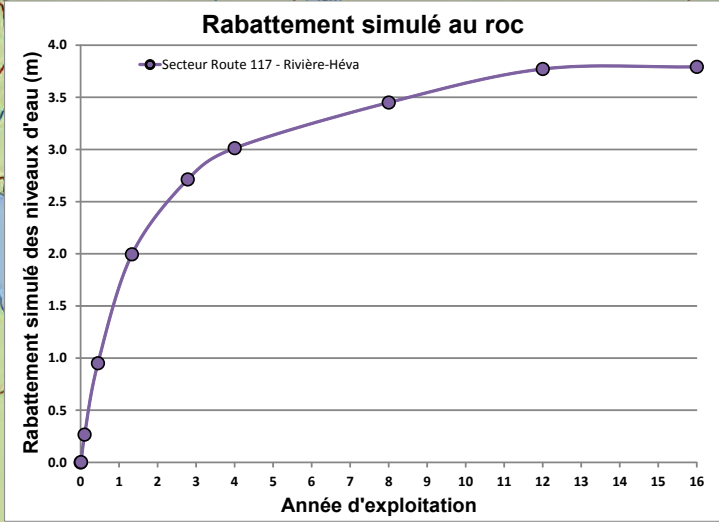
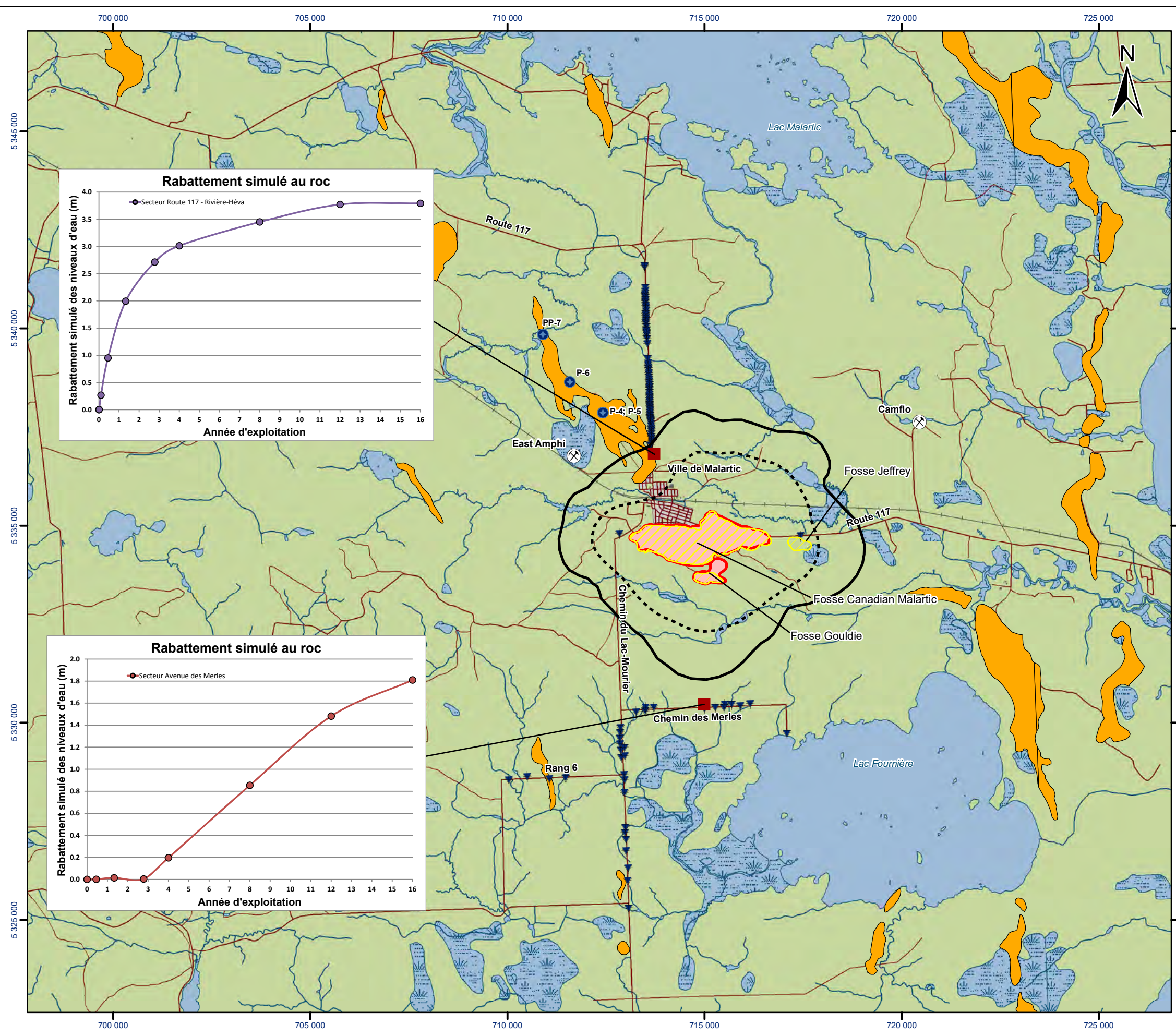
TITRE Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles à l'année 16 - Scénario faible perméabilité du roc supérieur



PROJET No.12-1221-0025-2000		Échelle respective		REV. 4
GIS	RG	12 Août 2013		
Conception	MNR	12 Août 2013		
Vérification	AB	12 Août 2013		
Révision	PG	12 Août 2013		

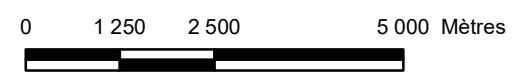
FIGURE 1

N:\Actif\2012\1221-0025-Osisko-Modélisation-Malartic\4 CAD-GIS\GIS\2000 Modèle Rabattement\Figure 2 -Roc_Scenario_LK_16ans_2012_20140214.mxd



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Fosses projetées
- Rabattement (3 m) simulé à l'année 16
- Rabattement (10 m) simulé à l'année 16
- Points d'observation de l'évolution temporelle des rabattements simulés



1:100 000

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

Source: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000
Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

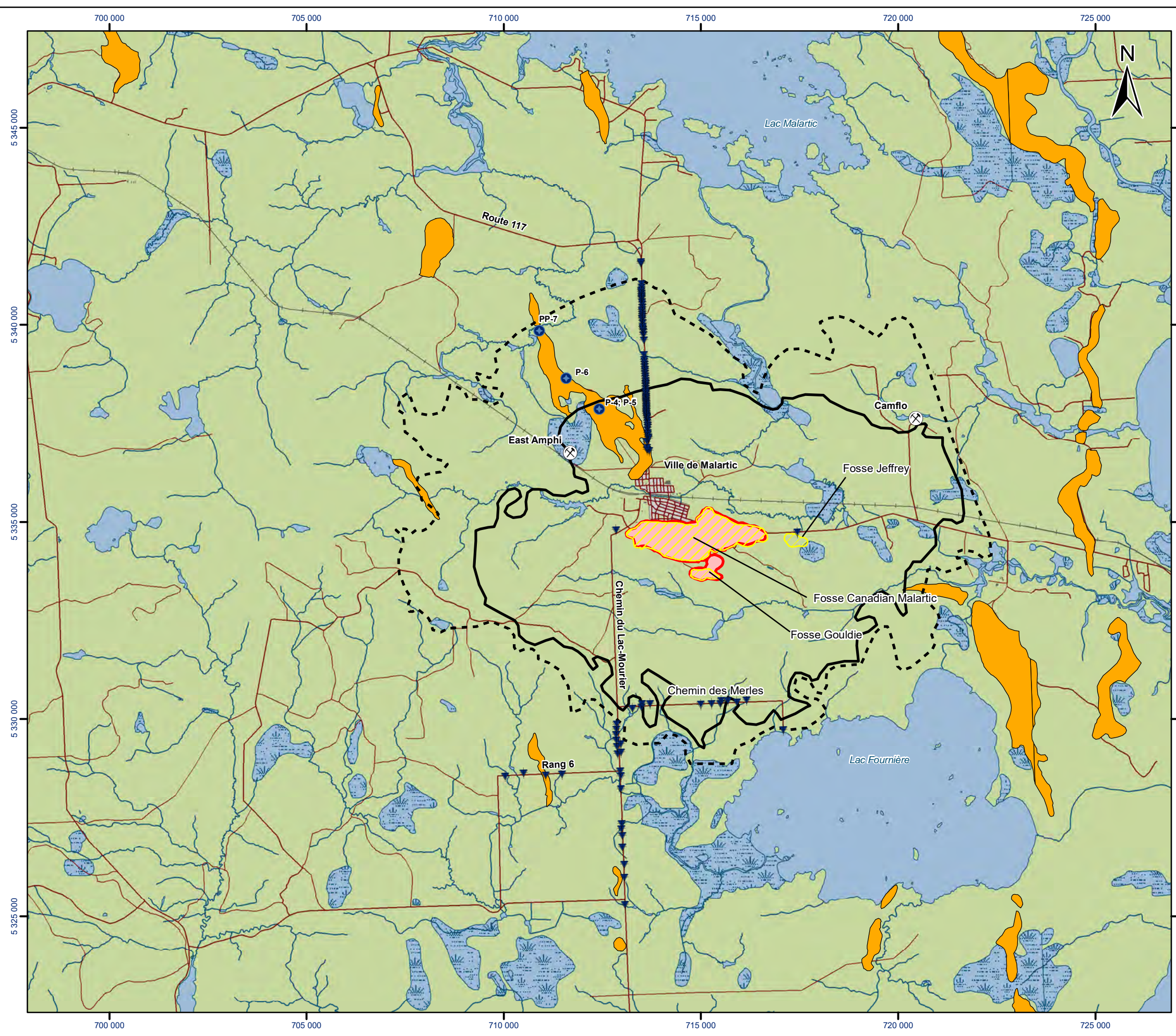
TITRE Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc à l'année 16 Scénario faible perméabilité du roc supérieur



PROJET No.	12-1221-0025-2000	Échelle respective	REV. 4
GIS	RG	12 Août 2013	
Conception	MNR	12 Août 2013	
Vérification	AB	12 Août 2013	
Révision	PG	12 Août 2013	

FIGURE 2

N:\Actif\2012\12-1221-0025 Osisko-Modélisation-Malartic\4 CAD-GIS\2000 Modèle Rabattement\Figure 3 -DM_Scenario_HK_16ans_2012_20140214.mxd



LÉGENDE

- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Fosses projetées
- Rabattement (1 m) simulé à l'année 16
- Rabattement (3 m) simulé à l'année 16

0 1 250 2 500 5 000 Mètres

1:100 000

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

Sources: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000
Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET

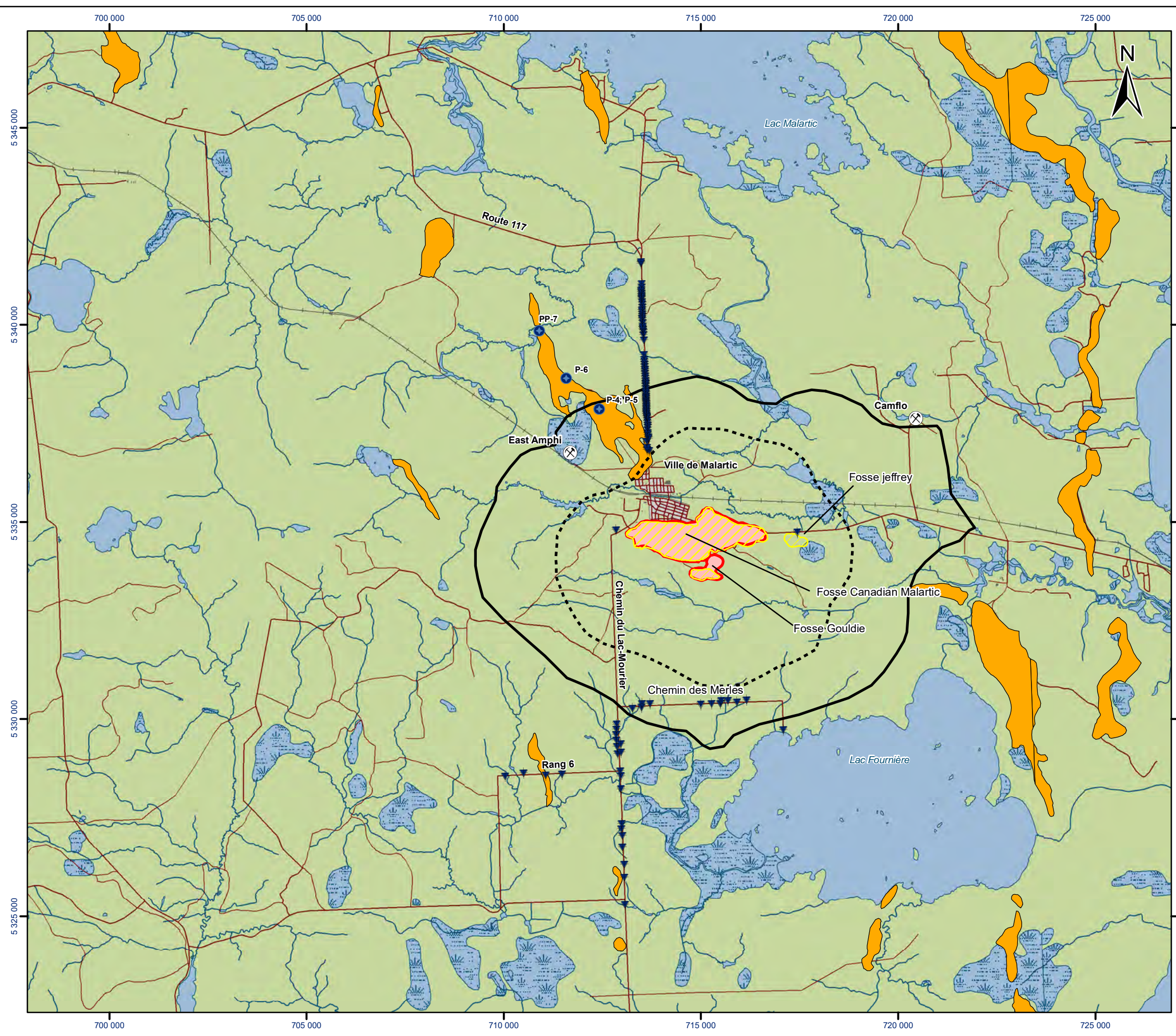
MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS
D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES
NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN
MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

TITRE

Étendue du rabattement potentiel du niveau
des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles
à l'année 16 - Scénario forte perméabilité du roc supérieur

<p>Golder Associés Montréal, Québec</p>	PROJET No. 12-1221-0025-2000		Échelle respective	REV. 4
	GIS	RG	10 sept 2012	FIGURE 3
	Conception	MNR	10 sept 2012	
	Vérification	AB	10 sept 2012	
Révision	PG	10 sept 2012		

N:\Actif\2012\1221-1221-0025-Osisko-Modélisation-Malartic\4 CAD-GIS\GIS\2000 Modèle Rabattement\Figure 4 -Roc_Scenario_HK_16ans_2012_20140214.mxd



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- ▨ Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- ▨ Fosses projetées
- ▭ Rabattement (3 m) simulé à l'année 16
- ▭ Rabattement (10 m) simulé à l'année 16

0 1 250 2 500 5 000 Mètres

1:100 000

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17


Sources: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000
Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET

MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS
D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES
NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN
MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

TITRE

Étendue du rabattement potentiel du niveau
des eaux souterraines simulé dans le roc à l'année 16
Scénario forte perméabilité du roc supérieur

 Montréal, Québec	PROJET No. 12-1221-0025-2000		Échelle respective	REV. 4
	GIS	RG	10 sept 2012	FIGURE 4
	Conception	MNR	10 sept 2012	
	Vérification	AB	10 sept 2012	
	Révision	PG	10 sept 2012	

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
RAPPORT DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par Golder. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par Golder et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.

ANNEXE-B

*Mise à jour de l'évaluation des
débits d'exhaure et des impacts
potentiels sur les niveaux des eaux
souterraines de la Mine Canadian
Malartic-002-12-1221-0025-2000-
MTF-Rev4*

MEMORANDUM TECHNIQUE**DATE** 2 octobre 2019**N° de référence** GAL012-1776338-MTF-Rev4**À** Richard Harrisson, Directeur Évaluation de projets
Mine Canadian Malartic:**C.C** Stéphanie Lafrenière, Coordinatrice Développement durable**DE** Pierre GroleauAdresse courriel pgroleau@golder.com**ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY, MALARTIC (QUÉBEC)****1.0 INTRODUCTION****1.1 Mise en contexte**

Dans le cadre du projet Odyssey, le partenariat Canadian Malartic (CMPG) projette d'exploiter par mine souterraine l'extension des zones minéralisées actuellement exploitées par mine à ciel ouvert. Ainsi, la continuité des zones East Malartic, Sladen, Barnat, Sheehan et Jeffrey serait exploitée au moyen de galeries souterraines situées à proximité de la mine Canadian Malartic (MCM). Ce projet nécessitera, entre autres installations, l'aménagement d'un puits et de rampes afin d'accéder au gisement.

La figure A (après le texte) illustre la position du gisement et des principales infrastructures de surface projetées pour Odyssey. Pour plus de clarté, les zones minéralisées sont regroupées selon trois zones (East Malartic, Nord et Sud).

Dans le cadre d'une demande de modification de décret pour le projet Odyssey, Golder Associés Ltée (Golder) a été mandatée pour effectuer une évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines du projet.

1.2 Localisation du projet Odyssey

La propriété de MCM est entièrement située dans le Canton de Fournière, au sud de la ville de Malartic et à environ 25 km à l'ouest de la ville de Val-d'Or. La figure A présente une vue d'ensemble des principales infrastructures du projet Odyssey. Il est à noter que l'empreinte du projet Odyssey est entièrement située à l'intérieur du secteur du projet Extension Canadian Malartic (l'Extension), lequel a été approuvé par décret au début de 2017.

1.3 Objectifs de l'étude

L'étude comprend les objectifs suivants :

- 1) Mettre à jour le modèle numérique d'écoulement d'eau souterraine développé pour MCM en 2008 en introduisant les développements souterrains du projet Odyssey.
- 2) À l'aide du modèle numérique mis à jour, réaliser des simulations prédictives afin d'évaluer :

- i) les débits d'exhaure pour le dénoyage des développements souterrains du projet;
 - ii) le rabattement maximal anticipé des niveaux d'eau souterraine lié à l'ensemble des activités de dénoyage de MCM.
- 3) Décrire la gestion proposée des eaux d'exhaure du projet.
 - 4) Évaluer les impacts potentiels des infrastructures existantes de MCM sur la qualité des eaux d'exhaure du projet Odyssey.

Il est à noter que les prédictions du modèle hydrogéologique ont été réalisées en utilisant des hypothèses prudentes pour évaluer les impacts potentiels du projet. Ainsi, les prédictions des débits d'exhaure et du rabattement des niveaux d'eau souterraine présentent une estimation des valeurs maximales anticipées.

Les sections suivantes présentent les ajustements apportés au modèle hydrogéologique de 2008 et revue en 2015, le calage du modèle sur les données réelles, les simulations prédictives et les résultats obtenus. La gestion proposée des eaux d'exhaure et l'évaluation des impacts potentiels des infrastructures existantes de MCM sur la qualité des eaux d'exhaure du projet Odyssey sont également présentées.

2.0 AJUSTEMENTS APPORTÉS AU MODÈLE HYDROGÉOLOGIQUE

Les principaux ajustements apportés au modèle hydrogéologique (par rapport au modèle original basé sur le projet Canadian Malartic en 2008 et revu en 2015 dans le cadre de l'Extension de MCM, voir l'annexe 1) concernent l'intégration des développements souterrains du projet Odyssey et l'ajustement de certains paramètres du modèle. Ces derniers ajustements ont été effectués afin de réaliser une prédiction plus réaliste des rabattements qui sont observés dans le cadre des opérations.

Les modifications effectuées au plan de minage intégré dans le modèle hydrogéologique sont les suivantes :

- Dénoyage des galeries historiques jusqu'à une profondeur de 900 m, soit l'élévation -590m, environ 50 m sous l'ouverture la plus basse du projet Odyssey;
- Intégration du projet Odyssey selon le plan de minage fourni par MCM en décembre 2018.

Le tableau 1 présente la paramétrisation actualisée du modèle hydrogéologique afin de mieux simuler les rabattements observés en 2018 dans le cadre du programme de surveillance des eaux souterraines. Les modifications faites à la paramétrisation du modèle sont les suivantes :

- Diminution de la conductivité hydraulique du roc supérieur (0-50 m) de 3×10^{-6} m/s à 4×10^{-7} m/s;
- Augmentation de la conductivité hydraulique du roc profond (plus de 300 m) de 1×10^{-9} m/s à 5×10^{-9} m/s;
- Baisse du taux de recharge sur les unités de sable, de till, d'argile et de roc supérieur.

Tableau 1 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques

Unité	Modèle original		Modèle mis à jour	
	Conductivité hydraulique (m/s)	Recharge (mm/an)	Conductivité hydraulique (m/s)	Recharge (mm/an)
Esker	1×10^{-3}	300	1×10^{-3}	300
Sable	1×10^{-5}	200	1×10^{-5}	50
Till	$4,8 \times 10^{-7}$	75	$4,8 \times 10^{-7}$	20
Argile	1×10^{-8}	5	1×10^{-8}	2
Roc supérieur (0-50m)	3×10^{-6}	75	4×10^{-7}	10
Roc intermédiaire (50-100 m)	1×10^{-7}	-	1×10^{-7}	-
Roc intermédiaire (100-300 m)	1×10^{-8}	-	1×10^{-8}	-
Roc profond (plus de 300 m)	1×10^{-9}	-	5×10^{-9}	-

Note : les cellules en grisé indiquent les changements

3.0 CALAGE DU MODÈLE NUMÉRIQUE

Le calage d'un modèle numérique est une démarche visant à démontrer la capacité du modèle à reproduire des données réelles acquises sur le terrain, notamment des charges hydrauliques et des flux volumétriques comme des débits d'exhaure. Le modèle a été calé en régime permanent en utilisant comme valeurs cibles les niveaux d'eau souterraine mesurés en mars 2008. Les mesures de 2008 sont jugées représentatives des conditions pré-développements de MCM. Une vérification a également été effectuée en condition dynamique afin de s'assurer que le modèle peut reproduire le pompage dans le puits de l'ancienne mine East Malartic en 1979, alors que les mines souterraines étaient complètement développées, ainsi que la zone de rabattement de la nappe d'eau souterraine causé par le dénoyage de la fosse Canadian Malartic en 2018. La figure 1 illustre l'ajustement entre les charges hydrauliques mesurées et simulées pour le modèle d'écoulement calé.

En régime permanent en condition pré-développement de MCM, le modèle initial a été jugé calibré lorsque l'erreur quadratique normalisée devenait inférieure à 10 % de la variation totale des niveaux d'eau observés à l'intérieur du domaine modélisé qui est de 55 m (350 m au Lac Milhaut - 295 m au Lac Malartic). La racine de l'erreur quadratique moyenne (RMS) est de 5,4 m, soit 9,8 % (NRMS) par rapport à la différence entre les charges hydrauliques minimales et maximales observées à l'intérieur du domaine modélisé. Sur la figure 1, les lignes bleues illustrent l'erreur moyenne absolue et les lignes rouges l'erreur quadratique moyenne.

Le débit d'exhaure historique de la mine East-Malartic en 1979 serait de l'ordre de 750 GPM(UK), soit environ 4 900 m³/jour lorsque cette mine était complètement dénoyée (Osisko, communication verbale). À titre indicatif, le

débit d'exhaure obtenu avec le modèle hydrogéologique en régime permanent lorsque les ouvertures historiques sont toutes dénoyées est de 5 500 m³/jour ce qui représente bien le débit historique.

Une vérification a été faite afin de comparer le rabattement simulé de la nappe d'eau souterraine du roc supérieur avec la zone de rabattement établie à partir des données de suivi piézométrique en 2018 (figure B, après le texte). La même comparaison a également été faite avec la zone de rabattement obtenue avec la version précédente du modèle. La figure B montre que l'étendue de la zone de rabattement de la nappe phréatique simulée avec le modèle mis à jour s'étend au-delà de la zone définie à partir des données du suivi piézométrique. L'étendue de la zone de rabattement de la nappe d'eau souterraine simulée avec le modèle mis à jour est toutefois moindre par rapport au résultat obtenu avec la version précédente du modèle. Les prédictions de rabattement de la nappe d'eau souterraine faites avec le modèle mis à jour se rapprochent donc plus des observations piézométriques, mais demeurent surestimées par rapport à la réalité, ce qui signifie que les résultats obtenus avec le modèle mis à jour sont jugés prudents et permettent d'atteindre les objectifs de l'étude.

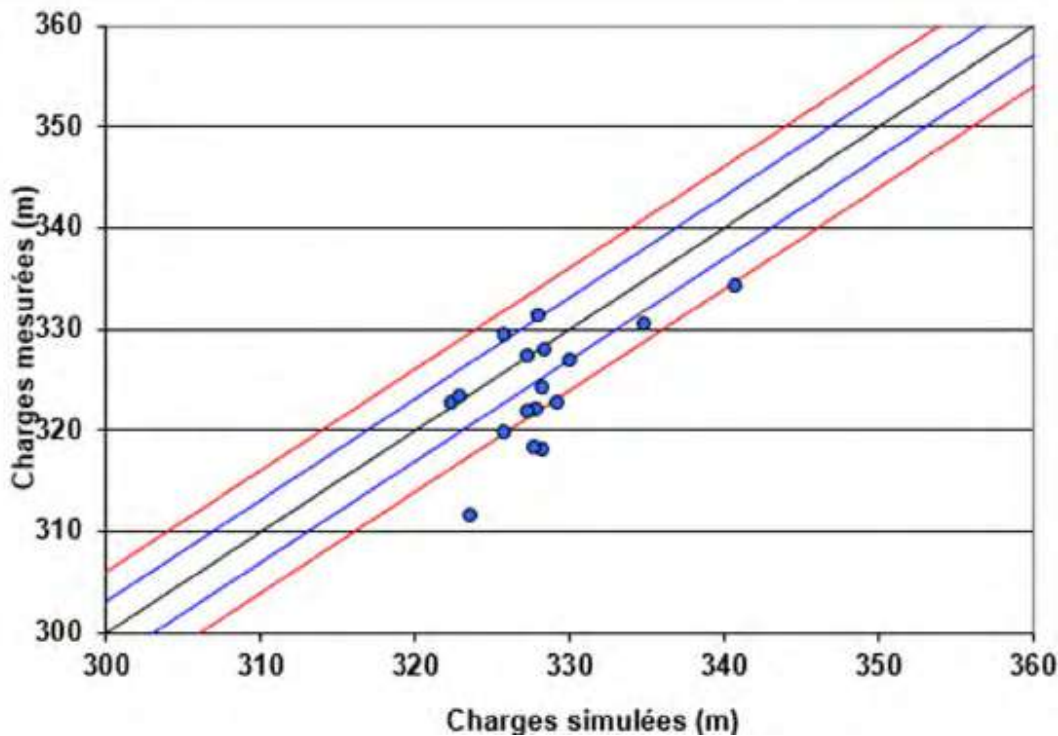


Figure 1 : Comparaison entre les charges hydrauliques simulées et mesurées en 2008 en condition pré-développement de MCM

4.0 SIMULATIONS PRÉDICTIVES

4.1 Scénarios modélisés

À la suite du calage du modèle, des simulations prédictives ont été réalisées selon trois scénarios, soit :

- **Scénario Réaliste** dont la paramétrisation (tableau 2) correspond au modèle calibré;
- **Scénario Réaliste avec effet des ouvertures historiques** sur la conductivité hydraulique verticale du roc au droit des ouvertures souterraines historiques. Pour ce scénario, la paramétrisation est la même que le scénario Réaliste (tableau 2) à l'exception de la conductivité hydraulique verticale du roc qui a été augmentée de deux ordres de grandeur sur toute l'épaisseur du roc au-dessus de toutes les ouvertures historiques afin de représenter la possible augmentation de la conductivité hydraulique du roc dans le secteur de ces ouvertures;
- **Scénario Prudent** dont la paramétrisation (tableau 3) correspond au modèle de l'Extension de MCM.

Tableau 2 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques – Scénario Réaliste

Unité	Conductivité hydraulique, K_x (m/s)	Anisotropie verticale (K_x/K_z)	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Roc (0-50 m)	4×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (50-100 m)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (100-300 m)	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (plus de 300 m)	5×10^{-9}	10	1×10^{-5}	0,01
Till	$4,8 \times 10^{-7}$	10	1×10^{-4}	0,10
Résidus miniers	3×10^{-6}	1	1×10^{-4}	0,10
Sable	1×10^{-5}	10	1×10^{-4}	0,10
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,15
Marécage	1×10^{-6}	1	1×10^{-3}	0,01
Argile	1×10^{-8}	10	1×10^{-3}	0,01
Stériles remplissant la fosse Gouldie	1×10^{-3}	1	1×10^{-4}	0,30

Tableau 3 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques – Scénario Prudent

Unité	Conductivité hydraulique, Kx (m/s)	Anisotropie verticale (Kx/Kz)	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Roc (0-50 m)	3 x 10 ⁻⁶	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Roc (50-100 m)	1 x 10 ⁻⁷	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Roc (100-300 m)	1 x 10 ⁻⁸	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Roc (plus de 300 m)	5 x 10 ⁻⁹	10	1 x 10 ⁻⁵	0,01
Till	4,8 x 10 ⁻⁷	10	1 x 10 ⁻⁴	0,10
Résidus miniers	3 x 10 ⁻⁶	1	1 x 10 ⁻⁴	0,10
Sable	1 x 10 ⁻⁵	10	1 x 10 ⁻⁴	0,10
Esker	1 x 10 ⁻³	10	1 x 10 ⁻⁴	0,15
Marécage	1 x 10 ⁻⁶	1	1 x 10 ⁻³	0,01
Argile	1 x 10 ⁻⁸	10	1 x 10 ⁻³	0,01
Stériles remplissant la fosse Gouldie	1 x 10 ⁻³	1	1 x 10 ⁻⁴	0,30

Note : la cellule en grisé indique le changement par rapport au scénario Réaliste

Ces trois scénarios ont été sélectionnés dans le but d'obtenir un intervalle de résultats, afin que l'approche de modélisation soit prudente pour l'atteinte des objectifs.

Les simulations ont été effectuées selon la chronologie d'exploitation suivante, en considérant que le « temps zéro » correspond au début de l'exploitation de la fosse Canadian Malartic en 2011 :

- 0-8 ans (de 2011 à 2019) : développement des fosses Canadian Malartic et Gouldie;
- 8-11 ans (de 2019 à 2022) : dénoyage des ouvertures souterraines existantes jusqu'à 600 m de profondeur et début du projet Odyssey;
- 11-22 ans (de 2022 à 2034) : dénoyage des ouvertures souterraines existantes jusqu'à 900 m de profondeur et poursuite du projet Odyssey. L'exploitation de l'extension de la fosse Canadian Malartic (secteur Barnat) se termine à la 16^e année (2027). Celle-ci demeurera dénoyée jusqu'à la fin du projet Odyssey alors que la fosse Canadian Malartic sera en partie remblayée par des résidus miniers et des stériles.

Le plan de minage d'août 2018 a été utilisé afin de simuler les fosses Canadian Malartic, Gouldie, l'extension de la fosse Canadian Malartic (Barnat) et Jeffrey (les fosses de MCM). Le plan de minage de décembre 2018 du projet Odyssey a été intégré dans le modèle. Finalement, la géométrie des ouvertures historiques provient de fichiers fournis par MCM en août 2018.

Le dénoyage des fosses et des galeries souterraines a été simulé à l'aide de conditions limites de type face de suintement, c'est-à-dire des conditions limites pour lesquelles la charge constante assignée est égale à l'élévation du niveau excavé ($h = z$). Une contrainte a été assignée à ces conditions limites afin que celles-ci n'injectent pas d'eau dans le modèle lorsque l'élévation simulée de la nappe devient inférieure à celle du nœud sur lesquelles elles sont assignées. Enfin, l'état piézométrique initial correspond aux conditions de régime permanent, avant le début de l'exploitation de MCM, obtenues pour les trois scénarios.

4.2 Résultats

4.2.1 Débit d'infiltration d'eau souterraine (débit d'exhaure)

Les débits d'infiltration d'eau souterraine futurs ont été prédits avec le modèle de l'année 8 à 22 (de 2019 à 2034) pour les fosses, le projet Odyssey et les ouvertures minières historiques dénoyées. Le débit d'infiltration d'eau souterraine calculé par le modèle numérique correspond à l'eau souterraine faisant résurgence dans les parois des fosses et dans les ouvertures souterraines dénoyées. Il s'agit donc d'une partie du débit d'exhaure, car cette valeur de débit n'inclut pas les précipitations directes et le ruissellement des eaux de précipitation dans les fosses ainsi que les pertes par évaporation. De plus, les valeurs de débit pour les ouvertures historiques représentent les venues d'eau en provenance du massif rocheux une fois ces galeries complètement dénoyées.

Les débits d'infiltration d'eau souterraine calculés pour le scénario Réaliste et le scénario Réaliste avec effets des ouvertures historiques sont présentés aux tableaux 4 et 5. Les valeurs de débit d'infiltration d'eau souterraine présentées dans ces deux tableaux sont celles obtenues à la suite de la mise à jour du modèle hydrogéologique et sont celles attendues dans les fosses et les ouvertures souterraines. Les valeurs de débit d'infiltration d'eau souterraine obtenues pour le scénario Prudent sont présentées au tableau 6. Ces tableaux présentent également les minimums et maximums des débits pour le projet Odyssey, pour les trois zones combinées (uniquement les zones East-Malartic, Nord et Sud).

Il est à noter que la contribution des ouvertures souterraines historiques à l'ensemble des débits d'infiltration d'eau souterraine est significative. Elle représente en moyenne 58 % des débits pour les scénarios Réaliste et Réaliste avec effets des ouvertures historiques. Pour le scénario Prudent, elle est moindre (moyenne de 36 %), car ce scénario génère plus d'infiltrations dans le roc supérieur, et donc dans les fosses.

Tableau 4 : Débit d'infiltration d'eau souterraine (m³/jour) – Scénario Réaliste

Période	Fosses	Recharge ouvertures souterraines historiques	Odyssey, zone East-Malartic	Odyssey, zones Nord et Sud	Total
8-11 ans (de 2019 à 2022)	1 700 – 2 400	4 800 – 5 200	600 – 1 200	700 – 800	7 800 – 9 600
11-16 ans (de 2022 à 2027)	1 700 – 1 800	4 900 – 5 300	1 000 – 1 200	850 – 1 100	8 450 – 9 400
16-22 ans (de 2027 à 2034)	500 – 600	3 250 – 4 500	1 100 – 1 950	700 – 850	5 550 – 7 900
Minimum du projet Odyssey (période)			1 300 (2019 à 2022)		
Maximum du projet Odyssey (période)			2 800 (2027 à 2034)		

Tableau 5 : Débit d'infiltration d'eau souterraine (m³/jour) – Scénario Réaliste avec effet des ouvertures historiques

Période	Fosses	Recharge ouvertures souterraines historiques	Odyssey, zone East-Malartic	Odyssey, zones Nord et Sud	Total
8-11 ans (de 2019 à 2022)	1 100 – 1 350	5 200 – 5 600	650 – 1 150	850 – 1 200	7 800 – 9 300
11-16 ans (de 2022 à 2027)	1 150 – 1 600	5 500 – 6 000	2 300 – 2 900	850 – 1 100	9 800 – 11 600
16-22 ans (de 2027 à 2034)	350 – 400	4 000 – 5 300	2 000 – 3 100	700 – 850	7 050 – 9 650
Minimum du projet Odyssey (période)			1 500 (2019 à 2022)		
Maximum du projet Odyssey (période)			4 000 (2022 à 2027)		

Tableau 6 : Débit d'infiltration d'eau souterraine (m³/jour) – Scénario Prudent

Période	Fosses	Recharge ouvertures souterraines historiques	Odyssey, zone East-Malartic	Odyssey, zones Nord et Sud	Total
8-11 ans (de 2019 à 2022)	5 900 – 7 100	4 800 – 5 000	950 – 1 750	2 100 – 2 300	13 750 – 16 150
11-16 ans (de 2022 à 2027)	6 000 – 6 700	5 600 – 5 950	1 450 – 1 800	1 550 – 1 950	14 600 – 16 400
16-22 ans (de 2027 à 2034)	2 500 – 3 750	3 300 – 5 000	1 500 – 2 500	1 200 – 1 600	8 500 – 12 850
Minimum du projet Odyssey (période)			2 700 (2027 à 2034)		
Maximum du projet Odyssey (période)			4 100 (2027 à 2034)		

4.2.2 Rabattements des niveaux des eaux souterraines

Les figures C à E (après le texte) illustrent les rabattements des niveaux des eaux souterraines simulés dans le roc à l'année 2027, qui correspond à la fin de l'exploitation des fosses de MCM. Les figures F à H présentent les rabattements obtenus à l'année 2034, soit à la fin de l'exploitation du projet Odyssey.

Les rabattements sont illustrés pour les trois scénarios modélisés, soit pour le scénario Réaliste (figures C et F), le scénario Réaliste avec effets des ouvertures historiques (figures D et G) et le scénario Prudent (figures E et H). En considérant les hypothèses utilisées et la précision du modèle, un rabattement est jugé significatif lorsqu'il excède trois mètres dans le roc. Ainsi, les figures C à H illustrent les rabattements de trois et de dix mètres dans le roc.

De façon générale, la comparaison des cônes de rabattement obtenus pour chacun des scénarios avec les résultats du modèle original (Golder, 2008) indique que les rabattements obtenus dans le cadre de cette étude sont moins étendus. Cette différence est principalement attribuable à la diminution de la conductivité hydraulique de la portion supérieure du roc réalisée pour améliorer la calibration du modèle sur les rabattements observés dans le cadre du programme de surveillance des eaux souterraines de MCM.

Les résultats de la modélisation indiquent que pour chacun des scénarios simulés, les rabattements n'atteindraient pas les puits d'approvisionnement de la ville de Malartic, lesquels sont aménagés dans un esker au nord-ouest de la ville. Les rabattements atteindraient cet esker et certains puits résidentiels situés au nord de la ville pour le scénario Prudent seulement (figure E). Pour le scénario Réaliste, incluant celui Réaliste avec effet des ouvertures historiques, les résultats de la modélisation montrent que les rabattements n'atteindraient pas cet esker ni les puits résidentiels (figures C, D et F, G).

5.0 GESTION PROPOSÉE DES EAUX D'EXHAURE DU PROJET ODYSSEY

MCM a mis en œuvre une gestion des eaux d'exhaure pour son exploitation des fosses. Ces eaux sont actuellement pompées vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage de la mine, selon leur qualité et les besoins en eau pour l'opération de l'usine de traitement du minerai. Il est prévu de maintenir cette même gestion des eaux pour la durée du projet Odyssey. Une autre alternative serait que les eaux d'exhaure d'Odyssey transitent par le bassin de pompage Nord-est, avant d'être pompées vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage, car le bassin de pompage Nord-est a des capacités d'emménagement (46 900 m³) et de pompage (69 120 m³/jour) largement suffisantes pour la gestion de ces eaux.

Les détails de conception du bassin de pompage Nord-est ont été présentés dans le cadre du projet pour l'Extension de MCM. L'objectif de ce bassin est de collecter les eaux de ruissellement de l'extension vers l'est de la halde à stériles. Après août 2019, de nouveaux fossés draineront l'eau de ruissellement de l'extension à l'est de la halde à stériles vers la fosse Jeffrey, après son remblayage. Par la suite, il est prévu que le bassin de pompage Nord-est reste en activité comme bassin collecteur des eaux associées au développement du projet Odyssey seulement. Ce bassin servira principalement à l'emménagement des eaux de surface du projet, notamment celles de la crue de récurrence 1:100 ans pour laquelle un volume d'emménagement de 6 400 m³ est requis, ce qui correspond à moins de 15 % de la capacité du bassin.

Les résultats du modèle hydrogéologique ont été utilisés pour estimer l'impact de l'ajout des eaux d'exhaure du projet Odyssey sur le débit de l'effluent final de MCM. Pour cette évaluation, la période d'intérêt a été identifiée

comme étant celle où le débit d'exhaure total de MCM et du projet Odyssey était à sa valeur maximale. Selon le scénario Réaliste du modèle, le débit d'exhaure total maximum (9 600 m³/jour) est atteint durant la période 2019 à 2022 (tableau 4). Durant cette période, la contribution d'Odyssey aux eaux d'exhaure représente entre 1 300 et 2 000 m³/jour. Le bilan d'eau de MCM pour l'année 2018 (figure I) indique un rejet à l'effluent final de 9,3 millions de m³, soit 25 500 m³/jour. En fonction de la gestion des eaux de MCM, si on suppose que le débit d'eau d'exhaure généré par le projet Odyssey est intégralement dirigé vers l'effluent final, ce qui est une hypothèse prudente, le débit de l'effluent final pourrait augmenter au maximum de 2 000 m³/jour, soit une augmentation d'environ 8 % sur la base du bilan d'eau de 2018.

6.0 IMPACTS POTENTIELS DES INFRASTRUCTURES DE MCM SUR LA QUALITÉ DES EAUX D'EXHAURE DU PROJET ODYSSEY

Une évaluation des impacts potentiels des infrastructures de MCM sur la qualité des eaux d'exhaure du projet Odyssey, notamment du parc à résidus de l'Extension situé en amont hydraulique du projet, a été réalisée. Sur la base des informations et modélisations hydrogéologiques dans le secteur de l'Extension les observations suivantes sont notables :

- La perméabilité du roc de surface est plus élevée que le roc en profondeur et favorise la migration des contaminants dans cet horizon de surface. Comme l'exploitation d'Odyssey se fera dans le roc profond, le temps de migration d'un panache de contamination vers les ouvertures souterraines d'Odyssey, qui se situent de 0,5 à 1 km en aval hydraulique du parc à résidus de l'Extension, serait significativement plus long que pour le roc de surface.
- Bien que le puits d'accès et les rampes recoupent l'horizon de roc plus perméable en surface, le temps de migration d'une contamination entre le parc à résidus de l'Extension et ces infrastructures plus superficielles serait de plusieurs dizaines d'années. En effet, selon les prédictions du modèle hydrogéologique réalisé pour le projet de l'Extension, il faudra environ 250 ans avant que des concentrations en cyanures ne soient détectées dans le roc de surface à 1 km en aval du parc à résidus.
- Le rabattement des niveaux d'eau souterraine généré par le dénoyage d'Odyssey est considéré comme négligeable vers l'amont du projet. Ainsi, le dénoyage des ouvertures souterraines d'Odyssey devrait peu augmenter la vitesse des eaux souterraines entre le parc à résidus de l'Extension et Odyssey. Cette hypothèse est basée sur les observations du dénoyage de la fosse Canadian Malartic qui n'indiquent pas de rabattement significatif vers le sud de la fosse, après plus de sept ans d'exploitation.

Ainsi, en considérant la durée actuelle d'exploitation du projet Odyssey (moins de 15 ans), aucune contamination en provenance du parc à résidus de l'Extension affectant la qualité des eaux d'exhaure d'Odyssey n'est anticipée.

7.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de modélisation numérique visaient notamment à évaluer les débits d'exhaure ainsi que les impacts potentiels des activités de dénoyage de MCM, y compris le projet Odyssey, sur les niveaux des eaux souterraines. Une mise à jour du modèle hydrogéologique a été réalisée pour inclure le projet Odyssey et le dénoyage des ouvertures historiques jusqu'à 900 m de profondeur. Un scénario de calibration plus réaliste a

également été intégré au modèle afin de mieux prédire l'étendue de la zone de rabattement de la nappe d'eau souterraine.

Les conclusions portant spécifiquement sur les résultats des simulations numériques prédictives à la suite de la mise à jour du modèle numérique sont les suivantes :

- Pour le scénario Réaliste, le débit d'infiltration provenant des ouvertures minières historiques serait entre 3 250 et 5 300 m³/jour, alors que le débit provenant du projet Odyssey serait entre 1 300 et 2 800 m³/jour. Le débit maximum d'infiltration d'eau souterraine dans le projet Odyssey serait atteint lors de la période 2027 à 2034, à la suite du dénoyage des ouvertures souterraines, jusqu'à 900 m de profondeur. Pour le scénario Prudent, le débit provenant du projet Odyssey serait entre 2 700 et 4 100 m³/jour;
- Les résultats de la modélisation indiquent que pour chacun des scénarios simulés, les rabattements n'atteindraient pas les puits d'approvisionnement de la ville de Malartic aménagés dans un esker au nord-ouest de la ville. Toutefois, comme pour les versions précédentes du modèle numérique, les rabattements atteindraient cet esker et certains puits résidentiels situés au nord, selon les prédictions du scénario Prudent. Pour le scénario Réaliste, les résultats de la modélisation montrent que les rabattements significatifs n'atteindraient pas cet esker ni les puits résidentiels.

Les recommandations à la suite de la mise à jour du modèle numérique et de la réalisation des simulations prédictives sont les suivantes :

- Le plan de contingence relatif à l'approvisionnement en eau de la ville de Malartic devrait être maintenu. À ce titre, l'implantation d'un nouveau puits d'approvisionnement en eau pour la ville de Malartic a été réalisée en 2010. Ce nouveau puits a été aménagé dans le même esker que les puits d'approvisionnement existants, mais à une plus grande distance de MCM;
- Certains puits domestiques (le long du chemin des Merles et le long de la Route 117 au nord de la ville de Malartic) pourraient voir leur débit de production affecté à la baisse par le dénoyage de MCM. La contingence prévue à cet effet devrait être maintenue, notamment pour l'implantation de puits domestiques plus profonds.

En considérant que les prédictions du modèle présentent une estimation prudente du rabattement des eaux souterraines, il est recommandé de poursuivre le suivi en continu des niveaux d'eau souterraine, tel que réalisé par MCM depuis 2008, afin de valider ces prédictions et de prévenir une perte d'usage de la ressource en eau, le cas échéant.

Par ailleurs, la gestion proposée des eaux d'exhaure du projet Odyssey prévoit le pompage de ces eaux vers le bassin Sud-est ou le bassin de polissage de MCM, selon leur qualité et les besoins pour l'usine de traitement du minerai. En fonction de la gestion des eaux qui sera réalisée par MCM, les eaux d'exhaure du projet Odyssey pourraient augmenter le débit maximum de l'effluent final d'au plus 2 000 m³/jour, soit environ 8 % sur la base du bilan d'eau de 2018. De plus, aucune contamination en provenance du parc à résidus de l'Extension affectant la qualité des eaux d'exhaure d'Odyssey n'est anticipée.

8.0 LIMITATIONS

Les conditions générales ainsi que les limitations de la présente étude sont jointes à l'annexe 2.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



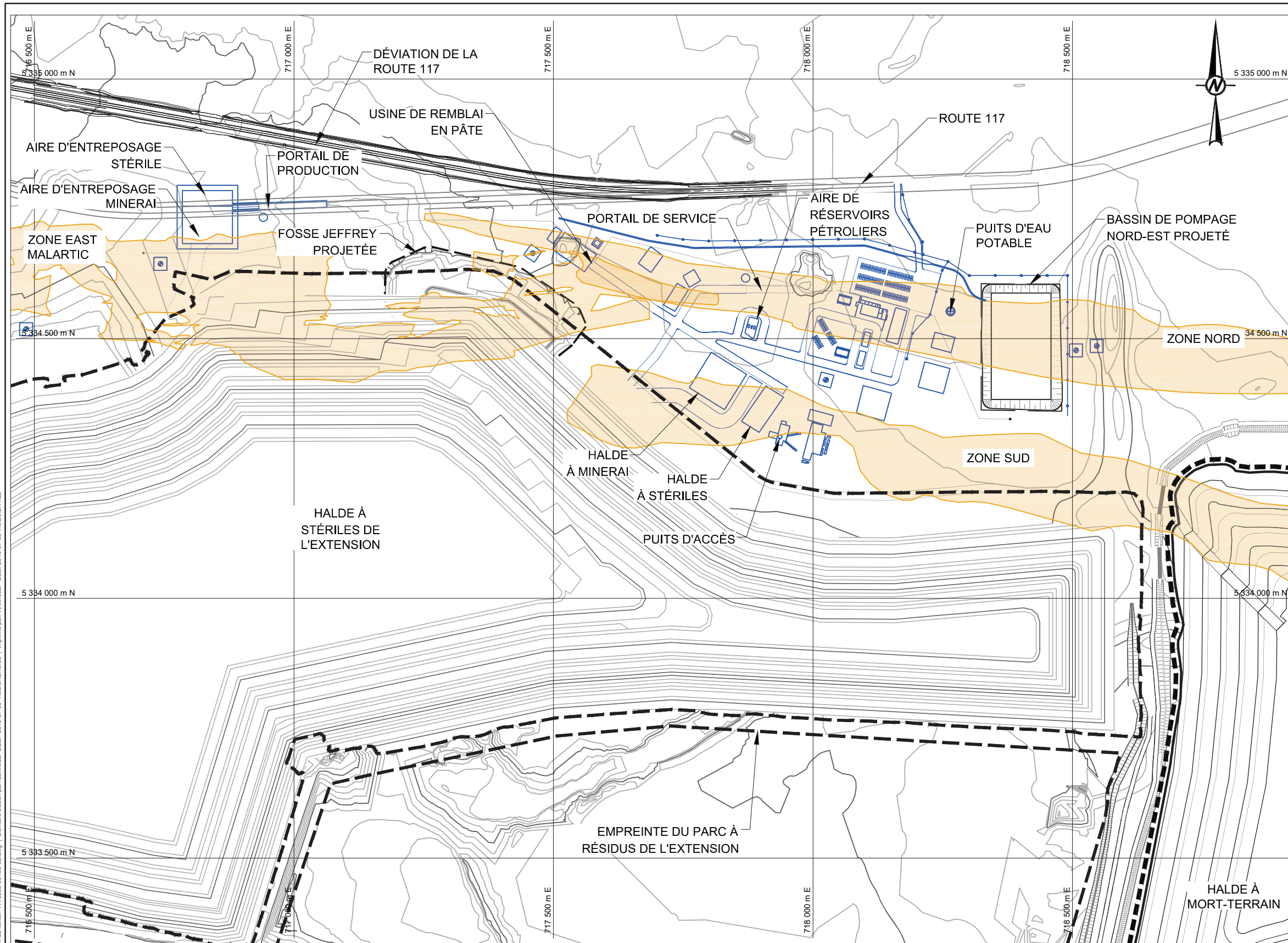
Marianne Nguyen, ing. jr
Chargée de projet



Pierre Groleau
Associé principal

MN/PG/cd

P. J. : Figures A à I
Annexe 1 – Rapports présentant les résultats du modèle original et de celui de l'Extension
Annexe 2 – Conditions générales et limitations



LÉGENDE

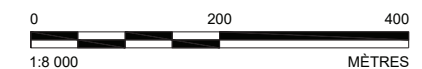
- COURBES TOPOGRAPHIQUES
- EMPREINTE DES INFRASTRUCTURES PROJETÉES DE L'EXTENSION DE LA MINE CANADIAN MALARTIC
- GISEMENT ODYSSEY (ZONES EAST MALARTIC, NORD ET SUD)
- INFRASTRUCTURES DE SURFACE PROJETÉES DU PROJET ODYSSEY

NOTE

- SYSTÈME DE COORDONNÉES: UTM, NAD 83, ZONE 17

RÉFÉRENCES

- L'EMPREINTE DE LA FOSSE JEFFREY PROVIENT DE MCM (AVRIL 2017).
- LES EMPREINTES DES HALDES DE L'EXTENSION PROVIENNENT DE MCM (JUILLET 2017).
- LES INFRASTRUCTURES DU PROJET ODYSSEY PROVIENNENT DU DESSIN "PlanInfrastruct_MCM.dwg" FOURNI PAR MCM (19 JUIN 2019)
- MINÉRALISATION, JANVIER 2019



Chemin: C:\Autodesk\Temp-Dwg\Publi\16436... | Nom du fichier: 1776338-30130-02.dwg | Dernière édition par: annuel | Date: 2019-07-08 | Heure: 12:18:00 | Imprimé par: Adrien | Date: 2019-07-08 | Heure: 2:11:22

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC - QUÉBEC

CONSULTANT



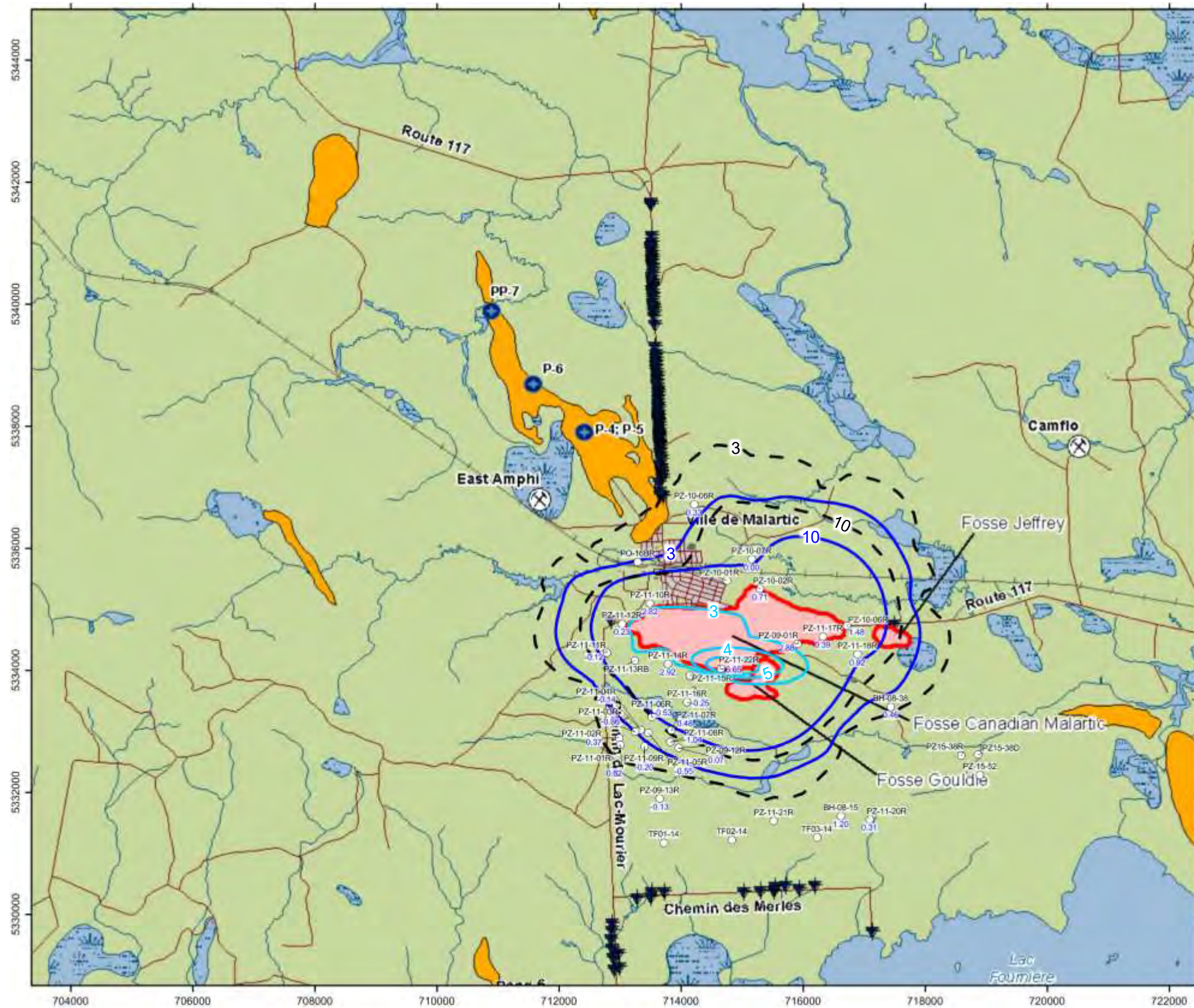
AAAA-MM-JJ 2019-07-05
DESSINÉ A. Annuel
PROJETÉ M. Nguyen
RÉVISÉ M. Nguyen
APPROUVÉ P. Groleau

PROJET
ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET ODYSSEY

TITRE
VUE D'ENSEMBLE DES PRINCIPALES INFRASTRUCTURES DE SURFACE DU PROJET ODYSSEY

N° PROJET	PHASE	RÉV.	FIGURE
1776338	30130	4	A

SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANS B



LÉGENDE

- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées

- Rabattement simulé pour fin 2018, version précédente du modèle
- Rabattement simulé pour fin 2018, modèle mis à jour
- Courbe inférée de rabattement observé (m) depuis le début de l'exploitation de la Mine (entre 2011 et l'automne 2018)

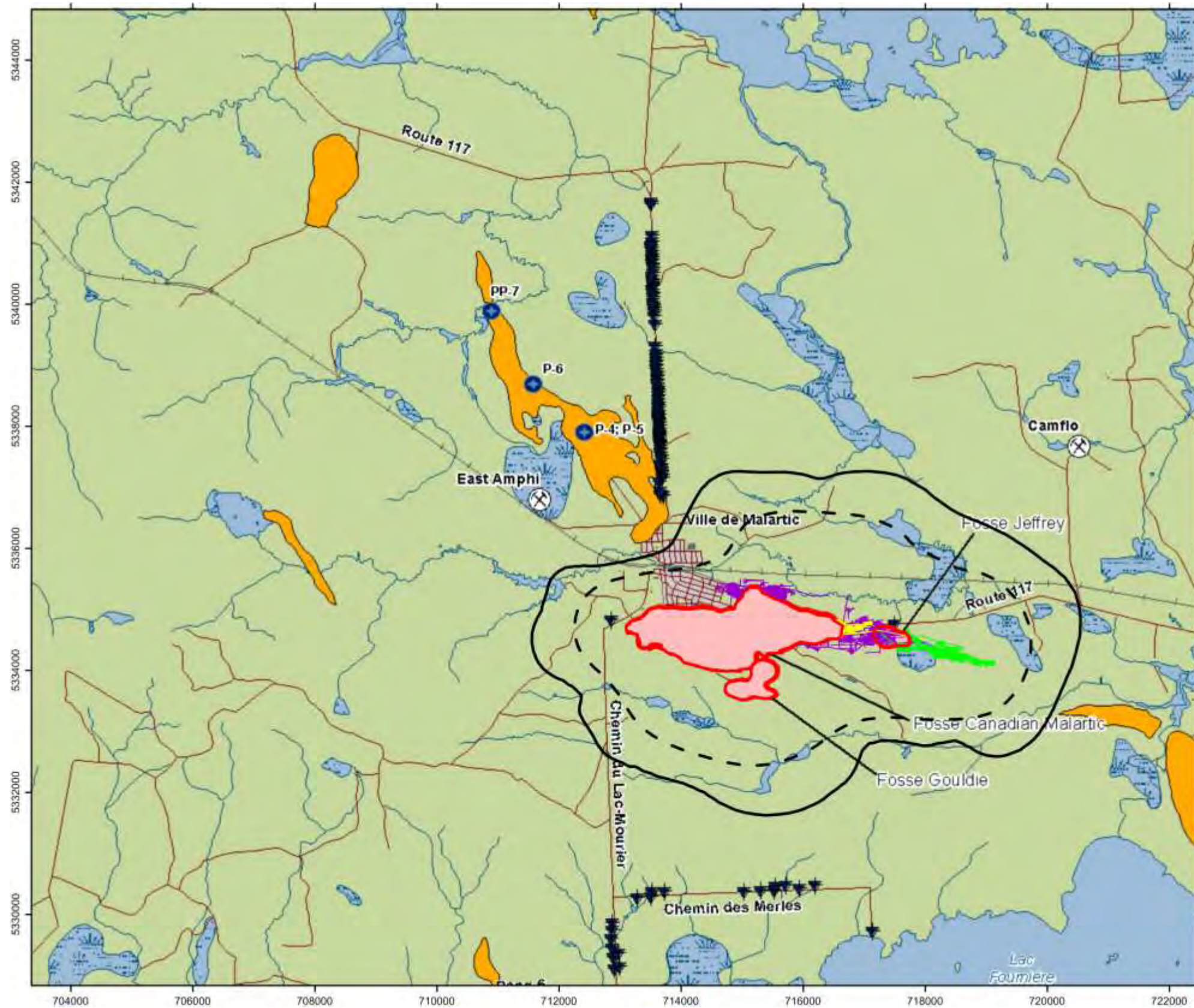
- Puits d'observation

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2019-02-16
	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG

TITLE
Calibration du modèle – Comparaison des rabattements simulés et observés fin 2018



LÉGENDE

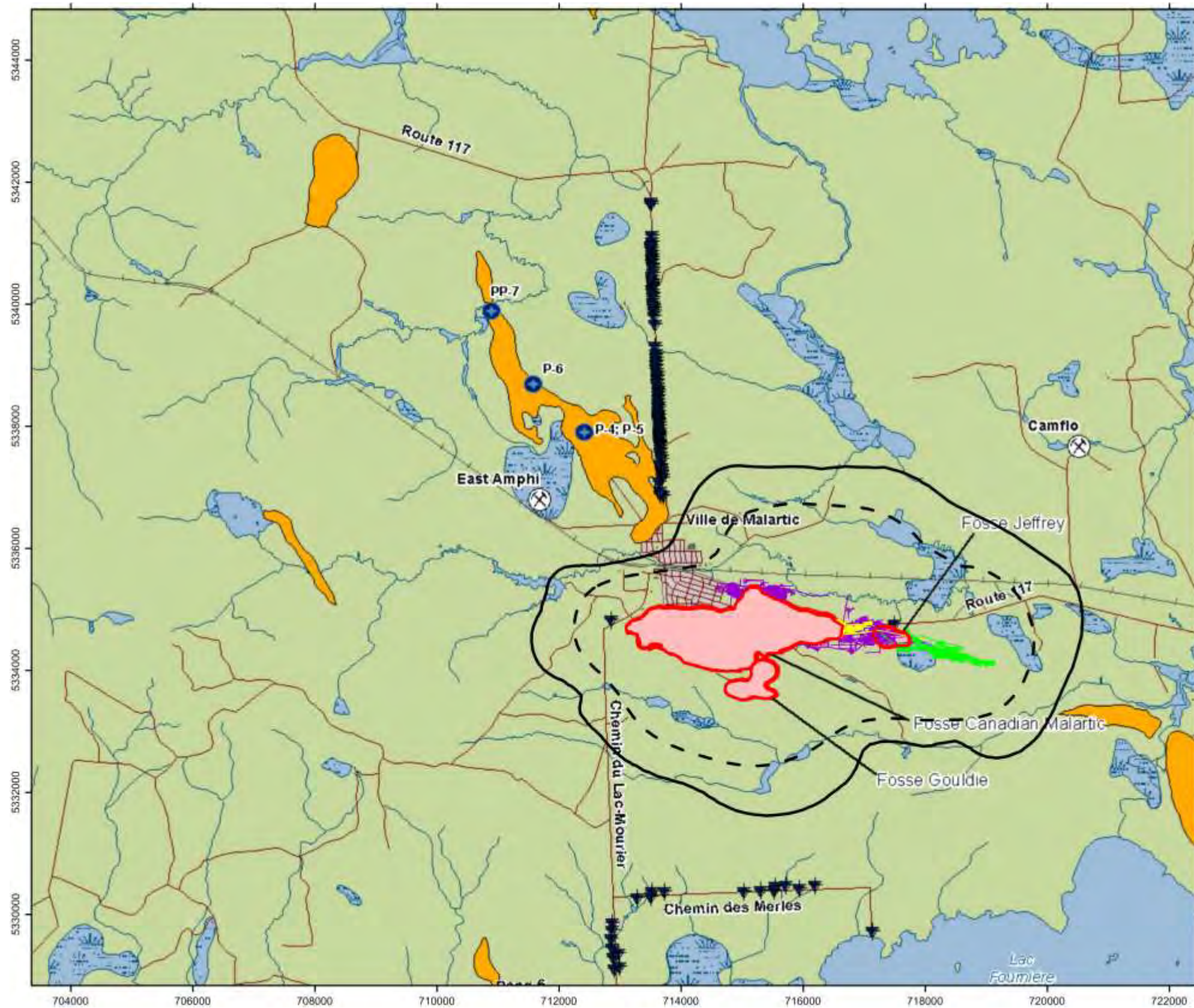
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Ouvertures Souterraines Historiques
- Odyssey East-Malartic
- Odyssey Nord et Sud
- Rabattement (3m) simulé pour fin 2027
- - - Rabattement (10m) simulé pour fin 2027

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2019-02-16
GOLDER	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG

TITLE	Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc supérieur à l'année 16 (2027 – fin de l'exploitation des fosses de MCM) – Scénario Réaliste
PROJECT No.	
1776338	Rev.
	4



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées

- Ouvertures Souterraines Historiques
- Odyssey East-Malartic
- Odyssey Nord et Sud

- Rabattement (3m) simulé pour fin 2027
- - Rabattement (10m) simulé pour fin 2027

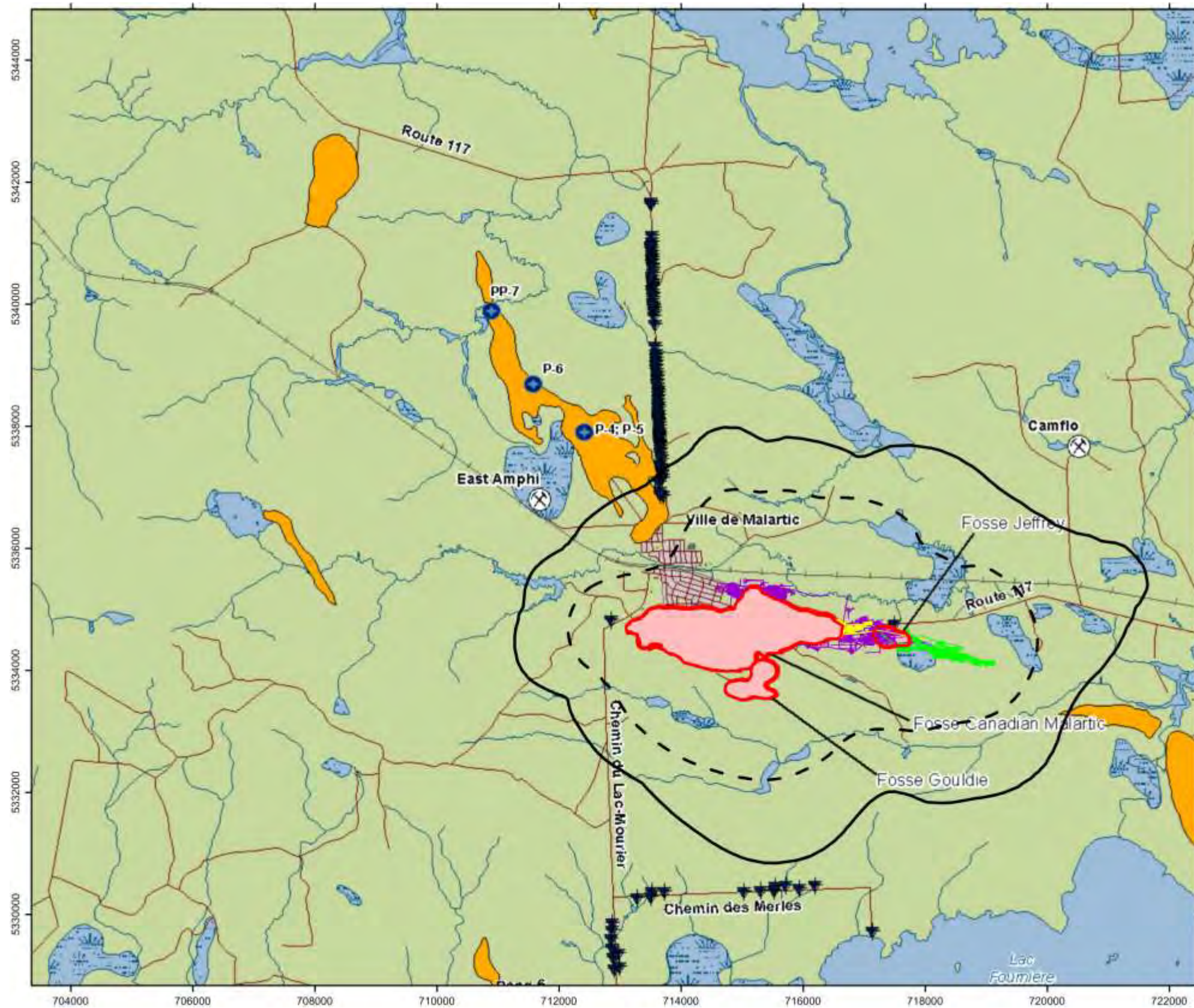
CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2019-02-16
	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG



TITLE
Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc supérieur à l'année 16 (2027 – fin de l'exploitation des fosses de MCM) – Scénario Réaliste avec effet des ouvertures historiques



LÉGENDE

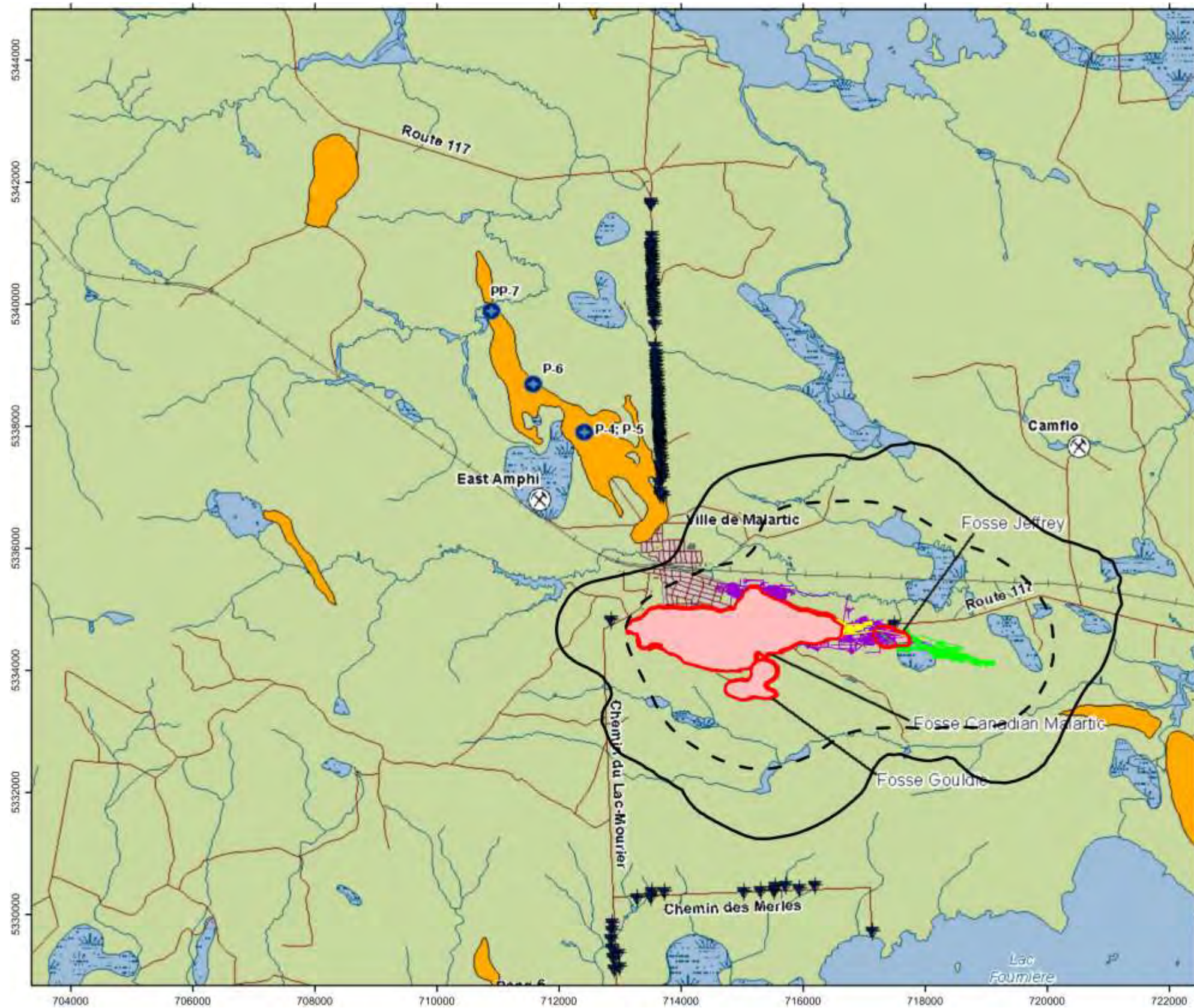
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Ouvertures Souterraines Historiques
- Odyssey East-Malartic
- Odyssey Nord et Sud
- Rabattement (3m) simulé pour fin 2027
- - - Rabattement (10m) simulé pour fin 2027

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

CONSULTANT	DATE	DESCRIPTION
	2019-02-16	PREPARED
	NB	DESIGN
	NB	REVIEW
	MM	APPROVED
	PG	

TITLE	PROJECT No.	Rev.	FIGURE
Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc supérieur à l'année 16 (2027 – fin de l'exploitation des fosses de MCM) – Scénario Prudent	1776338	4	E



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Ouvertures Souterraines Historiques
- Odyssey East-Malartic
- Odyssey Nord et Sud
- Rabattement (3m) simulé pour fin 2034
- - - Rabattement (10m) simulé pour fin 2034

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

CONSULTANT

YYYY-MM-DD 2019-02-16



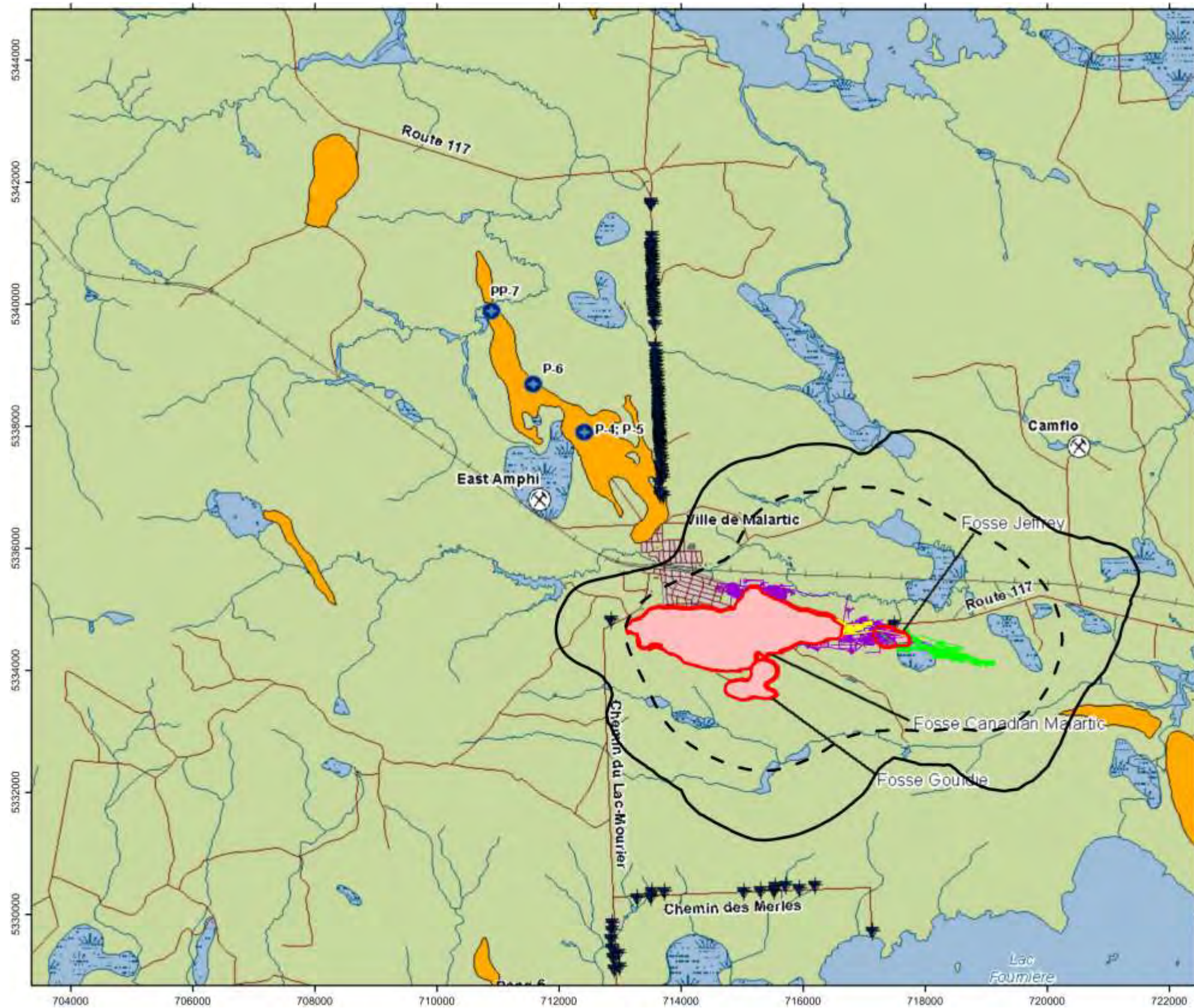
PREPARED NB
DESIGN NB
REVIEW MM
APPROVED PG

TITLE
Étendue du rabattement potentiel du niveau de eaux souterraines
simulé dans le roc supérieur à l'année 22 (2034) – Scénario Réaliste

PROJECT No.
1776338

Rev.
4

FIGURE
F



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées

- Ouvertures Souterraines Historiques
- Odyssey East-Malartic
- Odyssey Nord et Sud

- Rabattement (3m) simulé pour fin 2034
- - - Rabattement (10m) simulé pour fin 2034

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

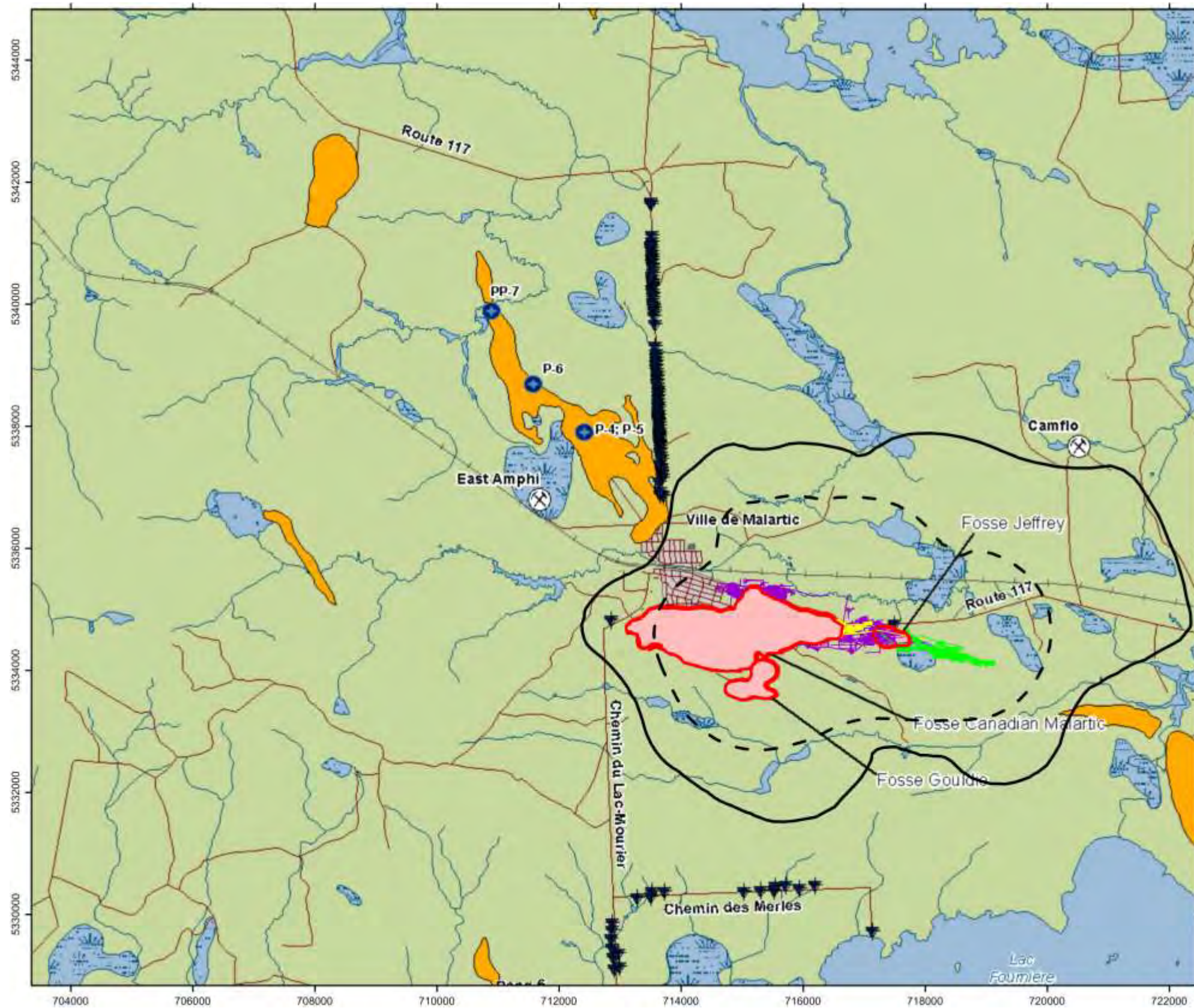
CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2019-02-16
GOLDER	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG

TITLE
Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines
simulé dans le roc supérieur à l'année 22 (2034) – Scénario Réaliste
avec effet des ouvertures historiques

PROJECT No. 1776338

Rev. 4

FIGURE G



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Ouvertures Souterraines Historiques
- Odyssey East-Malartic
- Odyssey Nord et Sud
- Rabattement (3m) simulé pour fin 2034
- - - Rabattement (10m) simulé pour fin 2034

704000 706000 708000 710000 712000 714000 716000 718000 720000 722000

CLIENT
MINE CANADIAN MALARTIC

PROJECT
MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE POUR LE
PROJET ODYSSEY

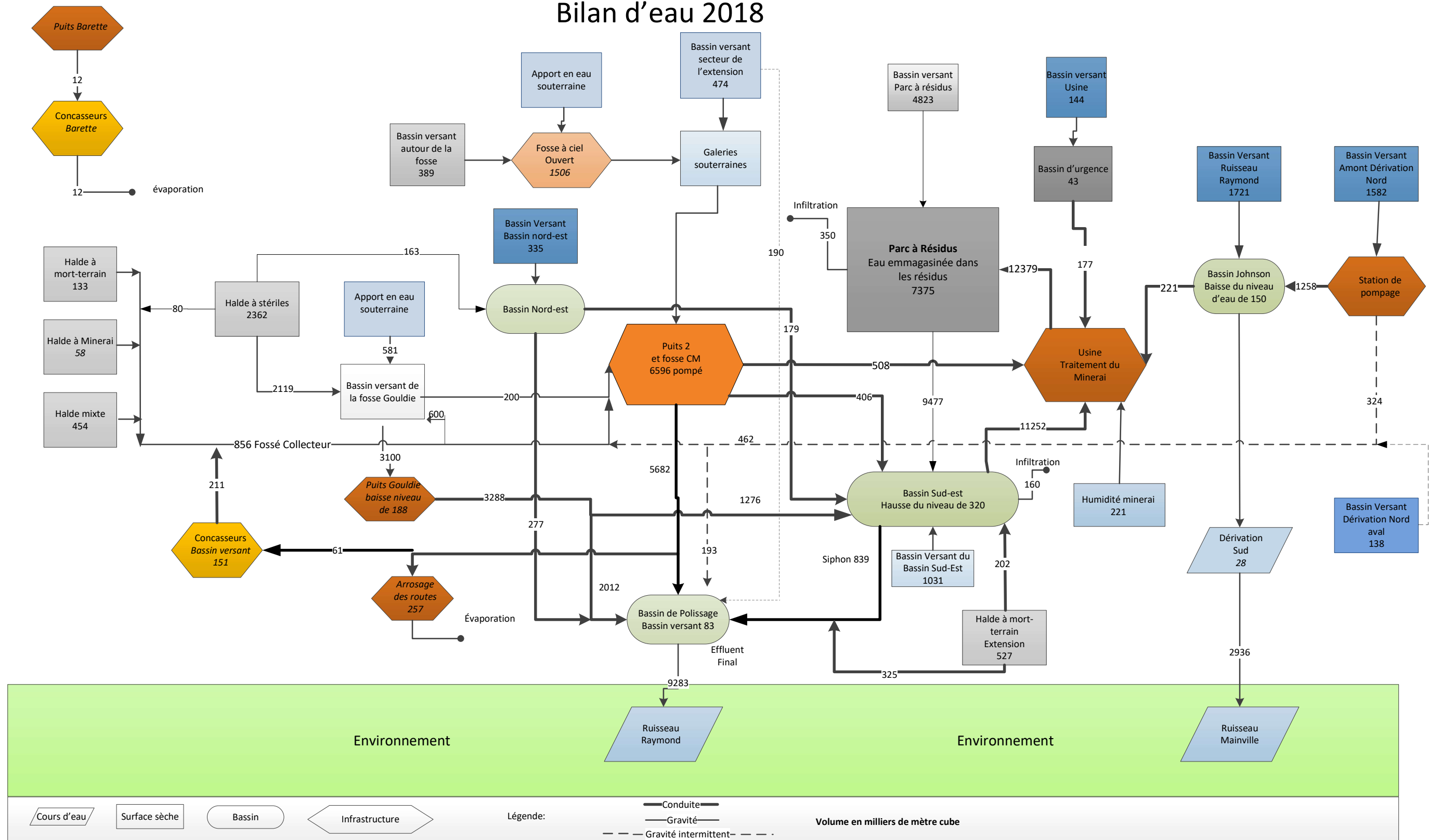
CONSULTANT	YYYY-MM-DD	2019-02-16
	PREPARED	NB
	DESIGN	NB
	REVIEW	MM
	APPROVED	PG



TITLE
Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines
simulé dans le roc supérieur à l'année 22 (2034) – Scénario Prudent

Mine Canadian Malartic

Bilan d'eau 2018



ANNEXE 1

**Rapports présentant les résultats
du modèle original
et de celui de l'Extension**

Golder Associés Ltée

9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal, QC, Canada H4N 2T2
Téléphone: (514) 383-0990
Télécopieur: (514) 383-5332



**ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES
IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX
SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION MALARTIC,
QUÉBEC, CANADA
CONFIDENTIEL**

Rapport présenté à:

OSISKO Exploration Ltée
2140, rue Saint-Mathieu
Montréal, Québec
H3H 2J4

DISTRIBUTION:

3 exemplaires : Osisko Exploration Inc., Montréal, Québec

2 exemplaires : Golder Associés Ltée, Montréal, Québec

Juillet 2008

07-1221-0028-2400

Golder Associés Ltée

9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal, QC, Canada H4N 2T2
Téléphone: (514) 383-0990
Télécopieur: (514) 383-5332



Le 21 juillet 2008

07-1221-0028-2400

Osisko Exploration Inc.
2140, rue Saint-Mathieu
Montréal, Québec
H3H 2J4

À l'attention de Monsieur Luc Lessard, ing., Vice-Président Ingénierie et Construction

**OBJET: ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO
EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA**

Monsieur Lessard,

Vous trouverez ci-joint notre rapport concernant l'évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines du projet d'exploitation d'une mine d'or à ciel ouvert à Malartic.

Espérant le tout conforme à vos attentes, nous vous prions d'agréer, Monsieur Lessard, nos meilleures salutations.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Normand D'Anjou, ing., M.Sc.
Associé principal
MNR/MG/AB/ND/jm

N:\ACTIF\2007\1221\07-1221-0028 OSISKO EST-MALARTIC\PHASE 2000 GÉOMÉCANIQUE ET HYDROGÉOLOGIE\2400 HYDROGÉOLOGIE\SECRÉTARIAT\RAPPORT ÉTUDE
HYDROGÉOLOGIQUE 2400\FINAL\SECRÉTARIAT\RF 07-1221-0028.DOC

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION.....	1
1.1 Mise en situation	1
1.1.1 Le projet Osisko	1
1.1.2 Localisation du projet Osisko	1
1.1.3 Problématique.....	2
1.2 Mandat et objectifs de l'étude	3
2.0 MÉTHODOLOGIE.....	4
2.1 Revue des données existantes.....	4
2.2 Travaux de terrain.....	6
2.2.1 Essais hydrauliques en forages.....	6
2.2.2 Suivi piézométrique	10
2.2.3 Localisation et nivellement.....	11
2.2.4 Essais hydrauliques sur les résidus miniers	11
2.2.5 Échantillonnage et analyse de l'eau souterraine	11
2.3 Évaluation de la recharge	12
2.4 Modélisation numérique.....	14
3.0 DESCRIPTION DE LA RÉGION À L'ÉTUDE	18
3.1 Physiographie et hydrographie	18
3.2 Utilisation de l'eau souterraine.....	19
3.3 Géologie des dépôts meubles	20
3.4 Géologie du roc.....	21
3.5 Topographie du roc et épaisseur des dépôts meubles	22
4.0 HYDROGÉOLOGIE ET RÉSULTATS DES TRAVAUX DE TERRAIN	23
4.1 Écoulement de l'eau souterraine	23
4.1.1 Conditions d'écoulement de l'eau souterraine à l'échelle régionale	23
4.1.2 Conditions d'écoulement de l'eau souterraine dans les anciennes mines	26
4.2 Évaluation de la recharge	28
4.3 Suivi piézométrique.....	28

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
4.4 Hydrostratigraphie et paramètres hydrauliques	30
4.4.1 Dépôts glaciolacustres.....	30
4.4.2 Esker.....	31
4.4.3 Till	31
4.4.4 Résidus miniers	31
4.4.5 Roc – Résultats des essais hydrauliques en forage	33
4.4.6 Coupes hydrostratigraphiques.....	34
4.5 Qualité de l'eau souterraine	35
5.0 MODÉLISATION NUMÉRIQUE.....	37
5.1 Description du modèle	37
5.1.1 Définition des conditions limites.....	38
5.1.2 Construction du maillage et assignation des paramètres hydrauliques	40
5.2 Calibration.....	44
5.2.1 Régime permanent (conditions statiques)	44
5.2.2 Régime transitoire – pompage au puits de la mine Est- Malartic (2006-2007).....	46
5.2.3 Régime permanent –débit d'exhaure des mines souterraines (1979)	47
5.3 Simulations prédictives	48
5.3.1 Description des scénarios de simulation	49
5.3.2 Résultats des simulations prédictives.....	52
6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	54
7.0 LIMITATIONS.....	58
RÉFÉRENCES.....	62

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Liste des données existantes utilisées	5
Tableau 2	Sommaire des forages utilisés pour les essais packer.	7
Tableau 3	Source des données utilisées pour le calcul du bilan hydrologique	12
Tableau 4	Classes d'utilisation et types de sol utilisés pour le calcul du bilan hydrologique	14
Tableau 5	Localisation des points de mesure et données piézométriques obtenues en mars et en mai 2008	25
Tableau 6	Évaluation du volume d'eau dans les ouvertures minières à partir des tonnages minés.....	27
Tableau 7	Sommaire des différentes propriétés hydrauliques compilées et mesurées sur le terrain.....	32
Tableau 8	Résultats analytiques pour les échantillons prélevés au puits de la mine Est Malartic	36
Tableau 9	Sommaire des propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques assignées pour la calibration du modèle numérique d'écoulement.....	42
Tableau 10	Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouvertures assignés au modèle numérique.....	44
Tableau 11	Comparaison entre les charges hydrauliques simulées et les charges hydrauliques mesurées pour la calibration sur les données piézométriques actuelles	45

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Tableau 12	Sommaire des propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques assignées pour la calibration du modèle numérique d'écoulement et description des scénarios de la modélisation prédictive	51
Tableau 13	Débits d'exhaures estimés selon les différents scénarios de simulations prédictives.....	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Plan de localisation du projet Osisko
Figure 2	Localisation des informations géologiques
Figure 3	Localisation des informations hydrogéologiques
Figure 4	Localisation des sondes à pression
Figure 5	Carte des dépôts meubles
Figure 6	Géologie du roc
Figure 7	Piezométrie de l'aquifère de roc (mars 2008)
Figure 8	Évolution du niveau de l'eau dans le puits de la mine Est Malartic d'avril 2006 à décembre 2007
Figure 9	Distribution des conductivités hydrauliques pour l'ensemble des essais packer
Figure 10	Histogramme des conductivités hydrauliques pour l'ensemble des essais packer
Figure 11	Histogramme des conductivités hydrauliques pour l'ensemble des essais packer par unité lithologique
Figure 12	Distribution des conductivités hydrauliques pour les essais packer des forages GT07-02 et GT07-05
Figure 13	Histogramme des conductivités hydrauliques pour les essais packer des forages GT07-02 et GT07-05
Figure 14	Coupe hydrostratigraphique A-A'
Figure 15	Coupe hydrostratigraphique B-B'
Figure 16	Conditions aux limites du modèle (calibration 1)

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Figure 17	Distribution spatiale de l'infiltration dans le modèle hydrogéologique
Figure 18	Comparaison entre les niveaux d'eau simulés et observés (simulation 1)
Figure 19	Carte piézométrique dans l'aquifère de roc profond (calibration 1)
Figure 20	Graphique du rabattement simulé et observé au puits de la mine Est Malartic - 2006 - 2007
Figure 21	Graphique des valeurs de débits d'exhaure estimés selon les différents scénarios de simulations prédictive
Figure 22	Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 10 ans – scénario A de pompage dans les chantiers
Figure 23	Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 10 ans – scénario B de pompage dans les chantiers
Figure 24	Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 10 ans – scénario A de pompage dans les chantiers
Figure 25	Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 10 ans – scénario B de pompage dans les chantiers
Figure 26	Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 15 ans – scénario A de pompage dans les chantiers
Figure 27	Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 15 ans – scénario B de pompage dans les chantiers
Figure 28	Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 15 ans – scénario A de pompage dans les chantiers
Figure 29	Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 15 ans – scénario B de pompage dans les chantiers

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Sommaire des essais hydrauliques en forage
Annexe B	Données brutes de suivi des niveaux d'eau de mars à mai 2008
Annexe C	Données et interprétation de l'essai de perméabilité
Annexe D	Certificats d'analyses chimiques

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Annexe E	Comparaison entre les volumes des chantiers des modèles géologiques et hydrogéologiques 3D
Annexe F	Conditions et limitations

1.0 INTRODUCTION

1.1 Mise en situation

1.1.1 Le projet Osisko

Osisko Exploration Ltée (Osisko) projette l'exploitation du gisement d'or Canadian Malartic situé au sud de la zone de la faille Cadillac et de la ville de Malartic et incluant une portion de la zone résidentielle de celle-ci. Le gisement est localisé au cœur de la ceinture aurifère abitibienne du Québec. La compagnie Osisko Exploration (Osisko) a acquis un intérêt de 100% dans la propriété minière Canadian Malartic en novembre 2004. Le gisement Canadian Malartic fait partie d'un vaste complexe minéralisé qui s'étend sur plus de 3 000 m et qui peut être défini comme un système porphyrique aurifère archéen dont la minéralisation est disséminée (Génivar, 2007).

Une exploitation à ciel ouvert est prévue puisque le gisement est situé en surface et que sa teneur minérale est relativement basse (1-2 g/t Au). L'estimation des ressources inférées à ce jour est de 8,4 M oz d'or. Une série de forages de définition sont présentement en cours et permettront de convertir le potentiel de ressources inférées à la catégorie supérieure de ressources indiquées/mesurées (Génivar, 2007).

1.1.2 Localisation du projet Osisko

Osisko est titulaire de baux miniers émis par le ministère des Ressources naturelles du Québec, qui lui accorde le droit d'accès et d'usage d'une propriété de 13 km environ selon l'extension est-ouest et de 4 km environ selon l'extension nord-sud. La propriété est entièrement située dans le Canton de Fournière, immédiatement au sud du Canton et de la ville de Malartic, environ 25km à l'ouest de la ville de Val-d'Or (figure 1). La propriété est de forme rectangulaire et est centrée selon les coordonnées géographiques 5 333 000 N et 713 000 E selon le système de projection UTM NAD 83 zone 17, et 48° 7'45'' N, -78° 7' E selon le système de projection Lat/long NAD 83.

1.1.3 Problématique

Entre 1935 et 2003, quatre mines souterraines ont été exploitées à diverses périodes dans le secteur localisé au nord et au sud de la route 117 à Malartic soit :

- la mine Canadian Malartic (exploitation de 1935 à 1965, Génivar 2007);
- la mine Sladen (exploitation de 1938 à 1970, Génivar 2007);
- la mine Barnat (exploitation de 1938 à 2003, Génivar 2007), et
- la mine Est Malartic (exploitation de 1938 à 1979, Génivar, 2007)

Ces mines sont actuellement ennoyées et le niveau d'eau dans les ouvrages souterrains est contrôlé par l'opération, du printemps à l'automne, de deux pompes submersibles installées dans deux puits de pompage aménagés dans le puits de la mine Est Malartic. La projection en plan de ces anciennes mines est présentée à la figure 2.

Osisko vise la réalisation d'un projet d'exploitation d'une mine à ciel ouvert dans le secteur des anciennes mines Canadian Malartic et Sladen afin d'extraire du minerai d'or jusqu'à une profondeur de 380 m sous la surface actuelle du terrain.

L'exploitation de la fosse à ciel ouvert nécessitera de miner en partie les anciens ouvrages souterrains, ce qui amène un questionnement quant au taux d'infiltration d'eau dans la mine à ciel ouvert et aux volumes d'eau générés par la mine souterraine au cours du développement, de l'opération et de la fermeture de la mine à ciel ouvert.

Aussi, le pompage nécessaire au dénoyage de la mine et à l'exploitation de la fosse projetée va engendrer un rabattement du niveau d'eau de la nappe d'eau souterraine, ce qui peut engendrer des impacts sur les utilisateurs actuels de l'eau souterraine.

Osisko a mandaté Golder Associés Ltée (Golder), en décembre 2007, afin de réaliser une revue des effets potentiels du projet Osisko sur les niveaux des eaux souterraines, d'évaluer le débit d'exhaure lors de l'opération de la mine à ciel ouvert ainsi que d'évaluer les débits disponibles par pompages des anciennes mines souterraines.

1.2 Mandat et objectifs de l'étude

Les objectifs spécifiques du projet sont les suivants :

- définir le milieu dans le secteur potentiellement affecté par les opérations de dénoyage du projet Osisko en regard des utilisateurs d'eau souterraine;
- évaluer l'utilisation actuelle des eaux souterraines;
- définir les propriétés hydrauliques des différentes unités hydrostratigraphiques (till, argile, sable, porphyre, graywacke) et les conditions d'écoulement de l'eau souterraine dans le roc;
- caractériser la qualité de l'eau souterraine dans le puits de pompage de la mine Est Malartic;
- évaluer le débit d'exhaure de la mine à ciel ouvert projetée et évaluer le débit d'exhaure supplémentaire pouvant être obtenu à partir des anciennes mines souterraines;
- évaluer l'ampleur du cône de rabattement régional dans l'aquifère du roc suite aux opérations de minage de la fosse à ciel ouvert et de dénoyage des anciennes mines souterraines;
- évaluer les variations du niveau de l'eau souterraine dans l'aquifère localisé dans les dépôts meubles suite aux opérations de dénoyage de la mine et de pompage dans les anciennes mines souterraines; et
- identifier les problèmes potentiels associés au projet tel que l'abaissement du puits de la ville de Malartic et/ou de puits domestiques, les tassements des sols fins et la stabilité des piliers de surface dans la zone de rabattement modélisée.

2.0 MÉTHODOLOGIE

L'approche préconisée pour répondre aux objectifs consiste principalement à quantifier les processus hydrogéologiques par modélisation numérique afin de préciser les débits d'exhaure et les effets du projet d'exploitation de la fosse à ciel ouvert à Malartic sur la ressource en eau souterraine. Le développement du modèle numérique d'écoulement, incluant les anciennes mines souterraines, permet l'évaluation quantitative des débits et permet d'évaluer certains impacts potentiels sur la ressource en eau.

Les sections suivantes présentent la méthodologie employée pour la réalisation du présent mandat.

2.1 Revue des données existantes

Une importante quantité de données concernant le site à l'étude est disponible. Une revue exhaustive des données existantes a été effectuée afin de définir en détail le secteur. Ces données comprennent, entre autres, de l'information concernant les utilisateurs d'eau souterraine, la géologie des dépôts superficiels et du roc, l'utilisation du sol, les paramètres hydrauliques des matériaux géologiques, les conditions hydrogéologiques et la gestion des eaux dans les mines souterraines.

Le tableau 1 présente les données existantes consultées dans le cadre du présent mandat. Les figures 2 et 3 présentent respectivement la localisation des données à caractères géologique et hydrogéologique utilisées pour réaliser le mandat.

Tableau 1
Liste des données existantes utilisées

Données recueillies	Source de l'information
Carte de la géologie du roc et des données structurales (failles)	Grant M., Sanfaçon R. et Trudel P. (1987) : Géologie de la mine de Canadian Malartic – district de Malartic. Ministère des ressources naturelles, série des manuscrits bruts M.B. 87-41, 73 pages. Grant M., Fallara F., Rose P.S., et Sanfaçon R. (2003) : Carte géologique 32D01. Ministère des ressources naturelles et de la faune.
Carte des dépôts superficiels	Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec. Commission géologique du Canada, Dossier public 1523.
Carte topographique	Cartes matricielles à l'échelle 1: 20 000 (32D01-0102 et 32D01-0202) provenant du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec
Données sur les dépôts meubles et le roc	Données de forages du Système d'information hydrogéologique du MDDEP du Québec (site internet : 132.203.71.97/index.html.) Données de forages d'exploration minière d'Osisko Exploration Ltée (fournis par le client) Ministère des Ressources naturelles et Faune du Québec, e-sigéom examine, Forages au diamant, site internet : http://siggeom.mrnfp.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_index Données de forages de Golder, 2008 (rapport en cours) Développement domiciliaire à Malartic – Secteurs : Golf et chemin du camping, Lot 2 : Égouts, aqueduc et voirie. Génivar 2006, 175 pages. Étude hydrogéologique – Recherche en eau souterraine et implantation d'un puits de production, Ville de Malartic. Génivar 2006, 27 pages.
Topographie du sol	Modèle numérique d'altitude (32D01-0102 et 32D01-0202) provenant du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec
Utilisation du territoire	MIR télédétection, Quickbird 2003/09/17 Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec. Commission géologique du Canada, Dossier public 1523.
Données météorologiques	Données sur les normales climatiques de la station de Val-d'Or provenant des Archives climatiques nationales d'Environnement Canada, site internet : http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca
Données hydrauliques	Données provenant du Centre d'expertise hydrique du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec et de la Base de données fédérale HYDAT
Mines souterraines existantes	Plans en format électronique (fichiers .dxf) et en format papier d'Osisko Exploration Ltée (fournis par le client) Rapport portant sur la gestion de l'eau dans les ouvrages souterrains (Experts Enviroconseils Inc., année inconnue et Lac Minéral, 1984), informations sur les conditions de pompage dans les ouvrages souterrains fournis par Osisko
Paramètres hydrauliques et niveaux d'eau	<i>Rapport préliminaire</i> , Description du milieu récepteur. Génivar 2008a, 52 pages. Données de niveau d'eau dans le puits de la mine Est Malartic (fournies par le client) Étude hydrogéologique – Recherche en eau souterraine et implantation d'un puits de production, Ville de Malartic. Génivar 2006, 27 pages Golder – compilation des valeurs de conductivité hydraulique pour les argiles varvées abitibienne

2.2 Travaux de terrain

Différents travaux de terrain ont été réalisés entre le 5 novembre 2007 et la fin du mois de mai 2008. Les travaux de terrain ont permis de préciser les conditions d'écoulement de l'eau souterraine dans les dépôts meubles et le roc, de préciser les propriétés hydrauliques et la distribution des matériaux géologiques.

Les travaux de terrain réalisés sont les suivants:

- La réalisation de cinq forages (GT07-1 à GT07-5 et CM07-1540) orientés dans le roc et la réalisation d'essais hydrauliques en forages (essais packers) à l'intérieur de quatre de ceux-ci;
- La réalisation de 43 forages dans les dépôts meubles (BH-08-1 à BH-08-43);
- L'aménagement de neuf forages en puits d'observation;
- Le nivellement et la localisation des puits d'observation et forages réalisés;
- Le relevé piézométrique dans 30 puits d'observation et forages d'exploration ou de condamnation (21 dans le roc et 9 dans les dépôts meubles);
- Le relevé piézométrique dans quatre puits de mines souterraines;
- L'installation de 16 sondes à pression (dataloggers) pour le suivi du niveau d'eau dans les dépôts meubles et dans le roc pour l'étude de l'évolution des niveaux d'eau lors de la mise en fonction des deux pompes du puits de la mine Est Malartic; et
- L'échantillonnage et l'analyse de l'eau souterraine de l'eau du puits de la Est Malartic.

Les détails concernant la méthodologie de ces travaux sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

2.2.1 Essais hydrauliques en forages

L'étude géotechnique de ce projet comprend cinq forages inclinés de diamètre NQ (GT07-01 à GT07-05) effectués à proximité de la zone minéralisée. Dans le but de réaliser une caractérisation hydrogéologique détaillée du massif rocheux, des essais de perméabilité à charge descendante et constante ont été effectués dans quatre de ces forages (GT07-02 à GT07-05) ainsi que dans un forage d'exploration (CM07-1540).

Les travaux de forages et les essais se sont déroulés du 5 novembre 2007 au 28 janvier 2008 et leur localisation est présentée à la figure 3. Les informations (coordonnées X-Y, profondeur, azimut et plongée) pour chacun des forages sont présentées au tableau 2.

Tableau 2
Sommaire des forages utilisés pour les essais packer.

Forage	Type d'essai packer	Coord. UTM (NAD 83)		Plongée (°)	Azimut (°)	Profondeur maximale testée (m)	
		X	Y			Parallèle au forage	Verticale
GT07-02	Simple	714820	5334725	60		279	242
GT07-03	Double	713580	5334900	60	45	226	196
GT07-04	Double	713910	5334447	70	315	369	347
GT07-05	Simple	714125	5334470	70	180	379	356
CM07-1540	Double	714307	5334883	55	180	124	101

Les essais hydrauliques en forage ont été réalisés à l'aide d'un système d'obturateurs pneumatiques descendus en utilisant un câble d'acier, reliés à un treuil et gonflés avec de l'azote gazeuse. Les forages GT07-02 et GT07-05 ont été testés avec un système d'obturateur pneumatique simple tandis que les forages GT07-03, GT07-04 et CM07-1540 ont été testés avec un système d'obturateur double. Le système d'obturateur simple consiste à positionner un obturateur pneumatique à l'intérieur des tiges de forage au-dessus du trépan et un second sous le trépan. L'intervalle testé est situé entre le fond du forage (existant au moment du test) et la base de l'obturateur placé sous le trépan.

Les longueurs des intervalles testés sont déterminées selon la qualité du roc rencontrée au cours du forage. Lorsque le forage de la section à tester est complété, le carottier est retiré et le train de tiges de forage est remonté du fond du sondage pour exposer la section à tester. Le sondage à découvert est ensuite lavé avec de l'eau pour enlever les additifs et les résidus de forage. Dans le cas du système à double obturateur, un troisième obturateur pneumatique est ajouté à six mètres sous le second obturateur. Avant

l'utilisation du système à double obturateur, le sondage est d'abord nettoyé avec un trépan afin de s'assurer qu'il ne contient aucun débris, puis les essais sont effectués sur des intervalles de 6 mètres.

Les intervalles des essais à obturateur simple sont choisis de telle sorte qu'il existe un chevauchement avec l'essai précédent. Les intervalles testés ont été généralement de 12 à 25 mètres (mesurés verticalement) pour les profondeurs de 0 à 125 mètres et de 25 à 55 mètres pour les profondeurs de 125 mètres et plus. Lors de l'utilisation du système à double obturateurs, les intervalles de 6 mètres n'ont pas été chevauchés. Dans ce cas, les zones testées ont été sélectionnées selon les zones ayant soit très peu de fracturation (hautes valeurs de RQD) soit les fracturations les plus élevées (faibles valeurs de RQD).

Un sommaire des essais hydrauliques en forage incluant une description des intervalles testés est présenté à l'annexe A.

2.2.1.1 Essais à charge descendante

Un total de 49 essais à charge descendante a été effectué. Ces essais visent à déterminer la conductivité hydraulique du roc dans l'intervalle isolé. Une fois que le système d'obturateur est gonflé et que le niveau statique est mesuré, une charge hydraulique est appliquée sur le massif rocheux par le remplissage des tiges de forage en utilisant de l'eau propre. Une fois les tiges de forage remplies d'eau, la baisse du niveau d'eau est mesurée avec un piézomètre électrique placé au bas de l'intervalle testé et un autre près de la surface (à quelques mètres sous le sommet des tiges de forage). Les données de récupération de l'essai à charge descendante ont été analysées en utilisant la méthode à charge descendante de Bouwer-Rice (Bouwer et Rice, 1976) et celle de Hvorslev (Hvorslev, 1951) pour calculer la conductivité hydraulique (K (m/s)) de l'intervalle testé.

La procédure détaillée de l'essai à charge descendante est la suivante :

1. Mesure du niveau d'eau statique avant d'insérer le système d'obturateurs pneumatiques;

2. Installation du piézomètre électrique à la base de l'obturateur du bas et ajustement de l'appareil à une fréquence de mesure aux deux secondes;
3. Installation d'un second piézomètre électrique sous le niveau statique aussi avec un ajustement de l'appareil à une fréquence de mesure aux deux secondes;
4. Mesure du niveau d'eau statique avant et après avoir gonflé les obturateurs pneumatiques;
5. Gonflement des obturateurs pneumatiques selon les recommandations du manufacturier (RST Instruments, 2007);
6. Remplissage des tiges de forage jusqu'à la surface avec de l'eau propre;
7. Mesure manuelle des niveaux d'eau de façon périodique pour le contrôle de la qualité des données enregistrées par les piézomètres électriques; et
8. Fin de l'essai lorsque le niveau d'eau atteint au moins 70% de remontée par rapport au niveau initial ou après 30 minutes (selon la première condition atteinte).

2.2.1.2 Essais à charge constante

Un total de 58 essais à charge constante a été effectué. Ce type d'essai implique l'application d'une charge et d'un débit constants dans l'intervalle testé à partir d'une pompe en surface. L'essai à charge constante est généralement effectué à la suite de l'essai à charge descendante. Les essais à charge constante ont été interprétés en utilisant la méthode à charge constante de Hvorslev (Hvorslev, 1951)

La procédure détaillée de l'essai à charge constante est la suivante :

1. Installation du second piézomètre électrique sur le système d'apport d'eau pour mesurer la pression d'eau injectée et ajustement de l'appareil à une fréquence de mesure aux deux secondes;

2. Mise en place du boîtier étanche, de la jauge de pression manuelle et du débitmètre à la tête du train de tige;
3. Injection de l'eau à une pression (maximale de 350 kPa) et à un débit constants durant 10 à 15 minutes avec les mesures du débit et de la pression à chaque minute; et
4. Dégonflement et retour au niveau d'eau statique.

2.2.2 Suivi piézométrique

Un relevé des niveaux d'eau a été réalisé à l'intérieur de 30 puits d'observation et de forages de définition ou de condamnation et de quatre puits de mines souterraines entre le 13 et le 16 mars 2008 et les 15 et 16 mai 2008.

La localisation de ces puits est présentée à la figure 3 et les données piézométriques recueillies ainsi qu'une description sommaire des puits sont présentées au tableau 5.

Afin de suivre l'évolution des niveaux d'eau sur une période prolongée lors de la recharge printanière de l'aquifère, un total de 16 sondes à pression (piézomètres électriques) a été installé à l'intérieur de puits d'observation et de forages d'exploration, de condamnation ou de définition. Des sondes ont aussi été installées dans trois puits de mines (Canadian Malartic, Barnat et Est Malartic). Deux modèles de sondes ont été installés dans les puits, les forages ou les ouvertures souterraines, soit des sondes à pression de marque *Solinst* modèle *Levellogger* et des sondes à pression de marque *Schlumberger* de modèle *Mini Diver*.

Les sondes ont été mises en place le 13 et le 14 mars 2008 avant le départ des pompes dans le puits de la mine Est Malartic et ont été retirées le 15 et le 16 mai 2008, soit deux mois après leur mise en place. Les données recueillies lors de cet essai sont utiles pour étudier l'impact du pompage sur les niveaux d'eau dans le roc et dans les dépôts meubles. La figure 4 présente la localisation des points de suivi des niveaux d'eau sur 2 mois.

Les données brutes de suivi des niveaux d'eau avec les sondes à pression sont présentées à l'annexe B.

2.2.3 Localisation et nivellement

La localisation et l'élévation du sol ainsi que du sommet du tubage à l'endroit de chaque puits d'observation ont été arpentées par les arpenteurs-géomètres de Osisko à l'aide d'un GPS (*Geographical Position System*) de marque *Sokkia*, modèle Radian IS avec un carnet Allegro CX. La précision de cet appareil est de 2 cm. Cette précision est jugée suffisante pour l'échelle de travail de la présente étude.

2.2.4 Essais hydrauliques sur les résidus miniers

Un essai de perméabilité à charge ascendante a été réalisé à l'intérieur du forage BH-08-03 le 14 mai 2008.

Ce type d'essai consiste à vider partiellement le puits d'observation à l'aide d'un échantillonneur à clapet et à mesurer le taux de remontée du niveau d'eau. L'intervalle crépiné d'une longueur de 1,5 m chevauche les résidus miniers. La solution analytique utilisée pour l'interprétation des données est celle de Bouwer et Rice (Bouwer et Rice, 1976).

Les données de terrain ainsi que le détail de l'interprétation de l'essai sont présentés à l'annexe C.

2.2.5 Échantillonnage et analyse de l'eau souterraine

L'échantillonnage de l'eau souterraine a été réalisé dans le puits de la mine Est Malartic, les 18 et 21 avril 2008 et le 3 juillet 2008. Les échantillons ont été analysés pour déterminer leur contenu en métaux, en hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀, en ions majeurs, et d'autres paramètres conventionnels tels l'azote ammoniacal, les cyanures, l'alcalinité totale, les matières en suspension et la dureté.

Les échantillons ont été prélevés directement sur la conduite d'eau de la pompe, laquelle pompait de façon continue depuis plusieurs jours. Les échantillons à analyser pour les métaux ont été filtrés au laboratoire.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire accrédité Maxxam Analytique Inc. de ville St-Laurent. Les procédures suivies lors de l'échantillonnage, du transport et de la conservation des échantillons respecte le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 3: Échantillonnage des eaux souterraines* (MENV, 1994),

Les certificats d'analyses de Maxxam sont consignés à l'annexe D.

2.3 Évaluation de la recharge

L'utilisation du bilan hydrologique pour déterminer la recharge permet l'intégration de plusieurs paramètres tels que les précipitations, la température, le type de sol, les pentes du terrain, l'utilisation du sol et le type de culture. La méthode utilisée pour l'évaluation du coefficient de ruissellement est la méthode rationnelle décrite par le Soil Conservation Service (SCS, 1972 et 1975) et adaptée par le ministère des transports du Québec dans son manuel portant sur la conception des ponceaux (MTQ, 2004). Cette méthode permet de classer chaque texture, utilisation du sol et classe de pente en fonction de sa réponse hydrologique potentielle en permettant la détermination du coefficient de ruissellement en fonction des différents paramètres mentionnés plus haut.

Le tableau 3 résume les sources des données utilisées pour le calcul du bilan hydrologique.

Tableau 3
Source des données utilisées pour le calcul du bilan hydrologique

Composante du bilan hydrologique	Source
Précipitations annuelles (1971 à 2000)	Station météorologique de Val-d'Or, Environnement Canada http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/
Évapotranspirations réelles (1971 à 2000)	Station météorologique de Val-d'Or, Environnement Canada http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/
Ruissellement, méthode rationnelle	Ministère des Transport du Québec, 2004. Manuel de conception des ponceaux
Utilisation du sol	MIR télédétection, Quickbird 2003/09/17
Type de sol	Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec. Commission géologique du Canada, Dossier public 1523.
Classes de pentes	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, modèles numériques d'altitude (32D01-0102 et 32D01-0202)

La recharge calculée à partir du bilan hydrologique est définie comme étant équivalente à l'infiltration dans le sol (Scanlon et al., 2002). Cette recharge est toutefois dite potentielle ou maximale, car beaucoup de processus peuvent intervenir dans la zone non-saturée et empêcher l'infiltration d'atteindre la nappe.

L'emmagasinement (S) définit la quantité d'eau qui est retenue par les plantes et qui ne s'infiltré pas dans le sol jusqu'à la nappe. Il varie principalement en fonction de deux paramètres : la profondeur des racines et la capacité de rétention du sol (Scanlon et al., 2002).

L'infiltration potentielle a été déterminée par bilan hydrologique pour tout le territoire à l'étude. L'infiltration potentielle est calculée en soustrayant des précipitations (P) les valeurs du ruissellement direct (R_d), de l'évapotranspiration réelle (ET) et de l'emmagasinement (S) (Banton et Bangoy, 1999).

$$I = P - R_d - ET - S \quad \text{eq.1}$$

où I = infiltration (mm)
P = précipitation (mm)
 R_d = ruissellement direct (mm)
ET = évapotranspiration réelle (mm)
S = emmagasinement (mm)

Les précipitations (P) ont été compilées pour la période de 1971 à 2000 à partir des données de normales climatiques des Archives climatiques nationales d'Environnement Canada pour la station de Val-d'Or (48° 3.600' N, 77° 47.400' O, 337,40 m d'altitude).

Le ruissellement direct (R_d) a été calculé en utilisant la méthode rationnelle telle que suggérée par le ministère des Transports du Québec (MTQ, 2004). Cette méthode permet de calculer le ruissellement direct en ce qui a trait à la hauteur d'eau pour une surface unitaire à partir de la hauteur de pluie tombée et du coefficient C_p qui, lui, prend en compte le type de sol, l'utilisation du sol et les pentes. Cette méthode permet de classer l'utilisation du sol et le type de sol en fonction de sa réponse hydrologique potentielle. Le ruissellement ainsi calculé correspond au ruissellement direct suite à une précipitation. Suite à ce calcul, il a été possible de définir des zones correspondant à des coefficients de ruissellement faible, moyen et élevé.

Le type de sol utilisé pour le calcul du ruissellement a été déterminé à partir de la carte des dépôts meubles de Veillette (2003) présentée à la figure 5. Les classes de pentes ont, quant à elles, été déterminées à partir du modèle numérique d'altitude (MNA) à l'échelle du 1 :20 000 (MRNF, 2004). L'utilisation du sol a été déterminée par photo-interprétation à partir de la photo aérienne (MIR télédétection). La cartographie a été réalisée selon les classes d'utilisation du sol et de types de sol présentés au tableau 4.

Tableau 4
Classes d'utilisation et types de sol utilisés pour le calcul du bilan hydrologique

Utilisation du sol	Types de sol
Boisé	Roc
Imperméable	Till
Milieu humide, lacs et rivières	Esker
Sol à nu	Argile
Organique	Tourbière

L'évapotranspiration potentielle (ETP) a été calculée mensuellement selon la méthode de Thorntwaite et Mather (Thorntwaite et Mather, 1957), en utilisant les données de normales climatiques mensuelles pour la période de 1971 à 2000 pour la station de Val-d'Or. L'évapotranspiration réelle (ETR) a ensuite été déterminée mensuellement en comparant les valeurs d'ETP aux valeurs de précipitation et de ruissellement direct moyen. Lorsque la valeur mensuelle d'ETP excédait la balance de la précipitation moins le ruissellement direct (P-Rd) pour le même mois, l'ETR a été limitée à la valeur de (P-Rd). Lorsque l'ETP était inférieure à (P-Rd), l'ETP a été conservée comme valeur de ETR. La somme des 12 valeurs mensuelles d'ETR a ensuite été faite pour obtenir une valeur de ETR annuelle et ainsi obtenir l'évapotranspiration réelle.

2.4 Modélisation numérique

La modélisation numérique a été utilisée afin d'évaluer quantitativement le rabattement dans le roc et dans les dépôts meubles engendré par le pompage avant et lors de l'exploitation de la mine projetée. Cet outil mathématique a aussi été utilisé pour évaluer le débit d'exhaure engendré par le minage de la fosse à ciel ouvert et par le pompage des anciennes mines souterraines.

Plus spécifiquement, la modélisation permet d'évaluer de façon quantitative :

- 1) l'impact du pompage de l'eau souterraine dans l'aquifère du roc et le débit d'infiltration dans la fosse à ciel ouvert en plus des débits de pompage potentiels dans les ouvrages souterrains;
- 2) l'impact sur les niveaux d'eau dans l'esker, où a lieu le pompage d'eau potable par la ville de Malartic, et dans le roc superficiel, où des puits domestiques sont installés, et ainsi conclure sur la possibilité d'un conflit d'usage, et
- 3) la possibilité de drainage de l'argile (dépôts glaciolacustres).

Le logiciel utilisé pour la modélisation numérique est le logiciel Feflow - Finite Element Subsurface Flow System (Dierch 2004 a et b). Ce logiciel de simulation numérique de l'écoulement de l'eau souterraine permet également de modéliser le transport de contaminants en utilisant la méthode des éléments finis. Le logiciel est particulièrement approprié pour des systèmes aquifères complexes impliquant plusieurs unités hydrostratigraphiques et des conditions aux limites variables.

L'étendue du domaine modélisé couvre environ 225 km² et est contrainte au nord par le lac Malartic et au sud par le lac Fournière, tous les deux représentés par une limite à charge imposée. Les limites est et ouest respectent le réseau hydrographique de surface et sont perpendiculaires à l'écoulement de l'eau souterraine. Ces limites sont représentées par une limite imperméable (flux nul).

Pour la représentation des mines souterraines, le modèle numérique a été construit à partir du modèle tridimensionnel réalisé à l'aide du logiciel Gocad. Ce dernier a été développé à partir des plans des anciennes mines fournis par Osisko (Osisko, 2008b). Le modèle numérique intègre la géométrie complexe du modèle géologique 3D représentée par les galeries, les chantiers et les puits pour chacune des quatre mines existantes (Canadian Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic). Certaines simplifications ont été faites du point de vue du nombre de galeries souterraines, tout en s'assurant de respecter les connections hydrauliques principales entre les différents chantiers souterrains.

Une fois le modèle numérique construit, celui-ci a été calibré sur des données réelles telles que des niveaux d'eau et/ou des débits de pompage. La calibration a été effectuée selon trois jeux de données :

- condition sans pompage (régime permanent) en utilisant les données piézométriques mesurées dans plusieurs puits d'observation ou forages, en mars 2008;
- pompage réalisé à partir du puits de la mine Est Malartic, d'avril 2006 à décembre 2007 (régime transitoire) en utilisant les données de niveaux mesurées par Osisko dans le puits de la mine Est Malartic; et
- pompage des mines souterraines entièrement drainées en 1979 (régime permanent).

La calibration d'un modèle d'écoulement constitue la démarche visant à démontrer la capacité du modèle numérique à reproduire des charges hydrauliques et des flux volumétriques tels qu'observés dans la réalité (Anderson et Woessner, 1991).

La calibration a été réalisée par essais et erreurs en modifiant les paramètres hydrauliques (conductivité hydraulique, emmagasinement, etc.) et les valeurs de recharge. La réalisation de plusieurs simulations pour chacun des scénarios, en faisant varier un ensemble de paramètres hydrauliques, a pour but de minimiser la différence entre les charges hydrauliques, les rabattements et les débits simulés et mesurés et de représenter les conditions d'écoulement de l'eau souterraine. La réalisation d'une calibration selon trois scénarios, deux en régime permanent et un en régime transitoire, permet de réduire l'incertitude du modèle et d'assurer une plus grande validité aux résultats de prédiction.

Une fois les objectifs de calibration atteints, des simulations prédictives ont été conduites selon les stades de développement de la fosse et le taux de pompage de l'eau souterraine emmagasinée dans les ouvertures existantes.

La modélisation a été réalisée en régime transitoire pour représenter ces trois stades de développement, soit en 2013, en 2018 et en 2025. Le pompage est initié en 2010 au début du creusage de la fosse.

3.0 DESCRIPTION DE LA RÉGION À L'ÉTUDE

La région étudiée dans le cadre du présent mandat couvre une superficie de 225 km² et comprend une portion de la ville de Malartic, laquelle est située à 25 km à l'ouest de la ville de Val-d'Or. Le point central de la région étudiée correspond aux coordonnées géographiques 5 335 000 N et 715 000 E selon le système de projection UTM NAD 83 zone 17, et 48° 7' N, -78° 7' E selon le système de projection Lat/long NAD 83.

Les limites de la région à l'étude ont été déterminées en fonction de l'emplacement des rivières, des lacs et de la ligne de partage des eaux au sud du modèle. Cette région couvre entièrement le périmètre prévu pour la zone d'exploitation projetée (RSG Global, 2006) en plus d'inclure les quatre mines souterraines existantes.

3.1 Physiographie et hydrographie

Le territoire à l'étude est limité au sud-est par le lac Fournière (28 km²) et au nord par le lac Malartic (76 km²). La topographie de surface est relativement modérée et suit le relief du socle rocheux précambrien de la région. L'élévation moyenne du terrain est de 325 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer (a.n.m.m.) avec quelques collines s'élevant à près de 400 mètres (a.n.m.m.) et s'étendant de l'ouest vers l'est dans la partie sud-ouest du territoire. La dénivellation verticale maximale pour la région couverte est d'environ 75 mètres.

La région est partiellement boisée et les espèces d'arbre dominantes sont l'épinette noire, le mélèze et le bouleau. La région à l'étude est située à la tête du bassin versant drainé par la rivière Harricana, qui fait elle-même partie du grand bassin hydrographique de la Baie-James. Un certain nombre de ruisseaux, de rivières, de marécages et de petits lacs partiellement connectés entre eux parsèment la zone à l'étude. La majorité du terrain se draine au nord vers le lac Malartic, par la Petite rivière Héva et la rivière Malartic, tandis que les eaux localisées dans le sud-ouest se drainent vers l'est par le ruisseau Raymond puis vers le sud vers le lac Fournière.

3.2 Utilisation de l'eau souterraine

La ville de Malartic est actuellement desservie en eau par trois sources d'alimentation souterraines situées à l'intérieur de la région à l'étude à environ 4 km au nord-ouest de la fosse proposée. La localisation de ces puits est présentée à la figure 3.

Selon les informations transmises par le directeur des travaux publics de la Ville de Malartic, Monsieur Jean Brassard, un débit moyen de 1700 m³/j est pompé selon une répartition de 80% prélevé dans le puits PP-6 localisé au nord-ouest et construit en 2006, et de 10% par chacun des deux autres puits, P-4 et P-5, situés dans un banc d'emprunt désaffecté au sud-est du puits PP-6. Les puits d'alimentation sont situés sur la crête d'un même esker au relief peu accentué.

Selon le rapport hydrogéologique disponible (GCE Consultaux, 2006), le puits principal PP-6 n'est pas localisé en zone inondable et son élévation est de 330,6 mètres. Les eaux de surface et souterraines dans ce secteur s'écoulent vers le nord-nord-ouest, soit vers la Petite rivière Héva. Le niveau d'eau à ce puits est situé à l'élévation 310 mètres et provient d'un aquifère à nappe libre, qui est majoritairement situé à l'intérieur d'une zone réservée à l'eau potable par décret.¹

Selon les informations obtenues, le sommaire historique de l'approvisionnement en eau à la ville de Malartic est le suivant :

- 1983 : L'approvisionnement en eau est effectué à partir du lac de la réserve (Golder, 1983);
- 1990 : Les puits P-4 et P-5 sont en production et des activités de recharge artificielle à partir de bassins d'infiltration sont réalisées (information verbale du directeur technique de Malartic, 1990);

¹ Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Contrainte Minière #6112, Soustraction à l'activité minière (jalonnement, désignation sur carte, à la recherche minière ou à l'exploitation minière d'un terrain nécessaire à l'alimentation de la prise d'eau potable de la ville de Malartic, MRC Vallée de l'Or, circonscription foncière d'Abitibi, www.gestim.mines.gouv.qc.ca).

- 2006 : Implantation du nouveau puits d’approvisionnement PP-6 et essai de pompage (Génivar, 2006), et
- 2008 : Nouveaux essais de pompage de longue durée au puits PP-6 (information verbale du directeur technique de Malartic, 2008) et travaux visant à implanter un nouveau puits environ 600 m au nord-nord-ouest de PP-6 (GCE Consultants, 2008)

L’historique de l’approvisionnement en eau des puits de la ville de Malartic indique donc que les capacités de production des puits ont eu de la difficulté à rencontrer les besoins en eau de la ville de Malartic, et ce, de façon récurrente depuis la construction du premier puits.

Aussi, au moins une cinquantaine de propriétés se situant à l’extérieur du réseau d’aqueduc municipal (résidentielles et/ou agricoles et/ou commerciales) ont été identifiées dans le secteur ciblé par l’étude comme étant alimentées par un puits domestique pour leur alimentation en eau potable installé dans les dépôts meubles ou dans le roc. Les propriétés se retrouvent principalement au sud, le long du 7^e rang et du chemin du Lac-Mourier tandis qu’au nord, elles longent la route 117 et le chemin de la rue du Lac-Malartic. La zone ici couverte inclut les limites du modèle hydrogéologique et le territoire de Rivière-Héva situé au nord-ouest.

3.3 Géologie des dépôts meubles

La zone à l’étude est principalement caractérisée par la présence de dépôts glaciaires. La figure 5 présente la carte géologique des dépôts meubles.

L’unité à la base de la colonne stratigraphique est le till. Il s’agit d’un dépôt résultant de l’érosion et du transport par le glacier en mouvement du roc sous-jacent. D’après la carte des dépôts meubles (Veillette et al., 2003), le till est présent sur les hauts topographiques (ou collines) selon une épaisseur de moins d’un mètre. Les pentes des collines sont couvertes par un dépôt continu de till d’épaisseur de plus de 1 m. Les tills de l’Abitibi ont une teneur moyenne de 60 à 70% en sable, de 20 à 25% en silt, de moins de 5% en argile et de moins de 5% de bloc (Veillette et al., 2003).

Le retrait glaciaire a mis à découvert les dépôts fluvioglaciaires, principalement les eskers, très présents dans la région. Ceux-ci sont principalement composés de sable et gravier et peuvent atteindre plus de 30 mètres d'épaisseur. La portion d'esker comprise dans la zone à l'étude présente un bon potentiel aquifère, puisque l'eau est retenue à l'intérieur par les dépôts glaciolacustres. Comme il a été mentionné précédemment, c'est dans ce type de dépôt de surface que sont aménagés les puits d'approvisionnement en eau potable de la ville de Malartic.

Les dépôts glaciolacustres sont les sédiments en suspension qui étaient présents dans le lac Barlow-Ojibway et qui se sont déposés sur les terres immergées. Les dépôts typiques d'un environnement glaciolacustre sont les argiles varvées composées de couches estivales en alternance avec les couches hivernales. La couche estivale est généralement plus épaisse, à granulométrie plus grossière, silteuse et de couleur plus claire. La couche hivernale est moins épaisse, à granulométrie plus fine, argileuse et de couleur plus foncée. Les dépôts glaciolacustres possèdent une épaisseur variable qui peut atteindre jusqu'à 20 mètres dans la zone à l'étude.

Suite au retrait du lac Barlow-Ojibway, les argiles et les sables littoraux ont été mis à découvert. C'est à ce moment que s'est développé le système de drainage suivant la pente du terrain. Les dépôts mis en place par le développement du système de drainage sont les alluvions. Ceux-ci sont principalement composés de sable silteux, de silt argileux, de sable et gravier, et leur épaisseur varie généralement de 1 à 5 mètres. Par la suite, les tourbières se sont formées. Les tourbières sont composées de dépôts organiques à décomposition très lente, puisqu'elles sont la plupart du temps submergées.

3.4 Géologie du roc

Le site à l'étude est localisé dans la ceinture de roches vertes archéennes située dans la partie sud-est de la province géologique du Supérieur dans le bouclier canadien (figure 6). La zone de la faille de Cadillac d'orientation est-ouest entrecoupe la région à l'étude. Plusieurs groupes lithologiques sont associés au faciès du schiste vert. La faille Raymond se situe au sud de la ville de Malartic et traverse la zone étudiée. Il existe une intrusion relativement étendue de granodiorite au sud-est de cette faille. Les roches méta-sédimentaires siliceuses situées de part et d'autre de la faille de Cadillac forment

l'assise géologique, en l'occurrence le conglomérat polygénique au nord et le grauwacke au sud. Le substratum est également composé de roches volcaniques, intrusives ultramafiques, mafiques (basalte) et intrusives felsiques (tonalite).

La majorité de la propriété de Malartic repose sur des roches méta-sédimentaires du Groupe de Pontiac au sud de la zone de faille Cadillac. La partie centrale nord de la propriété couvre une section de 3,5 km le long de la faille et est sous-jacente à des roches mafique-ultramafiques métavolcaniques du Groupe de Piché, entrecoupée par des intrusions de porphyre. Les deux structures majeures, les failles Cadillac et Sladen, définissent les limites nord et sud de la zone tectonique immédiate de la région de Malartic. Le gisement Canadian Malartic est constitué d'or disséminé dans un porphyre de diorite et un grauwacke comportant divers degrés d'altération en silice et en calcite.

3.5 Topographie du roc et épaisseur des dépôts meubles

Le calcul de l'épaisseur des dépôts meubles a été réalisé par interpolation des données disponibles. Il s'agit des données du système d'informations hydrogéologiques (SIH) du MDDEP (MDDEP, 2008), des données d'exploration minière compilées sur le site du Sigeom (MRNF, 2008), des données de Génivar (Génivar, 2006 et 2007), de Consulteaux (GCE Consulteaux, 2006) et de Golder (Golder, 2008 en rédaction).

La carte des dépôts superficiels de la Commission géologique du Canada (Veillette et al., 2003) a aussi été utilisée dans le but de localiser les affleurements rocheux (figure 5).

De façon générale, une épaisseur de dépôts plus importante est identifiée dans la partie ouest de la zone d'étude, là où se situe l'esker, et au centre de la zone où sont situés les parcs à résidus.

La carte de la topographie du roc est en relation directe avec celle de la topographie de surface et de la carte de l'épaisseur des dépôts meubles. En effet, celle-ci a été obtenue suite à la soustraction de la topographie de surface (modèle numérique de terrain) et de la carte de l'épaisseur des dépôts meubles obtenue par interpolation. C'est cette surface qui a été intégrée au modèle numérique d'écoulement de même que la surface topographique.

4.0 HYDROGÉOLOGIE ET RÉSULTATS DES TRAVAUX DE TERRAIN

4.1 Écoulement de l'eau souterraine

4.1.1 Conditions d'écoulement de l'eau souterraine à l'échelle régionale

La figure 7 présente une carte piézométrique de l'aquifère du roc réalisée à partir des données piézométriques relevées en mars 2008. Les données piézométriques recueillies ainsi qu'une description sommaire des puits sont présentées au tableau 5 ci-dessous. Il peut être observé que la plupart des données piézométriques se concentrent aux environs des mines souterraines, des parcs à résidus et du bassin d'entreposage d'eau proposé.

La carte piézométrique représente les conditions d'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère de roc. L'intervalle des valeurs d'élévation de l'eau souterraine est compris entre 334,41 à 301,15 mètres. Les valeurs d'élévations de l'eau souterraine comprises entre 300 et 305 m sont essentiellement reliées à une galerie ou à un chantier de mine. Ces niveaux évoluent de la même façon lorsque soumis à une sollicitation telle que du pompage.

Afin de compléter la carte piézométrique, les données d'élévation du modèle numérique de terrain aux limites des lacs Malartic (294 m) et Fournière (304 m) ont été incluses aux fins de l'interprétation. La présence d'une ligne de partage des eaux au centre de la zone, au relief accentué au sud-ouest du site, a aussi été incluse au modèle conceptuel d'écoulement de l'eau souterraine dans le roc, bien que peu de données piézométriques ne soient disponibles pour l'instant dans ce secteur.

De façon générale, l'écoulement de l'eau souterraine s'effectue du sud vers le nord avec une tendance de l'écoulement de l'eau souterraine vers les anciennes mines dans le secteur plus immédiat de celles-ci. Au sud-ouest, dans le secteur des collines, le gradient hydraulique horizontal est plus important avec une valeur moyenne de 0,008. Près des anciennes mines souterraines Canadian Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic le gradient hydraulique horizontal est encore plus prononcé avec une valeur moyenne de 0,025 qui reflète l'influence des ouvrages souterrains dans le roc. Au nord de la ville de

Malartic, l'écoulement de l'eau souterraine est caractérisé par un plus faible gradient hydraulique horizontal avec une valeur moyenne de 0,0025.

La compréhension actuelle du site implique l'hypothèse que la contribution de l'aquifère de roc aux cours d'eau de surface est limitée aux plans d'eau majeurs tels que le lac Malartic et le lac Fournière. Les cours d'eau qui se retrouvent dans la zone à l'étude (rivière Malartic, lacs et ruisseaux superficiels) sont, quant à eux, considérés en connexion hydraulique avec les dépôts de surface.

La ville de Malartic s'approvisionne en eau potable à partir de trois puits aménagés dans un esker localisé au nord-ouest de la fosse proposée (figure 3). Selon les informations transmises par le directeur des travaux publiques de la Ville de Malartic, Monsieur Jean Brassard, un débit moyen de 1700 m³/j est pompé selon une répartition de 80% par le puits PP-6, le plus au nord-ouest et construit en 2006, et de 10% par chacun des deux autres puits, P-4 et P-5, situés dans un banc d'emprunt désaffecté. Une étude hydrogéologique est présentement en cours dans le secteur du puits PP-6 afin d'étudier en conditions de pompage l'influence de ce puits sur les niveaux d'eau dans l'esker et afin d'évaluer la possibilité d'implanter un nouveau puits de pompage environ 600 m au nord-nord-ouest du puits existant PP-6.

Tableau 5

Localisation des points de mesure et données piézométriques obtenues en mars et en mai 2008

Puits	X (UTM NAD 83) (m)	Y (UTM NAD 83) (m)	Élévation du collet (m)	Unité	Profondeur eau (m)		Élévation eau (m)	
					14-15 mars 2008	15-16 mai 2008	14-15 mars 2008	15-16 mai 2008
BH-08-03	716488	5334031	320,67	sable/silt	3,56	2,31	317,11	318,36
BH-08-12	716947	5332581	321,21	roc	1,25	1,07	319,96	320,14
BH-08-15	716584	5331626	336,65	roc	4,78	4,40	331,87	332,25
BH-08-19	716502	5334491	319,78	roc	10,68	8,85	309,10	310,93
BH-08-38	717396	5333405	317,24	roc	5,10	4,61	312,14	312,63
CM06-851	714758	5334725	320,76	roc	13,20	11,63	307,56	309,13
CM06-852	714700	5334650	322,10	roc	17,30	14,03	304,80	308,07
CM06-863	714880	5334705	320,95	roc	9,35	8,62	311,60	312,33
CM07-1026	713412	5334835	331,87	roc	4,22	2,99	327,65	328,88
CM07-1102	713444	5334634	334,63	roc	10,22	9,05	324,41	325,58
CM07-1117	714186	5334351	323,92	roc	5,54	2,80	318,38	321,12
CM07-1147	714185	5334714	321,61	roc	18,17	14,63	303,44	306,98
CM07-1451	714580	5334510	326,12	roc	15,49	10,87	310,63	315,25
CM05-1624	713822	5334635	321,11	roc	17,14	13,74	303,97	307,37
CM07-1693	713880	5334571	321,15	roc	17,82	14,41	303,33	306,74
CM07-987	713702	5334619	323,38	roc	4,89	9,26	318,49	314,12
CM07-996	714215	5334155	327,79	roc	4,76	1,69	323,03	326,10
PO-2	714383	5334363	324,40	sable silteux	2,18	1,63	322,22	322,77
PO-3	714166	5334076	328,59	roc	1,51	1,40	327,08	327,19
PO-5	712862	5333503	331,81	roc	1,08	1,01	330,73	330,80
PO-7	712941	5332516	337,24	roc	2,88	2,83	334,36	334,41
PO-9	714851	5333827	330,20	dépôts	2,14	1,24	328,06	328,96
PO-10	717371	5333611	312,58	gravier	2,19	1,70	310,39	310,88
PO-11	713385	5335275	325,27	silt	3,39	2,61	321,88	322,66
PO-12	713170	5335290	328,06	m,organique	5,91	4,65	322,15	323,41
PO-13	712955	5335152	330,75	sable silteux	2,00	1,63	328,75	329,12
PO-16	713273	5335772	318,32	argile	1,57	1,29	316,75	317,03
PO-17	713463	5334885	327,66	Roc	5,62	1,52	322,04	326,14
D10	714098	5331750	331,07	roc	3,96	3,20	327,11	327,87
FE-12-06	715115	5335807	313,92	sable	-	9,50	-	304,42
Puits mine Sladen	715399	5334730	318,99	roc	15,48	13,57	303,51	305,42
Puits mine Barnat	715358	5335095	319,30	roc	15,56	13,70	303,74	305,60
Puits mine Canadian	714384	5334741	323,22	roc	21,24	17,94	301,98	305,28
Puits mine Est Malartic	715582	5334570	-	roc	-	-	301,15	-

4.1.2 Conditions d'écoulement de l'eau souterraine dans les anciennes mines

Du point de vue hydrogéologique, le secteur des anciens ouvrages souterrains (mines Canadian Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic) est caractérisé par une connectivité hydraulique dans la partie supérieure des anciennes mines et l'élévation de l'eau dans les puits ou les forages complétés dans les ouvertures souterraines sont très semblables, soit autour de 303 mètres (tableau 5 et figure 7). Il est cependant à noter que les différences d'élévation des niveaux entre les puits de la Canadian et de la Est Malartic, d'une part, et les puits de la Sladen et de la Barnat, d'autre part, ne sont pas expliquées. Étant donné les connections entre les parties supérieures des quatre mines, les différences d'élévation de l'eau pourraient être dues à des erreurs d'arpentage des points de référence utilisés pour les mesures de niveaux d'eau.

Un rapport interne produit par Lac Minerals indique des connections hydrauliques entre les quatre anciennes mines souterraines (Lac Minerals, 1984):

- La mine Canadian Malartic est connectée à la mine Sladen par un drain au niveau 625' (190 mètres);
- La mine Sladen est connectée à la mine Barnat par une galerie au niveau 725' (221 mètres), et,
- La mine Barnat est connectée à la mine Est Malartic par des galeries au niveau 1250' (381 mètres).

Ces informations permettent de supposer que, lorsque soumis à un pompage dans une ouverture souterraine, l'apport en eau provient de l'ensemble des anciennes mines souterraines pour les pompes situés au-dessus de 190 m de profondeur.

Évaluation du volume d'eau souterraine dans les ouvrages souterrains

L'évaluation du volume d'eau disponible dans les chantiers et les galeries souterraines a été réalisée à partir des valeurs de tonnages minés présentées au tableau 6. Ainsi, les volumes suivants ont été estimés à partir de ces valeurs (Génivar, 2007) et d'une valeur estimée de densité de 2500 kg/m³ pour le minerai en place :

Tableau 6
Évaluation du volume d'eau dans les ouvertures minières
à partir des tonnages minés

Mines	Minerai exploité (tonnes)	Volume équivalent (m³)
Canadian Malartic	9 930 000	3 972 000
Sladen	3 900 000	1 560 000
Barnat	4 600 000	1 840 000
Est Malartic	17 900 000	7 160 000
Total	36 330 000	14 532 000

Il est à noter que ces estimations de volumes supposent que les volumes des chantiers remblayés (présents principalement dans la mine Est Malartic) sont compensés entièrement par les volumes correspondant au développement souterrain (galeries et puits) restés ouverts. Aucune donnée n'étant disponible pour les volumes associés au développement souterrain, une certaine imprécision persiste en ce qui concerne les volumes de vides réellement présents dans les mines souterraines.

Contrôle du niveau d'eau dans les ouvrages souterrains par pompages

Afin de contrôler le niveau d'eau dans les ouvrages souterrains, et particulièrement lors de la recharge printanière, des activités de pompage sont réalisées par Osisko dans deux puits aménagés dans l'ancien puits de la mine Est Malartic. Typiquement, le pompage débute au début avril avec une première pompe mise en opération à un débit estimé à 180 m³/h. Cette première pompe est en opération normalement jusqu'au début décembre. Vers la mi-avril une deuxième pompe est mise en fonction pour faciliter le rabattement en cette période de forte recharge. Cette pompe opère également à un débit de 180 m³/h, mais pour une durée d'environ un mois et demi.

La figure 8 présente l'évolution du niveau d'eau dans le puits de la mine Est Malartic pour les années 2006 et 2007. Ces données ont été utilisées pour la calibration du modèle numérique.

4.2 Évaluation de la recharge

Une évaluation du bilan hydrologique de la zone à l'étude a été réalisée dans le cadre du présent mandat en utilisant la méthodologie présentée à la section 2.3.

L'intégration de plusieurs paramètres tels que les précipitations, la température, le type de sol, les pentes, l'utilisation du sol et le type de culture a été utilisée pour le calcul du bilan hydrologique et l'évaluation de la recharge de la nappe d'eau souterraine. Le territoire à l'étude a été divisé en différentes zones selon le coefficient de ruissellement variant de faible à élevé. La majorité du territoire est caractérisée par un coefficient de ruissellement moyen ou élevé. La portion du territoire où le coefficient de ruissellement est faible correspond à la portion de l'esker.

La valeur de recharge a été attribuée en fonction de ces coefficients de ruissellement (faible, moyen et élevé) et correspond respectivement à 25 mm/an, à 50 à 75 mm/an et à 300 mm/an pour les calibrations et de 25, 75 et 300 mm/an pour les simulations prédictives.

La détermination des valeurs de recharge a été réalisée en fonction des valeurs de précipitations qui ont été compilées pour la période de 1971 à 2000 à partir des données de normales climatiques des Archives climatiques nationales d'Environnement Canada pour la station de Val-d'Or (48° 3.600' N, 77° 47.400' O, 337,40 m d'altitude). Au cours de cette période, il est tombé en moyenne 914 mm de précipitations (pluie et neige combinées) annuellement. Les précipitations mensuelles les plus fortes tombent généralement au mois de juillet, alors que les plus faibles sont en février.

4.3 Suivi piézométrique

Un suivi des niveaux d'eau dans le secteur du projet Osisko a été initié en mars 2008. Ce suivi vise à préciser l'influence des activités de pompage dans le puits de la mine Est Malartic dans le roc et dans les dépôts meubles. Le tableau 5 présente les données de niveaux d'eau mesurées en mars et en mai 2008 dans ces puits et forages.

Au total, 16 sondes à pression ont été installées dans des puits d'observation, des forages d'exploration ou de condamnation ou des puits de mines afin de suivre l'évolution des niveaux d'eau avec le temps, avant et après le départ des pompes dans le puits de la mine Est Malartic. La figure 4 présente la localisation de celles-ci. Les données de mesure en continu des niveaux d'eau obtenus entre les 13 et 14 mars 2008 et les 15 et 16 mai 2008 sont présentées à l'annexe B.

Les figures B-1 et B-2 présentent les résultats du suivi sur deux mois des niveaux d'eau dans les seize points de mesure. De façon générale, il peut être observé qu'une hausse des niveaux d'eau est survenue lors de la fonte des neiges et de façon plus marquée à la mi-avril 2008. La hausse du niveau d'eau est variable d'un point de mesure à l'autre mais, en général, les plus fortes hausses sont notées pour les sondes aménagées dans les ouvertures souterraines (puits de la Barnat, puits de la Canadian Malartic, puits de la Est Malartic). L'évolution des niveaux d'eau mesurée dans les puits CM-06-852 et CM-07-1102 est plus instable (variations importantes des niveaux sur de courtes périodes de temps) ce qui suggère que de l'infiltration directe dans le tubage d'eau, suite à la fonte des neiges et à du ruissellement de surface, pourrait être survenue au cours de la période de suivi.

Le départ des pompes no.1 et no.2 est indiqué sur les deux graphiques de suivi des niveaux d'eau. Trois points de mesure révèlent une baisse des niveaux d'eau après le démarrage des pompes, soit le puits de la Est Malartic, le puits de la Barnat et le CM-06-852.

Les résultats de suivi des niveaux d'eau indiquent donc une connectivité hydraulique réelle entre la mine Est Malartic et la mine Barnat. Par contre, l'absence de baisse du niveau d'eau dans le puits de la mine Canadian Malartic après le démarrage des pompes suggère une connectivité hydraulique plus limitée entre cette mine et les mines Barnat et Est Malartic. D'autre part, la différence d'élévation de l'eau entre les puits Est Malartic et Barnat pourrait être due à l'arpentage du point de référence puisque la réponse dynamique de ces deux puits est pratiquement identique.

4.4 Hydrostratigraphie et paramètres hydrauliques

Les unités hydrostratigraphiques ont été définies sur la base d'une compilation des données stratigraphiques et hydrogéologiques existantes auxquelles se sont ajoutées les informations recueillies dans le cadre de la présente étude et de la réalisation par Golder de travaux de forage et d'aménagement de puits d'observation dont les détails seront présentés dans un rapport distinct (Golder, 2008, rapport en cours). Le tableau 7 présente un sommaire des paramètres hydrauliques disponibles pour la réalisation de l'étude hydrogéologique.

Six unités hydrostratigraphiques ont été identifiées, soit:

- les dépôts glaciolacustres;
- l'esker;
- le till glaciaire;
- les résidus miniers;
- le roc supérieur (0-100 m);
- le roc inférieur (plus de 100 m).

4.4.1 Dépôts glaciolacustres

Les dépôts glaciolacustres se retrouvent typiquement du till et du roc. Ceux-ci sont composés de matériaux fins, principalement d'argile et de silt.

D'après des données obtenues à partir d'essais in situ sur des argiles varvées d'Abitibi, la conductivité hydraulique des dépôts glaciolacustres est comprise entre 2×10^{-9} m/s à 2×10^{-7} m/s (Golder-compilation interne). La compilation de ces résultats d'essais de perméabilité réalisés révèle une valeur moyenne de 7×10^{-8} m/s. Les résultats d'essais en laboratoire sur les mêmes argiles varvées indiquent des conductivités hydrauliques d'un ordre de grandeur plus faible, soit près de 1×10^{-8} m/s. Un seul essai a été réalisé dans la zone à l'étude, soit un essai de pompage de courte durée réalisé lors de la purge pour échantillonnage du puits d'observation PO-16, et celui-ci révèle une valeur de conductivité hydraulique de 2×10^{-8} m/s (Génivar, 2008).

4.4.2 Esker

L'esker est un dépôt fluvioglaciaire principalement composé de sable et gravier. Il est possible d'y retrouver, par endroits, des lentilles de silt ou encore des blocs. Une partie de cet important complexe est exposé en surface; cependant, les flancs de l'esker sont enfouis sous les dépôts glaciolacustres. Les données existantes montrent qu'il ne semble pas y avoir de couche continue de till sous l'esker. Celui-ci reposerait donc directement sur le roc en certains endroits. Par contre, il est possible que du till lessivé par la déposition de l'esker soit présent sous l'esker et que les descriptions stratigraphiques disponibles n'aient pas fait de distinction quant à l'origine des matériaux décrits. D'après les données de compilation, la conductivité hydraulique de l'esker est de 1×10^{-3} m/s. Cette valeur a été obtenue suite à la réalisation d'un essai de pompage de longue durée sur une période de 99 heures (GCE Consultants, 2006).

4.4.3 Till

Le till est un dépôt glaciaire à granulométrie variable, mais il est principalement composé de sable et silt. Présent sur presque la totalité du territoire, sauf sous l'esker, il peut être considéré comme étant une unité peu perméable séparant la nappe de surface des dépôts meubles de la nappe profonde du roc. D'après les données de compilation, la conductivité hydraulique du till varie de 2×10^{-7} à 1×10^{-6} m/s (Génivar, 2008). Ces données ont été obtenues suite à des essais de pompage de courte durée réalisés lors de la purge pour échantillonnage des puits d'observation PO-2, PO-5, PO-11, PO-13 et PO-16.

4.4.4 Résidus miniers

Un essai de perméabilité sur les résidus miniers indique une perméabilité de 7×10^{-6} m/s, ce qui est jugé typique des résidus miniers présents sur le site.

Tableau 7
Sommaire des différentes propriétés hydrauliques
compilées et mesurées sur le terrain

Unité stratigraphique	Conductivité hydraulique (m/s)	Type d'essai	Source
Dépôts glaciolacustres	2×10^{-8}	Pompage courte durée (purge de puits d'observation)	Étude Rang 7, Génivar, 2008, préliminaire
	Minimum : 2×10^{-9} Maximum : 2×10^{-7} Moyenne : 7×10^{-8}	Essai perméabilité	Compilation de résultats d'essais perméabilité réalisés dans des argiles varvées d'Abitibi dans le cadre de projets Golder
Esker	1×10^{-3}	Essai de pompage longue durée	Étude hydrogéologique, GCE Consultants, 2006
Till	Minimum : 2×10^{-7} Maximum : 1×10^{-6} Moyenne : 6×10^{-7}	Pompage courte durée (purge de puits d'observation)	Étude rang 7 Génivar, 2008 - préliminaire
Roc	Minimum : 5×10^{-9} Maximum : 6×10^{-6} Moyenne : 2×10^{-6}	Pompage courte durée (purge de puits d'observation)	Étude Rang 7, Génivar, 2008, préliminaire
Roc (0-100m)	4×10^{-7}	Simple et double obturateur	Essais hydraulique en forage, Golder 2008
Roc (100m et +)	7×10^{-9}	Simple et double obturateur	Essais hydraulique en forage, Golder 2008
Résidus miniers	7×10^{-6}	Essai perméabilité	Golder, 2008

4.4.5 Roc – Résultats des essais hydrauliques en forage

Les essais packer proviennent de quatre forages du programme géomécanique (GT07-02 à GT07 05) localisés principalement dans le grauwacke ainsi que d'un forage exploratoire (CM07-1540) dans le porphyre de diorite au nord de la propriété. Puisque les forages sont inclinés, une correction a été appliquée pour faire une interprétation conventionnelle pour les puits verticaux. La localisation de ces forages est présentée à la figure 2.

Les données de l'essai à charge descendante ont été analysées en utilisant la méthode à charge descendante de Bouwer-Rice (Bouwer et Rice, 1976; Bouwer, 1989) et celle de Hvorslev (Hvorslev, 1951). Les données des essais à charge constante ont été interprétées en utilisant la méthode à charge constante de Hvorslev (Hvorslev, 1951) pour calculer la conductivité hydraulique (K (m/s)) de l'intervalle testé.

Les valeurs de conductivité hydraulique ont été calculées à partir de 59 intervalles testés et sont présentées à l'annexe A. Lorsque les deux types d'essais à charge descendante et à charge constante ont été effectués, les résultats obtenus par la méthode de Hvorslev à charge constante sont considérés les plus précis et sont ceux présentés à l'annexe A. Lorsque l'essai à charge descendante est le seul type utilisé, la valeur calculée en utilisant la méthode de Bouwer-Rice est alors présentée.

Afin de faciliter la compréhension, l'ensemble des essais (GT07-02 à GT07-05 et CM07-1540) est d'abord montré; puis, les essais dans les forages GT07-02 et GT07-05 sont montrés de façon isolée. Un total de 34 essais dans le roc peu profond (0-100 m) a été effectué et 25 autres dans celui plus profond (100 m et plus). La figure 9 montre les valeurs K selon la profondeur verticale du point milieu de l'intervalle. De plus, la figure 9 montre les valeurs K classifiées selon les intervalles verticaux dans le massif rocheux entre 0 et 100 m et ceux de 100 m et plus. Les valeurs K varient entre 10^{-10} et 10^{-5} m/s et une tendance de baisse des valeurs de K avec la profondeur peut être notée.

De façon similaire, la figure 10 montre un histogramme des valeurs de K pour le roc peu profond (0-100 m) et celui plus profond (100 m et plus). Les deux ensembles de données

sont relativement semblables et montrent une valeur K centrée de 10^{-8} m/s. Les valeurs moyennes calculées pour l'intervalle entre 0 et 100m est de 6×10^{-8} m/s et de 2×10^{-8} m/s pour les profondeurs de 100 m et plus.

Les conductivités hydrauliques pour les unités rocheuses principales sont présentées à la figure 11. Les intervalles comprenant les unités de graywacke avec des altérations en biotite, de graywacke avec des altérations en calcite-silice et de diorite avec des altérations de calcite-silice, montrent une valeur K moyenne de 10^{-8} m/s. Aucune unité rocheuse ne semble se démarquer des autres par ses propriétés hydrauliques.

Les essais effectués dans les forages GT07-02 et GT07-05 couvrent de façon continue le massif rocheux testé comparativement aux forages GT07-03, GT07-04 et CM07-1540, qui ont été testés par système à double packer, et ce, de façon discontinue sur des intervalles de 6 m. Les essais packer en continu sur le massif permettent de mieux couvrir l'ensemble des discontinuités pouvant y être présentes. Cela permet d'obtenir un profil précis des conductivités hydrauliques en fonction de la profondeur, plutôt que de seulement cerner les valeurs K extrêmes par un profil discontinu.

La figure 12 montre les valeurs K selon la profondeur verticale du point milieu de l'intervalle pour les forages GT07-02 et GT07-05. Les valeurs K varient entre 10^{-10} et 10^{-5} m/s avec une tendance marquée à diminuer avec la profondeur.

La figure 13 présente un histogramme des valeurs de K regroupées en ordre de grandeur pour le roc peu profond (0-100 m) et celui plus profond (100 m et plus) pour les forages GT07-02 et GT07-05. Les valeurs moyennes calculées pour l'intervalle entre 0 et 100 m est de 4×10^{-7} m/s et de 7×10^{-9} m/s pour les profondeurs de 100 m et plus.

4.4.6 Coupes hydrostratigraphiques

Deux coupes hydrostratigraphiques longitudinales sont présentées aux figures 14 et 15 alors que la position de ces coupes est présentée à la figure 2.

La coupe A-A' (figure 14) est orientée selon un axe nord-ouest/sud-est allant du secteur des puits de la ville de Malartic en passant par le secteur prévu pour l'implantation de la

fosse et le parc à résidus existant et se termine dans le secteur du lac Malartic. La coupe illustre d'abord, en partie, la géométrie de l'esker localisé au nord-ouest du site. L'épaisseur de l'esker est comprise entre quelques mètres et près de 40 mètres. Les sédiments glaciolacustres plus fins (silt et argile) se retrouvent en bordure et au-dessus de la limite sud de l'esker. L'épaisseur de ce type de matériel atteint 20 mètres dans le secteur des anciennes mines souterraines. La coupe indique aussi, vers le sud-est, une remontée du roc qui correspond au secteur au relief plus accentué et qui est recouvert à cet endroit par un mince couvert de till.

La coupe B-B' (figure 15) est orientée selon un axe nord-est/sud-ouest allant du secteur à relief plus accentué au sud-ouest de la fosse proposée et passant légèrement au nord de la mine Camflo. Encore une fois, au sud du site, dans le secteur au relief plus accentué une mince couche de till se retrouve sur le roc. La coupe indique la présence du parc à résidus qui repose sur des sédiments fins d'origine glaciolacustre. Les sédiments plus grossiers de l'esker sont aussi recoupés; mais dans l'extension sud de l'esker, ceux-ci sont recouverts par les sédiments glaciolacustres. Au nord-est, dans le secteur au relief plus accentué, le roc est découvert sans présence de till.

4.5 Qualité de l'eau souterraine

Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans le puits de la mine Est Malartic, le 18 et le 21 avril 2008 ainsi que le 3 juillet 2008.

Ces échantillons ont été soumis à l'analyse pour les paramètres analytiques suivants : hydrocarbures pétroliers C10-C50, métaux (mercure, aluminium, calcium, antimoine, magnésium, argent, arsenic, baryum, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, plomb, manganèse, molybdène, nickel, sélénium, sodium, zinc, bore, fer, potassium), azote ammoniacal, conductivité, cyanures libres, cyanures totaux, pH, alcalinité totale, bicarbonates, carbonate, chlorures, nitrate et nitrite, sulfate et matières en suspension.

Les résultats analytiques sont présentés au tableau 8. Les certificats d'analyses sont présentés à l'annexe D.

Tableau 8**Résultats analytiques pour les échantillons prélevés au puits de la mine Est Malartic**

Paramètres	Unités	Dates d'échantillonnage	
		Avril 2008	Juillet 2008
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	µg/L	<100	<100
Mercure (Hg)	µg/L	<0,1	<0,1
Aluminium (Al)	µg/L	<30	<30
Calcium (Ca)	µg/L	180000	190000
Antimoine (Sb)	µg/L	12	<6
Magnésium (Mg)	µg/L	58000	61000
Argent (Ag)	µg/L	<0,3	<0,3
Arsenic (As)	µg/L	<2	<2
Baryum (Ba)	µg/L	41	51
Cadmium (Cd)	µg/L	<1	<1
Chrome (Cr)	µg/L	<30	<30
Cobalt (Co)	µg/L	<30	<30
Cuivre (Cu)	µg/L	3	<3
Plomb (Pb)	µg/L	<1	<1
Manganèse (Mn)	µg/L	1700	2000
Molybdène (Mo)	µg/L	<30	<30
Nickel (Ni)	µg/L	21	35
Sélénium (Se)	µg/L	<1	<1
Sodium (Na)	µg/L	23000	33000
Zinc (Zn)	µg/L	35	<3
Bore (B)	µg/L	66	94
Fer (Fe)	µg/L	<100	1000
Potassium (K)	µg/L	29000	35000
Azote ammoniacal (N-NH ₃)	mg/L	0,36	0,51
Conductivité	mmhos/cm	1,4	1,5
Cyanures libres (CN ⁻)	mg/L	<0,01	<0,01
Cyanures totaux	mg/L	<0,01	<0,01
pH	pH	6,8	9,3
Alcalinité Totale (en CaCO ₃)	mg/L	260	260
Bicarbonates	mg/L	260	260
Carbonate	mg/L	<2	<2
Chlorures (Cl)	mg/L	24	27
Nitrate (N) et Nitrite (N)	mg/L	<0,02	<0,02
Sulfates (SO ₄)	mg/L	420	440
Matières en suspension (MES)	mg/L	5	6
Dureté totale	mg/L	700	730

Il est à noter que les résultats obtenus pour le fer, en particulier pour l'échantillon d'avril 2008, pourraient sous-estimer les concentrations réellement présentes. Ceci pourrait avoir été causé par la filtration de l'échantillon au laboratoire plutôt que sur le terrain.

5.0 MODÉLISATION NUMÉRIQUE

5.1 Description du modèle

Le modèle numérique employé est FEFLOW (Finite Element subsurface FLOW system). FEFLOW est un logiciel d'écoulement de l'eau souterraine, de transport des contaminants et de transfert de chaleur en éléments finis. Les détails concernant la formulation mathématique de FEFLOW peuvent être consultés sur le site internet de WASY GmbH (www.wasy.de), le développeur et le fournisseur de ce modèle mathématique.

Les simulations d'écoulement de l'eau souterraine ont d'abord été réalisées en régime permanent pour simuler les conditions initiales avant la mise en place de la fosse. Des simulations en régime transitoire ont aussi été réalisées au stade de la calibration sur les données de pompage de 2006-2007 dans le puits de la mine Est Malartic, et en régime permanent sur les données de pompage dans les mines en 1979. Enfin, des simulations en régime transitoire ont aussi été réalisées afin de simuler les différents stades de développement de la fosse en relation avec des activités de pompage dans les ouvrages souterrains.

L'ensemble des simulations a été réalisé en employant l'hypothèse du milieu poreux équivalent pour discrétiser l'aquifère du roc. Cette hypothèse est une alternative acceptable à l'emploi de fractures discrètes pour définir le roc, car l'échelle du modèle est importante (225 km²), ce qui minimise l'impact de cette hypothèse simplificatrice sur les résultats obtenus.

Les prochaines sections présentent les détails concernant la description du modèle numérique d'écoulement de l'eau souterraine employé pour simuler les effets du dénoyage de la fosse à ciel ouvert et du pompage des anciennes mines souterraines sur les nappes profondes et de surface.

5.1.1 Définition des conditions limites

5.1.1.1 Modèle pour calibration en régime permanent (mars 2008)

Le domaine de modélisation inclut à la fois les dépôts meubles et le roc. Il couvre une surface correspondant à environ 225 km².

La discrétisation verticale comprend un total de 13 couches qui composent le modèle numérique d'écoulement. Les couches 1 à 3 représentent les dépôts meubles, les couches 4 et 5 le roc superficiel (0-50 m), alors que la couche 7 et les suivantes représentent le roc profond. Le nombre de couches a été sélectionné afin d'être en mesure de représenter avec suffisamment de détails les ouvrages souterrains (les chantiers et les galeries des anciennes mines) tout en permettant un temps de simulation raisonnable et une convergence optimale des solutions numériques.

Des conditions limites de charges imposées ont été appliquées au nord et au sud du modèle dans le but de représenter les lacs Malartic et Fournière ainsi que l'aquifère de surface au sud de la zone d'étude, et ceci, sur toute l'épaisseur du modèle (roc et dépôts meubles : couches 1 à 13). La charge hydraulique spécifiée pour les lacs Malartic et Fournière sont respectivement de 294 m et de 304 m, soit l'élévation du modèle numérique de terrain à ces deux endroits.

Des charges imposées ont également été assignées sur la première couche du modèle de façon à représenter les rivières et les ruisseaux superficiels présents dans la zone d'étude. Ces cours d'eau sont considérés en contact hydraulique seulement avec les dépôts de surface. Les valeurs de charges hydrauliques attribuées correspondent à l'élévation du modèle numérique de terrain.

Des conditions limites de flux nul ont été imposées aux limites est et ouest du modèle, et ce, pour toutes les couches. Ces limites sont suffisamment éloignées de l'emplacement de la mine à ciel ouvert proposée pour ne pas influencer de façon significative la quantité d'eau disponible à cet endroit.

La figure 16 présente les limites du modèle ainsi qu'une vue tridimensionnelle du maillage composé d'éléments finis.

Une recharge a été attribuée en fonction des coefficients de ruissellement calculés tel que discuté à la section 2.2. Des valeurs de 25 et de 50 mm/an ont été définies dans certaines zones selon le type de sol, l'utilisation du sol, la pente, etc. Une valeur de recharge équivalente à 300 mm/an a été attribuée à la zone couverte par l'esker. La distribution spatiale des taux d'infiltration par recharge est présentée à la figure 17.

5.1.1.2 Modèle pour calibration en régime dynamique de pompage (années 2006-2007)

Afin de calibrer le modèle avec les données de pompage dans le puits de la mine Est Malartic, un puits de pompage a été intégré au modèle dans le secteur immédiat du puits de la mine Est Malartic au sein des chantiers.

Le débit de pompage imposé à ce deuxième modèle varie entre des débits d'extraction nuls, de 180 m³/h (première pompe en fonction) ou 360 m³/h (deux pompes en fonction)¹. Ces débits représentent l'opération d'une seule pompe, l'opération simultanée de deux pompes et la remontée hivernale du niveau d'eau lors de l'arrêt du pompage.

5.1.1.3 Modèle pour calibration du taux d'infiltration en régime permanent dans les ouvrages souterrains (année 1979)

Un débit d'exhaure de l'ordre de 750 gallons impériaux par minute (4900 m³/j) représente la valeur de débit d'infiltration dans les ouvrages souterrains, en 1979, alors que la mine Est Malartic était complètement développée (Osisko, communications personnelles).

Afin de calibrer le modèle à partir de ce taux d'infiltration, les ouvrages souterrains ont été représentés dans le modèle à partir de conditions aux limites de type 1 (charges imposées, Dirichlet) contraintes à un flux sortant. L'élévation de ces charges correspond à la base des éléments, ce qui permet de simuler l'infiltration (*seepage faces*).

¹ Ces données ont été fournies par Osisko.

Ce modèle a été calibré par essais et erreurs par la modification des conductivités hydrauliques de l'aquifère du roc afin d'être en mesure d'obtenir un débit d'infiltration simulé sortant des charges imposées similaires aux observations de l'année 1979.

5.1.2 Construction du maillage et assignation des paramètres hydrauliques

5.1.2.1 Construction du maillage et assignation des paramètres hydrauliques initiaux

La construction du maillage tridimensionnel requiert d'abord qu'un maillage bidimensionnel soit construit. Ce dernier est, par la suite, étendu verticalement à travers les différentes unités hydrostratigraphiques des couches du modèle pour former le maillage tridimensionnel. Le maillage 3D utilisé est composé de 259 938 nœuds formant 480 129 éléments triangulaires. La taille des éléments dans le secteur des mines souterraines est minimale (10 m) dans le but de représenter le volume réel des chantiers existants. À distance de la zone des mines souterraines la dimension maximale des éléments est de 550 m.

Un sommaire des propriétés hydrauliques de chaque unité hydrostratigraphique considérée est présenté au tableau 9.

La partie supérieure du modèle est délimitée par la surface du sol, dont l'altitude a été déterminée d'après le modèle numérique d'altitude (MNA). La première couche à partir du sommet du modèle s'est vue assignée les paramètres hydrauliques des unités présentées sur la carte de la géologie des dépôts meubles (figure 5). Son épaisseur est de 1 m puisque la base de la couche équivaut au MNA moins 1 m. Les dépôts glaciolacustres, qui représentent la majorité des dépôts meubles présents en surface se sont vus assigner une valeur de conductivité hydraulique de 1×10^{-8} m/s. Cette première couche présente aussi du till, l'esker et le roc. Les valeurs de conductivités hydrauliques assignées à ces matériaux sont respectivement de 1×10^{-7} m/s, de 1×10^{-3} m/s et de 3×10^{-6} à 2×10^{-5} m/s.

La seconde couche du modèle présente une épaisseur variable qui est fonction de l'épaisseur des dépôts meuble. Elle représente aussi en partie des dépôts glaciolacustres,

l'esker, le till et du roc. Les valeurs de conductivités hydrauliques assignées aux dépôts de cette couche sont les mêmes que celles de la première couche.

La troisième couche correspond à la dernière couche de dépôts meubles. La base de cette couche représente donc la topographie du socle rocheux obtenue par l'interprétation des données stratigraphiques du secteur. Cette couche possède une épaisseur fixe de 1 m, soit la topographie du roc plus 1 m. Cette couche est caractérisée par la présence de l'esker, du till et du roc. Encore une fois, les valeurs de conductivités hydrauliques sont semblables à celles assignées aux deux premières couches.

Les couches 4 et 5 du modèle correspondent au roc superficiel. La valeur de conductivité hydraulique du roc à cette profondeur est de 3×10^{-6} à 2×10^{-5} m/s selon les calibrations (anisotropie verticale de 10).

Les couches 6 à 13 correspondent au roc intermédiaire et au roc profond. Les valeurs d'élévation de celles-ci correspondent à l'élévation des galeries principales des mines Canadien Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic.

En se basant sur les valeurs de conductivités hydrauliques obtenues suite à la réalisation des essais hydrauliques en forage et suite aux travaux de calibration du modèle, la valeur de conductivité hydraulique pour les couches 4 et 5 correspondant à l'intervalle 0 à 50 m est compris dans l'intervalle de 3×10^{-6} à 2×10^{-5} m/s. Une valeur plus faible de conductivité hydraulique, soit un intervalle de 1×10^{-7} à 5×10^{-7} m/s, a été spécifiée au modèle pour la portion du roc de profondeur intermédiaire (50-100 m), représentée par les couches 6 à 7, alors qu'une valeur comprise dans l'intervalle de 1×10^{-8} à 5×10^{-8} m/s a été assignée au roc profond, soit les couches 8 à 13. Pour la calibration du débit d'infiltration dans les mines souterraines, une zone de plus faible conductivité hydraulique a été assignée pour les couches 10 à 13 avec une valeur de 1×10^{-9} m/s.

Le tableau 9 présente les conductivités hydrauliques des différentes calibrations.

Tableau 9
Sommaire des propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques assignées
pour la calibration du modèle numérique d'écoulement

	Conductivité hydraulique assignée au modèle (m/s)	Anisotropie verticale	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Calibration 1 – régime permanent – conditions initiales				
Roc (0-50m)	9×10^{-6}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (50-100m)	5×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (100m et +)	5×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Chantiers des anciennes mines souterraines	1 m/s	1	1×10^{-7}	-
Galeries des anciennes mines souterraines (aire équivalente à 10 m ²)	1 m/s	-	1×10^{-7}	0,80
Till	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Résidus miniers (conductivité assignée similaire à celle du till puisque repose sur till et/ou argile)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,30
Dépôts glaciolacustres	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,10
Calibration 2 – pompage 2006-2007				
Roc (0-50m)	2×10^{-5}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (50-100m)	5×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (100-300m)	5×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (300m et +)	5×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Till	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Résidus miniers (conductivité assignée similaire à celle du till puisque repose sur till et/ou argile)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,30
Dépôts glaciolacustres	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,10
Calibration 3 – débit d'exhaure des mines souterraines en 1979				
Roc (0-50m)	3×10^{-6}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (50-100m)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (100-300m)	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (300m et +)	1×10^{-9}	10	1×10^{-5}	0,01
Till	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Résidus miniers (conductivité assignée similaire à celle du till puisque repose sur till et/ou argile)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,30
Dépôts glaciolacustres	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,10

5.1.2.2 Distribution des ouvertures souterraines existantes

La représentation des ouvrages miniers souterrains (Canadian Malartic, Barnat, Sladen et Est Malartic) a été réalisée à l'aide du modèle géologique Gocad développé à partir des plans des anciennes mines souterraines fournis par Osisko (Osisko, 2008b).

Pour la simulation en régime permanent des conditions initiales et la simulation du pompage (2006-2007), le modèle numérique intègre les galeries et les chantiers des quatre mines existantes : Canadian Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic. L'élévation des couches 4 à 13 correspond à l'élévation des galeries souterraines principales qui connectent hydrauliquement les chantiers.

Les figures E-1 à E-10 de l'annexe E présentent la comparaison des surfaces de chantiers intégrées au modèle Feflow en fonction des surfaces fournies par le modèle Gocad. Dans le but de simplifier la construction du modèle, les chantiers inclinés ont été considérés comme étant des chantiers verticaux. Le tableau 10 présente la comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouvertures assignés au modèle numérique. Les volumes des mines Canadian Malartic et Sladen intégrés au modèle Feflow sont, respectivement, 13% plus élevés et 14% moins élevés que les volumes minés. Pour ce qui est de la mine Barnat, son volume Feflow est 40% plus faible que le volume miné. Les données disponibles concernant la localisation des chantiers semblent incomplètes pour cette mine. Comme il est possible de le constater sur les figures de l'annexe E, un volume supplémentaire a été intégré dans le modèle Feflow dans le but de réduire cet écart qui était de 70% au départ. Ce volume ajouté correspond à l'emplacement connu d'effondrements. Comme le volume Feflow est inférieur au volume miné pour la mine Barnat, ce scénario reste conservateur en ce qui concerne le débit d'exhaure potentiellement disponible dans les ouvertures. Pour ce qui est de la mine Est Malartic, le volume Feflow surestime d'environ 15% le volume miné de la mine. Au total, le volume des ouvertures souterraines (chantiers) représenté dans Feflow est surestimé d'environ 4%.

Tableau 10
Comparaison entre les volumes minés et les
volumes d'ouvertures assignés au modèle numérique

Mines	Volume miné, incluant les galeries (m ³)	Volume Feflow (m ³)	Écart
Canadian Malartic	3 960 000	4 484 218	+13%
Sladen	1 560 000	1 339 205	-14%
Barnat	1 840 000	1 105 027	-40%
Est Malartic	7 160 000	8 216 816	+14,7%
Total	14 520 000	15 145 266	+4,2 %

Les chantiers souterrains sont représentés par des éléments ayant des valeurs de conductivité hydraulique et de porosité très élevées tel qu'indiqué au tableau 9. Les galeries souterraines sont représentées à l'aide de *discrete feature element*. Ces éléments sont définis numériquement par une valeur de conductivité hydraulique, une valeur d'emmagasinement spécifique et une aire d'écoulement.

Un sommaire des propriétés hydrauliques des galeries et des chantiers est présenté au tableau 9.

5.2 Calibration

5.2.1 Régime permanent (conditions statiques)

Dans un premier temps, le modèle a été calibré en régime permanent en utilisant comme valeurs cibles les données piézométriques mesurées entre le 13 et le 16 mars 2008. La calibration a été réalisée en effectuant plusieurs simulations ayant chacune un ensemble de paramètres hydrauliques différents, jusqu'à ce que la différence entre les charges hydrauliques simulées et observées soit minimisée. La conductivité hydraulique du roc, de l'argile, du till glaciaire ainsi que du taux d'infiltration au niveau des zones de till et de roc sont les paramètres qui ont été modifiés au cours du processus de calibration. Les paramètres calibrés qui ont donné le meilleur ajustement entre les charges simulées et observées sont présentés au tableau 9.

Le modèle a été considéré calibré lorsque l'erreur absolue devenait inférieure à 5 % de la variation totale des niveaux d'eau observés à l'intérieur du domaine modélisé (Anderson et Woessner, 1991). La différence entre la charge hydraulique minimale et celle maximale observée à l'intérieur du domaine modélisé étant de 60 mètres (355 m-295 m), l'erreur absolue ciblée est donc de 3 m. L'erreur absolue du modèle calibré est de 3,36 m, soit 5,6 % par rapport à la différence entre les charges hydrauliques minimales et maximales observées à l'intérieur du domaine modélisé. Il est à mentionner que les valeurs de charges hydrauliques mesurées dans le secteur immédiat des anciennes mines souterraines n'ont pas été considérées pour cette calibration puisque ces valeurs ne sont pas représentatives de conditions en régime permanent. En effet, des activités de pompage sont réalisées depuis l'arrêt de l'opération des mines, ce qui entraîne des valeurs de charges hydrauliques transitoires dans ce secteur. À cet effet, calibration 2 a permis de calibrer le modèle spécifiquement pour le secteur des ouvrages souterrains. Le tableau 11 présente les charges hydrauliques mesurées et simulées pour la première calibration.

Tableau 11

Comparaison entre les charges hydrauliques simulées et les charges hydrauliques mesurées pour la calibration sur les données piézométriques actuelles

Puits	Charges hydrauliques simulées (m)	Charges hydrauliques mesurées (m)	Différence (m)
BH-08-12	323,97	319,96	-4,01
BH-08-15	322,71	331,67	8,97
BH-08-38	324,07	311,8	-12,27
CM07-1026	321,32	327,64	6,33
CM07-1102	322,29	324,42	2,13
CM07-1117	321,87	318,38	-3,48
CM07-987	320,59	318,49	-2,09
CM07-996	322,66	323,03	0,37
PO-2	322,52	322,22	-0,30
PO-3	323,86	327,08	3,22
PO-5	332,63	330,73	-1,90
PO-7	334,51	334,36	-0,15
PO-9	325,98	328,06	2,08
PO-11	320,36	321,88	1,52
PO-12	320,91	322,15	1,24
PO-13	322,66	328,75	6,09
PO-17	321,07	322,04	0,97

La figure 18 illustre la relation entre les charges observées et simulées en régime permanent. Les écarts les plus importants (5 m et plus) entre les charges simulées et observées sont notés aux puits BH-08-15, BH-08-38, CM07-1026 et PO-13.

La figure 19 illustre la piézométrie simulée pour l'aquifère du roc. Il est observé sur cette figure que la piézométrie simulée est similaire à celle définie à partir des données de terrain de mars 2008. La présence de la ligne de partage des eaux est bien représentée par le modèle numérique.

En considérant que l'erreur de calibration est de 5,6 % de la différence entre la charge hydraulique minimale et celle maximale observée à l'intérieur du domaine modélisé et que la piézométrie simulée est semblable à celle observée, on peut conclure que le modèle numérique, tel qu'élaboré, permet de représenter les conditions actuelles d'écoulement de l'eau souterraine.

5.2.2 Régime transitoire – pompage au puits de la mine Est-Malartic (2006-2007)

Une fois le modèle calibré en régime permanent, les opérations de pompage, du printemps à l'automne sur une base annuelle, pour contrôler le niveau de l'eau dans les ouvrages souterrains a été simulé afin de vérifier si le modèle permet de reproduire les rabattements dans le puits de la mine Est Malartic. Ces simulations ont été effectuées en utilisant les charges hydrauliques simulées en régime permanent comme conditions initiales.

Le coefficient d'emmagasinement spécifique du roc, la conductivité hydraulique du roc supérieur et profond ainsi que les valeurs de recharge sont les paramètres qui ont été ajustés au cours de la simulation. Plusieurs simulations ont été effectuées jusqu'à ce que la différence entre les rabattements simulés et observés à la fin des opérations de pompage et de remontée soit minimisée. Les paramètres qui ont engendré le meilleur ajustement entre les rabattements simulés et observés à la fin des essais de pompage sont ceux présentés au tableau 9. Puisque la variation du niveau d'eau dans les ouvertures souterraines en période printanière est reliée à une recharge ponctuelle accentuée par la présence d'ouvertures souterraines ouvertes sur la surface du terrain, une valeur de recharge ponctuelle supplémentaire de 100 000 m³ a été assignée au modèle

(1670 m³/j pour 60 jours au printemps). Cette valeur a été estimée sur la base de calculs simplifiés et révèle que l'incertitude quant à cette calibration demeure notable puisque dépendante de l'évaluation du taux d'infiltration ponctuel dans les ouvrages souterrains.

Les débits assignés pour la simulation sont de 180 m³/h pour une pompe. Lorsque les deux pompes sont en opération, le débit combiné est de 360 m³/h. Les dates de départ et d'arrêt des pompes no.1 et no.2 ainsi que les valeurs de débits ont été fournies par Osisko (Osisko, communications personnelles).

La figure 20 présente un graphique des rabattements observés et simulés pour la période comprise entre avril 2006 et décembre 2007. En général, le modèle représente avec une assez bonne précision les rabattements et la remontée mesurés dans le puits de la mine Est Malartic.

5.2.3 Régime permanent –débit d'exhaure des mines souterraines (1979)

Une troisième approche a été suivie afin de calibrer le modèle numérique d'écoulement de l'eau souterraine. Les débits d'exhaure des mines souterraines sont connus pour les conditions en fin d'opération de la mine Est Malartic. Ainsi, le débit d'exhaure était de 750 gallons impériaux par minutes (4900 m³/j) (Osisko, communications personnelles).

Des simulations représentant les conditions de cette époque ont donc été réalisées en assignant des conditions limites représentant l'infiltration de l'eau souterraine dans les chantiers des anciennes mines (type 1, Dirichlet, charges imposées contraintes à un débit sortant). Les paramètres hydrauliques ont été modifiés afin d'obtenir un débit d'exhaure simulé comparable au débit d'exhaure observé.

Ainsi, pour les paramètres hydrauliques présentés au tableau 9 un débit d'exhaure de 5500 m³/j a été obtenu lors des simulations représentant l'ensemble des chantiers des mines Canadian Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic alors qu'elles étaient dénoyées (conditions de 1979).

5.3 Simulations prédictives

La simulation du dénoyage de la fosse proposée et des ouvertures souterraines sur la propriété d'Osisko visait à :

- évaluer le débit d'exhaure à différentes périodes d'exploitation de la mine; et
- évaluer l'ampleur et l'étendue du rabattement dans le roc et les dépôts meubles.

Le modèle numérique d'écoulement de l'eau souterraine élaboré dans le cadre de ce projet a été employé à cette fin. Les simulations ont été conduites en considérant les paramètres hydrauliques calibrés et à partir de la piézométrie simulée actuelle comme condition initiale. Les propriétés hydrauliques obtenues lors de la calibration en régime permanent, visant à simuler le débit d'exhaure des mines souterraines en 1979, ont été retenues comme cas de base pour les simulations prédictives. Une variante incluant une conductivité hydraulique plus élevée pour le roc supérieur a été simulée afin d'évaluer une gamme de résultats (débits et rabattements) correspondant à une analyse de sensibilité du modèle.

L'infiltration par la recharge a été maintenue constante en fonction du temps, à l'exception de la zone occupée par la fosse proposée pour laquelle l'infiltration a été fixée à zéro.

Le dénoyage de la mine Osisko Malartic a été simulé selon la séquence de minage définie par Osisko à partir des plans présentant l'évolution de la fosse selon l'avancement du projet.

Il est important de noter que plusieurs hypothèses et simplifications ont été utilisées lors de la réalisation des différentes étapes menant aux résultats de la modélisation numérique. Toutefois, chaque étape a été réalisée selon les règles de l'art et en prenant compte des hypothèses conservatrices appuyées sur des données de littérature et de terrain. Les résultats présentés dans les sections suivantes doivent être considérés comme un outil servant de base à la planification de mesure de suivi et/ou de mitigation et comme un outil de prise de décision quant à la gestion de l'eau souterraine pour les besoins en eau du projet.

5.3.1 Description des scénarios de simulation

La calibration du modèle numérique d'écoulement a nécessité l'ajustement des paramètres hydrauliques afin d'être en mesure de représenter deux conditions transitoires connues, soit le pompage dans le puits de la mine Est Malartic en 2006 et en 2007 ainsi que le dénoyage des ouvrages souterrains, tel que décrit par Osisko, pour les conditions de l'année 1979, alors que la mine Est Malartic était complètement développée.

Deux ensembles de paramètres hydrauliques pour les simulations prédictives ont été identifiés. Ce choix de deux ensembles de paramètres hydrauliques permet d'évaluer sommairement la sensibilité du choix des paramètres hydrauliques sur la simulation prédictive des valeurs de débits et l'impact du rabattement dans le secteur de la fosse proposée.

Les mines souterraines ont été assignées pour le volume équivalent à leur ouverture par des conditions de type 1 de Dirichlet (charges imposées), mais contraintes à un écoulement sortant du modèle à l'élévation à laquelle celles-ci sont assignées. En d'autres termes, ces conditions simulent les faces de suintement des ouvertures souterraines dénoyées.

Tout comme pour les ouvertures souterraines, la fosse proposée a été simulée à l'aide de conditions limites de premier type (charges imposées, dirichlet) et contraintes à un flux sortant du modèle. Ces conditions ont été assignées au pourtour de la fosse proposée pour trois scénarios de développement distincts, soit la fosse à l'année 3, à l'année 8 et à l'année 15 d'exploitation. En plus des conditions limites assignées au pourtour de la fosse, toute la surface du plancher et des paliers de la fosse a été simulée par l'assignation de ce type de conditions limites.

Deux scénarios de pompage des ouvertures souterraines ont été retenus afin de simuler le dénoyage des chantiers :

- SCÉNARIO A: Pompage dans les ouvertures souterraines pour maintenir le niveau d'eau, généralement au moins 50 mètres sous la base de la fosse.

- SCÉNARIO B : Pompage permettant le dénoyage complet des ouvertures souterraines sur les 15 ans prévus d'exploitation de la fosse.

Le tableau 12 indique les valeurs des paramètres hydrauliques pour les deux simulations en régime transitoire ainsi qu'une description des scénarios de simulations considérés.

Tableau 12

Sommaire des propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques assignées pour la calibration du modèle numérique d'écoulement et description des scénarios de la modélisation prédictive

	Conductivité hydraulique assignée au modèle (m/s)	Anisotropie verticale	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Scénario – faible perméabilité				
Roc (0-50m)	3×10^{-6}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (50-100m)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (100-300m)	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (300m et +)	1×10^{-9}	10	1×10^{-5}	0,01
Till	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Résidus miniers (conductivité assignée similaire à celle du till puisque repose sur till et/ou argile)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,30
Dépôts glaciolacustres	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,10
Scénario– forte perméabilité				
Roc (0-50m)	9×10^{-6}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (50-100m)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (100-300m)	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,01
Roc (300m et +)	1×10^{-9}	10	1×10^{-5}	0,01
Till	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Résidus miniers (conductivité assignée similaire à celle du till puisque repose sur till et/ou argile)	1×10^{-7}	10	1×10^{-5}	0,10
Esker	1×10^{-3}	10	1×10^{-4}	0,30
Dépôts glaciolacustres	1×10^{-8}	10	1×10^{-5}	0,10

Scenario pompage ouvrages souterrains	0-5 ans	Valeurs K	5-10 ans	Valeurs K	10-15 ans	Valeurs K
SCENARIO A : niveau d'eau maintenu 50 mètres sous la fosse	Stade de développement de la fosse (3 ans)	K élevé	Fosse (8 ans), charges initiales simulation à 5 ans	K élevé	Fosse (15 ans), charges initiales simulation à 10 ans	K élevé
		K faible		K faible		K faible
SCÉNARO B : pompage des ouvrages souterrains en entier sur 15 ans	Stade de développement de la fosse (3 ans)	K élevé	Fosse (8 ans), charges initiales simulation à 5 ans	K élevé	Fosse (15 ans), charges initiales simulation à 10 ans	K élevé
		K faible		K faible		K faible

5.3.2 Résultats des simulations prédictives

5.3.2.1 Débit d'exhaure

Le tableau 13 et la figure 21 présentent les valeurs de débits d'exhaures estimées à partir des résultats des simulations prédictives.

Le débit total inclut l'eau d'infiltration dans la fosse, l'eau d'infiltration dans les mines souterraines ainsi que l'eau provenant du dénoyage des ouvrages souterrains mais ne comprend pas le ruissellement, la précipitation directe et ne tient pas compte des pertes par évaporation. Les valeurs de débits sont présentées selon les scénarios de pompage des ouvrages souterrains et selon les paramètres hydrauliques assignés.

Le débit minimal simulé est de 7700 m³/j alors que le débit maximal simulé est de 22 500 m³/j.

Tableau 13
Débits d'exhaures estimés selon les différents scénarios de simulations prédictives

Scénarios simulés	Période (an) / Débits estimés (m ³ /j)					
	2	5	7	10	13	15
Scénario A faible perméabilité	11 600	9300	9300	9400	12 100	8100
Scénario A forte perméabilité	13 000	16 000	13 600	12 200	22 500	14 600
Scénario B faible perméabilité	12 000	10 400	7700	8200	8800	11 400
Scénario B forte perméabilité	13 000	14 200	16 600	15 100	19 600	19 200

5.3.2.2 Rabattements

Les figures 22 à 29 présentent les rabattements après 10 ans et 15 ans d'exploitation de la fosse proposée selon les deux scénarios de pompage, soit les scénarios A et B, et pour les deux ensembles de paramètres hydrauliques.

Le rabattement significatif a été fixé à 3 mètres et celui-ci est présenté sur les cartes de rabattements ainsi que le rabattement de 10 mètres et plus.

Les cartes de rabattements indiquent que, pour chacun des scénarios, les rabattements significatifs potentiels (plus de 3 m) s'étendent sur d'importantes distances au sud de la fosse proposée. Vers le nord, les zones de rabattement significatif potentiel s'étendent généralement sur de plus faibles distances.

Les cartes de rabattements indiquent aussi que certains puits du SIH sont localisés à l'intérieur des zones de rabattement significatif potentiel tout autour de la fosse proposée.

Aussi, les puits de la ville de Malartic sont très rapprochés et/ou à l'intérieur des zones de rabattement significatif potentiel. Enfin, la ville de Malartic est comprise dans la zone de rabattement de plus de 10 m. Aussi, les zones de rabattements significatifs dans les dépôts meubles recoupent aussi des secteurs caractérisés par des sols fins ou par la présence de piliers miniers de surface.

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les principales hypothèses appuyant les travaux de modélisation numérique visaient notamment à établir de façon conservatrice les débits d'exhaure disponibles ainsi que l'étendue du cône de rabattement significatif potentiel dans le secteur à l'étude. À cet effet, différents scénarios ont été simulés afin d'étudier dans une certaine mesure la sensibilité du modèle selon différents paramètres hydrauliques et identifier les résultats conservateurs.

Les conclusions portant sur les observations et les mesures de terrain des conditions hydrogéologiques ainsi que sur les résultats des simulations numériques prédictives sont les suivantes :

- La conductivité hydraulique du massif rocheux diminue avec la profondeur. Ceci est observé à la fois par les données obtenues par les essais hydrauliques en forage ainsi que par les données historiques de pompage;
- Les données piézométriques suggèrent que les mines souterraines sont interconnectées dans leur partie supérieure. Bien que les données piézométriques en conditions dynamiques de faible rabattement (mars 2008) ne permettent pas d'évaluer les interconnexions en profondeur, les plans d'archives des mines Canadian Malartic, Sladen, Barnat et Est Malartic indiquent que ces quatre mines sont interconnectées jusqu'à une profondeur de 300 mètres environ. Les résultats du suivi des niveaux d'eau à partir de sondes à pression aménagées dans seize points de mesure indiquent l'existence d'une connectivité hydraulique entre les mines Est Malartic et Barnat, suite au départ des pompes no.1 et no.2 dans le puits de la mine Est Malartic. Par contre, l'effet du pompage dans le puits de la mine Est Malartic n'a pas été observé aussi clairement dans le puits de la mine Canadian Malartic, ce qui pourrait indiquer une connectivité hydraulique limitée ou une obstruction potentielle entre ces deux anciennes mines. D'autre part, les différences d'élévation de l'eau entre les puits Est Malartic, Sladen et Barnat suggèrent que les élévations des points de référence sont erronées. Ceux-ci devraient être réarpentés par rapport au même système de référence;

-
- La calibration du pompage en 2006-2007 révèle une conductivité hydraulique de 2×10^{-5} m/s pour le roc superficiel, comparativement à 9×10^{-6} m/s pour la calibration avec les conditions piézométriques de mars 2008 et à 3×10^{-6} m/s pour la calibration du débit d'exhaure de 1979 dans les ouvrages souterrains. La valeur de 2×10^{-5} m/s est un cas extrême moins vraisemblable que les autres calibrations. Les différentes valeurs de conductivité reflètent en partie la difficulté à évaluer la recharge directe dans les mines via les chantiers dont les piliers de surface se sont effondrés;
 - Les débits d'exhaure simulés en provenance du dénoyage des mines souterraines et de l'infiltration de la fosse à ciel ouvert proposés sont estimés entre 7700 et 22 500 m³/j pour les scénarios simulés. Les débits maximums sont jugés les moins probables et ne devraient pas être utilisés pour les besoins du bilan hydrique du site/procédé. Selon les scénarios et les hypothèses considérés, l'intervalle de valeurs jugé vraisemblable est compris entre environ 7700 et 10 000 m³/j.
 - La zone de rabattement significatif potentiel (plus de 3 m) s'étend jusqu'à une distance de 5 km au sud et de 3 km au nord de la fosse proposée. Dans tous les cas, la ville de Malartic est touchée par le rabattement significatif potentiel;
 - Les puits d'approvisionnement en eau de la ville de Malartic ont eu des difficultés à rencontrer la demande durant les deux dernières décennies. Selon les résultats des simulations prédictives, la mine projetée pourrait avoir un certain impact sur les niveaux d'eau de l'esker pompé par les puits de la ville, affectant à la baisse les débits de production, en particulier durant les périodes de recharge négligeables (étiage d'été et conditions hivernales);
 - Les argiles comprises dans les zones de rabattements significatifs pourraient être drainées et subir des tassements alors que le drainage rapide du roc pourrait causer de l'instabilité à certains piliers de surface dans les zones de fort rabattement.
 - Pour certains scénarios de simulation, la zone de rabattement significatif atteint la limite ouest du modèle. Ceci pourrait entraîner une certaine surestimation de l'amplitude de l'étendue du cône de rabattement dans le secteur. Une analyse de sensibilité spécifique à l'influence de cette condition limite sur l'étendue du rabattement pourrait permettre de préciser l'amplitude et l'étendue du rabattement dans le secteur ouest;

Les recommandations générales suite à la réalisation de l'étude hydrogéologique et des simulations numériques prédictives portant sur l'exploitation et l'impact potentiel du projet Osisko à Malartic sur l'eau souterraine sont les suivantes:

- Un plan de contingence relatif à l'approvisionnement en eau de la ville de Malartic devrait être élaboré. Celui-ci pourrait inclure :
 - Un projet de recharge artificielle de l'esker à partir de l'eau de surface; et/ou
 - Le maintien de la digue du lac de la réserve afin d'assurer une réserve d'eau à proximité de la ville; et/ou
 - L'utilisation de l'eau de cours d'eau présents dans la région (autres que le lac de la réserve); et/ou
 - L'implantation de puits additionnels dans les eskers situés dans la région.
- L'implantation d'un programme de suivi des niveaux d'eau dans l'esker dans un rayon de 50 à 150 m des puits de pompage dès 2009;
- Les puits domestiques compris dans la zone de rabattements significatifs verront vraisemblablement leur débit de production affecté à la baisse:
 - Une contingence devrait être prévue pour l'implantation de puits domestiques profonds et l'acheminement de l'eau pour des groupes de résidences;
 - Un inventaire de terrain des puits domestiques, complémentaire aux données du SIH et aux inventaires existants faits par Génivar, devrait être réalisé dans les prochains mois (Génivar, 2008b)
- Un programme de suivi des niveaux d'eau dans le roc dans les secteurs de rabattements jugés significatifs devrait être implanté dès maintenant et pour la durée du projet;
- Inventorier les zones montrant de fortes épaisseurs d'argiles sensibles dans les zones de rabattements significatifs en relation avec les infrastructures existantes et élaborer un programme de caractérisation géotechnique de ces argiles, si nécessaire;

- Inventorier les piliers de surface et évaluer le potentiel d'instabilité causé par le drainage éventuel du roc;
- Réaliser une étude de faisabilité technico-économique pour le pompage profond dans les ouvrages souterrains;
- Préciser le bilan d'eau global du site (eau de surface et eau souterraine); et
- Bien que l'impact du pompage de la mine souterraine et de la fosse proposée sur les débits d'étiage des cours d'eau devrait être très faible parce que la plupart des cours d'eau situés dans la zone de rabattement significatif sont vraisemblablement isolés du roc par des dépôts meubles peu perméables, cet aspect pourrait être évalué de façon plus précise par des modélisations localisées et spécifiques à ces cours d'eau.

7.0 LIMITATIONS

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif de Osisko ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires ainsi que les recommandations qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ce rapport doit être lu dans son ensemble puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsqu'elles sont prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaudra sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

À moins d'avis contraires, les interprétations, les commentaires et les recommandations présentés dans ce rapport ont été formulés suite à une évaluation des conditions souterraines du site, conformément à la portée de l'étude et aux limitations générales décrites sur cette page, de même qu'à la lumière de nos connaissances concernant l'utilisation courante et/ou prévue du site, les règlements, les normes et les critères environnementaux en vigueur ainsi que les règles et les pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de l'étude, en tenant compte dans tous les cas de l'emplacement du site. Les références aux lois et aux règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique, comme les lois et les règlements sont sujets à interprétation. Golder recommande à Osisko de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés s'il y a lieu.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que celles de Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site, à moins d'avoir été prévenue par Osisko de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport, et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, les commentaires et les recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, aux normes ou aux critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues

dans ce rapport. Les travaux de modélisation effectués par Golder et décrits dans ce rapport ont été réalisés conformément aux règles et aux pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraires, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que celles de Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport sont considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et les pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, par conséquent, comme étant valides.

Tout modèle informatique n'est qu'une simplification de la réalité et FEFLOW, de même que les logiciels associés, ne fait pas exception. Il est important de noter que des incertitudes sont associées aux simulations produites par de tels modèles. D'une façon particulière, la précision des simulations s'appuie sur la quantité des données de terrain disponibles en relation avec le degré d'hétérogénéité des formations géologiques, de même que du degré de précision des données considérées dans le modèle et des hypothèses simplificatrices mentionnées dans ce rapport. Si toutefois Osisko modifiait son plan d'exploitation par rapport aux hypothèses mentionnées dans ce rapport pour la simulation du dénoyage de la mine, les résultats obtenus avec le modèle devront être réévalués.

La précision des simulations est reliée aux incertitudes normales associées à la modélisation numérique. Toutefois, les résultats des simulations présentés dans ce rapport fournissent des indications utiles pour la comparaison des différents scénarios dans le cadre du processus décisionnel, en particulier la sélection des mesures de mitigation à être mises en place.

Les volumes d'eau de stockage dans la mine dépendent de la géométrie réelle des ouvertures. Les volumes d'eau de stockage ont été estimés à l'aide de données historiques et de plans d'archives. Ces volumes pourraient être moindres si l'information au sujet des ouvertures souterraines et/ou des remblais est inexacte ou encore si certaines interconnexions souterraines sont colmatées et ne permettent pas de drainer l'eau de certaines ouvertures. Ultiment les volumes d'eau stockés récupérables dépendront des interconnexions de mines qui seront sensibles aux emplacements sélectionnés pour les pompes.

De la même façon, même si la mine souterraine est dénoyée en avance de la fosse (c'est-à-dire, si le niveau d'eau de la mine souterraine est gardé inférieur à la base de la fosse), certaines venues d'eau soudaines pourraient être observées dans la fosse au fur et à mesure que celle-ci est exploitée.

D'autre part, si des conditions géologiques différentes de celles présentées dans ce rapport sont observées (par exemple si une partie de l'esker est intersectée par la fosse de la mine et/ou si des failles importantes sont rencontrées), les venues d'eau et l'étendue des rabattements pourraient être significativement plus élevés que ce qui est prédit par le modèle.

L'annexe F présente les conditions et limitations générales à l'étude.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Alexandre Boutin, ing., M.Sc.
Hydrogéologue

Marie-Noëlle Riverin, ing.jr., M.Sc.
Chargée discipline

Normand D'Anjou, ing., M.Sc.
Associé principal

Mathieu Gosselin, ing.jr., M.Sc.
Chargé discipline

MNR/MG/AB/ND/jm

n:\actif\2007\1221\07-1221-0028 osisko est-malartic\phase 2000 géomécanique et hydrogéologie\2400 hydrogéologie\secrétariat\rapport étude hydrogéologique

2400\final\secrétariat\rff 07-1221-0028.doc

RÉFÉRENCES

- Anderson, M.P., Woessner, W.W., 1991. Applied Groundwater Modeling – Simulation of Flow and Advective Transport. Academic Press. San Diego. 381 pages.
- Banton, O. et L.M. Bangoy, 1999, Hydrogéologie, multiscience environnementale des eaux souterraines. Presses de l'Université du Québec / AUPËLF. 460 p
- Bouwer. H. et Rice, R.C., 1976. A slug test for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells. Water Resources Research, vol, 12, no 3, p. 423-428.
- Dierch a et b, Feflow User Manual
- Experts Enviroconseils Inc., année inconnue. Ennoiement des chantiers, Mines East Malartic, Canadian Malartic, Barnat et Sladen. 11 pages + annexes.
- Grant M., Sanfaçon R. et Trudel P., 1987. Géologie de la mine de Canadian Malartic – district de Malartic. Ministère des ressources naturelles, série des manuscrits bruts M.B. 87-41, 73 pages.
- Grant M., Fallara F., Rose P.S., et Sanfaçon R., 2003. Carte géologique 32D01. Ministère des ressources naturelles et de la faune.
- Hvorslev, M.J., 1951. Time lag and soil permeability in groundwater observations, U.S, Army Corps of Engineers, Waterway Experiment Station, Vicksburg, MS, 50 p.
- GCE Consultants, 2008. Rapport d'expertise – Étude hydrogéologique, Puits P-6 et FE-7. Rapport no. 1199-08-04, juillet 2008.
- GCE Consultants pour Génivar, 2006. Étude hydrogéologique-Recherche en eau souterraine et implantation d'un puits de production – Ville de Malartic. 27 pages + tableaux + figures + annexes.

- Génivar, 2008a. Rapport préliminaire – Description du milieu récepteur, 52 pages
- Génivar, 2008b. Plan de localisation approximative des puits d'alimentation d'eau potable – Secteur TNO-Lac Fouillac.
- Génivar, 2007. Avis de projet, Projet minier aurifère Canadian Malartic, déposé au ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. AA106790, 48 pages.
- Génivar, 2006. Développement domiciliaire à Malartic – Secteurs: Golf et chemin du camping, Lot 2: Égouts, aqueduc et voirie. Génivar 2006, 175 pages.
- Golder, 2008, donnée de forage BH-08-1 à BH-08-43 (rapport en cours)
- Golder, 2007. Proposed Work Plan, Feasibility Study Hydrogeological Study of Proposed Open Pit Osisko Project, Malartic. 8 pages.
- Golder, 1983. Water Supply Sources East Malartic Mill, Memorandum, no.831-1253, 11 pages.
- Grant M., Sanfaçon R. et Trudel P., 1987. Géologie de la mine de Canadian Malartic – district de Malartic. Ministère des ressources naturelles, série des manuscrits bruts M.B. 87-41, 73 pages.
- Grant M., Fallara F., Rose P.S., et Sanfaçon R., 2003. Carte géologique 32D01. Ministère des ressources naturelles et de la faune.
- Lac Minerals, 1984. A Study of Water Flow into Malartic Mines. 4 pages.
- Ministère de l'Environnement du Canada, Archives climatiques nationales, site internet : <http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/> - Station météorologique de Val-D'or
- Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 1994. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 3: Échantillonnage des eaux souterraines, Direction des laboratoires, 100 pages.

Ministère des Ressources naturelles et Faune du Québec, 2008 e-sigéom examine, Forages au diamant, site internet :

http://sigéom.mrnfp.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_index

Ministère des Ressources naturelles et Faune du Québec, 2004. Modèle numérique d'altitude 32D01-0102 et 32D01-0202.

Ministère des Ressources naturelles et Faune du Québec, cartes topographiques matricielles à l'échelle 1: 20 000 (32D01-0102 et 32D01-0202

Ministère des Transports du Québec, 2004, révision 2006. Manuel de conception des ponceaux, 541 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2008 Système d'information hydrogéologique, site internet : 132.203.71.97/index.html.

MIR télédétection, Quickbird 2003/09/17

Osisko Exploration Ltée., 2008a. Données cartographiques diverses (fond cartes autocad, information sur la fosse à ciel ouvert, etc)

Osisko Exploration Ltée, 2008b. Données d'archives (plans des mines Canadian Malartic, Barnat, Sladen, East Malartic, figure consignant des données de remontée de l'eau souterraine après l'arrêt de l'opération de la mine Canadian Malartic, données de suivi de l'évolution des niveaux d'eau dans le puits de la mine Est Malartic.

RSG Global, 2006. Technical Report for the Canadian Malartic Gold Project, Canada. 86 pages + figures + annexes.

RST Instrument Ltd., 2007. Borehole Packers Instruction Manual. Document no. BPM0001E, borehole packer instruction manual.doc, mai 2007.

Scanlon, B.R., Healy, R.W. et Cook, P.G., 2002. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. Hydrogeology Journal, vol. 10, no 1, p. 18-39.

Soil Conservation Service (SCS), 1972. National Engineering handbook, section 4: Hydrology. US Department of Agriculture, NRCS, U,S, Government print office, Washington, DC.

Soil Conservation Service (SCS), 1975. Urban hydrology for small watersheds, TR-55. US Department of Agriculture, NRCS, U,S, Government print office, Washington, DC.

Thorntwaite, C.W. et Mather, J.R., 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Publication in Climatology, vol. 10, no 3, Drexel Institute of Technology Laboratory of Climatology, Centerton, New Jersey, 311 p.

Osisko, 2008c. Données de forages d'exploration minière d'Osisko Exploration Ltée

Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec. Commission géologique du Canada, Dossier public 1523.

Ville de Malartic, 2008. Communication verbales, M. Michel Tessier et M. Jean Brassard. Informations relatives à l'exploitation de l'eau souterraine pour l'approvisionnement en eau potable pour la municipalité. Identification des usagers potentiels de l'eau souterraine dans le secteur.





0 2 500 5 000 Mètres

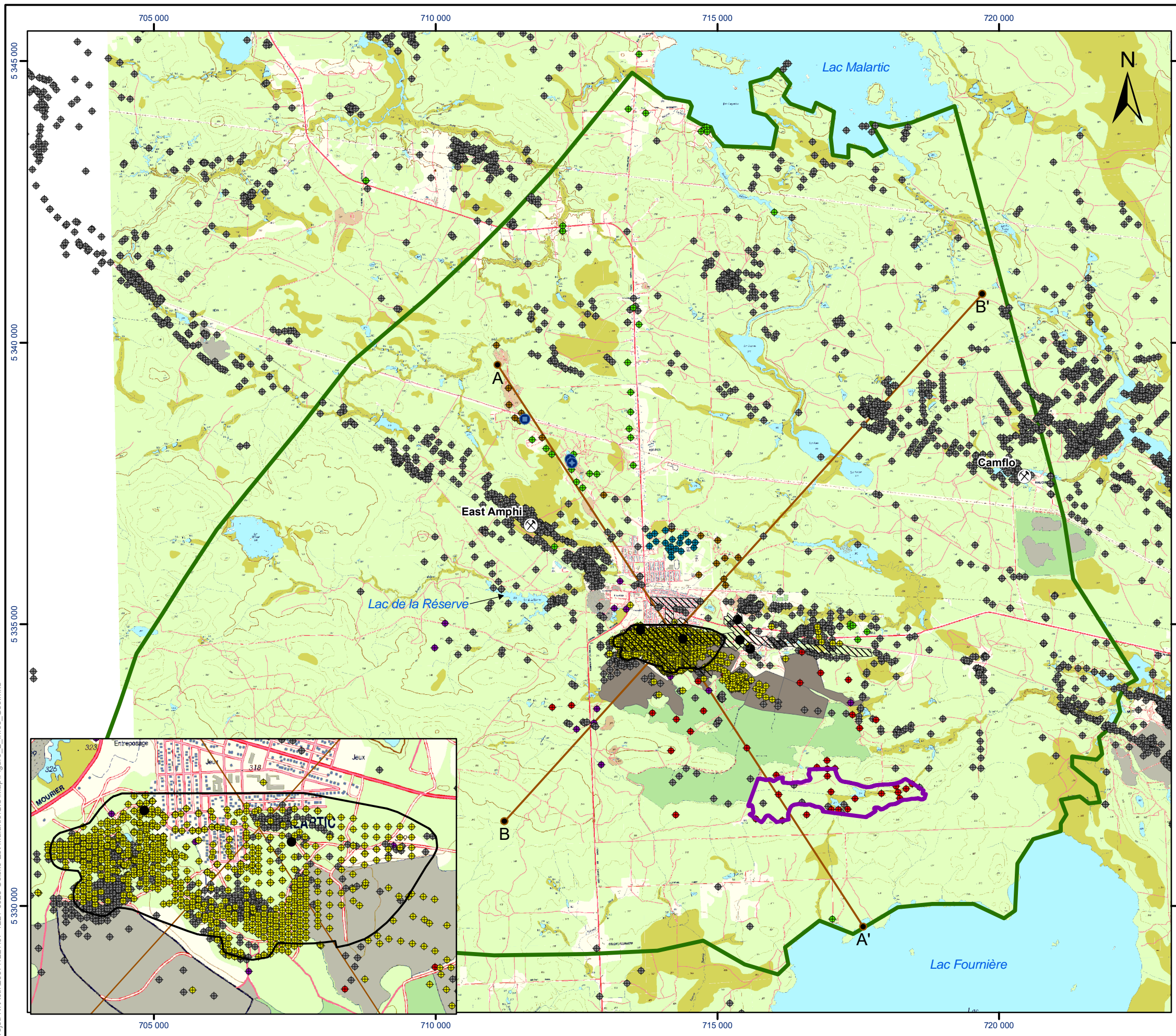
Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

Source: Photos @ 2007 ESRI, i-cubed

Date :	9 mai 2008	Échelle :	1: 200 000
SIG :	O. Delorme	Conception :	M.-N. Riverin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
No. de projet :	07-1221-0028		

PROJET
<i>ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA</i>

		TITRE Plan de localisation du projet Osisko	Figure 1
---	--	---	--------------------



LÉGENDE

- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits des mines souterraines
- ◆ Puits d'observation (GCE Consultants, 2006)
- ◆ Forage et puits d'observation (Golder, 2008, en rédaction)
- ◆ Puits d'observation (Génivar, 2008a, préliminaire)
- ◆ Forages d'exploration minière (SIGEOM, MRN, 2008)
- ◆ Forages de définition et de condamnation (Osisko, 2008c)
- ◆ Forages et puits d'observation (Génivar, 2008b)
- ◆ Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
- Localisation des coupes hydrostratigraphiques
- Bassin d'entreposage d'eau de la mine (proposé)
- Limite du modèle numérique
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



1:70 000

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

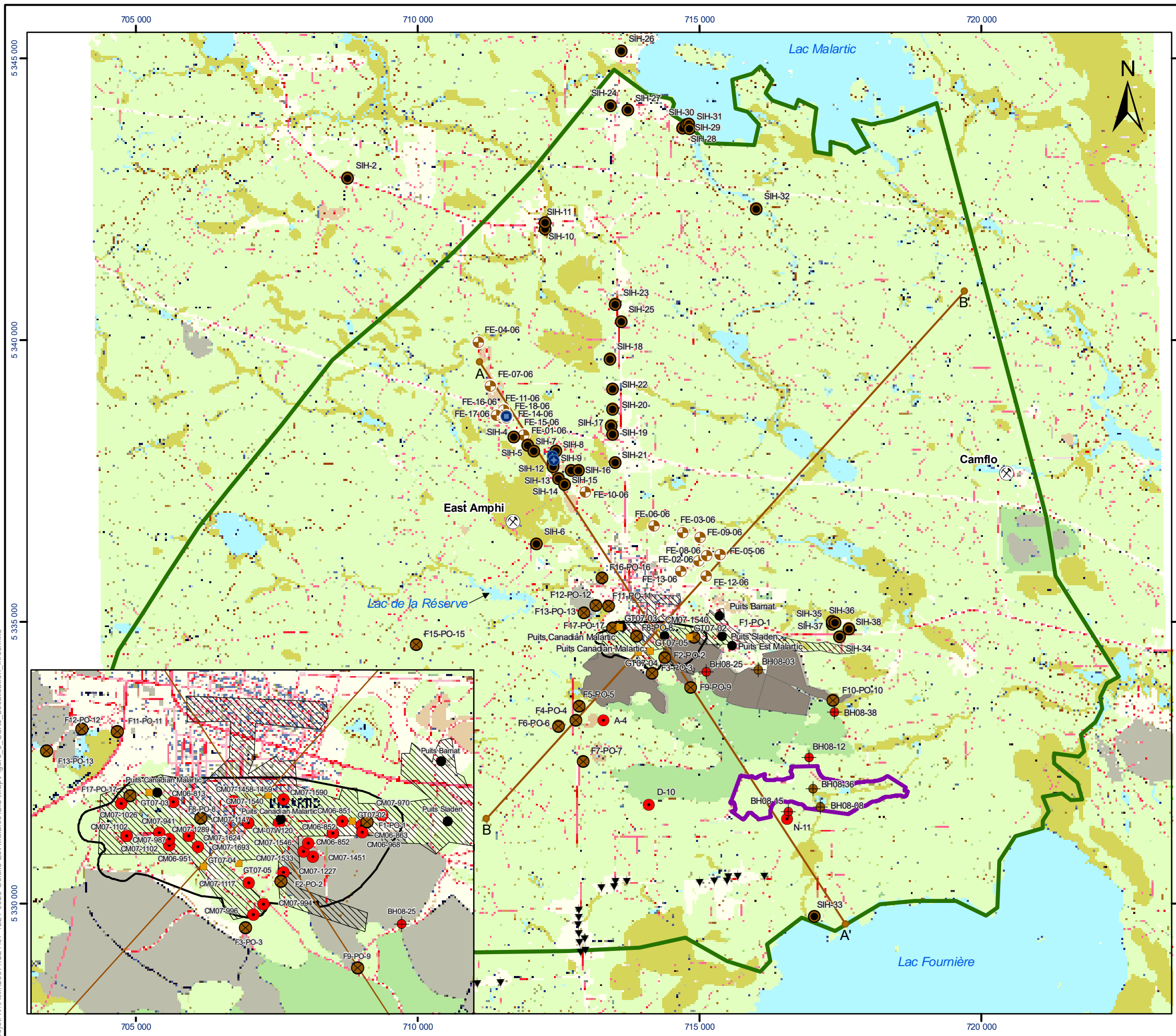
PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION
MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

TITRE
Localisation des informations géologiques



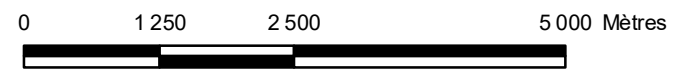
PROJET No. 07-1221-0028			Échelle respective	REV. 0
Conception	MNR	15 avril 2008	FIGURE 2	
GIS	NZG	15 avril 2008		
Vérification	AB	16 avril 2008		
Révision	NDA	17 avril 2008		

Projet: N:\actif\2007\1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_2_Infos_Geo.mxd



LÉGENDE

- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Localisation des essais Packer réalisés
- Puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles (Golder, 2008, en rédaction)
- Puits d'observation aménagés dans le roc (Golder, 2008, en rédaction)
- Forages de définition et/ou condamnation utilisés pour les levés piézométriques (Osisko, 2008c)
- Puits des mines souterraines
- Puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles (GCE Consultants, 2008)
- Puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles (Genivar, 2008b)
- Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
- ▼ Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
- Coupes
- Bassin d'entreposage d'eau de la mine (proposé)
- Limite du modèle numérique
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

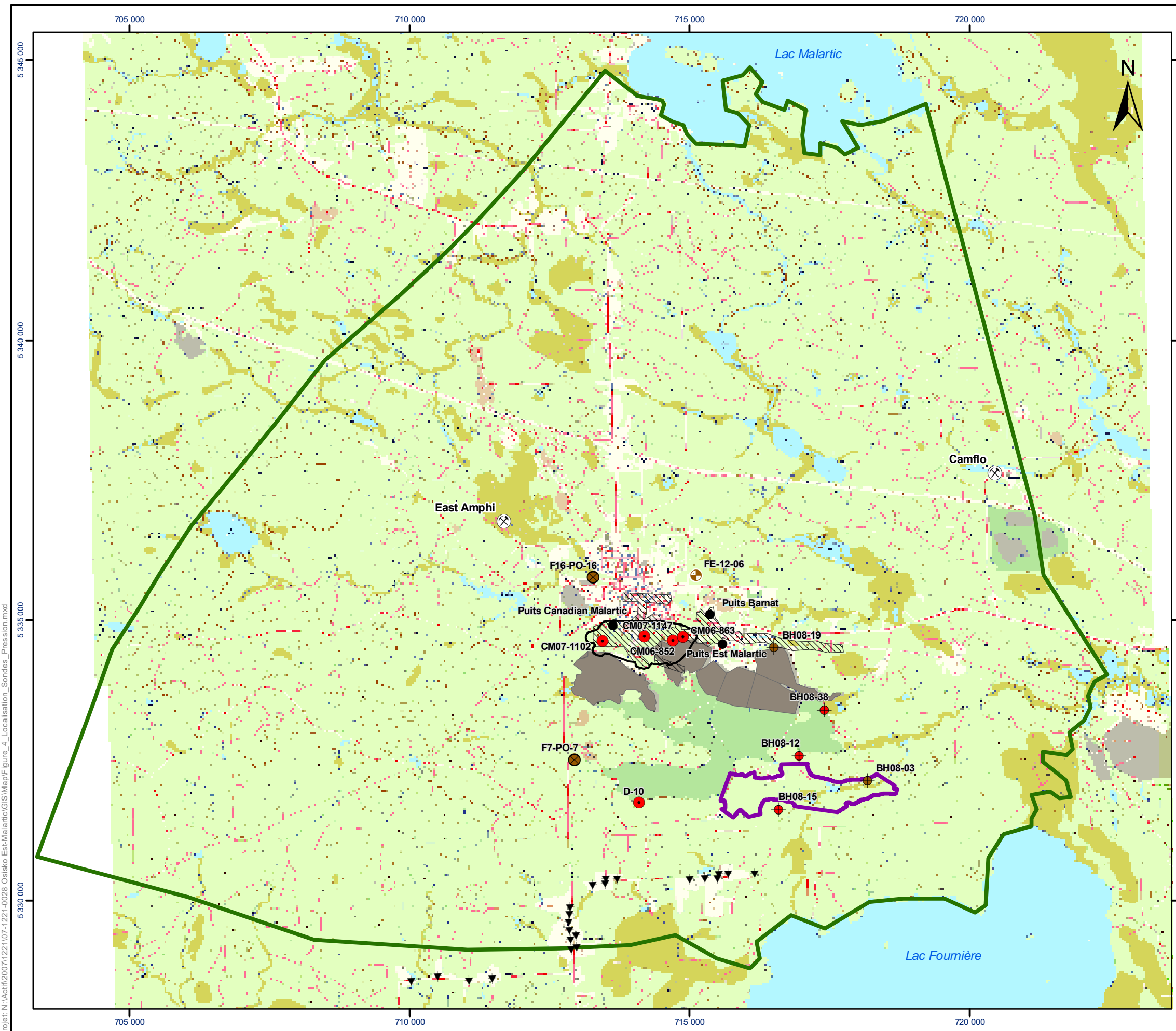
PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

TITRE Localisation des informations hydrogéologiques



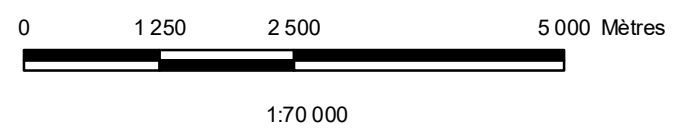
PROJET No.	07-1221-0028		Echelle respective	REV. 0
Conception	MNR	15 avril 2008	FIGURE 3	
GIS	NZG	15 avril 2008		
Vérification	AB	16 avril 2008		
Révision	NDA	17 avril 2008		

Projet: N:\actif\2007\1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_3_Carte_Localisation_Infos.mxd



LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- ▼ Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
- Puits et/ou forages dans lesquels le suivi piézométrique a été réalisé (mars à mai 2008)**
- Puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles (Golder, 2008)
- Puits d'observation aménagés dans le roc (Golder, 2008)
- Forages de définition et/ou de condamnation (Osisko, 2008c)
- Puits des mines souterraines
- Puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles (GCE Consultaux, 2008)
- Puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles (Genivar, 2008b)
- Limite du modèle numérique
- Bassin d'entreposage d'eau de la mine (proposé)
- ▭ Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

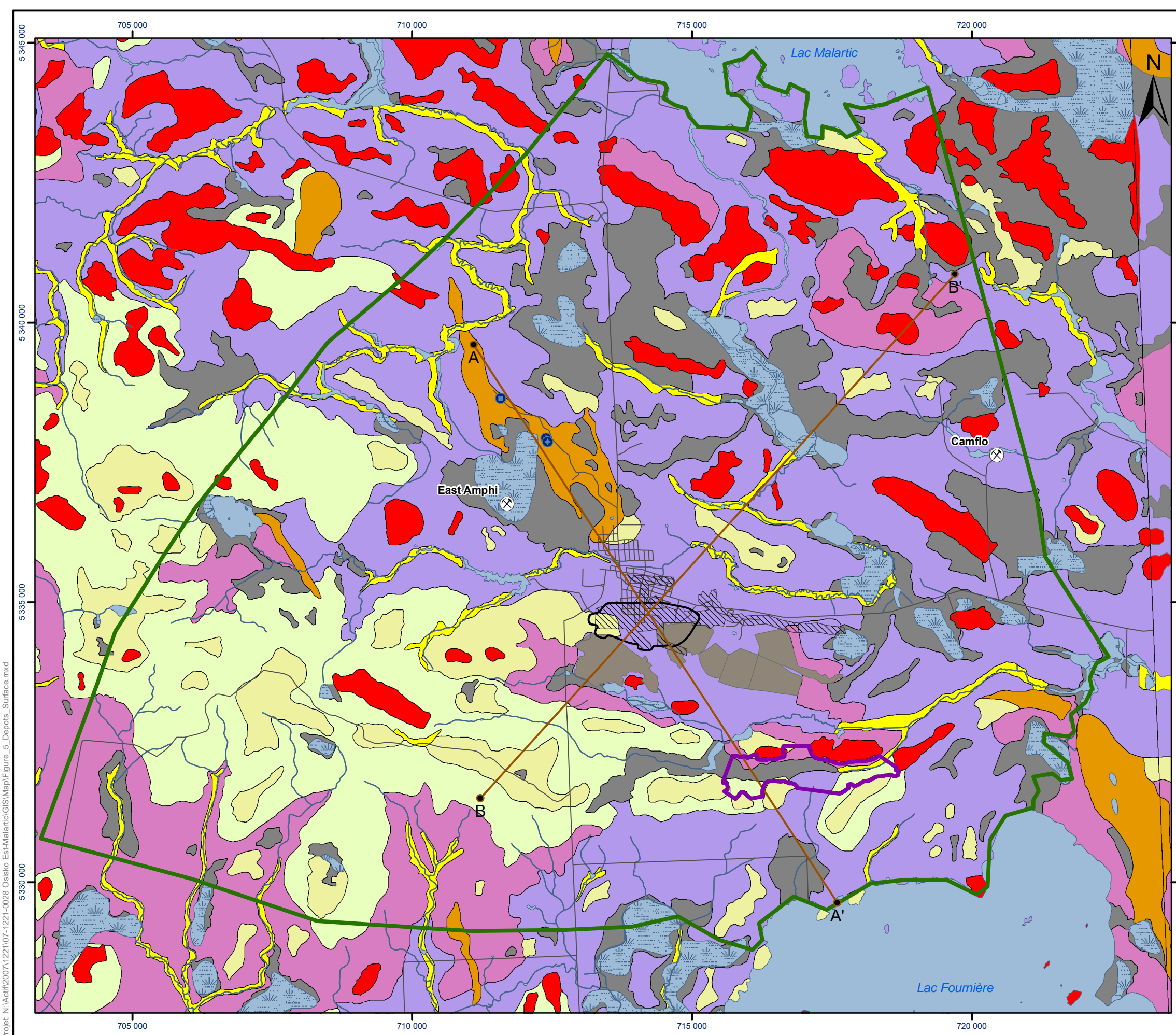
Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

PROJET	ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA
TITRE	Localisation des sondes à pression



PROJET No. 07-1221-0028			Echelle respective	REV. 0
Conception	MNR	15 avril 2008	FIGURE 4	
GIS	NZG	15 avril 2008		
Vérification	AB	16 avril 2008		
Révision	NDA	17 avril 2008		

Projet: N:\actif\2007\1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_4_Localisation_Sondes_Pression.mxd

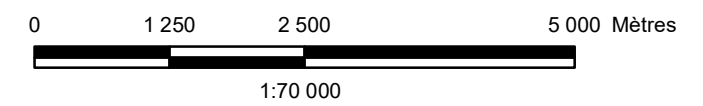


LÉGENDE

- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Bassin d'entreposage d'eau de la mine (proposé)
- Limite du modèle numérique
- Localisation des coupes hydrostratigraphiques
- Rivières
- Routes principales
- Fosse proposée
- ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Parc à résidus existants
- Milieu humide
- Hydrographie

Géologie des dépôts meubles

- 1a - Till - Couverture discontinue (< 1 m)
- 1b - Till - Couverture continue (> 1 m)
- 2a - Sédiments juxtaglaciaires
- 2b - Sédiments d'épandage proglaciaire
- 2c - Sédiments granulaires
- 3a - Sédiments d'eau profonde
- 3b - Sédiments sublittoraux et de plage
- 5 - Dépôts alluviaux
- 6 - Dépôts organiques
- R - Roc



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

Sources: Commission géologique du Canada (Veillette, 2003)
BNDT Ressources naturelles Canada

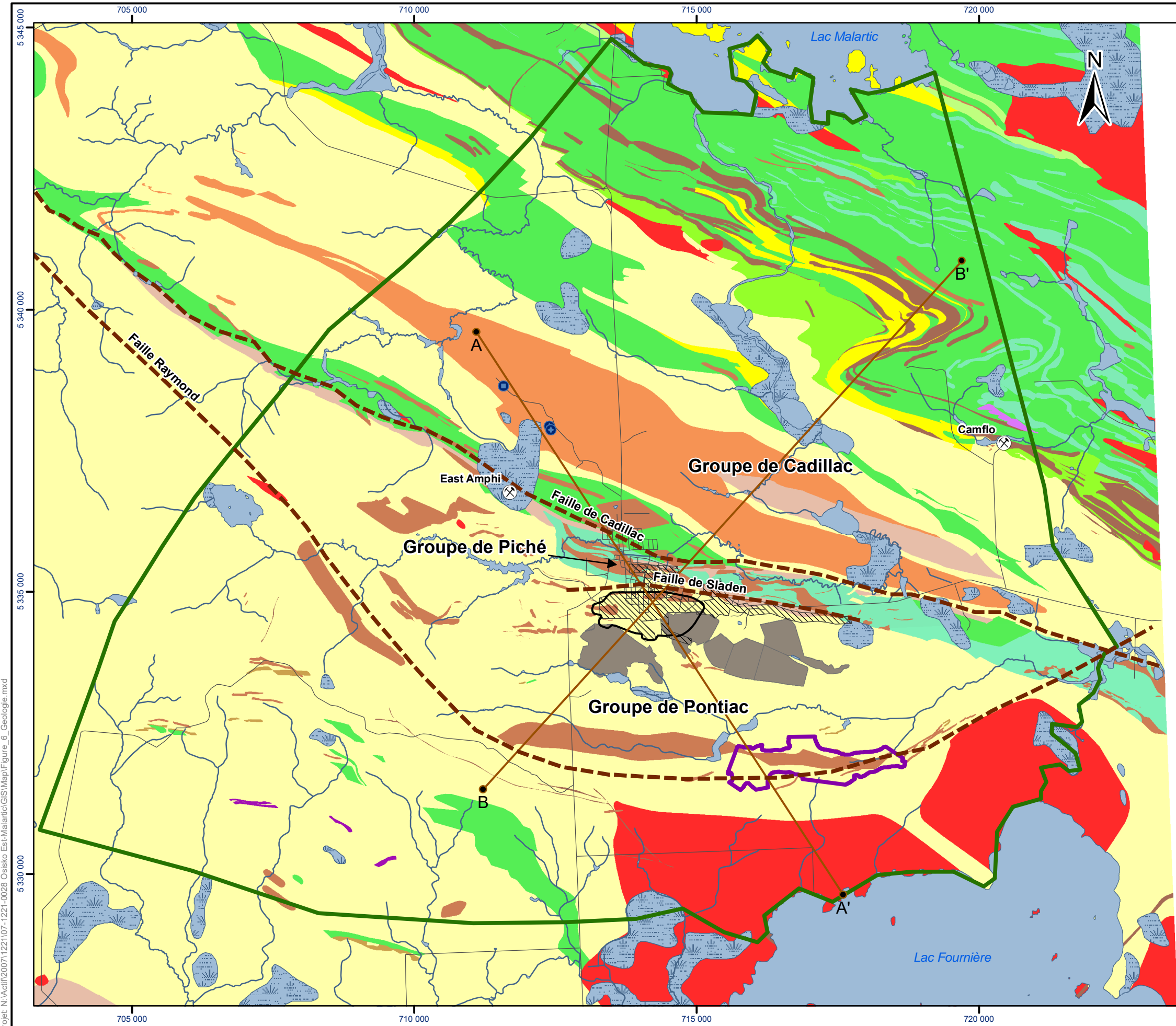
PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION
MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

TITRE
Carte des dépôts meubles



PROJET No.	07-1221-0028		Échelle respective	REV. 0
Conception	MNR	14 avril 2008	FIGURE 5	
GIS	NZG	14 avril 2008		
Vérification	AB	16 avril 2008		
Révision	NDA	17 avril 2008		

Projet: N:\aciffh2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_5_Depots_Surface.mxd

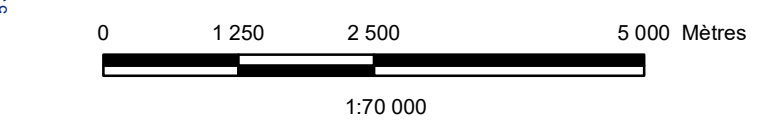


LÉGENDE

- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Bassin d'entreposage d'eau de la mine (proposé)
- Limite du modèle numérique
- Localisation des coupes hydrostratigraphiques
- Rivières
- Failles principales
- Routes principales
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Milieu humide
- Hydrographie

Zones géologiques

- Péridotite
- Formation de fer oxydée
- Gabbro / Diabase
- Schiste à biotite et à chlorite
- Porphyre intermédiaire
- Wacke, Mudrock, Schiste
- Conglomérat polygénique
- Volcanique et intrusive ultramafique
- Basalte
- Volcanique
- Andésite
- Granodiorite
- Dacite



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

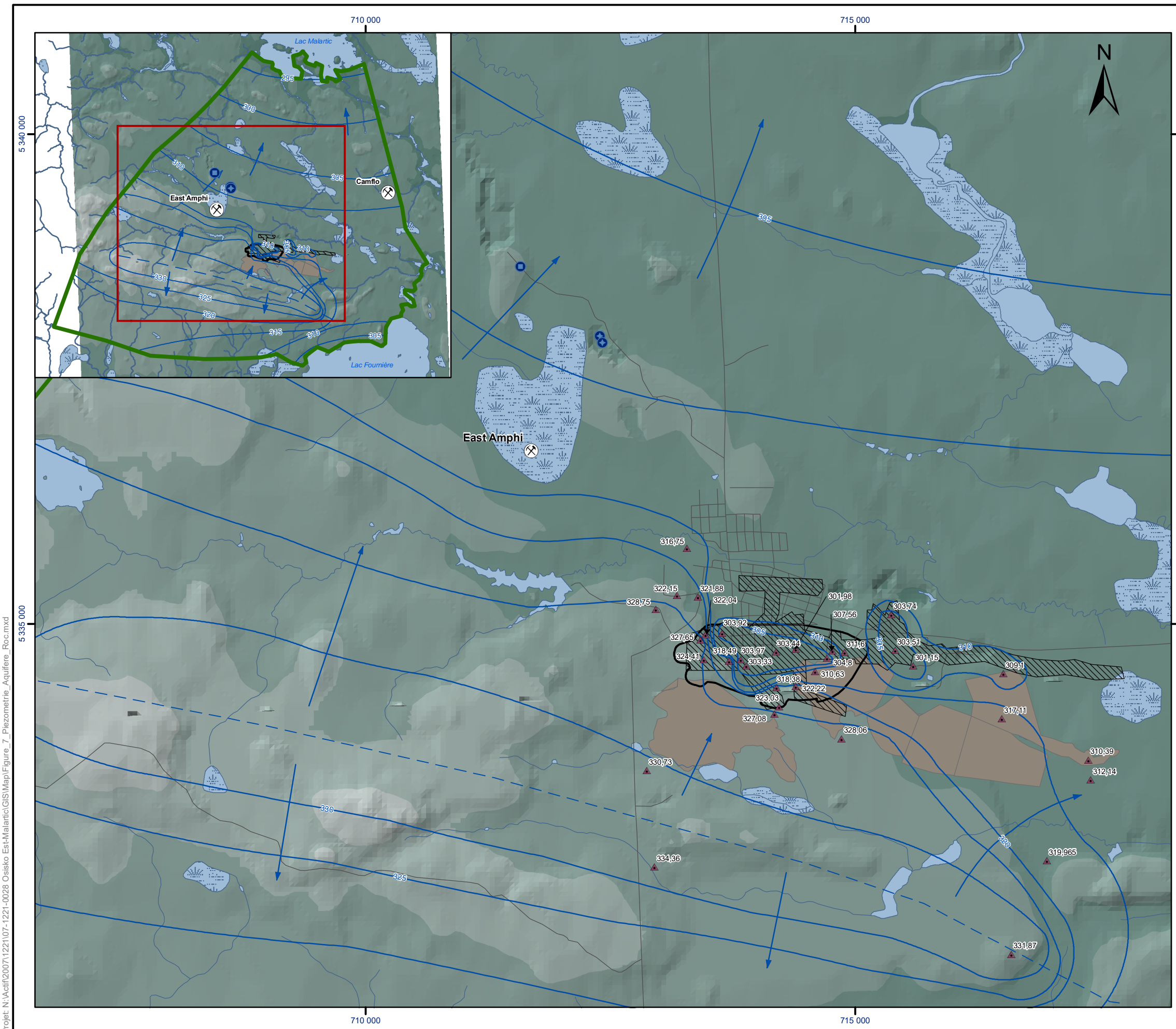
Sources: Commission géologique du Canada; BNDT Ressources naturelles Canada; MRN - SIGEOM; Grant M., Sansfaçon R. et Trudel P. (1987) : Géologie de la mine Canadian Malartic - district de Malartic. Ministère des Ressources naturelles, série des manuscrits bruts M.B. 87-41, 73 pages.

PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION
MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

TITRE
Géologie du roc

<p style="font-size: 8px;">Montréal, Québec</p>	PROJET No. 07-1221-0028		Échelle respective	REV. 0
	Conception	MNR	15 avril 2008	FIGURE 6
	GIS	NZG	15 avril 2008	
	Vérification	AB	16 avril 2008	
Révision	NDA	17 avril 2008		

Projet: N:\acft\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_6_Geologie.mxd

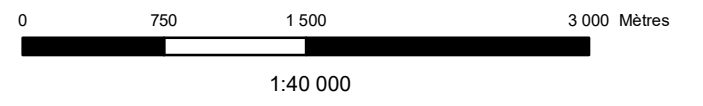


LÉGENDE

- ▲ 303,51 Points de contrôle de la piézométrie du roc et valeur de l'élévation du niveau d'eau (m), mars 2008
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- ⊕ Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- Isopièze aquifère du roc (m)
- - - Ligne de partage de eaux (hypothèse du modèle conceptuel)
- ➔ Direction d'écoulement de l'eau souterraine
- Limite du modèle numérique
- Routes principales
- Rivières
- ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- ▨ Milieu humide
- Hydrographie

Élévation du terrain (MNT) (m)

- 275 - 300
- 300 - 325
- 325 - 350
- 350 - 375
- 375 - 400



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Élévations tirées du modèle numérique d'altitude provenant du MRNF

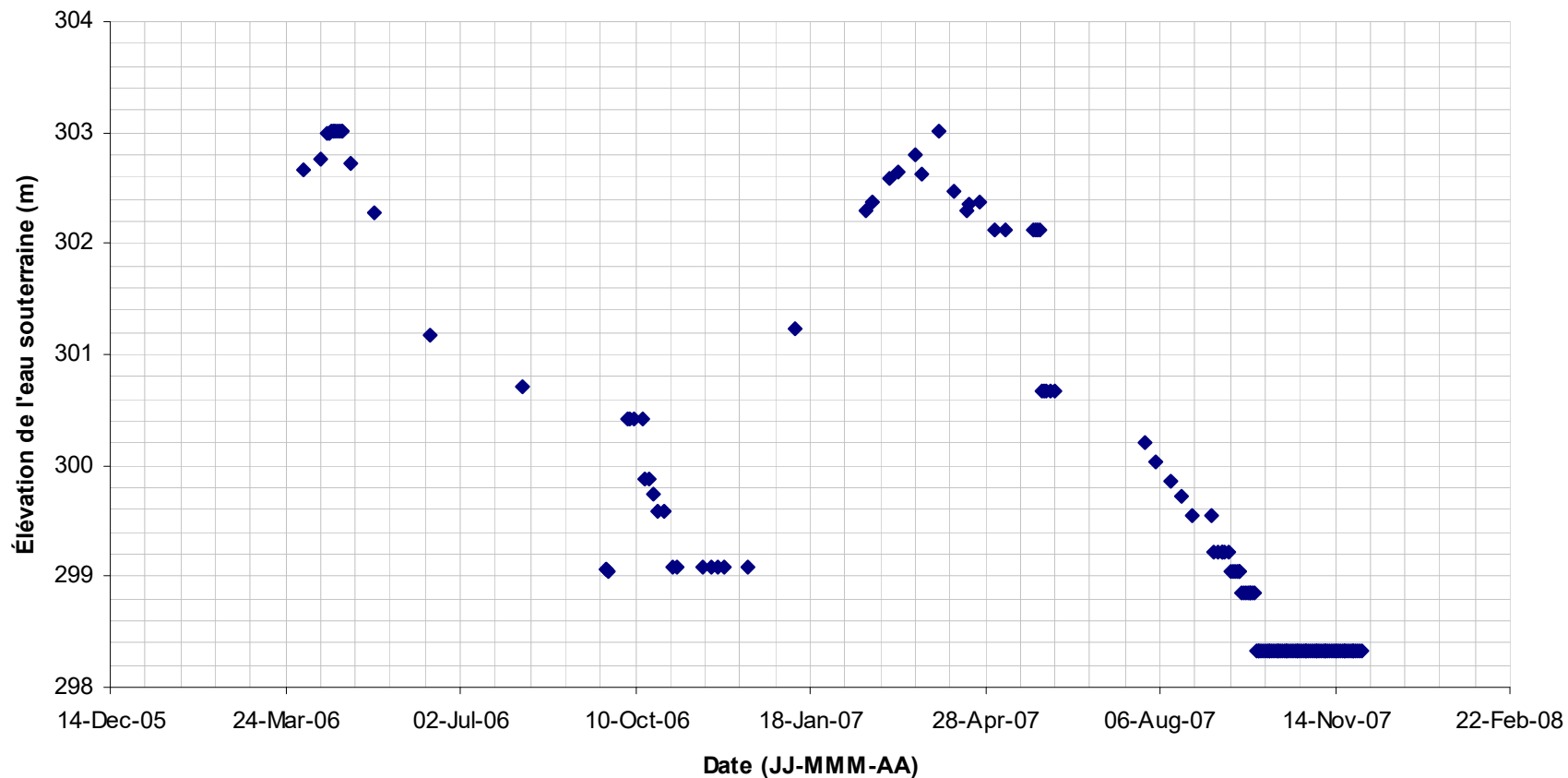
PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
 SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
 OSISKO EXPLORATION
 MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

TITRE
 Piézométrie de l'aquifère de roc (mars 2008)



PROJET No.	07-1221-0028		Échelle respective	REV. 0
Conception	MNR	15 avril 2008	FIGURE 7	
GIS	NZG	15 avril 2008		
Vérification	AB	16 avril 2008		
Révision	NDA	17 avril 2008		

Projet: N:\Acft\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_7_Piezométrie_Aquifere_Roc.mxd

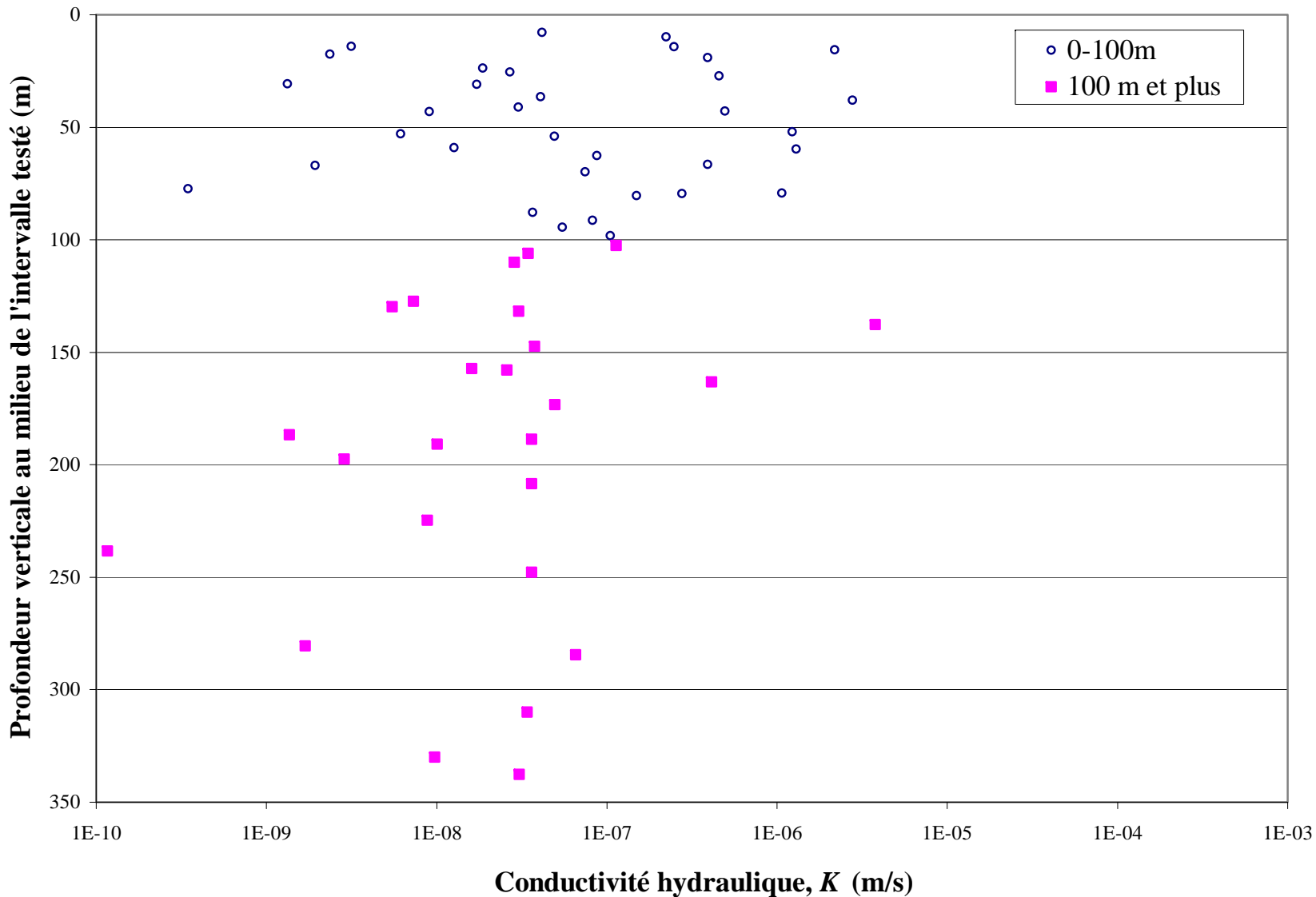


CONFIDENTIEL



CLIENT		OSISKO	
DESSINÉ PAR:	A.B..	DATE	23 mai 2008
VÉRIFIÉ PAR:	N.D.	DATE	23 mai 2008
ÉCHELLE:		Not to scale	A4

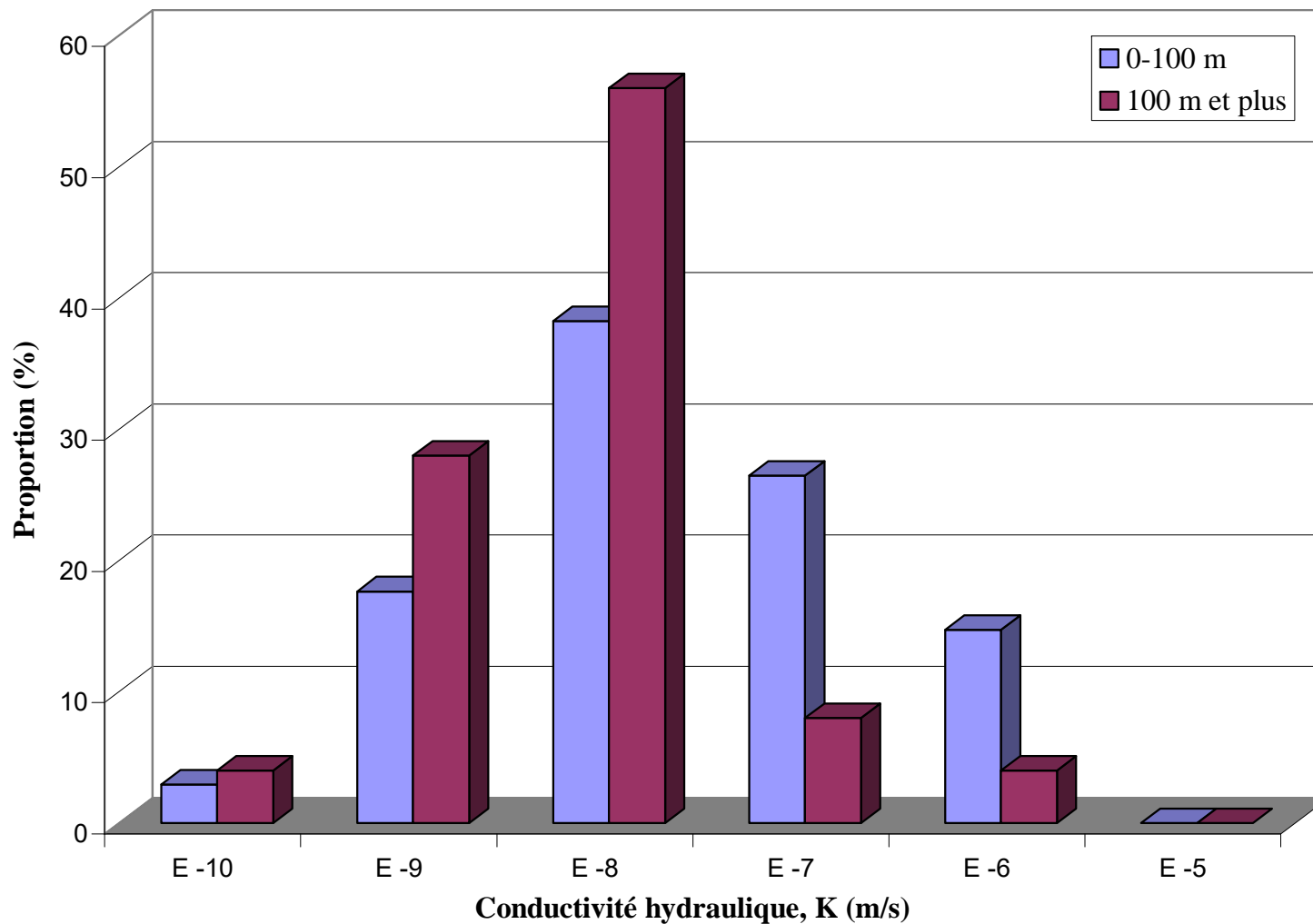
PROJET	ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA		
TITRE	Évolution du niveau de l'eau dans le puits de la mine Est Malartic de avril 2006 à décembre 2007		
PROJET No	07-1221-0028	FIGURE No	8



CONFIDENTIEL




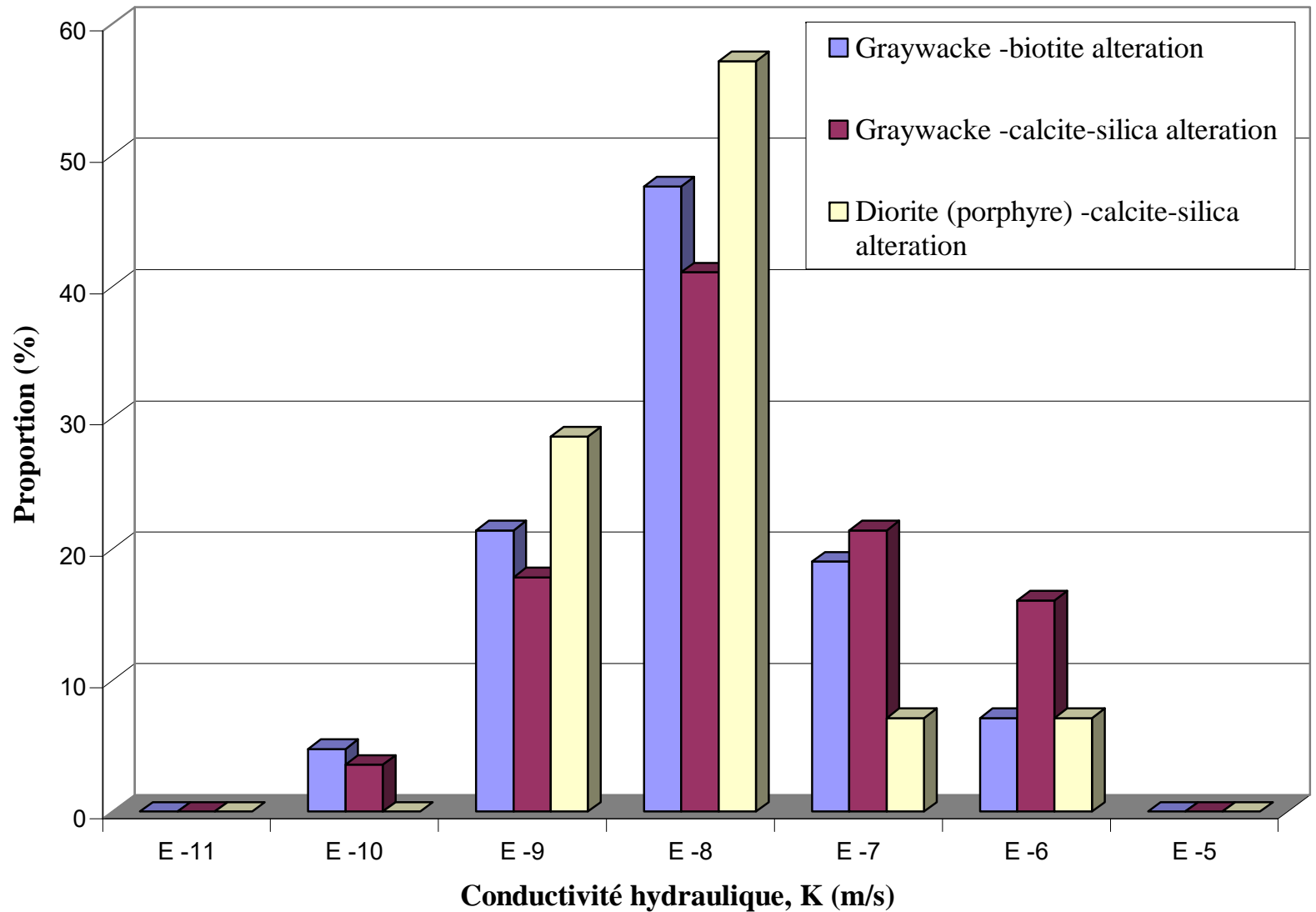
CLIENT OSISKO		PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
DESSINÉ PAR: M.G.	DATE 14 mai 2008	TITRE Distribution des conductivités hydrauliques pour l'ensemble des essais packer	
VÉRIFIÉ PAR: A.B.	DATE 14 mai 2008		
ÉCHELLE: Not to scale		A4	PROJET No 07-1221-0028
			FIGURE No 9



CONFIDENTIEL



	CLIENT		PROJET	
	DESSINÉ PAR: M.G.		ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
VÉRIFIÉ PAR: A.B.		DATE: 14 mai 2008		TITRE Histogramme des conductivités hydrauliques pour l'ensemble des essais packer
ÉCHELLE: Not to scale		DATE: 14 mai 2008		
		PROJET No 07-1221-0028		FIGURE No 10



CONFIDENTIEL



CLIENT
OSISKO

PROJET
ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

DESSINÉ PAR: M.G. DATE: 14 mai 2008

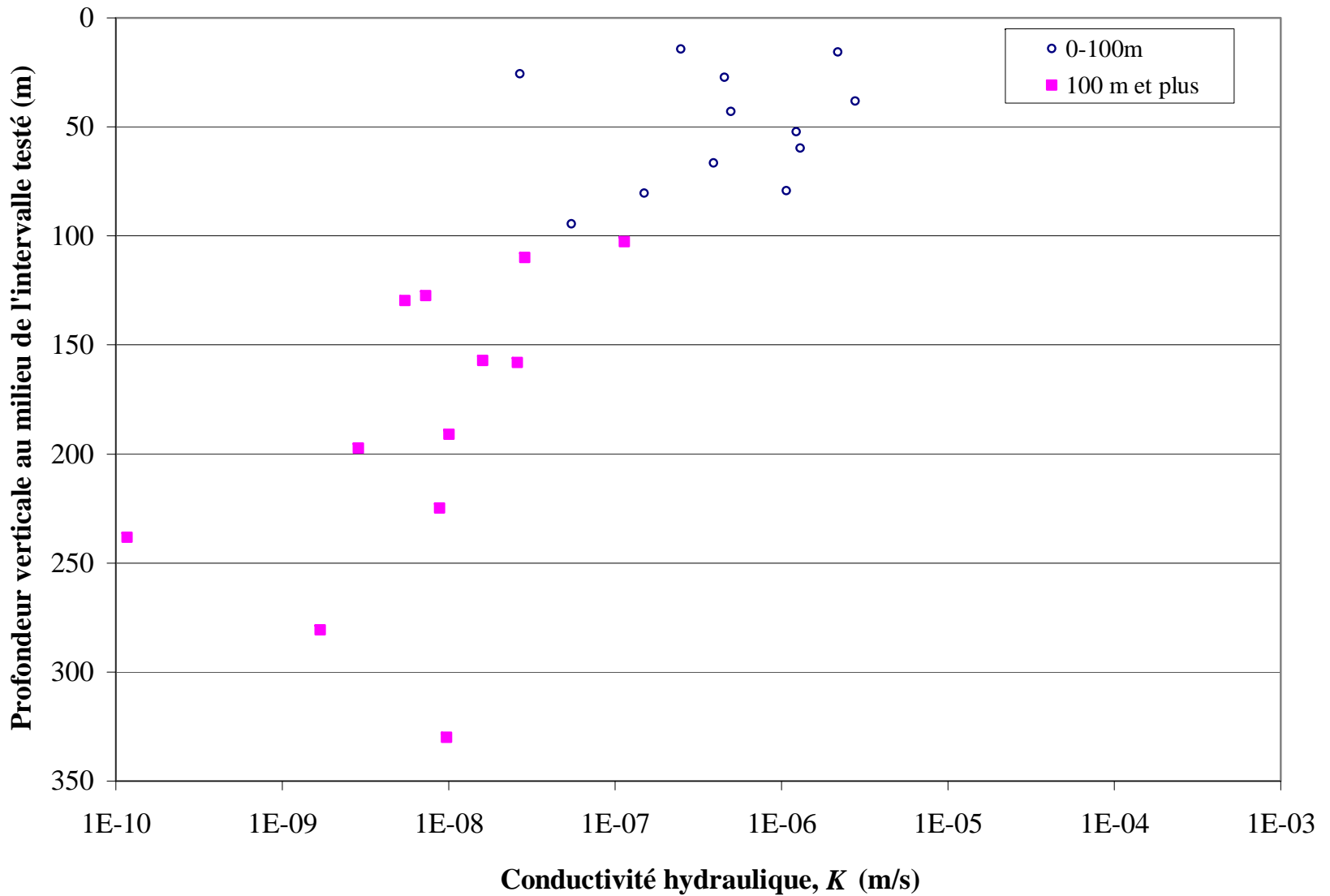
TITRE
Histogramme des conductivités hydrauliques pour l'ensemble des essais packer par unité lithologique

VÉRIFIÉ PAR: A.B. DATE: 14 mai 2008

ÉCHELLE: Not to scale **A4**


PROJET No 07-1221-0028

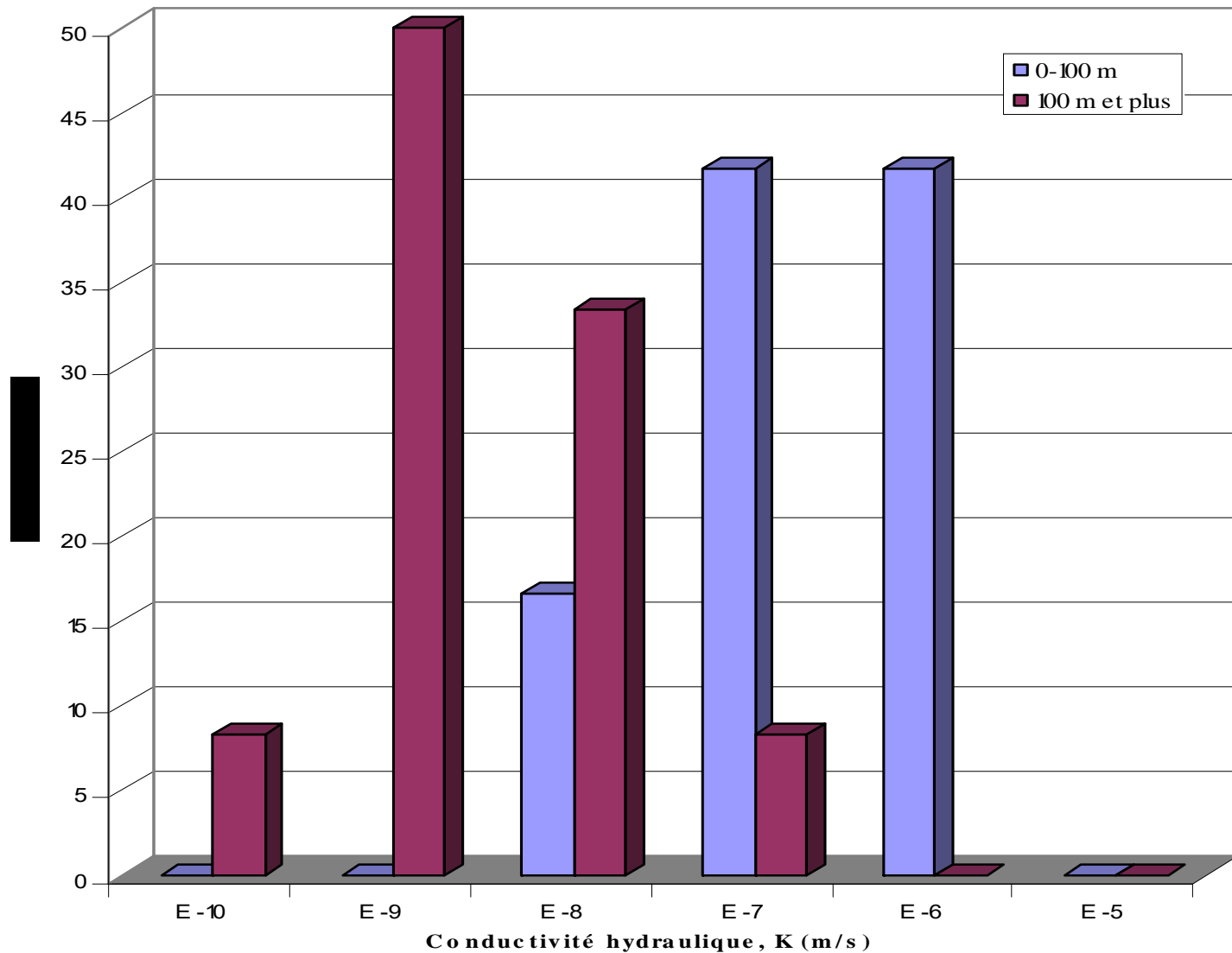
FIGURE No **11**



CONFIDENTIEL



	CLIENT		PROJET	
	ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA			
DESSINÉ PAR:	M.G.	DATE	14 mai 2008	
VÉRIFIÉ PAR:	A.B.	DATE	14 mai 2008	
ÉCHELLE:		Not to scale		A4
PROJET No			07-1221-0028	FIGURE No
				12



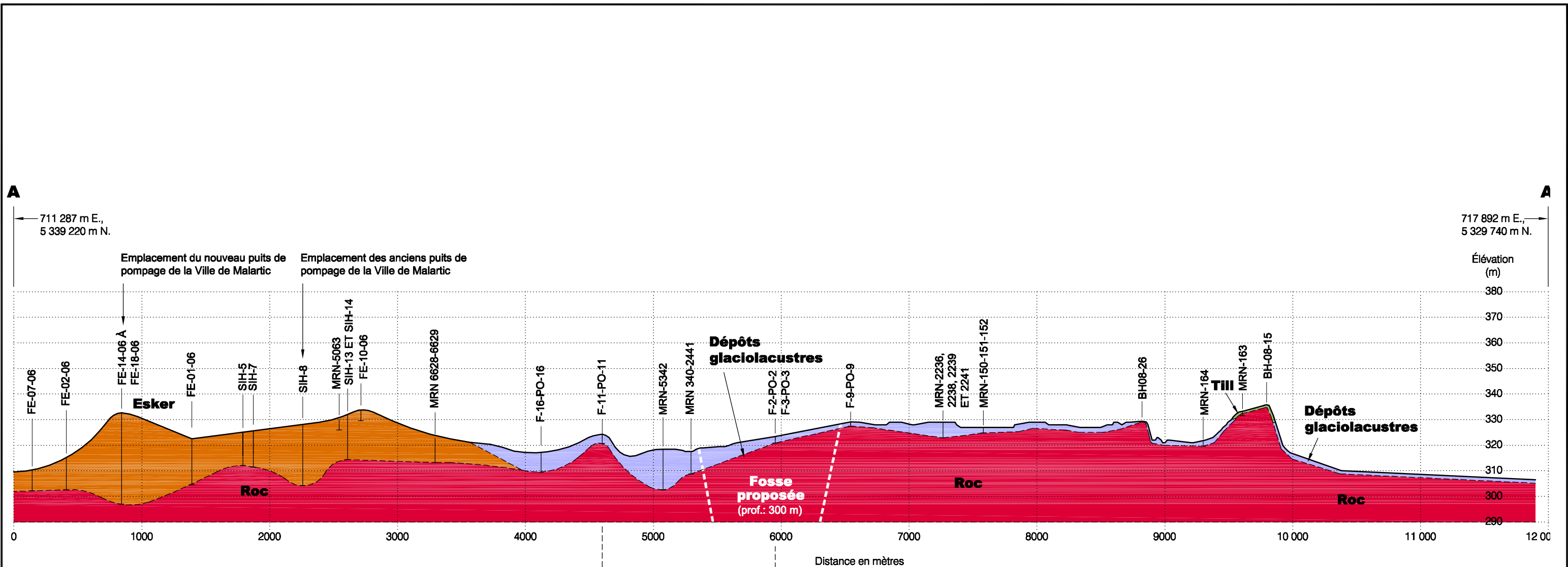
CONFIDENTIEL



CLIENT OSISKO	
DESSINÉ PAR: M.G.	DATE 14 mai 2008
VÉRIFIÉ PAR: A.B.	DATE 14 mai 2008
ÉCHELLE: Not to scale	

PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA
TITRE Histogramme des conductivités hydrauliques pour les essais packer des forages GT07-02 et GT07-05
PROJET No 07-1221-0028
FIGURE No 13

A4



Légende:

- FE-07-06** Puits d'observation (GCE Consultants, 2006)
- SIH-5** Forages Système Information Hydrogéologique (MDDEP, 2008)
- MRN-5063** Forage d'exploration minière (SIGEOM, MRN, 2008)
- F-16-PO-16** Puits d'observation (Génivar, 2008b)
- BH08-26** Forage et puits d'observation (Golder, 2008, en rédaction)

← **Mines souterraines existantes** →

Échelle:

Horizontale: 1 : 30,000
 Verticale: 1 : 1 500

Coordonnées

NAD83, UTM 17

Source:

Élévations du terrain (m) tirées du modèle numérique d'altitude du MRN.

CONFIDENTIEL

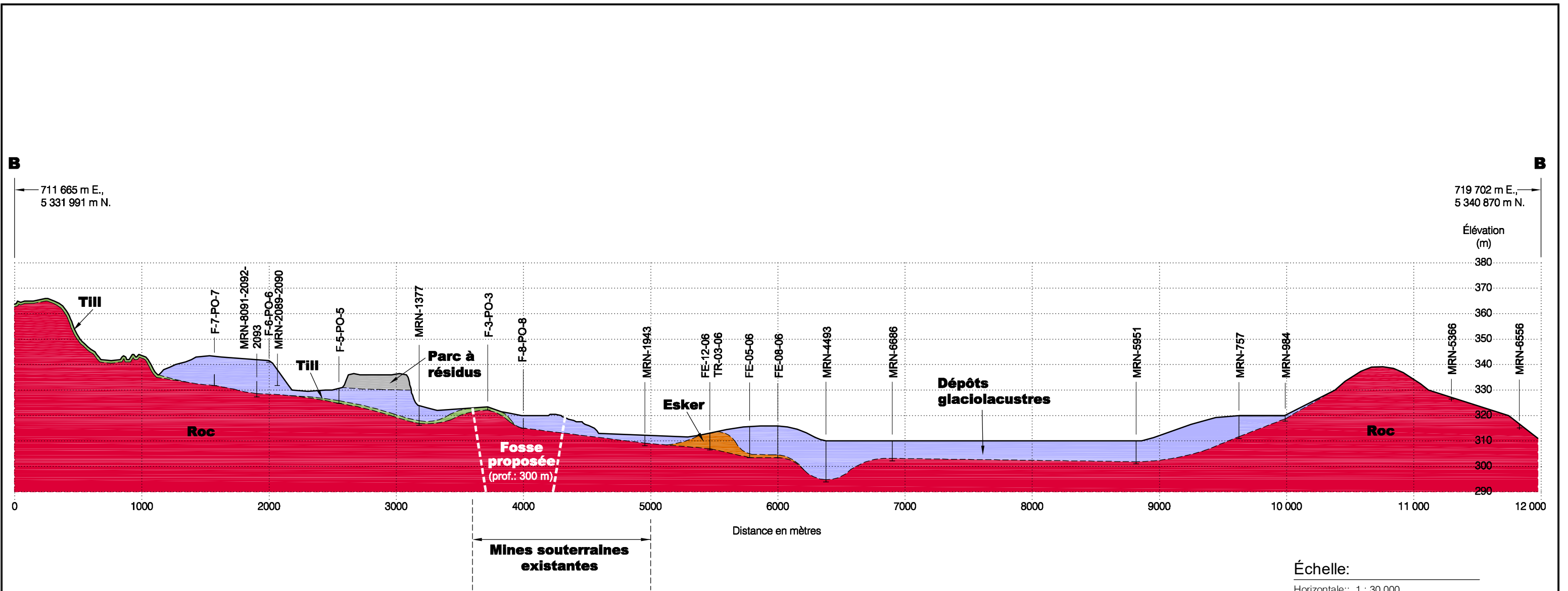
Golder Associés
 9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél.: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date:	2008-05-27	Échelle:	Indiquée
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M.-N. Riverin
Vérifié par:	A. Boutin	Approuvé par:	N. D'Anjou
No. de dessin:	0712210028-2400-03	No. de projet:	07-1221-0028

ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
 OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

COUPE HYDROSTRATIGRAPHIQUE A-A'

FIGURE **14**



Légende:

- FE-12-06** Puits d'observation
(GCE Consultants, 2006)
- MRN-4493** Forage d'exploration minière
(SIGEOM, MRN, 2008)
- F-8-PO-8** Puits d'observation
(Génivar, 2008b)

Échelle:

Horizontale: 1 : 30,000
Verticale: 1 : 1 500

Coordonnées:

NAD83, UTM 17

Source:

Élévations du terrain (m) tirées du modèle numérique d'altitude du MRN.

CONFIDENTIEL

Golder Associés
9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Tél.: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

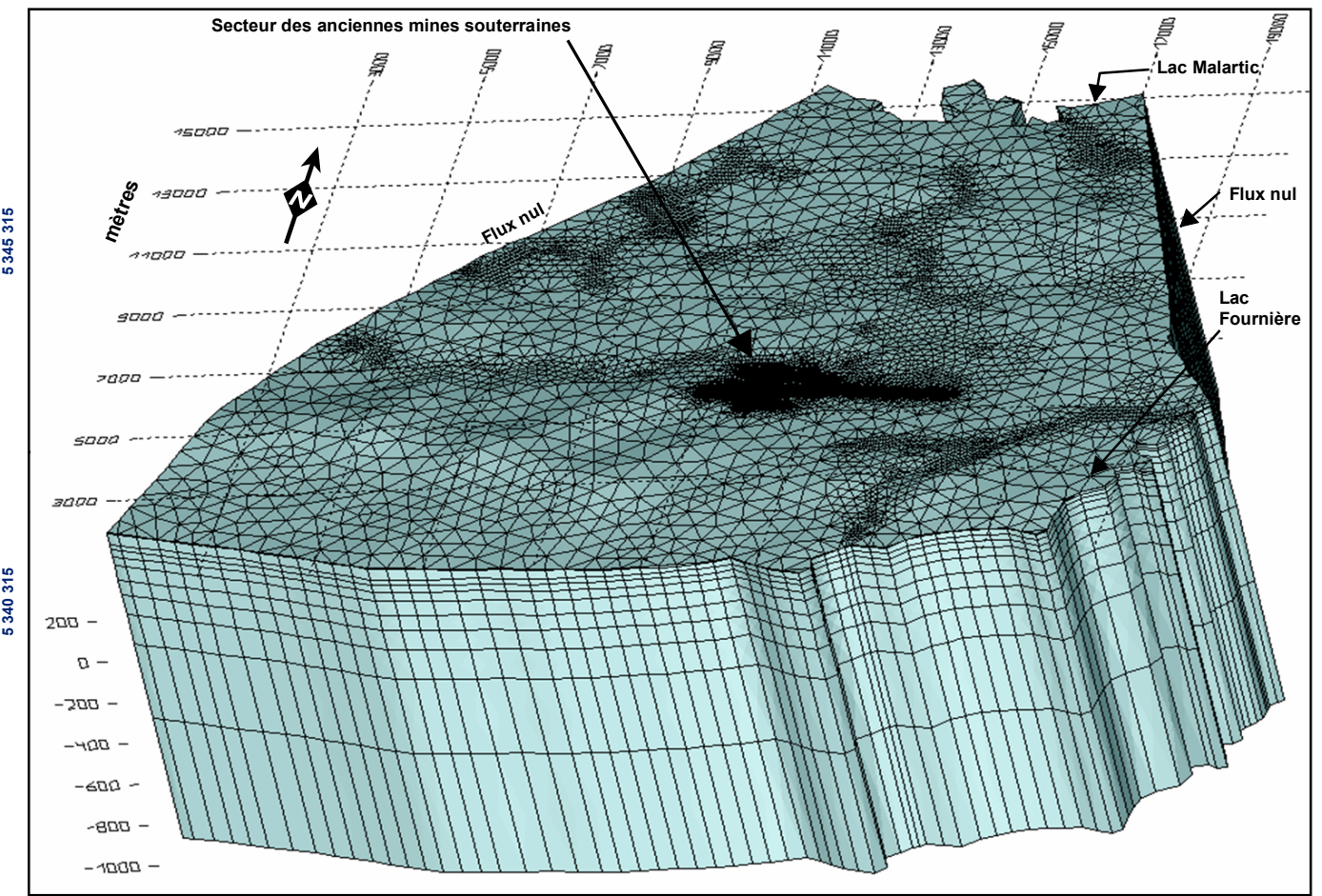
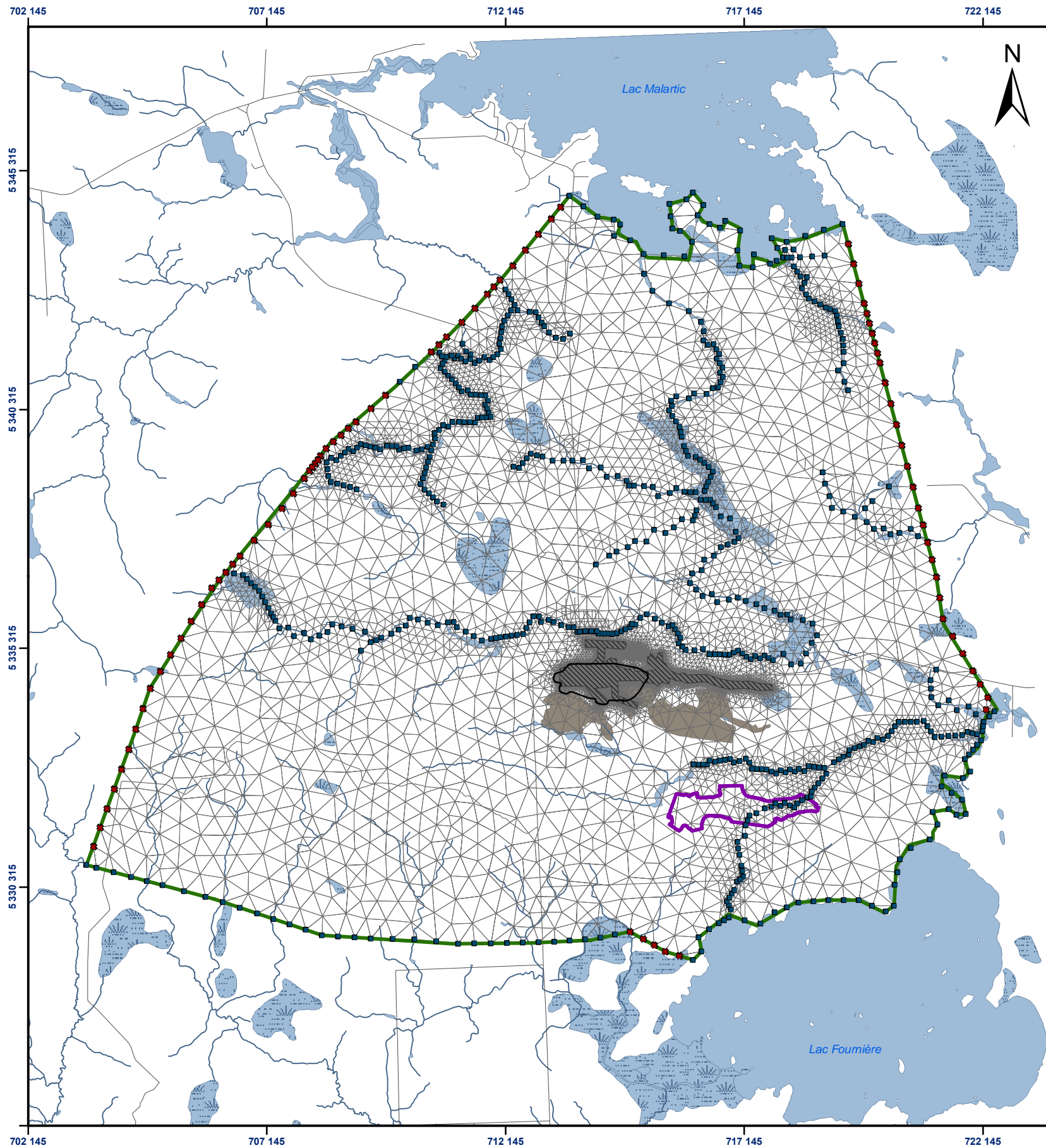
Date:	2008-05-27	Échelle:	Indiquée
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M.-N. Rivérin
Vérifié par:	A. Boutin	Approuvé par:	N. D'Anjou
No. de dessin:	0712210028-2400-03	No. de projet:	07-1221-0028



ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

COUPE HYDROSTRATIGRAPHIQUE B-B^a

FIGURE
15

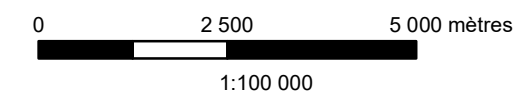


Vue tridimensionnelle du modèle numérique d'écoulement

- 1- Couches (1 à 3) représentant les dépôts meubles
- 2- Couche (4 et 5) représentant le roc peu profond (0 à 50 m)
- 3- Couches (6 et 7) représentant le roc superficiel (50 à 100m)
- 4- Couches (8 et 9) représentant le roc profond (100m à 300m)
- 5- Couches (10 à 13) représentant le roc profond (300m et plus)

Légende

- Limite imperméable (flux nul) - deuxième type
- Charges imposées - premier type
- Bassin d'entreposage d'eau de la mine (proposé)
- Limite du modèle numérique
- Routes principales
- Rivières
- Fosse proposée
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Maillage (éléments finis) du modèle numérique
- Milieu humide
- Hydrographie
- Parc à résidus existants



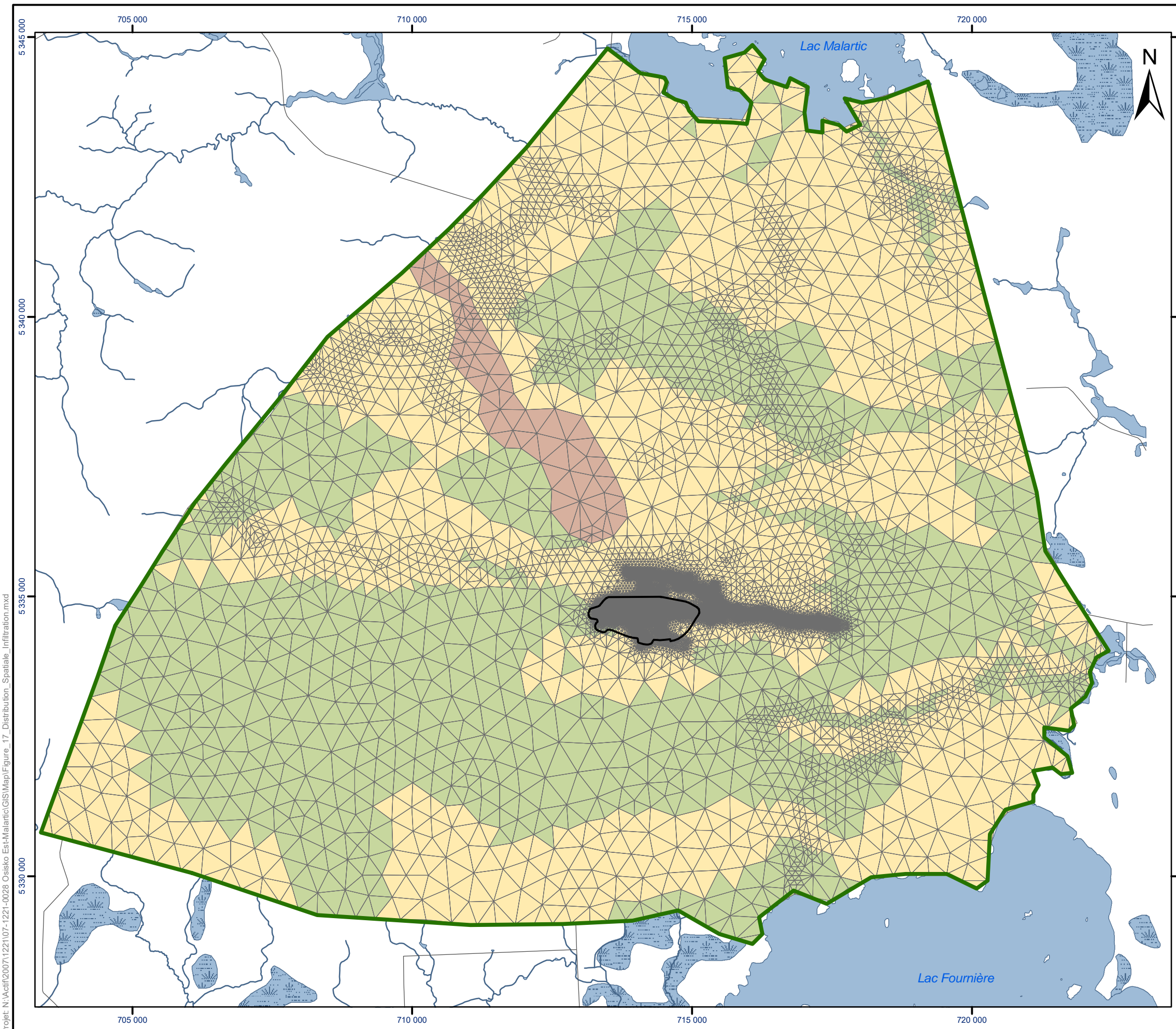
Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

CONFIDENTIEL

Golder Associés
9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

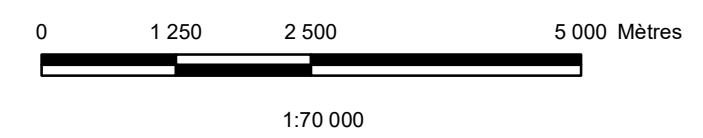
Date :	13 mai 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	M-N. Riverin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map1 Figure_16_Conditions_Lim_Modelo_Cali_1.mxd			

Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre :	Conditions aux limites du modèle (calibration 1)
Figure :	16



LÉGENDE

- Coefficient de ruissellement élevé (recharge = 25 mm/an)
- Coefficient de ruissellement moyen (recharge = 50 mm/an)
- Coefficient de ruissellement faible (recharge = 300 mm/an)
- Limite du modèle numérique
- Fosse proposée
- Routes principales
- Rivières
- Milieu humide
- Hydrographie



CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17

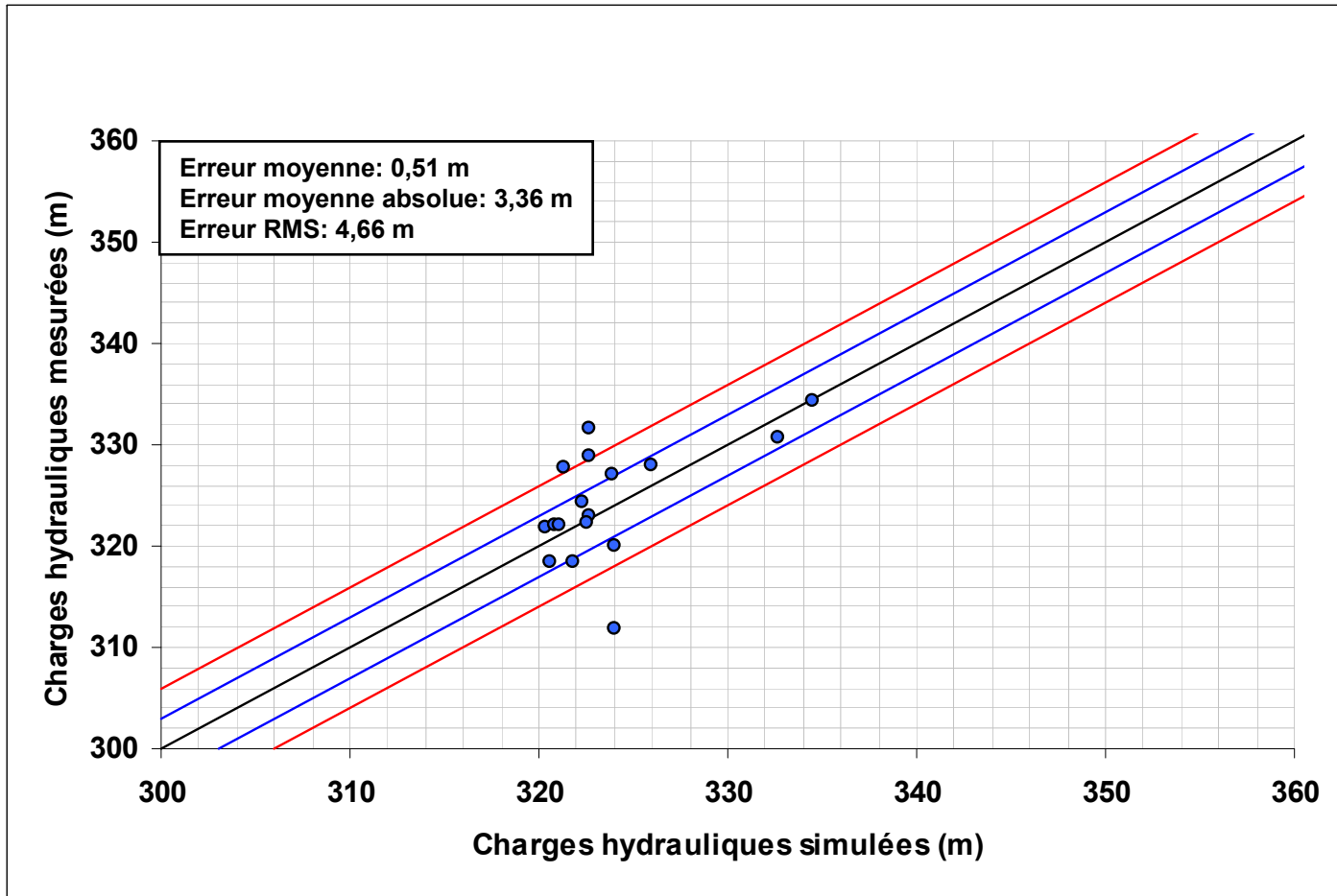
PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION
MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

TITRE **Distribution spatiale de l'infiltration
dans le modèle hydrogéologique**



PROJET No. 07-1221-0028			Échelle respective	REV. 0
Conception	MNR	13 mai 2008	FIGURE 17	
GIS	OD	13 mai 2008		
Vérification	AB	15 mai 2008		
Révision	NDA	16 mai 2008		

Projet: N:\acft\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_17_Distribution_Spatiale_Infiltration.mxd



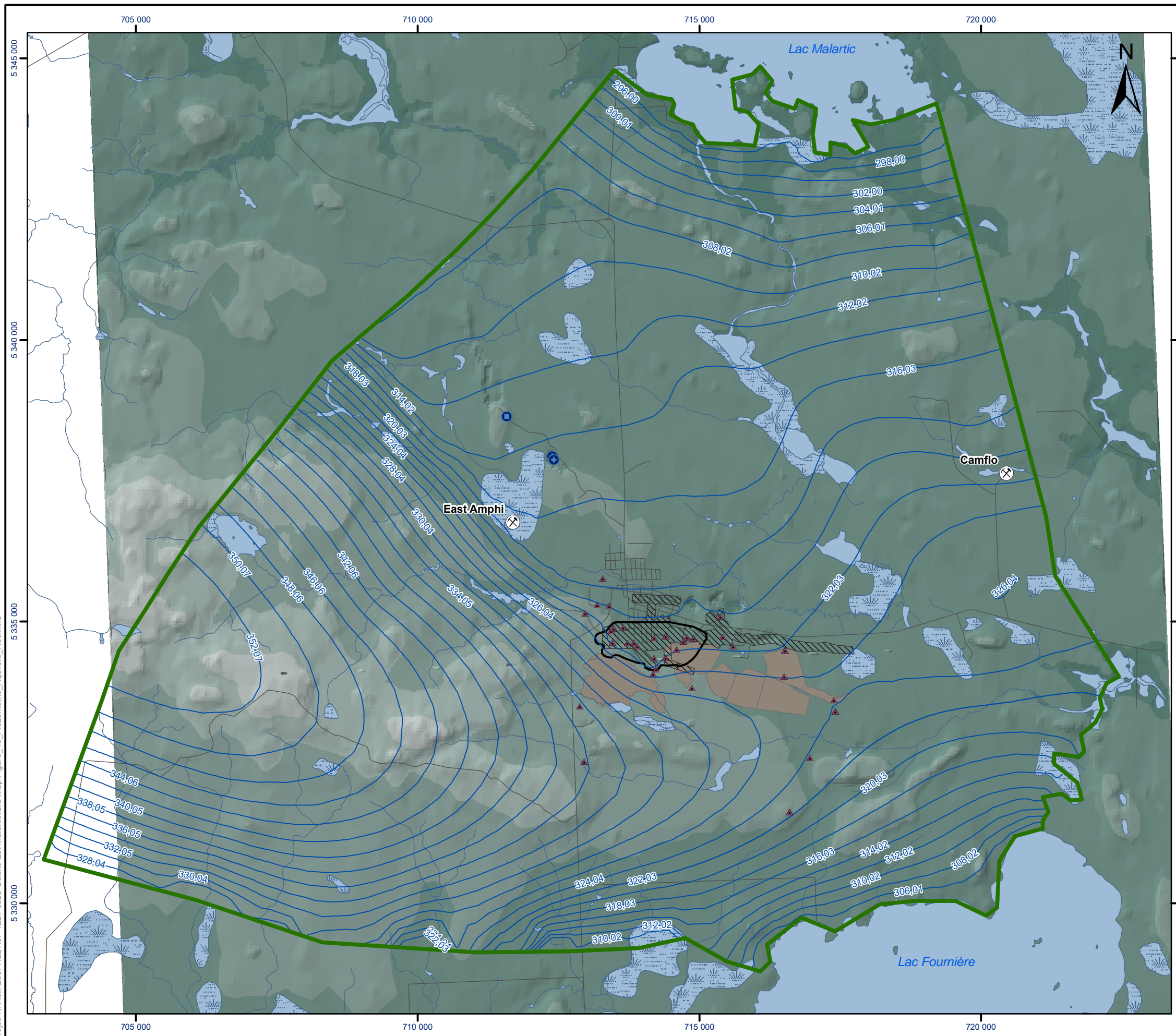
CONFIDENTIEL



CLIENT		OSISKO	
DESSINÉ PAR:	A.B..	DATE	25 juin 2008
VÉRIFIÉ PAR:	N.D.	DATE	25 juin 2008
ÉCHELLE:		Not to scale	

PROJET	ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA		
TITRE	Comparaison entre les niveaux d'eau simulés et observés (simulation 1)		
PROJET No	07-1221-0028	FIGURE No	18

A4

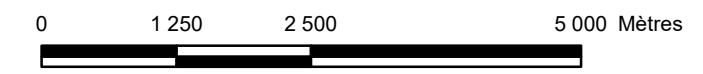


LÉGENDE

- ▲ Points de contrôle de la piézométrie du roc
- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- ⊕ Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- Piezométrie du roc profond
- Limite du modèle numérique
- Routes principales
- Rivières
- ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- Milieu humide
- Hydrographie

Élévation du terrain (MNT) (m)

- 275 - 300
- 300 - 325
- 325 - 350
- 350 - 375
- 375 - 400



1:70 000

CONFIDENTIEL

RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17

Source: Élévations tirées du modèle numérique d'altitude provenant du MRNF

PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
 SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
 OSISKO EXPLORATION
 MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

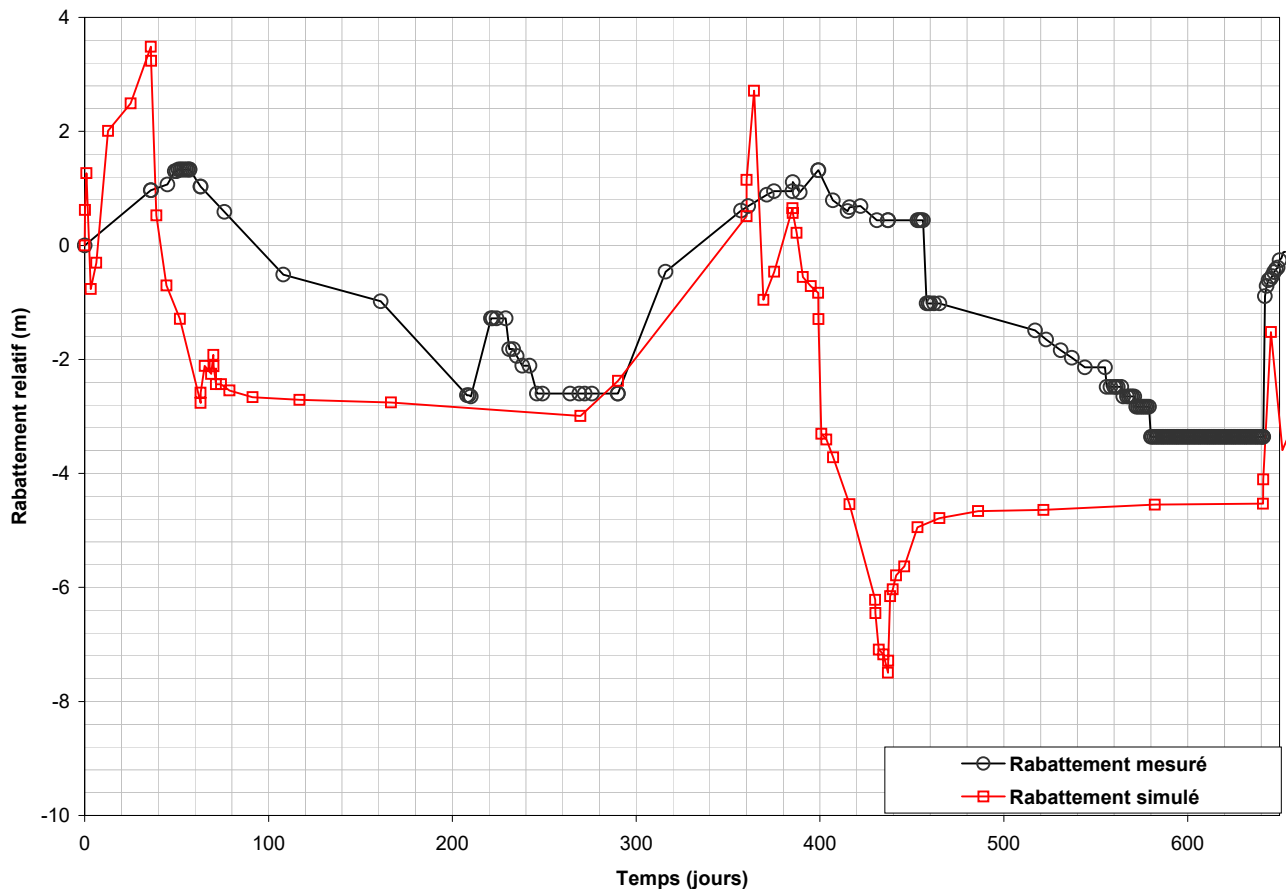
TITRE
 Carte piézométrique dans l'aquifère du roc profond (calibration 1)



PROJET No. 07-1221-0028				Échelle respective	REV. 0
GIS	OD	30 juin 2008			
Conception	AB	30 juin 2008			
Vérification	AB	30 juin 2008			
Révision	NDA	30 juin 2008			

FIGURE 19

Projet: N:\Acft\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Figure_19_Piezometrie_Aquifere_Roc.mxd

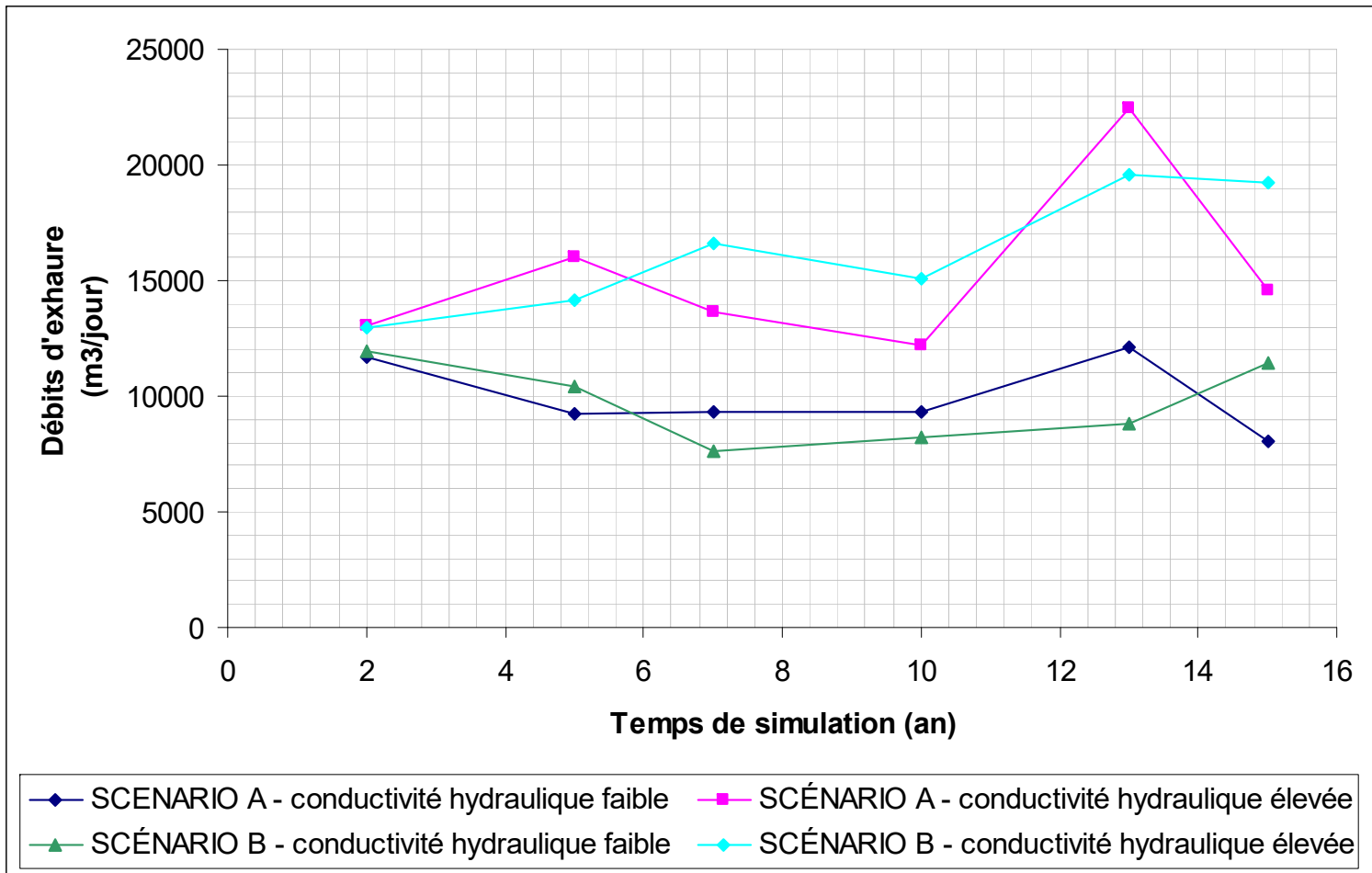


- 4 avril 2006: départ pompe no.1 et no.2 (jour 36)
- 1^{er} mai 2006: arrêt pompe no.2 (jour 63)
- 14 décembre 2006: arrêt pompe no.1 (jour 290)
- 19 mars 2007: départ pompe no.1 (jour 385)
- 2 avril 2007: départ pompe no.2 (jour 399)
- 10 mai 2007: arrêt pompe no.2 (jour 437)
- 30 novembre 2007: arrêt pompe no.1 (jour 641)

CONFIDENTIEL



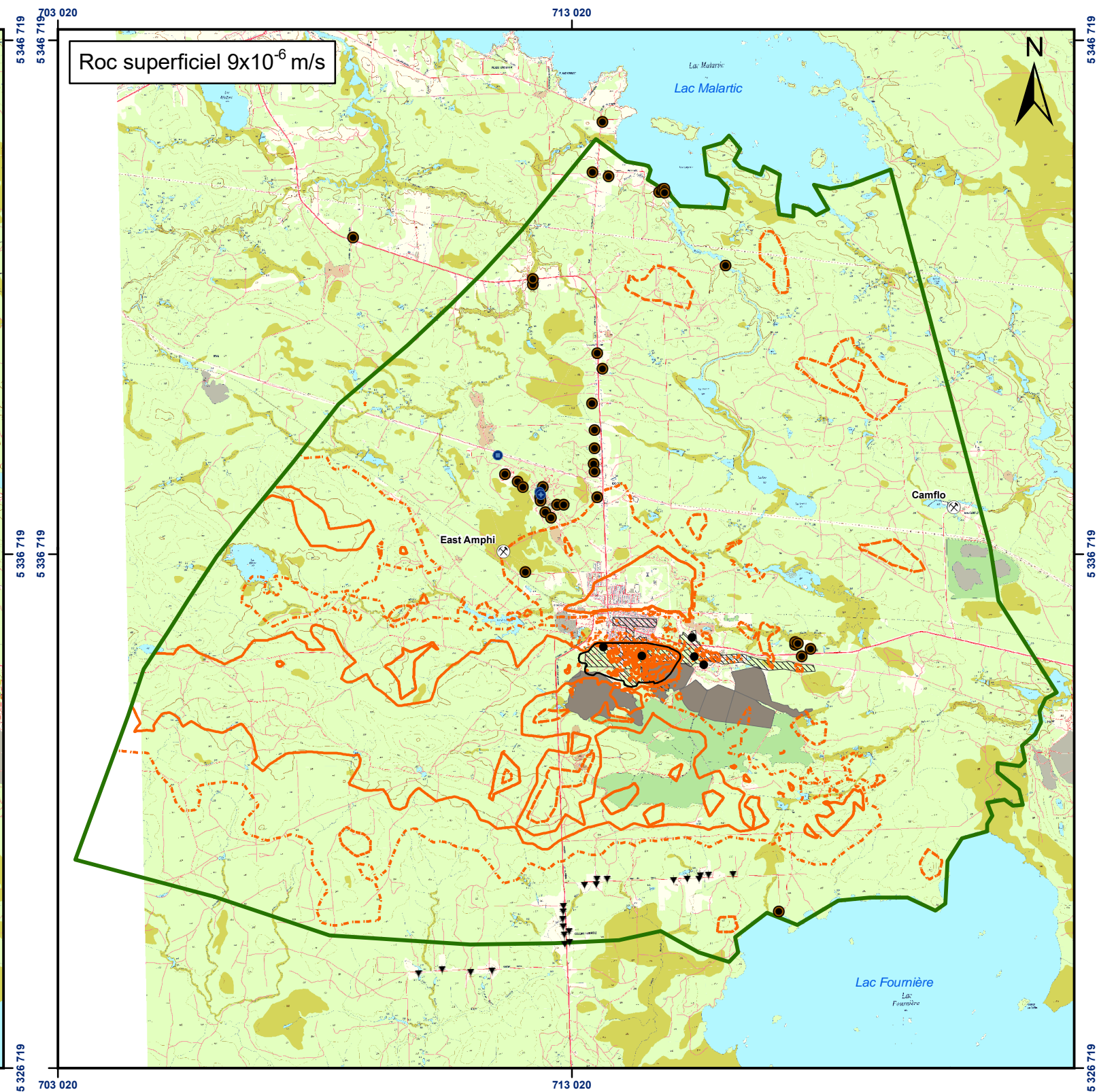
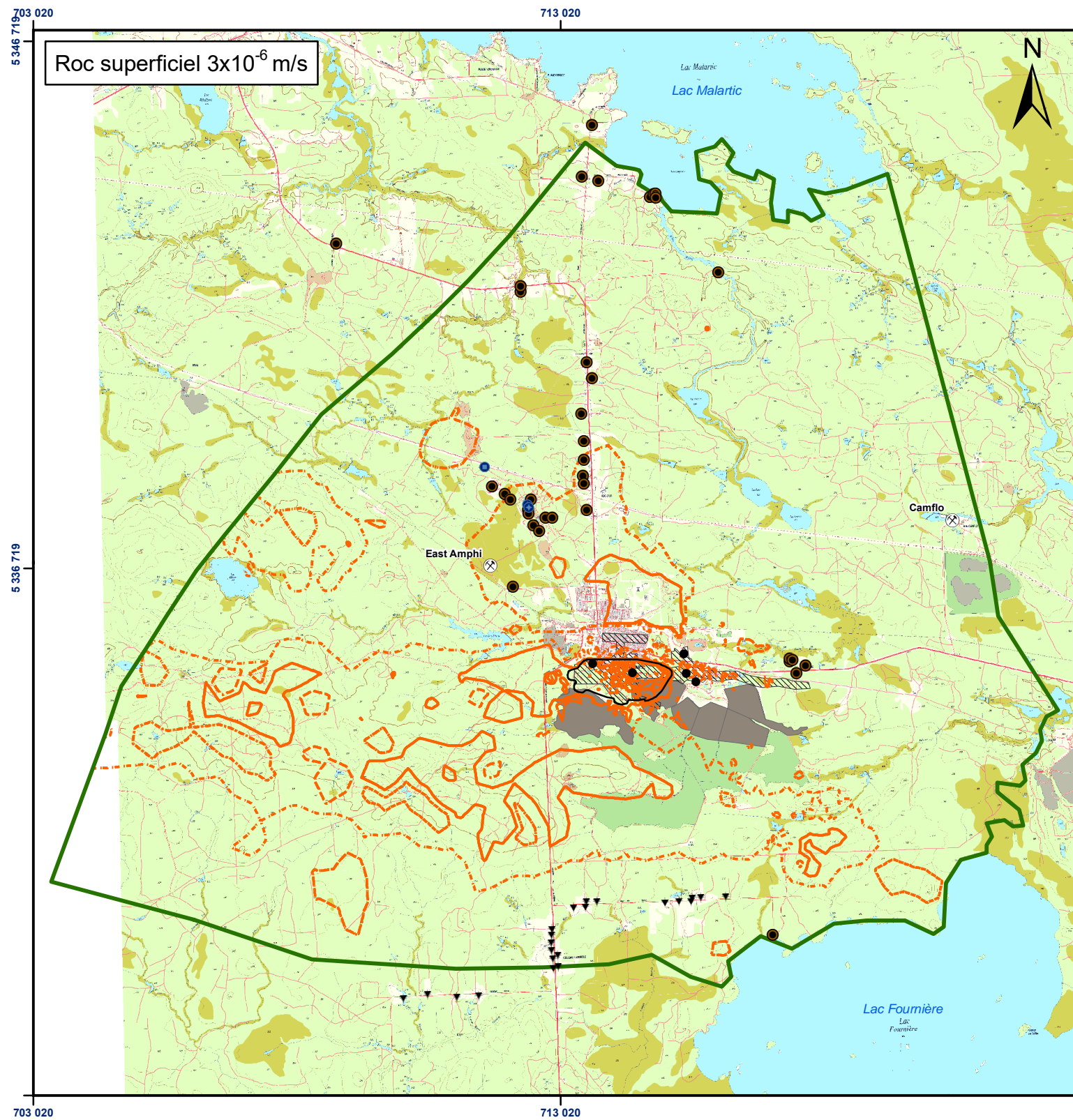
CLIENT OSISKO		PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
DESSINÉ PAR: A.B..	DATE 25 juin 2008	TITRE Graphique du rabattement simulé et observé au puits de la mine Est Malartic – 2006-2007	
VÉRIFIÉ PAR: N.D.	DATE 25 juin 2008		
ÉCHELLE: Not to scale		A4	PROJET No 07-1221-0028
			FIGURE No 20



CONFIDENTIEL



CLIENT OSISKO		PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
DESSINÉ PAR: A.B.	DATE 25 juin 2008	TITRE Graphique des valeurs de débits d'exhaure estimés selon les différents scénarios de simulations prédictive	
VÉRIFIÉ PAR: N.D.	DATE 25 juin 2008		
ÉCHELLE: Not to scale		A4	PROJET No 07-1221-0028
			FIGURE No 21



Légende

- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- Puits des mines souterraines
- Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
- Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
- Rabattement simulé après 10 ans (3 m)
- Rabattement simulé après 10 ans (10 m)
- Limite du modèle numérique
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)

0 2 500 5 000 mètres

1:100 000

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17
Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL



9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

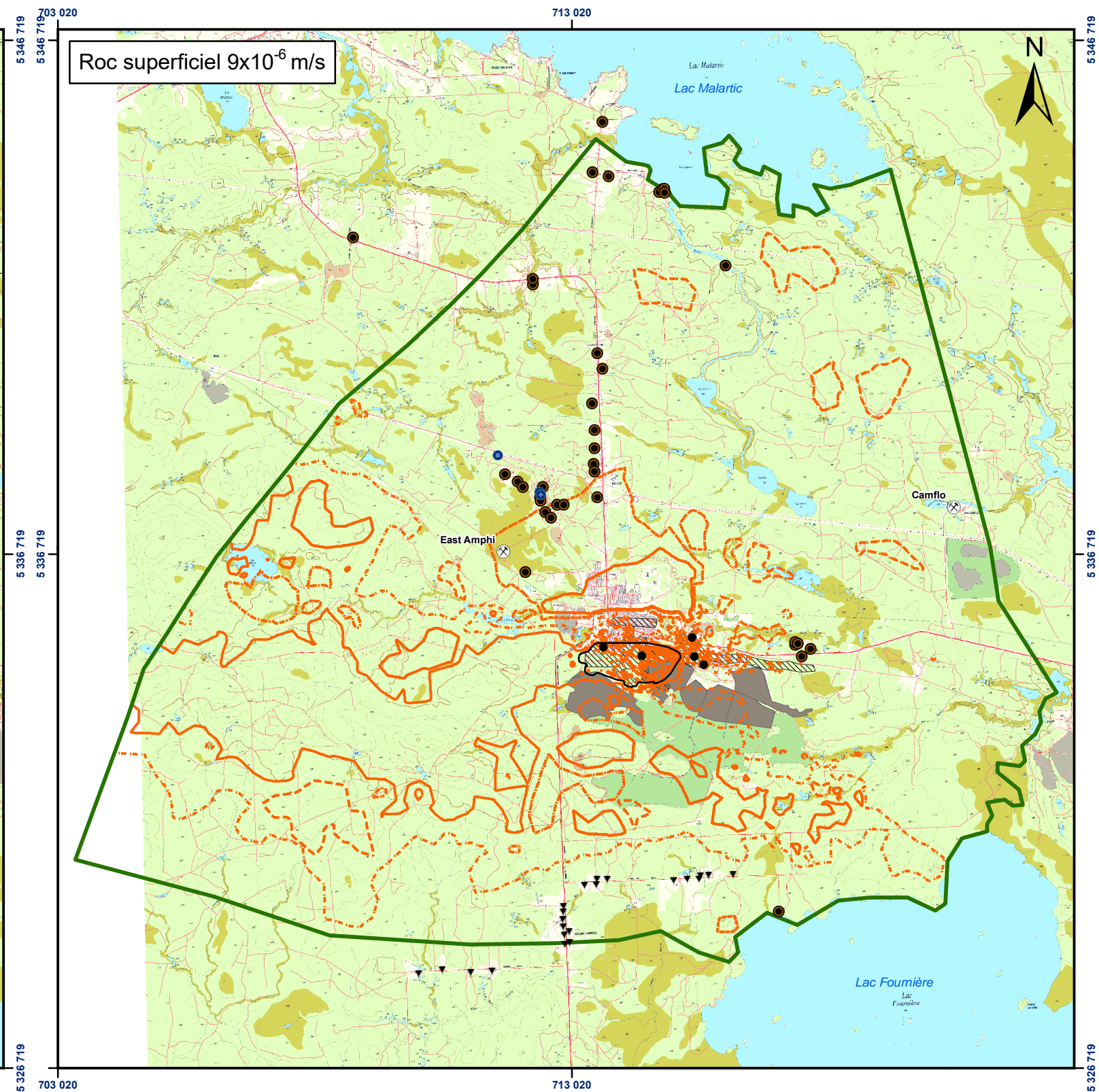
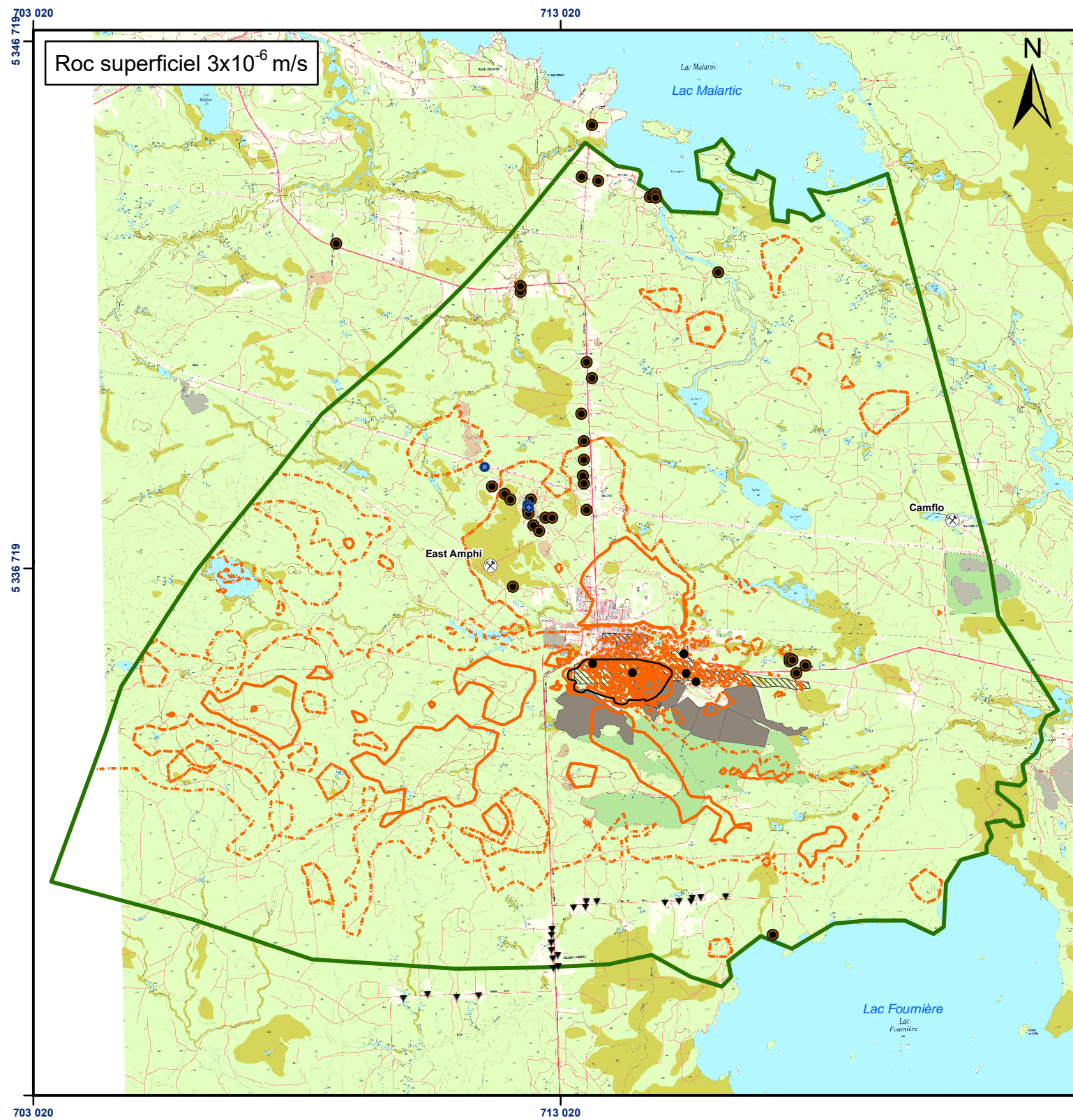
Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_22_DM_Scenario_A_10_Ans.mxd			












Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA




Titre : Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 10 ans Scénario A de pompage dans les chantiers

Figure : 22



Légende

-  Anciennes mines dans le secteur à l'étude
-  Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
-  Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
-  Puits des mines souterraines
-  Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
-  Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
-  Rabattement simulé après 10 ans (3 m)
-  Rabattement simulé après 10 ans (10 m)
-  Limite du modèle numérique

-  Fosse proposée
-  Parc à résidus existants
-  Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)

0 2 500 5 000 mètres

1:100 000

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17
Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL

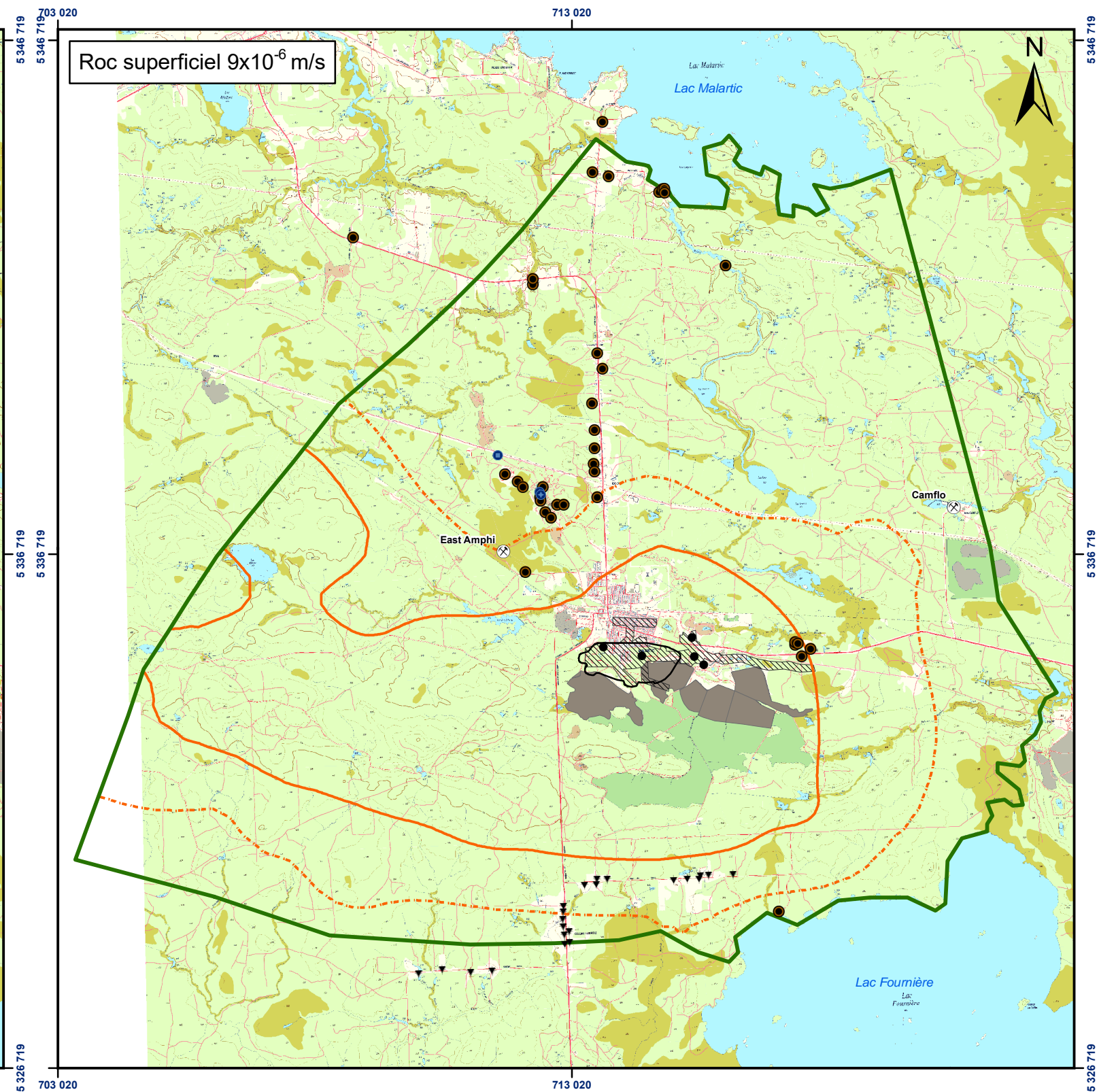
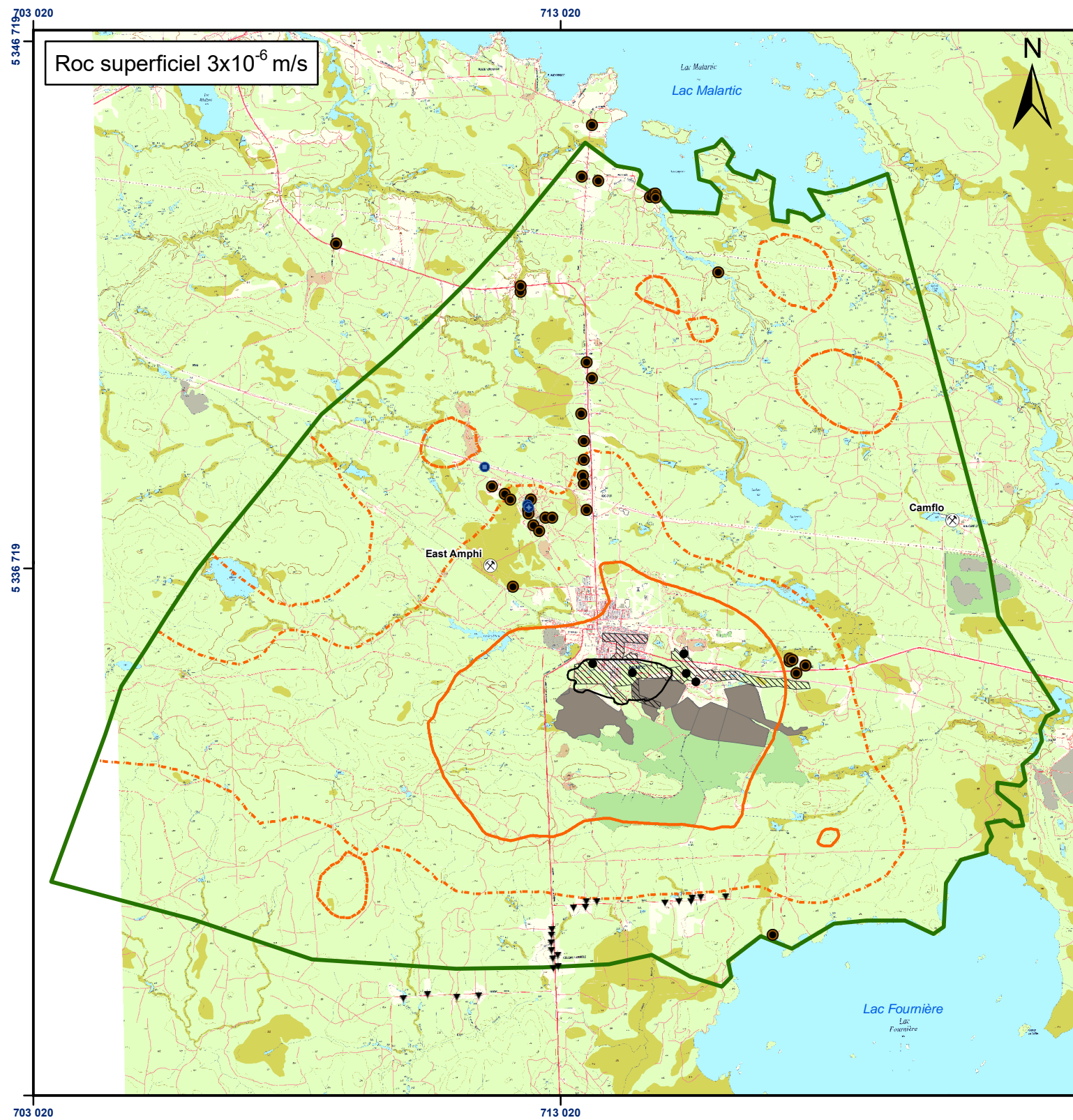


9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_23_DM_Scenario_B_10_Ans.mxd			

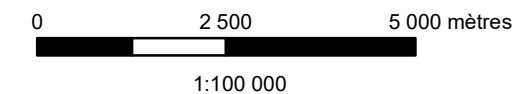


Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre :	Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 10 ans Scénario B de pompage dans les chantiers
Figure :	23



Légende

-  Anciennes mines dans le secteur à l'étude
-  Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
-  Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
-  Puits des mines souterraines
-  Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
-  Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
-  Rabattement simulé après 10 ans (3 m)
-  Rabattement simulé après 10 ans (10 m)
-  Limite du modèle numérique
-  Fosse proposée
-  Parc à résidus existants
-  Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL

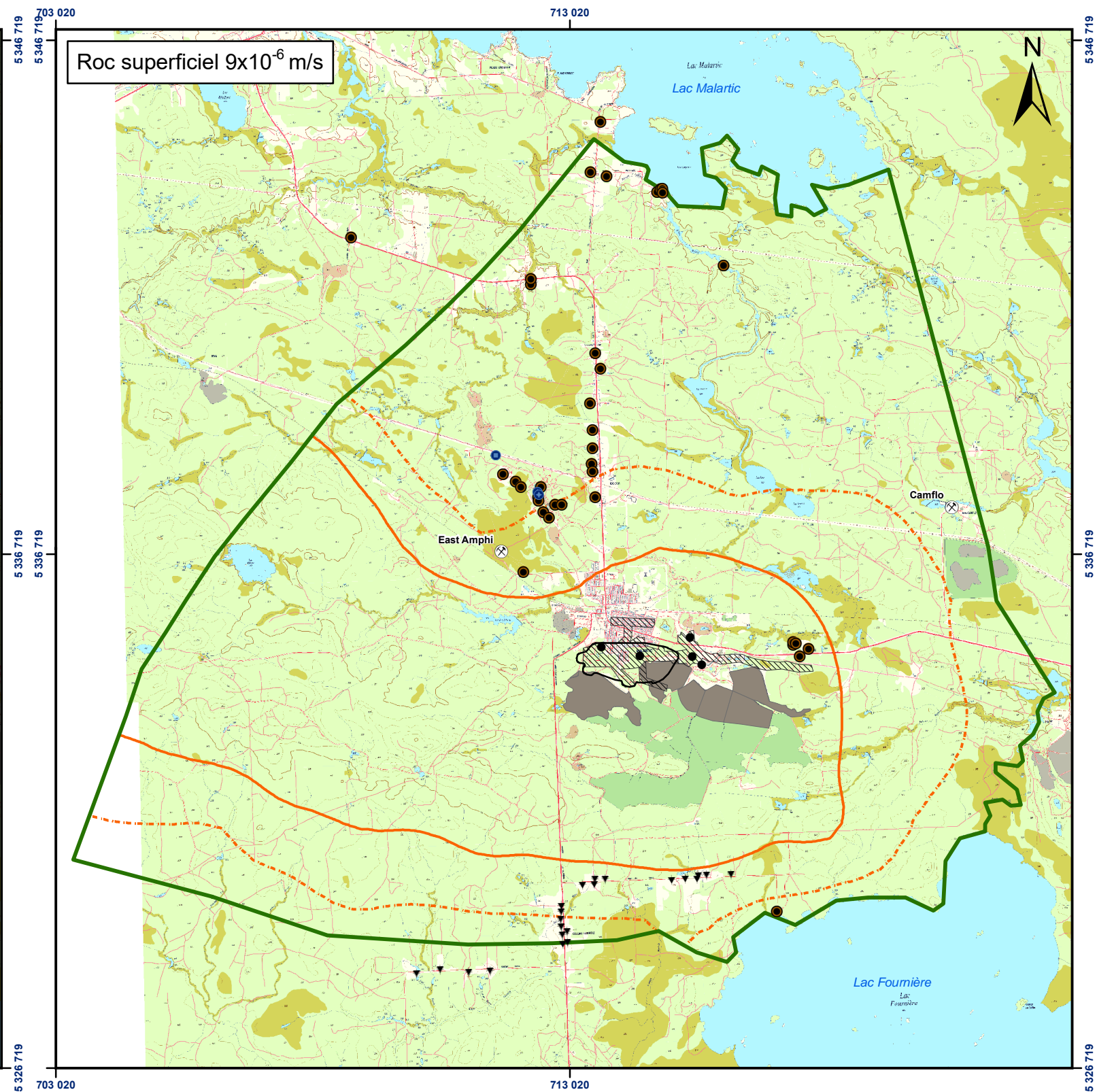
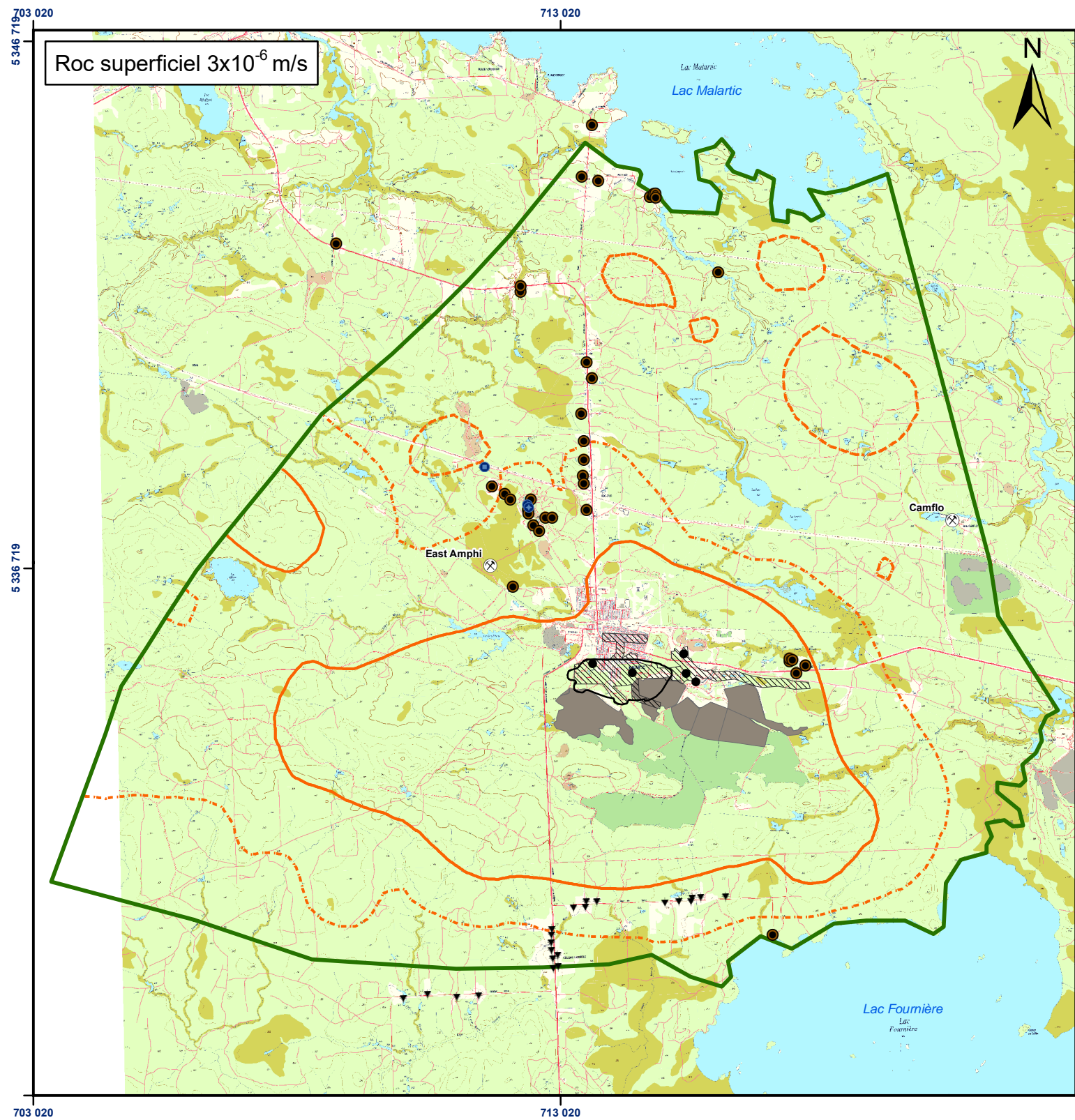


9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_24_ROC_Scenario_A_10_Ans.mxd			



Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre : Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 10 ans Scénario A de pompage dans les chantiers	Figure : 24



Légende

- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- Puits des mines souterraines
- Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
- Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
- Rabattement simulé après 10 ans (3 m)
- Rabattement simulé après 10 ans (10 m)
- Limite du modèle numérique
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)

0 2 500 5 000 mètres

1:100 000

Projection: Transverse universelle de Mercator
NAD 83 UTM Zone 17
Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL



9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

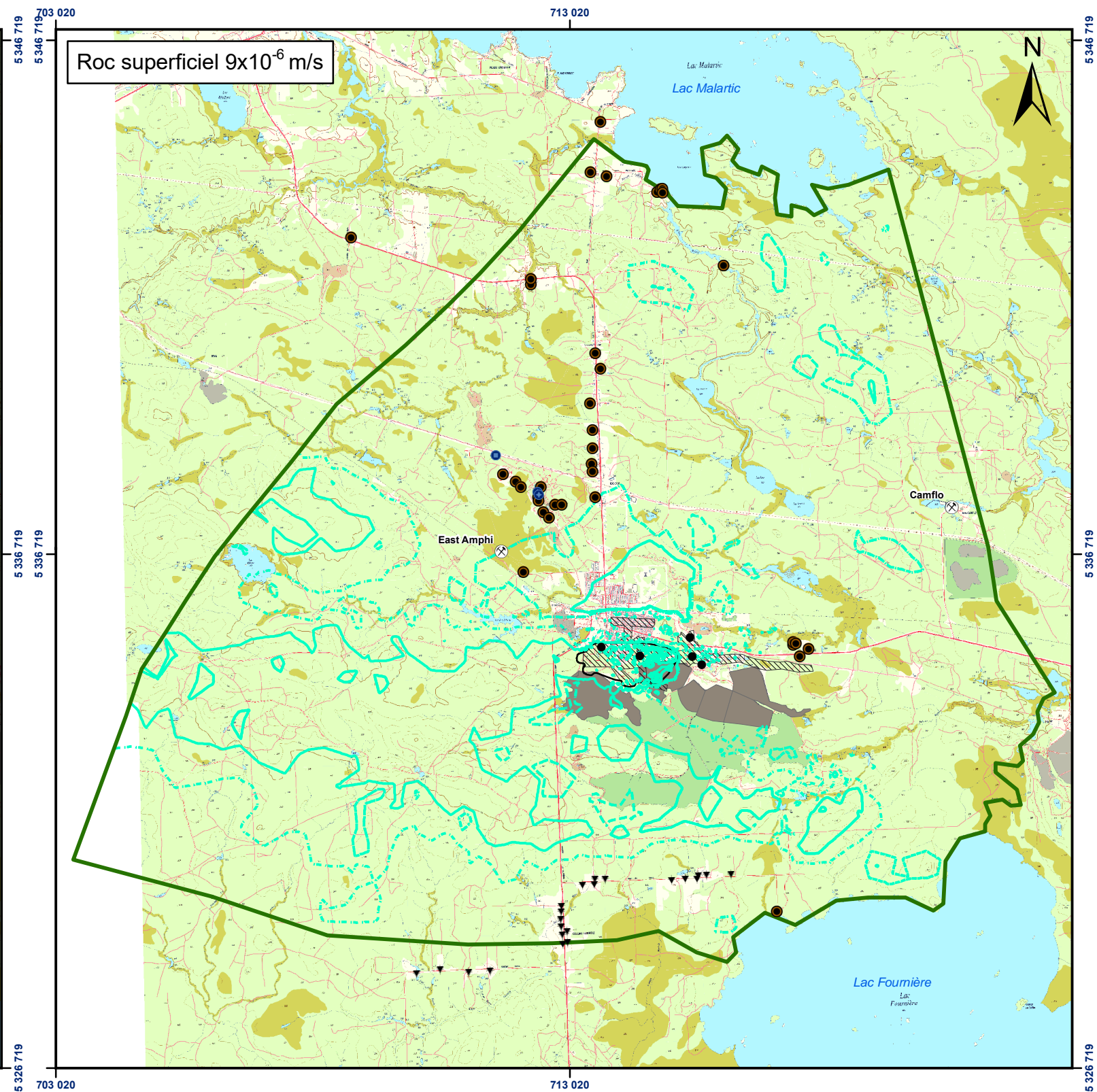
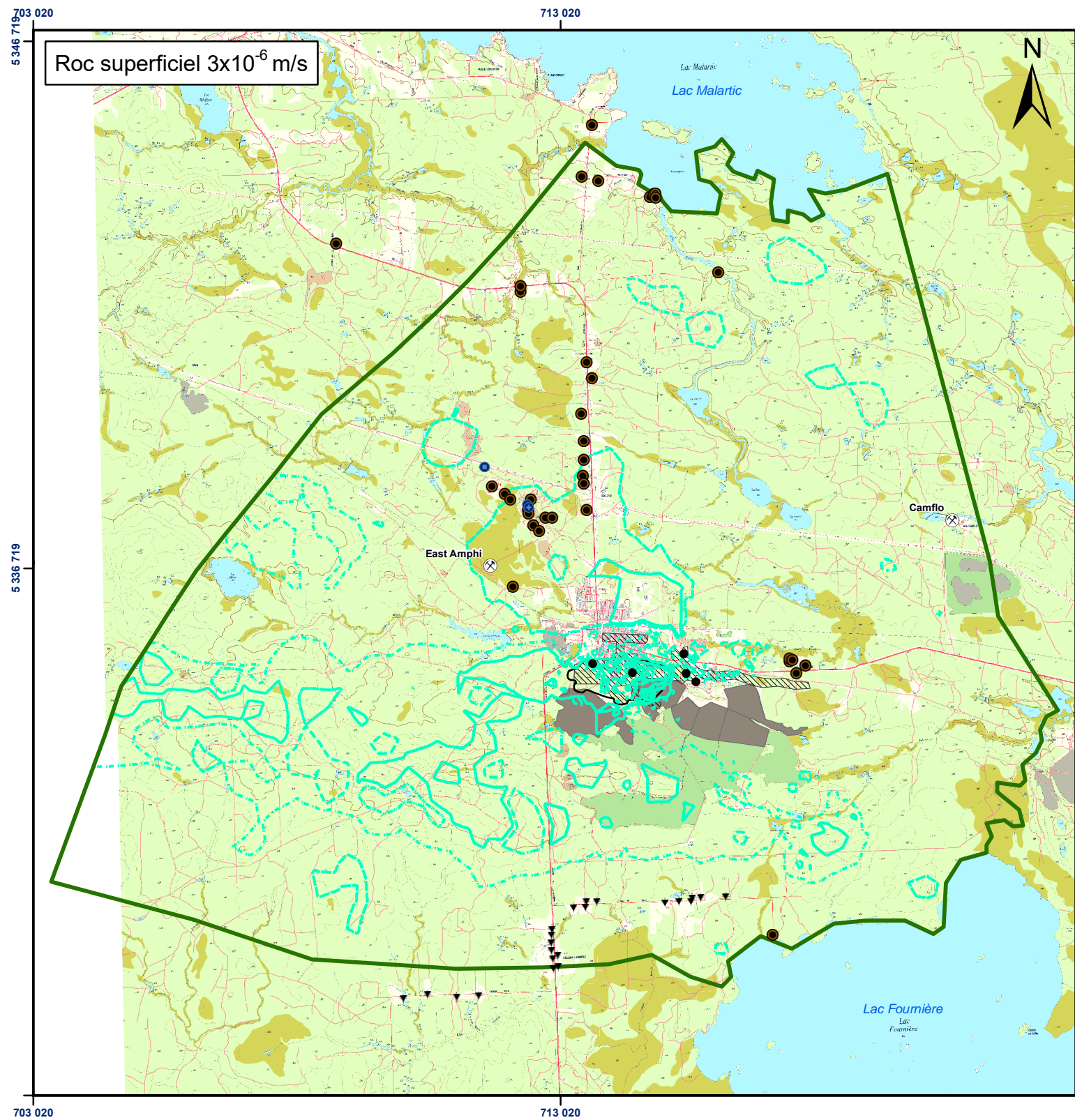
Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_25_ROC_Scenario_B_10_Ans.mxd			















Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

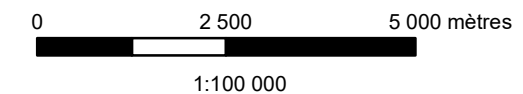
Titre : Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 10 ans
Scénario B de pompage dans les chantiers

Figure : 25



Légende

-  Anciennes mines dans le secteur à l'étude
-  Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
-  Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
-  Puits des mines souterraines
-  Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
-  Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
-  Rabattement simulé après 15 ans (3 m)
-  Rabattement simulé après 15 ans (10 m)
-  Limite du modèle numérique
-  Fosse proposée
-  Parc à résidus existants
-  Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL

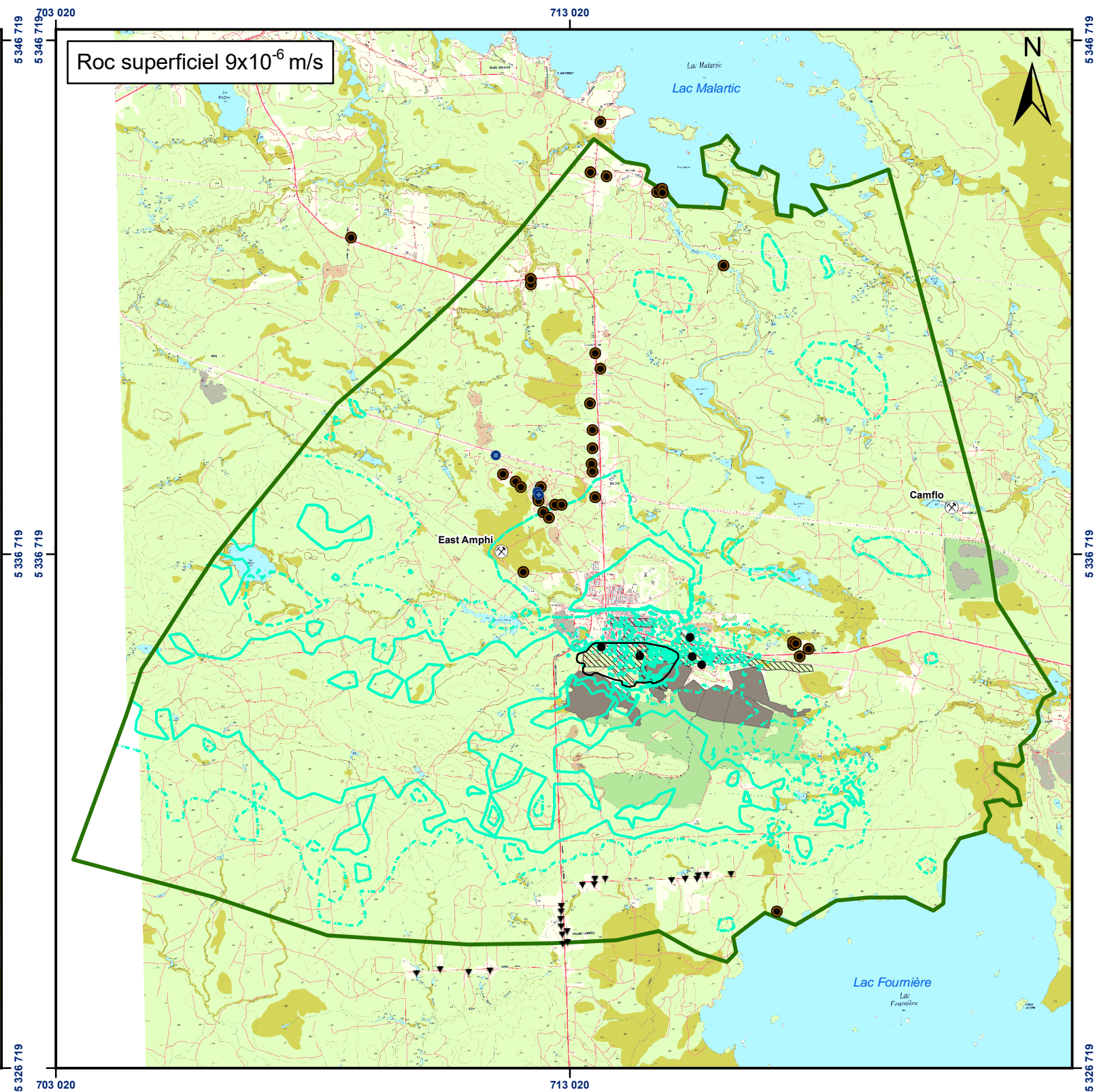
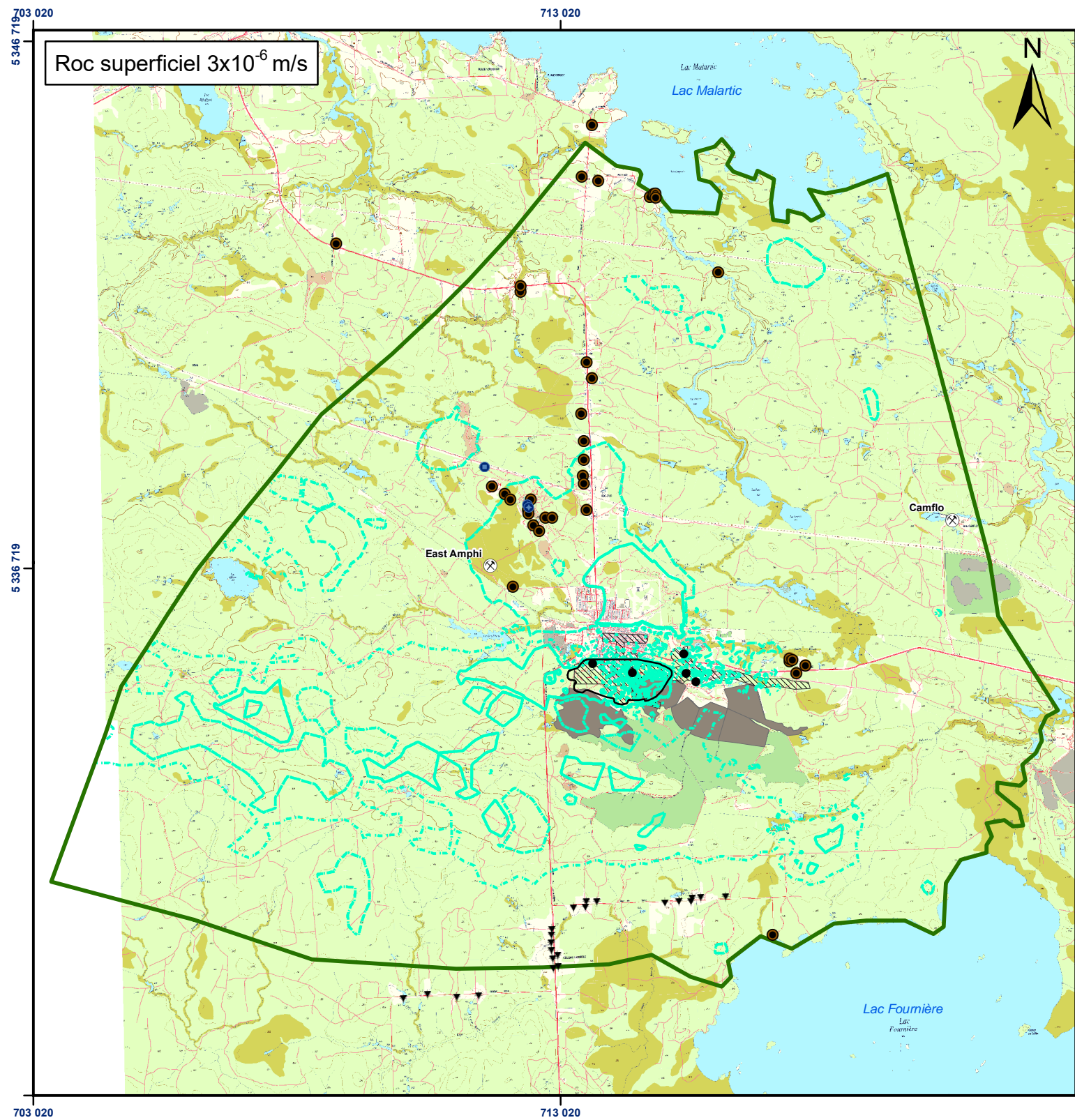


9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332







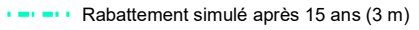
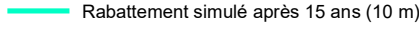
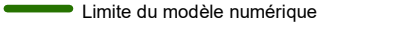
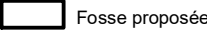
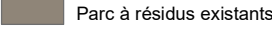
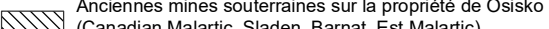
Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_26_DM_Scenario_A_15_Ans.mxd			

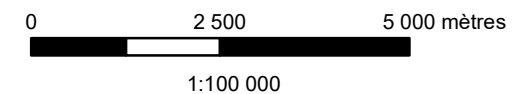


Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre : Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 15 ans Scénario A de pompage dans les chantiers	Figure : 26



Légende

-  Anciennes mines dans le secteur à l'étude
-  Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
-  Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
-  Puits des mines souterraines
-  Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
-  Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
-  Rabattement simulé après 15 ans (3 m)
-  Rabattement simulé après 15 ans (10 m)
-  Limite du modèle numérique
-  Fosse proposée
-  Parc à résidus existants
-  Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL

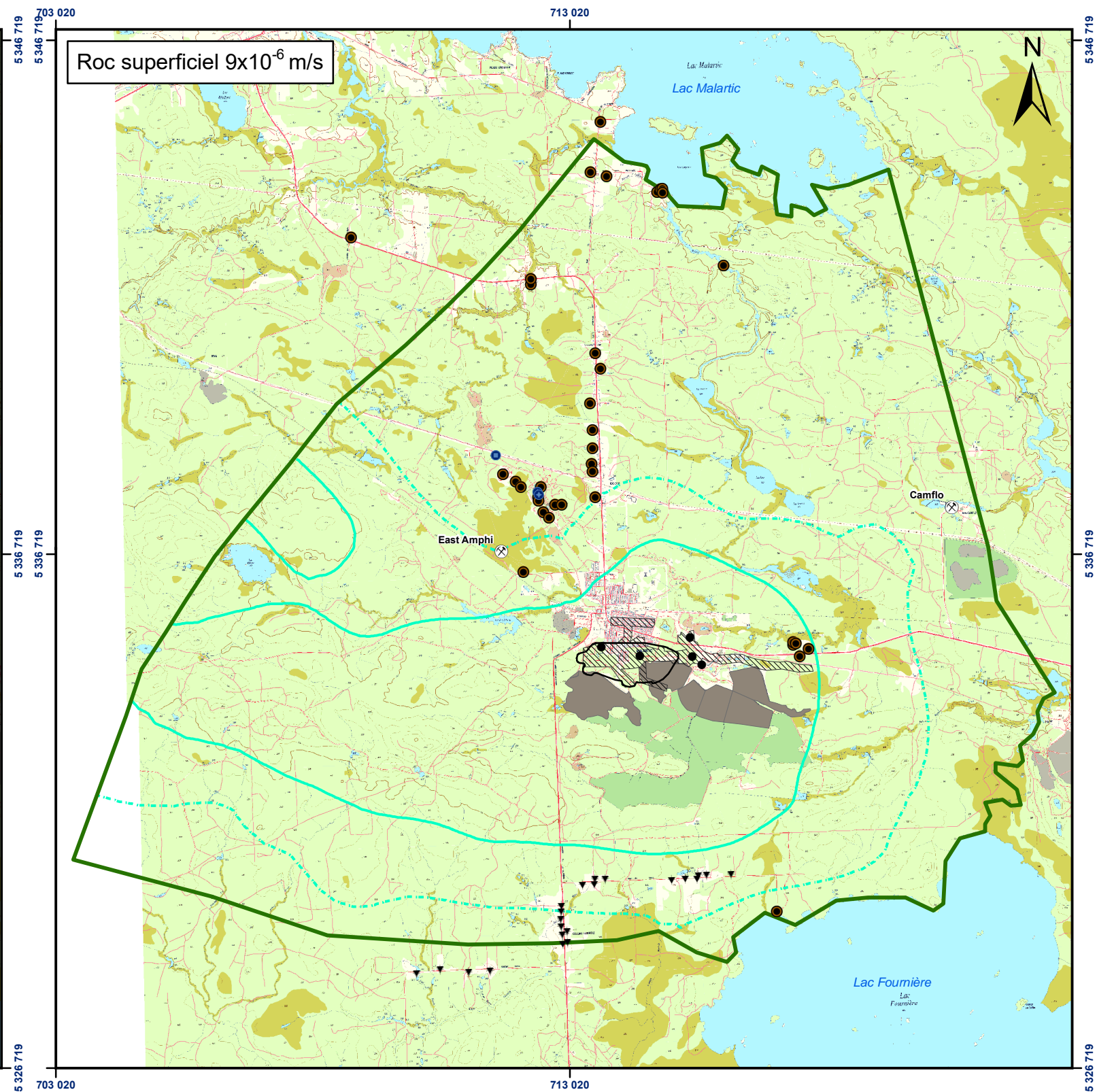
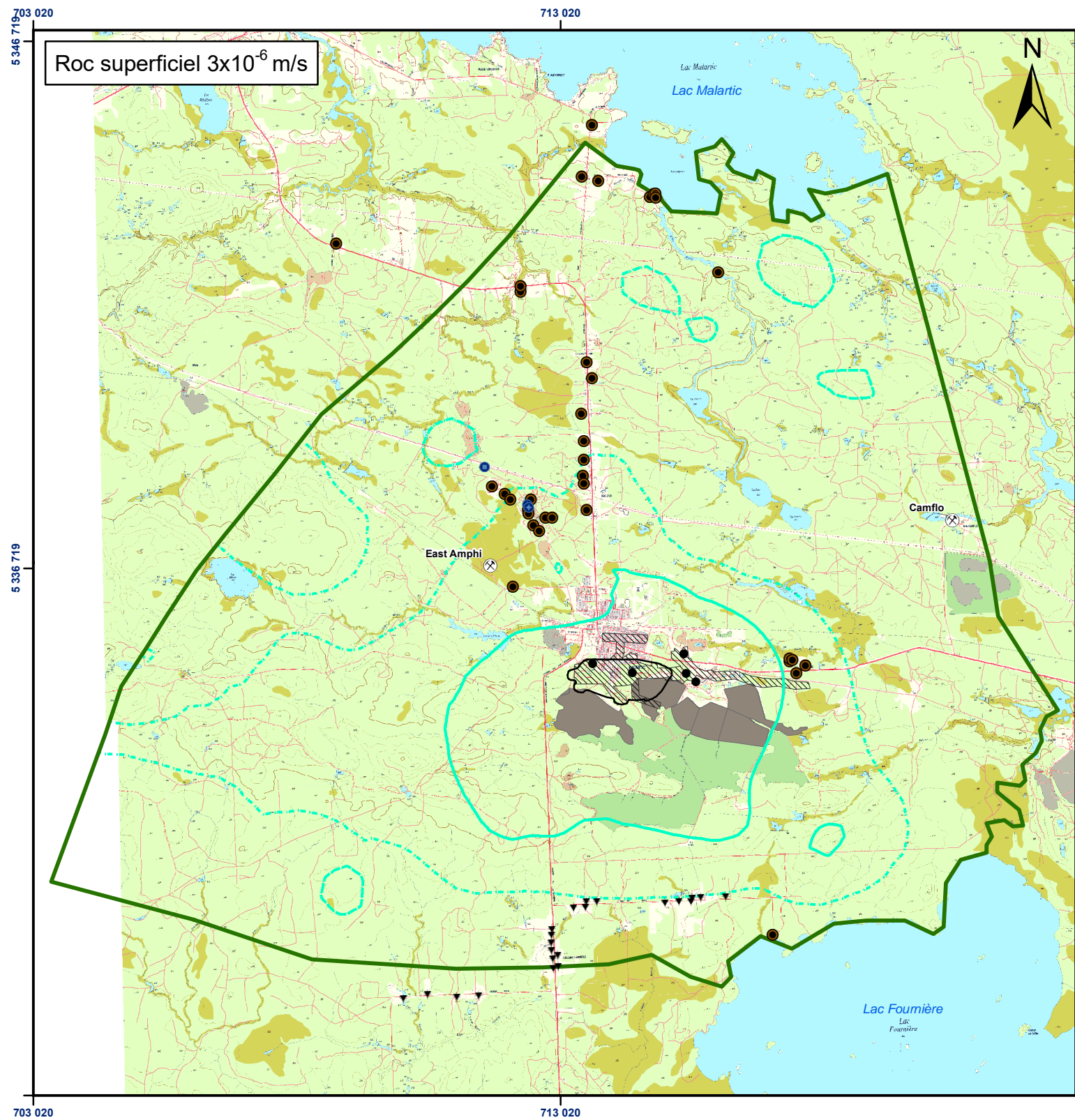


9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332













Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_27_DM_Scenario_B_15_Ans.mxd			

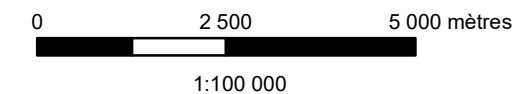


Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre : Étendue du rabattement simulé dans les dépôts meubles après 15 ans Scénario B de pompage dans les chantiers	Figure : 27



Légende

-  Anciennes mines dans le secteur à l'étude
-  Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
-  Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
-  Puits des mines souterraines
-  Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
-  Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
-  Rabattement simulé après 15 ans (3 m)
-  Rabattement simulé après 15 ans (10 m)
-  Limite du modèle numérique
-  Fosse proposée
-  Parc à résidus existants
-  Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL

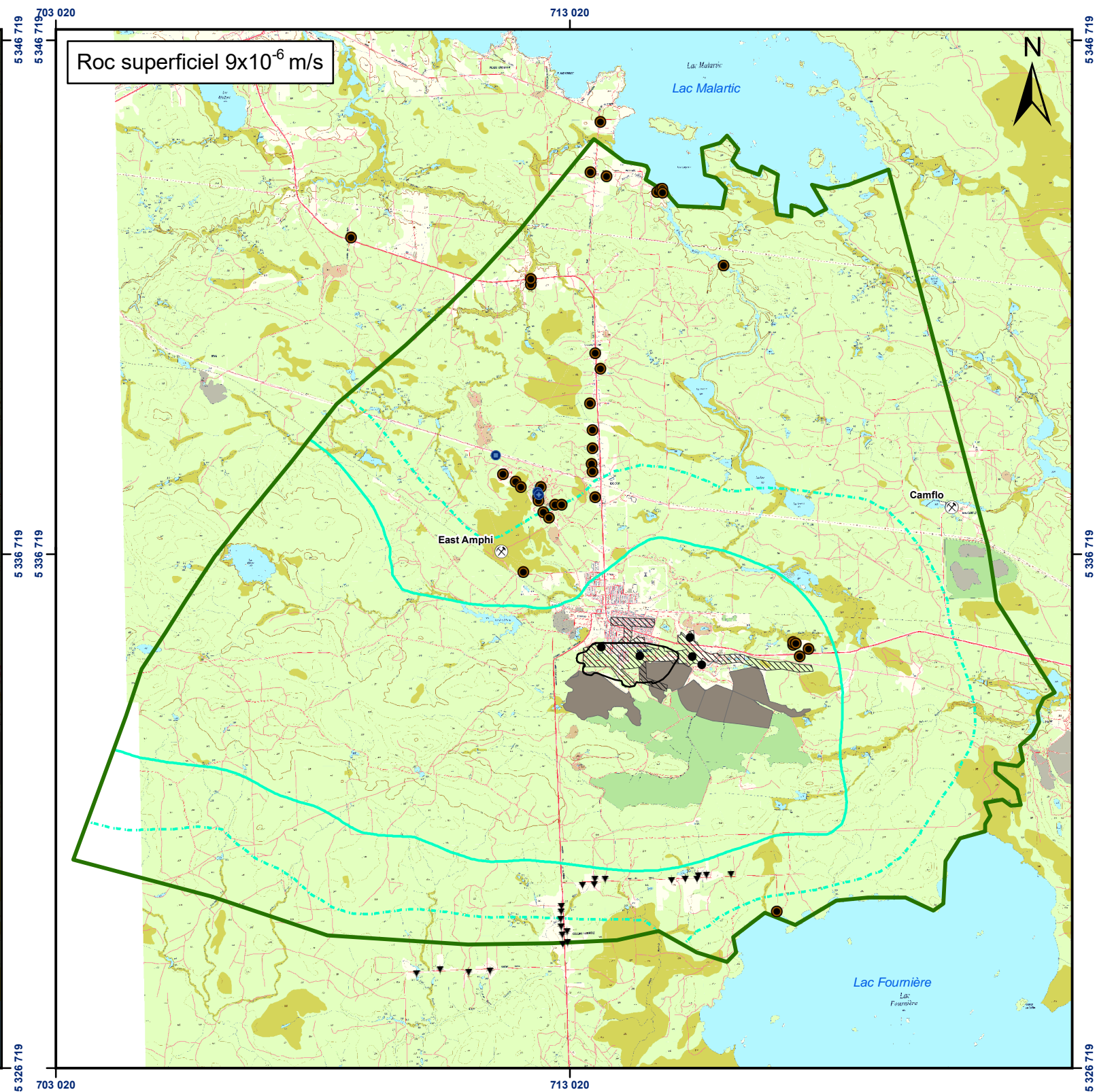
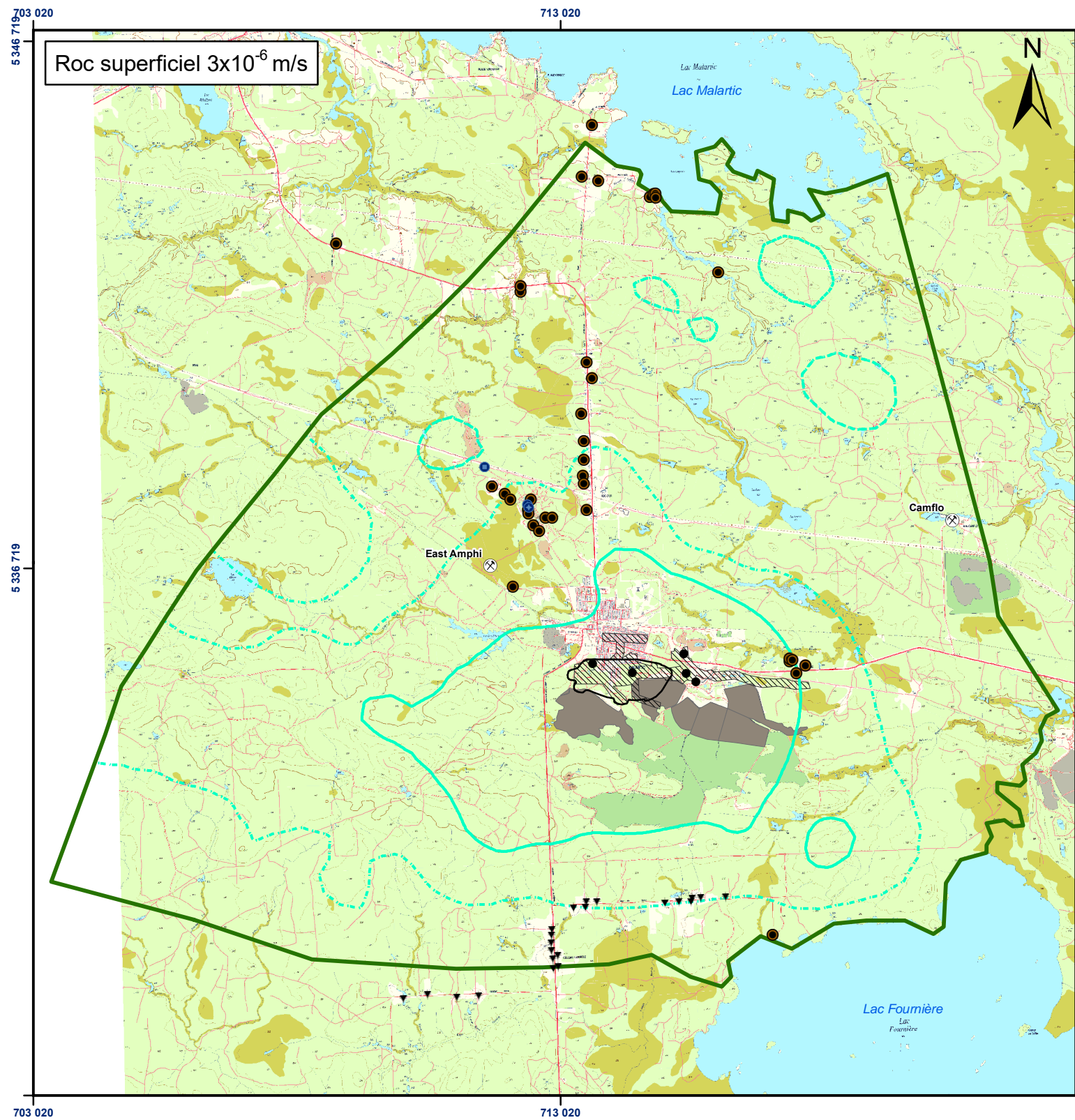


9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_28_ROC_Scenario_A_15_Ans.mxd			

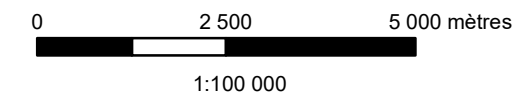


Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre :	Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 15 ans Scénario A de pompage dans les chantiers
Figure :	28



Légende

- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic (P-4; P-5)
- Nouveau puits de pompage de la ville de Malartic (PP-6)
- Puits des mines souterraines
- Forages Système d'information hydrogéologique (MDDEP, 2008)
- Puits d'eau potable domestiques (Genivar, 2008)
- Rabattement simulé après 15 ans (3 m)
- Rabattement simulé après 15 ans (10 m)
- Limite du modèle numérique
- Fosse proposée
- Parc à résidus existants
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)



Projection: Transverse universelle de Mercator
 NAD 83 UTM Zone 17
 Source: Cartes matricielles de la BDTQ à l'échelle 1:20 000

CONFIDENTIEL



Date :	30 juin 2008	Numéro de projet :	07-1221-0028
SIG :	O. Delorme	Conception :	A. Boutin
Vérification :	A. Boutin	Révision :	N. D'Anjou
Projet : N:\Actif\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\ Figure_29_ROC_Scenario_B_15_Ans.mxd			



Projet : ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES - OSISKO EXPLORATION MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Titre : Étendue du rabattement simulé dans le roc superficiel après 15 ans Scénario B de pompage dans les chantiers	Figure : 29

ANNEXE A

SOMMAIRE DES ESSAIS HYDRAULIQUE EN FORAGE

Tableau A-1
Projet Osisko - Résultats d'essai packer

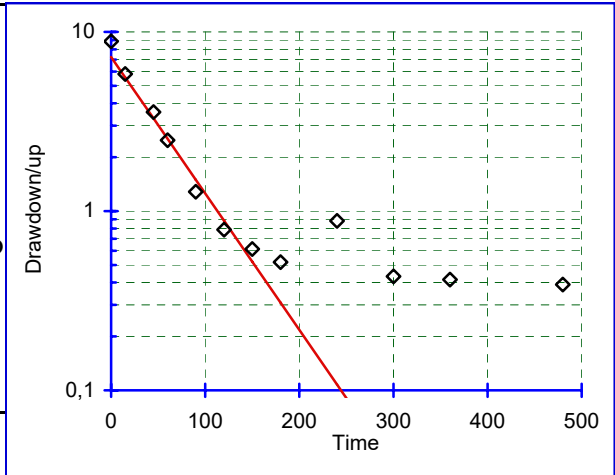
Forage	Essai #	Intervalle incliné		Vertical Intervalle		Méthode utilisée	Niveau d'eau sous la surface		Conductivité hydraulique K (m/s)	Unité lithologique *
		sommet (m)	fond (m)	sommet (m)	fond (m)		Forage ouvert (m)	Forage avec packer (m)		
GT-07-02	1	11,3	24,8	9,8	21,5	Constant, falling head	6,26	6,55	2,18E-06	AGR
GT-07-02	2	23,3	39,8	20,2	34,5	Constant, falling head	6,80	6,60	4,56E-07	AGR
GT-07-02	3	38,3	60,8	33,2	52,7	Constant, falling head	6,22	6,65	4,96E-07	AGR, CGR
GT-07-02	4	59,3	78,8	51,4	68,2	Constant, falling head	6,24	6,52	1,30E-06	AGR, CGR, SGR
GT-07-02	5	77,3	105,8	66,9	91,6	Constant, falling head	6,36	6,56	1,07E-06	CPO, SPO
GT-07-02	6	104,3	132,8	90,3	115,0	Constant, falling head	8,82	8,48	1,14E-07	CPO, APO, AGR
GT-07-02	7	131,3	162,8	113,7	141,0	Constant, falling head	6,02	6,47	7,32E-09	AGR, CPO
GT-07-02	8	161,3	201,8	139,7	174,8	Constant, falling head	5,16	5,78	1,61E-08	AGR, CPO
GT-07-02	9	200,3	240,8	173,5	208,5	Constant, falling head	5,65	6,55	1,01E-08	CPO, AGR, SPO
GT-07-02	10	239,3	279,8	207,2	242,3	Constant, falling head	4,24	5,65	8,86E-09	AGR, CGR
GT-07-03	1	8,5	14,5	7,4	12,6	Constant, falling head	-	12,70	2,24E-07	AGR
GT-07-03	2	17,4	23,4	15,1	20,3	Constant, falling head	0,99	1,71	2,36E-09	AGR
GT-07-03	3	32,4	38,4	28,1	33,3	Constant, falling head	0,73	1,31	1,33E-09	AGR
GT-07-03	4	44,4	50,4	38,5	43,6	Constant, falling head	0,77	1,45	3,03E-08	AGR
GT-07-03	5	59,4	65,4	51,4	56,6	Constant, falling head	0,46	1,58	4,92E-08	AGR
GT-07-03	6	74,4	80,4	64,4	69,6	Constant, falling head	0,71	1,53	1,94E-09	AGR
GT-07-03	7	86,4	92,4	74,8	80,0	Constant, falling head	0,39	1,35	3,46E-10	AGR
GT-07-03	8	98,4	104,4	85,2	90,4	Constant, falling head	0,66	1,47	3,67E-08	AGR
GT-07-03	9	119,3	125,9	103,3	109,0	Constant, falling head	0,17	1,45	3,45E-08	AGR
GT-07-03	10	149,3	155,3	129,3	134,5	Constant, falling head	0,41	1,30	3,05E-08	AGR
GT-07-03	11	167,3	173,3	144,9	150,1	Constant, falling head	0,48	1,26	3,78E-08	AGR
GT-07-03	12	197,3	203,3	170,9	176,1	Constant, falling head	0,4	1,48	4,96E-08	AGR
GT-07-03	13	205,5	225,8	178,0	195,5	Constant, falling head	-	1,30	1,37E-09	AGR, CGB, CGR
GT-07-04	1	17,4	23,4	16,4	22,0	Constant head	-	1,76	3,92E-07	SGR, REMGR, BRGR, SGR, CGR, SCH
GT-07-04	2	35,7	41,7	33,6	39,2	Constant, falling head,	-	3,50	4,09E-08	AGR, CGR
GT-07-04	3	59,8	65,8	56,2	61,9	Constant head,	-	-	1,27E-08	AGR
GT-07-04	4	101,5	107,5	95,4	101,1	Constant head,	-	-	1,05E-07	AGR, CGR
GT-07-04	5	143,6	149,6	135,0	140,7	Constant head,	-	0,12	3,78E-06	AGR
GT-07-04	6	170,8	176,8	160,5	166,2	Constant head,	-	0,26	4,13E-07	AGR
GT-07-04	7	197,8	203,8	185,9	191,6	Constant head,	-	0,26	3,63E-08	AGR, FAILLE
GT-07-04	8	218,8	224,8	205,7	211,3	Constant head,	-	-	3,63E-08	AGR
GT-07-04	9	260,7	266,7	245,1	250,7	Constant head,	-	-	3,63E-08	AGR
GT-07-04	10	299,7	305,7	281,7	287,4	Constant, falling head,	-	2,42	6,55E-08	AGR
GT-07-04	11	326,7	332,7	307,1	312,7	Constant head,	-	2,35	3,40E-08	AGR
GT-07-04	12	349,5	369,0	328,5	346,9	Constant, falling head,	-	2,13	3,06E-08	AGR, SCH
GT-07-05	1	8,5	22,0	7,9	20,6	Constant, falling head,	-	2,95	2,49E-07	SCH, AGR, CGR
GT-07-05	2	20,5	34,0	19,2	31,9	Falling head,	-	4,07	2,69E-08	CGR, SGR
GT-07-05	3	32,3	48,8	30,4	45,9	Constant, falling head,	2,16	5,36	2,78E-06	SGR, REMGR
GT-07-05	4	47,3	63,8	44,4	59,9	Constant, falling head,	5,00	5,48	1,23E-06	SGR, CGR
GT-07-05	5	62,5	79,0	58,8	74,3	Constant, falling head,	4,02	4,94	3,91E-07	SGR, CGR
GT-07-05	6	77,3	93,8	72,7	88,2	Constant, falling head,	4,31	4,47	1,50E-07	AGR, CGR
GT-07-05	7	92,3	108,8	86,8	102,3	Constant, falling head,	1,77	3,01	5,48E-08	CGR, SGR, AGR
GT-07-05	8	107,3	126,8	100,9	119,2	Constant, falling head,	2,4	3,34	2,87E-08	AGR
GT-07-05	9	125,3	150,8	117,8	141,8	Constant, falling head,	2,29	3,37	5,49E-09	AGR
GT-07-05	10	149,3	186,8	140,3	175,6	Constant, falling head,	1,95	2,59	2,59E-08	AGR, CGR
GT-07-05	11	185,3	234,8	174,2	220,7	Constant, falling head,	1,85	5,11	2,88E-09	AGR
GT-07-05	12	233,3	273,8	219,3	257,4	Constant, falling head,	2,89	3,73	1,17E-10	AGR, SCH, CGR
GT-07-05	13	272,3	324,8	256,0	305,3	Constant, falling head,	0,96	2,36	1,69E-09	AGR
GT-07-05	14	323,3	378,8	303,9	356,1	Constant, falling head,	1,67	-	9,76E-09	AGR, SPO, SCH, CGR
CM-07-1540	1	8,3	11,3	6,7	9,2	Constant, falling head,	2,01	-	4,17E-08	CPO
CM-07-1540	2	14,3	20,3	11,6	16,4	Constant, falling head,	2,8	-	3,15E-09	CPO
CM-07-1540	3	26,3	32,3	21,30	26,2	Constant, falling head,	13,7	-	1,87E-08	CPO
CM-07-1540	4	35,3	41,3	28,59	33,5	Constant, falling head,	6,96	-	1,72E-08	CPO
CM-07-1540	5	50,3	56,3	40,74	45,6	Constant, falling head,	10,23	-	9,06E-09	CPO
CM-07-1540	6	62,3	68,3	50,46	55,3	Constant, falling head,	15,2	-	6,14E-09	CPO
CM-07-1540	7	74,3	80,3	60,18	65,0	Constant, falling head,	17,07	-	8,77E-08	CPO
CM-07-1540	8	83,3	89,3	67,47	72,3	Constant, falling head,	16,33	-	7,46E-08	CPO
CM-07-1540	9	95,3	101,3	77,19	82,1	Constant	-	-	2,77E-07	CPO
CM-07-1540	10	101,3	124,3	82,05	100,7	Constant, falling head,	2,31	-	8,25E-08	CPO

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (11,3-24,8m)
 Run Date: 2008-01-17

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 11,3 meters
 Saturated Column Length: 11,3 meters
 Water Table Depth: 8,85 meters
 Aquifer Thickness: 11,3 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 12
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,072



Hyd. Cond., K(h): 2,86E-06 m/sec

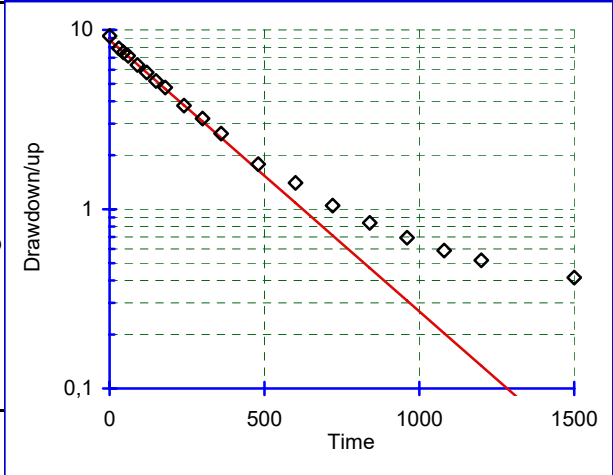
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	8,85	2,180	1,981
2)	15,00	3,03	5,82	1,761	1,718
3)	45,00	5,28	3,57	1,272	1,191
4)	60,00	6,37	2,48	0,910	0,928
5)	90,00	7,57	1,28	0,248	0,402
6)	120,00	8,06	0,79	-0,239	-0,124
7)	150,00	8,24	0,61	-0,487	-0,650
8)	180,00	8,33	0,52	-0,656	-1,177
9)	240,00	7,97	0,88	-0,125	-2,229
10)	300,00	8,42	0,43	-0,838	-3,281
11)	360,00	8,43	0,42	-0,879	-4,334
12)	480,00	8,46	0,39	-0,944	-6,439

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (23,3-39,8m)
 Run Date: 2008-01-18

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 16,5 meters
 Saturated Column Length: 16,5 meters
 Water Table Depth: 9,24 meters
 Aquifer Thickness: 16,5 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 19
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 4,23E-07 m/sec

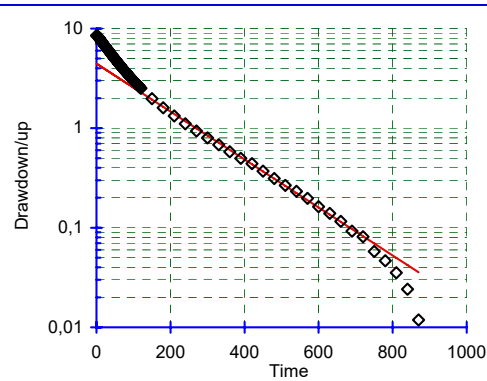
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	9,24	2,224	2,172
2)	30,00	1,34	7,90	2,067	2,067
3)	45,00	1,76	7,48	2,012	2,015
4)	60,00	2,08	7,16	1,969	1,963
5)	90,00	2,86	6,38	1,853	1,858
6)	120,00	3,45	5,79	1,757	1,754
7)	150,00	4,04	5,20	1,648	1,649
8)	180,00	4,47	4,77	1,563	1,544
9)	240,00	5,46	3,78	1,331	1,335
10)	300,00	6,04	3,20	1,164	1,126
11)	360,00	6,60	2,64	0,971	0,917
12)	480,00	7,46	1,78	0,579	0,499
13)	600,00	7,84	1,40	0,338	0,080
14)	720,00	8,19	1,05	0,046	-0,338
15)	840,00	8,40	0,84	-0,175	-0,756
16)	960,00	8,55	0,69	-0,368	-1,174
17)	1080,00	8,65	0,59	-0,530	-1,593
18)	1200,00	8,72	0,52	-0,656	-2,011
19)	1500,00	8,82	0,42	-0,879	-3,057

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (38,3-60,8m)
 Run Date: 2008-01-18

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 22,5 meters
 Saturated Column Length: 22,5 meters
 Water Table Depth: 8,65 meters
 Aquifer Thickness: 22,5 meters
 Line Fit Starting No.: 60 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 80 Max 86
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,045



Hyd. Cond., K(h): 5,27E-07 m/sec

Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,14	8,51	2,141	1,493
2)	2,00	0,18	8,47	2,137	1,482
3)	4,00	0,33	8,32	2,119	1,471
4)	6,00	0,52	8,13	2,095	1,460
5)	8,00	0,71	7,94	2,072	1,449
6)	10,00	0,91	7,74	2,047	1,438
7)	12,00	1,08	7,57	2,024	1,427
8)	14,00	1,24	7,41	2,002	1,416
9)	16,00	1,41	7,24	1,980	1,404
10)	18,00	1,59	7,06	1,955	1,393
11)	20,00	1,74	6,91	1,933	1,382
12)	22,00	1,89	6,76	1,911	1,371
13)	24,00	2,05	6,60	1,888	1,360
14)	26,00	2,19	6,46	1,866	1,349
15)	28,00	2,33	6,32	1,843	1,338
16)	30,00	2,48	6,17	1,820	1,327
17)	32,00	2,61	6,04	1,798	1,316
18)	34,00	2,74	5,91	1,776	1,305
19)	36,00	2,88	5,77	1,753	1,294
20)	38,00	3,00	5,65	1,732	1,282
21)	40,00	3,12	5,53	1,710	1,271
22)	42,00	3,24	5,41	1,688	1,260
23)	44,00	3,36	5,29	1,665	1,249
24)	46,00	3,48	5,17	1,644	1,238
25)	48,00	3,59	5,06	1,622	1,227
26)	50,00	3,70	4,95	1,600	1,216
27)	52,00	3,80	4,85	1,579	1,205
28)	54,00	3,90	4,75	1,558	1,194
29)	56,00	4,00	4,65	1,537	1,183
30)	58,00	4,08	4,57	1,520	1,172
31)	60,00	4,19	4,46	1,495	1,160
32)	62,00	4,29	4,36	1,472	1,149
33)	64,00	4,37	4,28	1,454	1,138
34)	66,00	4,47	4,18	1,430	1,127
35)	68,00	4,55	4,10	1,411	1,116

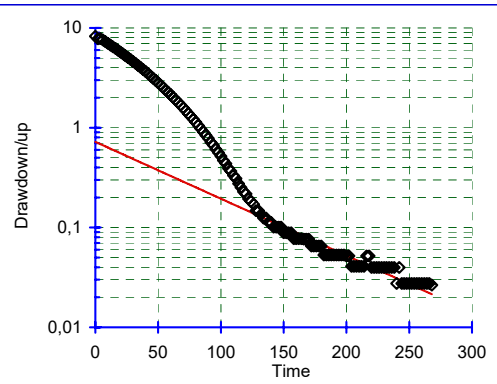
36)	70,00	4,64	4,01		1,389	1,105
37)	72,00	4,72	3,93		1,370	1,094
38)	74,00	4,78	3,87		1,352	1,083
39)	76,00	4,87	3,78		1,329	1,072
40)	78,00	4,94	3,71		1,311	1,061
41)	80,00	5,02	3,63		1,289	1,049
42)	82,00	5,09	3,56		1,270	1,038
43)	84,00	5,15	3,50		1,251	1,027
44)	86,00	5,22	3,43		1,232	1,016
45)	88,00	5,29	3,36		1,212	1,005
46)	90,00	5,35	3,30		1,195	0,994
47)	92,00	5,41	3,24		1,174	0,983
48)	94,00	5,47	3,18		1,157	0,972
49)	96,00	5,54	3,11		1,135	0,961
50)	98,00	5,60	3,05		1,117	0,950
51)	100,00	5,63	3,02		1,106	0,939
52)	102,00	5,69	2,96		1,087	0,927
53)	104,00	5,74	2,91		1,067	0,916
54)	106,00	5,81	2,84		1,044	0,905
55)	108,00	5,86	2,79		1,028	0,894
56)	110,00	5,90	2,75		1,011	0,883
57)	112,00	5,93	2,72		0,999	0,872
58)	114,00	5,99	2,66		0,978	0,861
59)	116,00	6,05	2,60		0,956	0,850
60)	118,00	6,09	2,56		0,939	0,839
61)	120,00	6,14	2,51		0,921	0,828
62)	150,00	6,67	1,98		0,682	0,661
63)	180,00	7,05	1,60		0,470	0,495
64)	210,00	7,32	1,33		0,282	0,328
65)	240,00	7,54	1,11		0,102	0,162
66)	270,00	7,71	0,94		-0,067	-0,004
67)	300,00	7,85	0,80		-0,226	-0,171
68)	330,00	7,97	0,68		-0,382	-0,337
69)	360,00	8,07	0,58		-0,547	-0,504
70)	390,00	8,15	0,50		-0,697	-0,670
71)	420,00	8,21	0,44		-0,821	-0,837
72)	450,00	8,28	0,37		-0,992	-1,003
73)	480,00	8,34	0,31		-1,163	-1,169
74)	510,00	8,38	0,27		-1,322	-1,336
75)	540,00	8,42	0,23		-1,461	-1,502
76)	570,00	8,45	0,20		-1,623	-1,669
77)	600,00	8,49	0,16		-1,816	-1,835
78)	630,00	8,51	0,14		-1,971	-2,001
79)	660,00	8,53	0,12		-2,155	-2,168
80)	690,00	8,56	0,09		-2,382	-2,334
81)	720,00	8,57	0,08		-2,511	-2,501
82)	750,00	8,59	0,06		-2,852	-2,667
83)	780,00	8,60	0,05		-3,068	-2,833
84)	810,00	8,61	0,04		-3,343	-3,000
85)	840,00	8,63	0,02		-3,725	-3,166
86)	870,00	8,64	0,01		-4,433	-3,333

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (59,3-78,8m)
 Run Date: 2008-01-18

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 19,5 meters
 Saturated Column Length: 19,5 meters
 Water Table Depth: 8,58 meters
 Aquifer Thickness: 19,5 meters
 Line Fit Starting No.: 60 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 130 Max 135
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 1,363



Hyd. Cond., K(h): 1,40E-06 m/sec

Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,32	8,26	2,111	-0,326
2)	2,00	0,80	7,78	2,052	-0,352
3)	4,00	0,73	7,85	2,060	-0,378
4)	6,00	1,00	7,58	2,026	-0,405
5)	8,00	1,29	7,29	1,986	-0,431
6)	10,00	1,58	7,00	1,946	-0,457
7)	12,00	1,84	6,74	1,908	-0,483
8)	14,00	2,11	6,47	1,868	-0,509
9)	16,00	2,35	6,23	1,830	-0,536
10)	18,00	2,60	5,98	1,788	-0,562
11)	20,00	2,85	5,73	1,746	-0,588
12)	22,00	3,09	5,49	1,703	-0,614
13)	24,00	3,31	5,27	1,661	-0,641
14)	26,00	3,54	5,04	1,618	-0,667
15)	28,00	3,75	4,83	1,575	-0,693
16)	30,00	3,96	4,62	1,531	-0,719
17)	32,00	4,16	4,42	1,486	-0,746
18)	34,00	4,36	4,22	1,439	-0,772
19)	36,00	4,55	4,03	1,393	-0,798
20)	38,00	4,74	3,84	1,345	-0,824
21)	40,00	4,92	3,66	1,297	-0,851
22)	42,00	5,10	3,48	1,246	-0,877
23)	44,00	5,27	3,31	1,196	-0,903
24)	46,00	5,44	3,14	1,144	-0,929
25)	48,00	5,60	2,98	1,092	-0,955
26)	50,00	5,75	2,83	1,042	-0,982
27)	52,00	5,91	2,67	0,984	-1,008
28)	54,00	6,05	2,53	0,927	-1,034
29)	56,00	6,19	2,39	0,872	-1,060
30)	58,00	6,31	2,27	0,818	-1,087
31)	60,00	6,44	2,14	0,762	-1,113
32)	62,00	6,56	2,02	0,701	-1,139

33)	64,00	6,68	1,90		0,644	-1,165
34)	66,00	6,79	1,79		0,582	-1,192
35)	68,00	6,89	1,69		0,522	-1,218
36)	70,00	7,00	1,58		0,459	-1,244
37)	72,00	7,10	1,48		0,393	-1,270
38)	74,00	7,19	1,39		0,329	-1,297
39)	76,00	7,28	1,30		0,261	-1,323
40)	78,00	7,36	1,22		0,197	-1,349
41)	80,00	7,44	1,14		0,129	-1,375
42)	82,00	7,52	1,06		0,055	-1,401
43)	84,00	7,60	0,98		-0,024	-1,428
44)	86,00	7,67	0,91		-0,096	-1,454
45)	88,00	7,74	0,84		-0,176	-1,480
46)	90,00	7,80	0,78		-0,246	-1,506
47)	92,00	7,87	0,71		-0,339	-1,533
48)	94,00	7,91	0,67		-0,405	-1,559
49)	96,00	7,97	0,61		-0,495	-1,585
50)	98,00	8,02	0,56		-0,573	-1,611
51)	100,00	8,06	0,52		-0,660	-1,638
52)	102,00	8,11	0,47		-0,753	-1,664
53)	104,00	8,14	0,44		-0,829	-1,690
54)	106,00	8,19	0,39		-0,941	-1,716
55)	108,00	8,21	0,37		-1,003	-1,743
56)	110,00	8,25	0,33		-1,102	-1,769
57)	112,00	8,27	0,31		-1,172	-1,795
58)	114,00	8,30	0,28		-1,290	-1,821
59)	116,00	8,33	0,25		-1,379	-1,847
60)	118,00	8,35	0,23		-1,477	-1,874
61)	120,00	8,36	0,22		-1,527	-1,900
62)	122,00	8,39	0,19		-1,642	-1,926
63)	124,00	8,40	0,18		-1,701	-1,952
64)	126,00	8,41	0,17		-1,765	-1,979
65)	128,00	8,43	0,15		-1,912	-2,005
66)	130,00	8,43	0,15		-1,912	-2,031
67)	132,00	8,44	0,14		-1,998	-2,057
68)	134,00	8,46	0,12		-2,085	-2,084
69)	136,00	8,46	0,12		-2,085	-2,110
70)	138,00	8,47	0,11		-2,179	-2,136
71)	140,00	8,47	0,11		-2,188	-2,162
72)	142,00	8,48	0,10		-2,294	-2,189
73)	144,00	8,48	0,10		-2,294	-2,215
74)	146,00	8,48	0,10		-2,294	-2,241
75)	148,00	8,48	0,10		-2,294	-2,267
76)	150,00	8,49	0,09		-2,423	-2,293
77)	152,00	8,49	0,09		-2,423	-2,320
78)	154,00	8,49	0,09		-2,423	-2,346
79)	156,00	8,49	0,09		-2,423	-2,372
80)	158,00	8,50	0,08		-2,558	-2,398
81)	160,00	8,50	0,08		-2,558	-2,425
82)	162,00	8,50	0,08		-2,558	-2,451

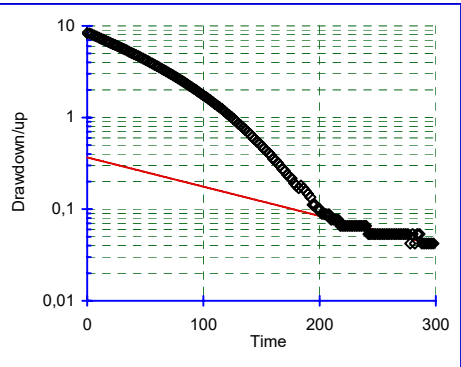
83)	164,00	8,50	0,08		-2,558	-2,477
84)	166,00	8,50	0,08		-2,571	-2,503
85)	168,00	8,50	0,08		-2,571	-2,530
86)	170,00	8,50	0,08		-2,571	-2,556
87)	172,00	8,51	0,07		-2,730	-2,582
88)	174,00	8,51	0,07		-2,730	-2,608
89)	176,00	8,51	0,07		-2,730	-2,634
90)	178,00	8,51	0,07		-2,730	-2,661
91)	180,00	8,51	0,07		-2,730	-2,687
92)	182,00	8,53	0,05		-2,938	-2,713
93)	184,00	8,53	0,05		-2,938	-2,739
94)	186,00	8,53	0,05		-2,938	-2,766
95)	188,00	8,53	0,05		-2,938	-2,792
96)	190,00	8,53	0,05		-2,938	-2,818
97)	192,00	8,53	0,05		-2,938	-2,844
98)	194,00	8,53	0,05		-2,938	-2,871
99)	196,00	8,53	0,05		-2,938	-2,897
100)	198,00	8,53	0,05		-2,938	-2,923
101)	200,00	8,53	0,05		-2,957	-2,949
102)	202,00	8,53	0,05		-2,957	-2,976
103)	204,00	8,54	0,04		-3,200	-3,002
104)	206,00	8,54	0,04		-3,200	-3,028
105)	208,00	8,54	0,04		-3,200	-3,054
106)	210,00	8,54	0,04		-3,200	-3,080
107)	212,00	8,54	0,04		-3,200	-3,107
108)	214,00	8,54	0,04		-3,200	-3,133
109)	216,00	8,53	0,05		-2,957	-3,159
110)	218,00	8,53	0,05		-2,957	-3,185
111)	220,00	8,54	0,04		-3,226	-3,212
112)	222,00	8,54	0,04		-3,226	-3,238
113)	224,00	8,54	0,04		-3,226	-3,264
114)	226,00	8,54	0,04		-3,226	-3,290
115)	228,00	8,54	0,04		-3,226	-3,317
116)	230,00	8,54	0,04		-3,226	-3,343
117)	232,00	8,54	0,04		-3,226	-3,369
118)	234,00	8,54	0,04		-3,226	-3,395
119)	236,00	8,54	0,04		-3,226	-3,422
120)	238,00	8,54	0,04		-3,226	-3,448
121)	240,00	8,55	0,03		-3,593	-3,474
122)	242,00	8,54	0,04		-3,226	-3,500
123)	244,00	8,55	0,03		-3,593	-3,526
124)	246,00	8,55	0,03		-3,593	-3,553
125)	248,00	8,55	0,03		-3,593	-3,579
126)	250,00	8,55	0,03		-3,593	-3,605
127)	252,00	8,55	0,03		-3,593	-3,631
128)	254,00	8,55	0,03		-3,593	-3,658
129)	256,00	8,55	0,03		-3,593	-3,684
130)	258,00	8,55	0,03		-3,593	-3,710
131)	260,00	8,55	0,03		-3,593	-3,736
132)	262,00	8,55	0,03		-3,593	-3,763
133)	264,00	8,55	0,03		-3,593	-3,789
134)	266,00	8,55	0,03		-3,593	-3,815
135)	268,00	8,55	0,03		-3,631	-3,841

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (77,3-105,8m)
 Run Date: 2008-01-18

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 28,5 meters
 Saturated Column Length: 28,5 meters
 Water Table Depth: 8,4 meters
 Aquifer Thickness: 28,5 meters
 Line Fit Starting No.: 100 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 150 Max 150
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,347



Hyd. Cond., K(h): 5,80E-07 m/sec

Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,06	8,34	2,121	-1,002
2)	2,00	0,13	8,27	2,112	-1,017
3)	4,00	0,33	8,07	2,088	-1,032
4)	6,00	0,55	7,85	2,061	-1,046
5)	8,00	0,75	7,65	2,035	-1,061
6)	10,00	0,94	7,46	2,009	-1,076
7)	12,00	1,14	7,26	1,983	-1,090
8)	14,00	1,32	7,08	1,957	-1,105
9)	16,00	1,51	6,89	1,930	-1,120
10)	18,00	1,69	6,71	1,904	-1,134
11)	20,00	1,87	6,53	1,876	-1,149
12)	22,00	2,04	6,36	1,850	-1,164
13)	24,00	2,20	6,20	1,824	-1,179
14)	26,00	2,37	6,03	1,797	-1,193
15)	28,00	2,54	5,86	1,769	-1,208
16)	30,00	2,70	5,70	1,740	-1,223
17)	32,00	2,85	5,55	1,715	-1,237
18)	34,00	3,00	5,40	1,686	-1,252
19)	36,00	3,16	5,24	1,657	-1,267
20)	38,00	3,31	5,09	1,627	-1,281
21)	40,00	3,46	4,94	1,598	-1,296
22)	42,00	3,59	4,81	1,571	-1,311
23)	44,00	3,72	4,68	1,542	-1,326
24)	46,00	3,88	4,52	1,509	-1,340
25)	48,00	4,00	4,40	1,481	-1,355
26)	50,00	4,13	4,27	1,453	-1,370
27)	52,00	4,26	4,14	1,421	-1,384
28)	54,00	4,39	4,01	1,388	-1,399
29)	56,00	4,52	3,88	1,357	-1,414
30)	58,00	4,63	3,77	1,327	-1,429
31)	60,00	4,75	3,65	1,294	-1,443
32)	62,00	4,88	3,52	1,259	-1,458
33)	64,00	4,99	3,41	1,227	-1,473
34)	66,00	5,10	3,30	1,194	-1,487
35)	68,00	5,21	3,19	1,159	-1,502
36)	70,00	5,31	3,09	1,127	-1,517

37)	72,00	5,42	2,98		1,093	-1,531
38)	74,00	5,52	2,88		1,058	-1,546
39)	76,00	5,62	2,78		1,023	-1,561
40)	78,00	5,72	2,68		0,985	-1,576
41)	80,00	5,81	2,59		0,951	-1,590
42)	82,00	5,91	2,49		0,911	-1,605
43)	84,00	5,99	2,41		0,878	-1,620
44)	86,00	6,10	2,30		0,835	-1,634
45)	88,00	6,17	2,23		0,800	-1,649
46)	90,00	6,27	2,13		0,758	-1,664
47)	92,00	6,34	2,06		0,720	-1,679
48)	94,00	6,42	1,98		0,681	-1,693
49)	96,00	6,50	1,90		0,640	-1,708
50)	98,00	6,58	1,82		0,597	-1,723
51)	100,00	6,65	1,75		0,559	-1,737
52)	102,00	6,72	1,68		0,519	-1,752
53)	104,00	6,79	1,61		0,477	-1,767
54)	106,00	6,86	1,54		0,434	-1,781
55)	108,00	6,93	1,47		0,388	-1,796
56)	110,00	6,99	1,41		0,341	-1,811
57)	112,00	7,05	1,35		0,299	-1,826
58)	114,00	7,11	1,29		0,256	-1,840
59)	116,00	7,17	1,23		0,211	-1,855
60)	118,00	7,22	1,18		0,164	-1,870
61)	120,00	7,29	1,11		0,104	-1,884
62)	122,00	7,34	1,06		0,062	-1,899
63)	124,00	7,38	1,02		0,018	-1,914
64)	126,00	7,44	0,96		-0,040	-1,928
65)	128,00	7,49	0,91		-0,089	-1,943
66)	130,00	7,54	0,86		-0,154	-1,958
67)	132,00	7,58	0,82		-0,194	-1,973
68)	134,00	7,62	0,78		-0,251	-1,987
69)	136,00	7,67	0,73		-0,312	-2,002
70)	138,00	7,70	0,70		-0,360	-2,017
71)	140,00	7,74	0,66		-0,411	-2,031
72)	142,00	7,78	0,62		-0,483	-2,046
73)	144,00	7,82	0,58		-0,539	-2,061
74)	146,00	7,85	0,55		-0,600	-2,076
75)	148,00	7,87	0,53		-0,644	-2,090
76)	150,00	7,91	0,49		-0,712	-2,105
77)	152,00	7,94	0,46		-0,783	-2,120
78)	154,00	7,97	0,43		-0,836	-2,134
79)	156,00	7,99	0,41		-0,889	-2,149
80)	158,00	8,01	0,39		-0,947	-2,164
81)	160,00	8,05	0,35		-1,041	-2,178
82)	162,00	8,06	0,34		-1,073	-2,193
83)	164,00	8,08	0,32		-1,144	-2,208
84)	166,00	8,10	0,30		-1,217	-2,223
85)	168,00	8,13	0,27		-1,300	-2,237
86)	170,00	8,14	0,26		-1,342	-2,252
87)	172,00	8,16	0,24		-1,436	-2,267
88)	174,00	8,17	0,23		-1,484	-2,281
89)	176,00	8,18	0,22		-1,535	-2,296
90)	178,00	8,21	0,19		-1,650	-2,311
91)	180,00	8,22	0,18		-1,710	-2,325

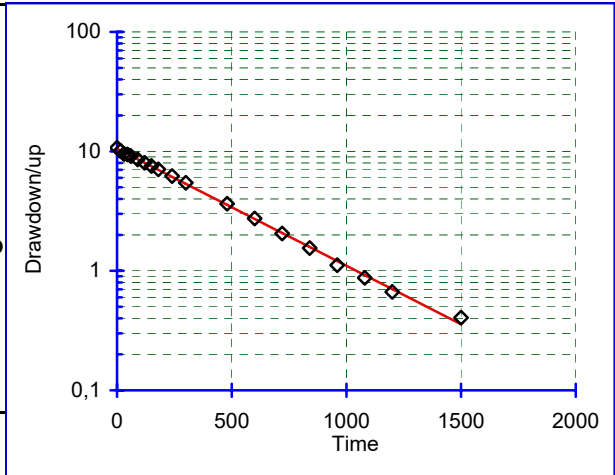
92)	182,00	8,23	0,17		-1,774	-2,340
93)	184,00	8,22	0,18		-1,710	-2,355
94)	186,00	8,23	0,17		-1,774	-2,370
95)	188,00	8,24	0,16		-1,849	-2,384
96)	190,00	8,25	0,15		-1,923	-2,399
97)	192,00	8,27	0,13		-2,003	-2,414
98)	194,00	8,29	0,11		-2,194	-2,428
99)	196,00	8,29	0,11		-2,194	-2,443
100)	198,00	8,30	0,10		-2,300	-2,458
101)	200,00	8,30	0,10		-2,300	-2,473
102)	202,00	8,31	0,09		-2,418	-2,487
103)	204,00	8,31	0,09		-2,430	-2,502
104)	206,00	8,31	0,09		-2,430	-2,517
105)	208,00	8,31	0,09		-2,430	-2,531
106)	210,00	8,32	0,08		-2,566	-2,546
107)	212,00	8,32	0,08		-2,566	-2,561
108)	214,00	8,32	0,08		-2,566	-2,575
109)	216,00	8,32	0,08		-2,566	-2,590
110)	218,00	8,33	0,07		-2,723	-2,605
111)	220,00	8,33	0,07		-2,723	-2,620
112)	222,00	8,33	0,07		-2,723	-2,634
113)	224,00	8,33	0,07		-2,723	-2,649
114)	226,00	8,33	0,07		-2,723	-2,664
115)	228,00	8,33	0,07		-2,723	-2,678
116)	230,00	8,33	0,07		-2,723	-2,693
117)	232,00	8,33	0,07		-2,723	-2,708
118)	234,00	8,33	0,07		-2,723	-2,722
119)	236,00	8,33	0,07		-2,723	-2,737
120)	238,00	8,33	0,07		-2,723	-2,752
121)	240,00	8,33	0,07		-2,723	-2,767
122)	242,00	8,35	0,05		-2,930	-2,781
123)	244,00	8,35	0,05		-2,930	-2,796
124)	246,00	8,35	0,05		-2,930	-2,811
125)	248,00	8,35	0,05		-2,930	-2,825
126)	250,00	8,35	0,05		-2,930	-2,840
127)	252,00	8,35	0,05		-2,930	-2,855
128)	254,00	8,35	0,05		-2,930	-2,870
129)	256,00	8,35	0,05		-2,930	-2,884
130)	258,00	8,35	0,05		-2,930	-2,899
131)	260,00	8,35	0,05		-2,930	-2,914
132)	262,00	8,35	0,05		-2,930	-2,928
133)	264,00	8,35	0,05		-2,930	-2,943
134)	266,00	8,35	0,05		-2,930	-2,958
135)	268,00	8,35	0,05		-2,930	-2,972
136)	270,00	8,35	0,05		-2,930	-2,987
137)	272,00	8,35	0,05		-2,930	-3,002
138)	274,00	8,35	0,05		-2,930	-3,017
139)	276,00	8,35	0,05		-2,930	-3,031
140)	278,00	8,36	0,04		-3,165	-3,046
141)	280,00	8,35	0,05		-2,930	-3,061
142)	282,00	8,36	0,04		-3,165	-3,075
143)	284,00	8,35	0,05		-2,930	-3,090
144)	286,00	8,35	0,05		-2,930	-3,105
145)	288,00	8,36	0,04		-3,165	-3,119
146)	290,00	8,36	0,04		-3,165	-3,134
147)	292,00	8,36	0,04		-3,165	-3,149
148)	294,00	8,36	0,04		-3,165	-3,164
149)	296,00	8,36	0,04		-3,165	-3,178
150)	298,00	8,36	0,04		-3,165	-3,193

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (104,3-132,8m)
 Run Date: 2008-01-22

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 28,5 meters
 Saturated Column Length: 28,5 meters
 Water Table Depth: 10,72 meters
 Aquifer Thickness: 28,5 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 19
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,003



Hyd. Cond., K(h): 1,78E-07 m/sec

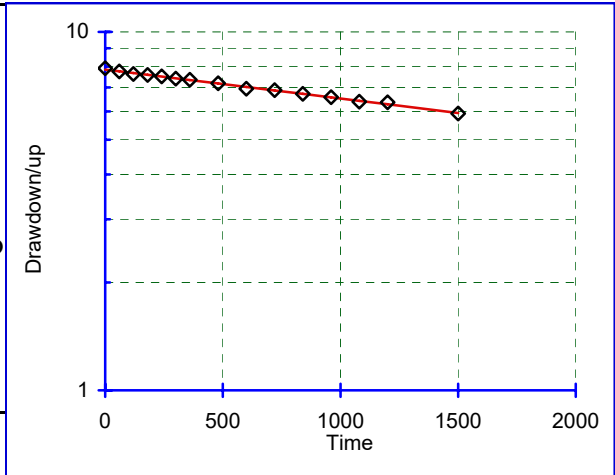
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	10,72	2,372	2,352
2)	15,00	0,61	10,11	2,314	2,319
3)	30,00	1,21	9,51	2,252	2,285
4)	45,00	1,29	9,43	2,244	2,251
5)	60,00	1,58	9,14	2,213	2,217
6)	90,00	2,17	8,55	2,147	2,150
7)	120,00	2,68	8,04	2,084	2,082
8)	150,00	3,17	7,55	2,022	2,014
9)	180,00	3,64	7,08	1,958	1,947
10)	240,00	4,51	6,21	1,826	1,812
11)	300,00	5,27	5,45	1,696	1,676
12)	480,00	7,08	3,64	1,293	1,271
13)	600,00	7,98	2,74	1,009	1,000
14)	720,00	8,67	2,05	0,718	0,730
15)	840,00	9,17	1,55	0,437	0,460
16)	960,00	9,60	1,12	0,110	0,189
17)	1080,00	9,85	0,87	-0,135	-0,081
18)	1200,00	10,05	0,67	-0,407	-0,352
19)	1500,00	10,31	0,41	-0,902	-1,028

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (131,3-162,8m)
 Run Date: 2008-01-22

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 31,5 meters
 Saturated Column Length: 31,5 meters
 Water Table Depth: 7,92 meters
 Aquifer Thickness: 31,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 15
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,35E-08 m/sec

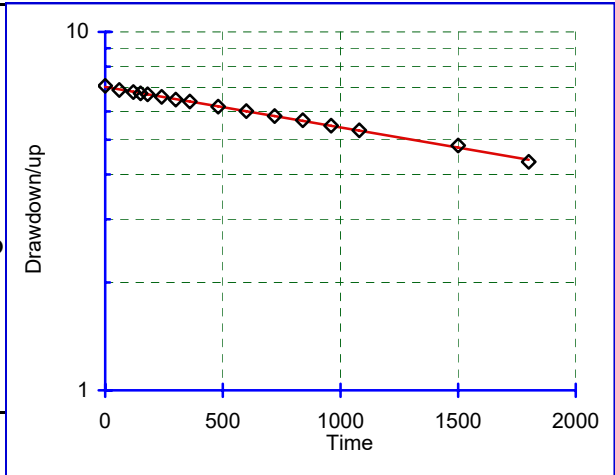
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	7,92	2,069	2,060
2)	60,00	0,16	7,76	2,048	2,049
3)	120,00	0,29	7,63	2,033	2,038
4)	180,00	0,34	7,58	2,026	2,027
5)	240,00	0,41	7,51	2,017	2,016
6)	300,00	0,51	7,41	2,003	2,005
7)	360,00	0,56	7,36	1,996	1,994
8)	480,00	0,73	7,19	1,973	1,971
9)	600,00	0,98	6,94	1,938	1,949
10)	720,00	1,04	6,88	1,929	1,927
11)	840,00	1,20	6,72	1,905	1,904
12)	960,00	1,34	6,58	1,884	1,882
13)	1080,00	1,53	6,39	1,854	1,860
14)	1200,00	1,56	6,36	1,850	1,838
15)	1500,00	2,00	5,92	1,778	1,782

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (161,3-201,8m)
 Run Date: 2008-01-23

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 40,5 meters
 Saturated Column Length: 40,5 meters
 Water Table Depth: 7,07 meters
 Aquifer Thickness: 40,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 16 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,55E-08 m/sec

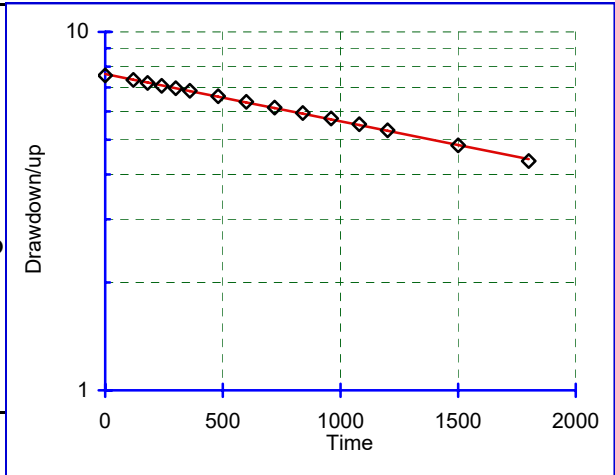
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	7,07	1,956	1,949
2)	60,00	0,18	6,89	1,930	1,933
3)	120,00	0,28	6,79	1,916	1,918
4)	150,00	0,33	6,74	1,908	1,910
5)	180,00	0,37	6,70	1,902	1,902
6)	240,00	0,48	6,59	1,885	1,887
7)	300,00	0,60	6,47	1,868	1,871
8)	360,00	0,68	6,39	1,855	1,855
9)	480,00	0,88	6,19	1,822	1,824
10)	600,00	1,06	6,01	1,794	1,793
11)	720,00	1,25	5,82	1,762	1,762
12)	840,00	1,40	5,67	1,735	1,731
13)	960,00	1,59	5,48	1,700	1,700
14)	1080,00	1,76	5,31	1,670	1,668
15)	1500,00	2,25	4,82	1,572	1,559
16)	1800,00	2,73	4,34	1,468	1,481

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (200,3-240,8m)
 Run Date: 2008-01-23

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 40,5 meters
 Saturated Column Length: 40,5 meters
 Water Table Depth: 7,56 meters
 Aquifer Thickness: 40,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 15
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,81E-08 m/sec

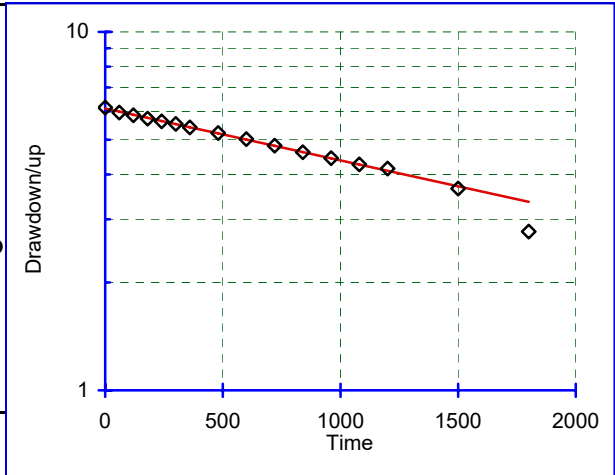
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	7,56	2,023	2,032
2)	120,00	0,22	7,34	1,994	1,996
3)	180,00	0,36	7,20	1,975	1,977
4)	240,00	0,48	7,08	1,957	1,959
5)	300,00	0,60	6,96	1,941	1,941
6)	360,00	0,71	6,85	1,924	1,923
7)	480,00	0,94	6,62	1,889	1,886
8)	600,00	1,18	6,38	1,854	1,850
9)	720,00	1,41	6,15	1,816	1,813
10)	840,00	1,62	5,94	1,782	1,777
11)	960,00	1,83	5,73	1,746	1,740
12)	1080,00	2,04	5,52	1,709	1,704
13)	1200,00	2,24	5,32	1,671	1,667
14)	1500,00	2,74	4,82	1,573	1,576
15)	1800,00	3,20	4,36	1,473	1,485

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-02 (239,3-279,8m)
 Run Date: 2008-01-25

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 40,5 meters
 Saturated Column Length: 40,5 meters
 Water Table Depth: 6,15 meters
 Aquifer Thickness: 40,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,001



Hyd. Cond., K(h): 1,98E-08 m/sec

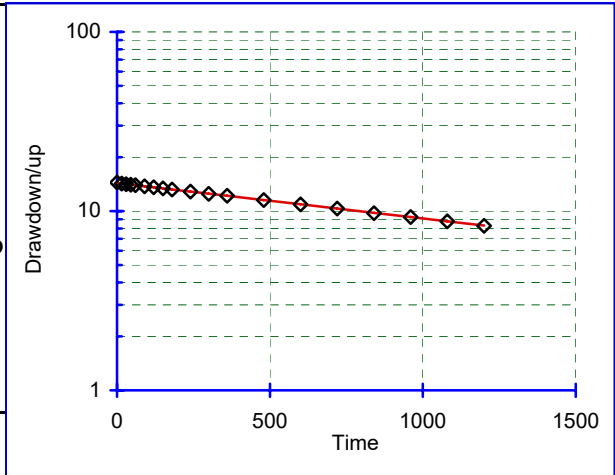
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	6,15	1,816	1,810
2)	60,00	0,19	5,96	1,785	1,790
3)	120,00	0,29	5,86	1,767	1,770
4)	180,00	0,42	5,73	1,745	1,750
5)	240,00	0,52	5,63	1,728	1,730
6)	300,00	0,61	5,54	1,711	1,710
7)	360,00	0,74	5,41	1,689	1,690
8)	480,00	0,93	5,22	1,653	1,650
9)	600,00	1,13	5,02	1,614	1,610
10)	720,00	1,33	4,82	1,572	1,570
11)	840,00	1,53	4,62	1,530	1,530
12)	960,00	1,71	4,44	1,492	1,491
13)	1080,00	1,88	4,27	1,452	1,451
14)	1200,00	1,99	4,16	1,425	1,411
15)	1500,00	2,49	3,66	1,296	1,311
16)	1800,00	3,38	2,77	1,020	1,211

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (8,5-14.5m)
 Run Date: 2008-01-29

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 14,44 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 19
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,22E-07 m/sec

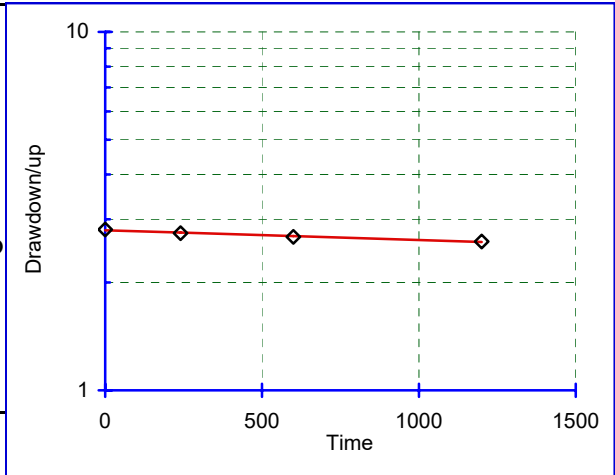
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	14,44	2,670	2,663
2)	15,00	0,19	14,25	2,657	2,656
3)	30,00	0,30	14,14	2,649	2,649
4)	45,00	0,39	14,05	2,643	2,643
5)	60,00	0,48	13,96	2,636	2,636
6)	90,00	0,68	13,76	2,622	2,622
7)	120,00	0,86	13,58	2,609	2,608
8)	150,00	1,04	13,40	2,595	2,595
9)	180,00	1,24	13,20	2,581	2,581
10)	240,00	1,59	12,85	2,553	2,554
11)	300,00	1,95	12,49	2,525	2,527
12)	360,00	2,26	12,18	2,500	2,499
13)	480,00	2,92	11,52	2,444	2,445
14)	600,00	3,53	10,91	2,389	2,390
15)	720,00	4,11	10,33	2,335	2,335
16)	840,00	4,71	9,73	2,276	2,281
17)	960,00	5,18	9,26	2,226	2,226
18)	1080,00	5,67	8,77	2,171	2,172
19)	1200,00	6,16	8,28	2,114	2,117

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (17,4-23,4m)
 Run Date: 2008-01-29

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,81 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 4 Max 4
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,68E-08 m/sec

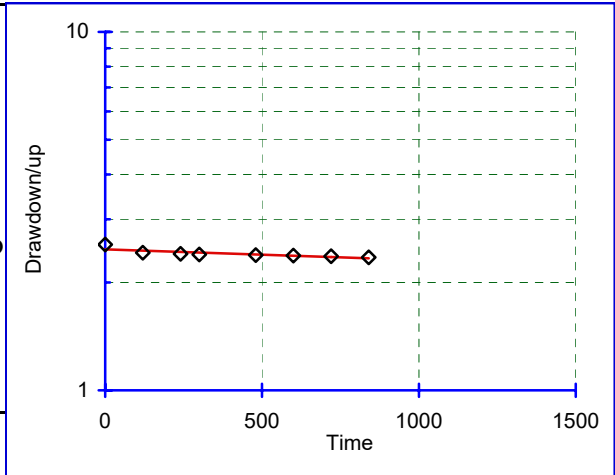
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,81	1,033	1,028
2)	240,00	0,07	2,74	1,010	1,013
3)	600,00	0,13	2,68	0,986	0,990
4)	1200,00	0,21	2,60	0,956	0,953

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (32,4-38,4m)
 Run Date: 2008-01-29

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,55 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 8 Max 8
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,002



Hyd. Cond., K(h): 1,87E-08 m/sec

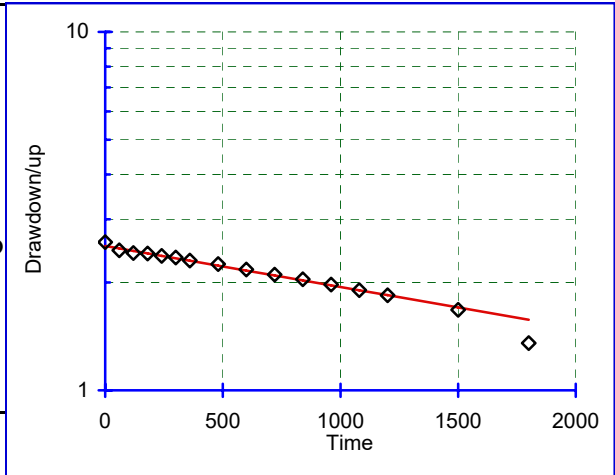
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,55	0,936	0,906
2)	120,00	0,13	2,42	0,884	0,898
3)	240,00	0,15	2,40	0,876	0,889
4)	300,00	0,16	2,39	0,873	0,885
5)	480,00	0,17	2,38	0,869	0,873
6)	600,00	0,17	2,38	0,865	0,864
7)	720,00	0,18	2,37	0,862	0,856
8)	840,00	0,20	2,35	0,854	0,848

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (44,4-50,4m)
 Run Date: 2008-01-29

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,59 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,001



Hyd. Cond., K(h): 7,07E-08 m/sec

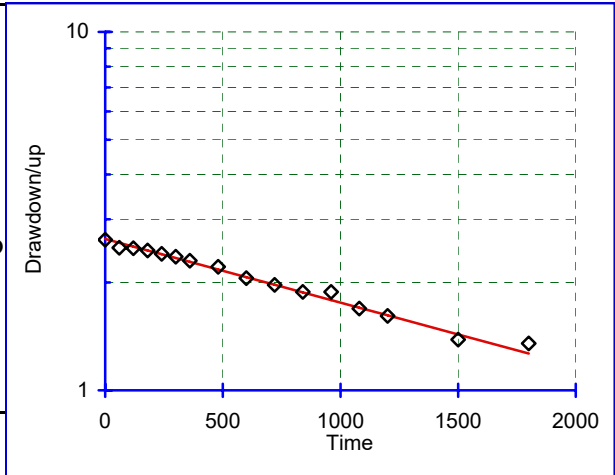
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,59	0,952	0,927
2)	60,00	0,13	2,46	0,900	0,911
3)	120,00	0,17	2,42	0,882	0,896
4)	180,00	0,18	2,41	0,879	0,880
5)	240,00	0,22	2,37	0,864	0,864
6)	300,00	0,24	2,35	0,853	0,848
7)	360,00	0,29	2,30	0,834	0,832
8)	480,00	0,34	2,25	0,811	0,801
9)	600,00	0,42	2,17	0,776	0,769
10)	720,00	0,49	2,10	0,743	0,738
11)	840,00	0,55	2,04	0,714	0,706
12)	960,00	0,62	1,97	0,679	0,674
13)	1080,00	0,69	1,90	0,643	0,643
14)	1200,00	0,75	1,84	0,611	0,611
15)	1500,00	0,91	1,68	0,517	0,532
16)	1800,00	1,24	1,35	0,304	0,453

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (59,4-65,4m)
 Run Date: 2008-01-29

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,63 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,006



Hyd. Cond., K(h): 1,10E-07 m/sec

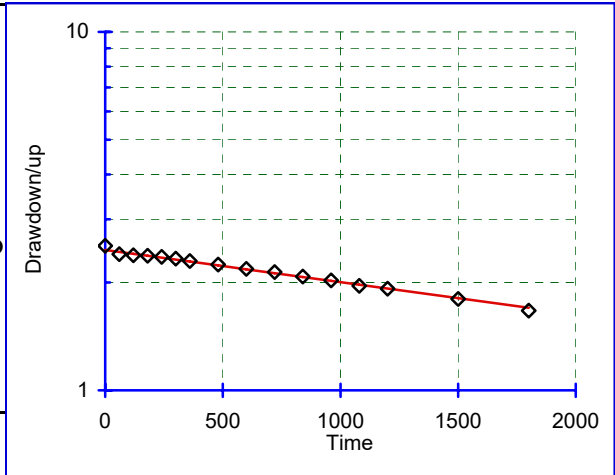
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,63	0,967	0,973
2)	60,00	0,13	2,50	0,916	0,948
3)	120,00	0,14	2,49	0,913	0,923
4)	180,00	0,17	2,46	0,899	0,899
5)	240,00	0,23	2,40	0,877	0,874
6)	300,00	0,27	2,36	0,859	0,850
7)	360,00	0,33	2,30	0,833	0,825
8)	480,00	0,42	2,21	0,794	0,776
9)	600,00	0,57	2,06	0,721	0,727
10)	720,00	0,66	1,97	0,677	0,678
11)	840,00	0,75	1,88	0,632	0,629
12)	960,00	0,75	1,88	0,632	0,580
13)	1080,00	0,94	1,69	0,525	0,531
14)	1200,00	1,02	1,61	0,478	0,482
15)	1500,00	1,24	1,39	0,326	0,359
16)	1800,00	1,28	1,35	0,301	0,236

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (74,4-80,4m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,53 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,001



Hyd. Cond., K(h): 5,54E-08 m/sec

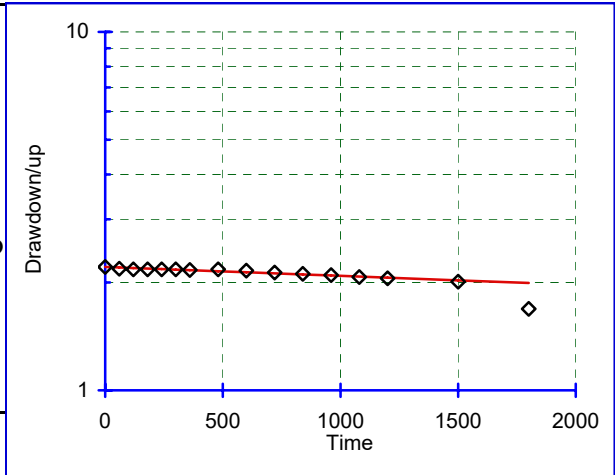
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,53	0,928	0,901
2)	60,00	0,13	2,40	0,875	0,889
3)	120,00	0,15	2,38	0,868	0,877
4)	180,00	0,16	2,37	0,864	0,864
5)	240,00	0,17	2,36	0,857	0,852
6)	300,00	0,20	2,33	0,846	0,839
7)	360,00	0,23	2,30	0,831	0,827
8)	480,00	0,29	2,24	0,808	0,802
9)	600,00	0,35	2,18	0,780	0,778
10)	720,00	0,39	2,14	0,760	0,753
11)	840,00	0,45	2,08	0,731	0,728
12)	960,00	0,50	2,03	0,706	0,703
13)	1080,00	0,57	1,96	0,671	0,679
14)	1200,00	0,61	1,92	0,653	0,654
15)	1500,00	0,73	1,80	0,587	0,592
16)	1800,00	0,86	1,67	0,512	0,530

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (86,4-92,4m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,21 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 15 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,001



Hyd. Cond., K(h): 1,54E-08 m/sec

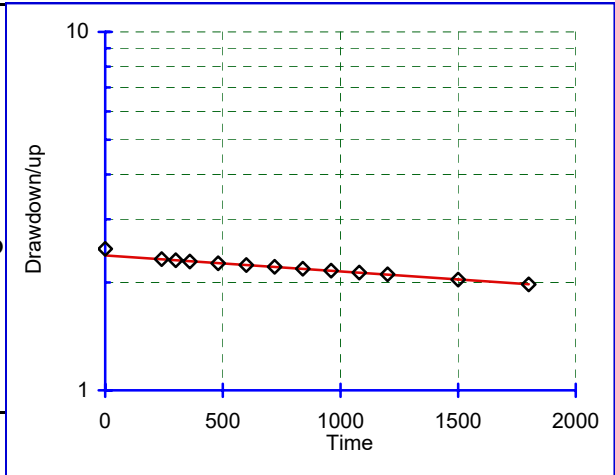
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,21	0,793	0,793
2)	60,00	0,03	2,18	0,781	0,789
3)	120,00	0,03	2,18	0,777	0,786
4)	180,00	0,03	2,18	0,777	0,782
5)	240,00	0,03	2,18	0,777	0,779
6)	300,00	0,03	2,18	0,777	0,775
7)	360,00	0,04	2,17	0,773	0,772
8)	480,00	0,03	2,18	0,777	0,765
9)	600,00	0,05	2,16	0,769	0,758
10)	720,00	0,08	2,13	0,757	0,751
11)	840,00	0,10	2,11	0,749	0,744
12)	960,00	0,11	2,10	0,740	0,738
13)	1080,00	0,14	2,07	0,728	0,731
14)	1200,00	0,16	2,05	0,719	0,724
15)	1500,00	0,20	2,01	0,698	0,707
16)	1800,00	0,52	1,69	0,524	0,689

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (98,4-104,4m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.):	0,057 meters
Intake Diameter:	0,076 meters
Intake Length:	6 meters
Saturated Column Length:	6 meters
Water Table Depth:	2,48 meters
Aquifer Thickness:	6 meters
Line Fit Starting No.:	2 Min 1 to
Line Fit Ending No.:	13 Max 13
Specify Output Units:	4 1 to 9
Error of Fit:	0,000



Hyd. Cond., K(h): 2,76E-08 m/sec

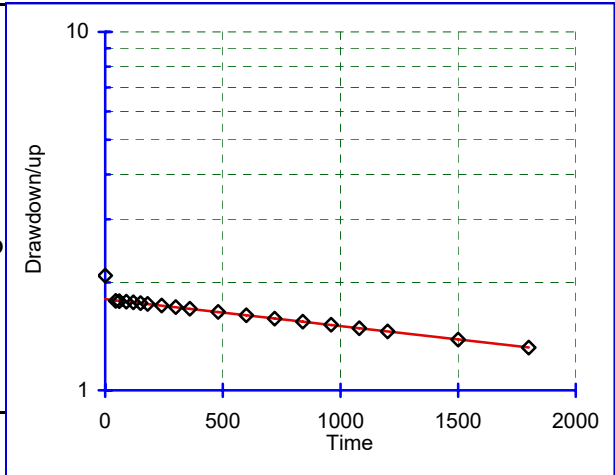
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,48	0,908	0,867
2)	240,00	0,16	2,32	0,843	0,842
3)	300,00	0,17	2,31	0,836	0,836
4)	360,00	0,19	2,29	0,828	0,830
5)	480,00	0,22	2,26	0,816	0,817
6)	600,00	0,24	2,24	0,805	0,805
7)	720,00	0,27	2,21	0,793	0,793
8)	840,00	0,30	2,18	0,781	0,780
9)	960,00	0,32	2,16	0,769	0,768
10)	1080,00	0,35	2,13	0,757	0,756
11)	1200,00	0,37	2,11	0,745	0,743
12)	1500,00	0,44	2,04	0,711	0,713
13)	1800,00	0,50	1,98	0,681	0,682

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (119,3-125,3m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,09 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 19 Max 19
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 4,63E-08 m/sec

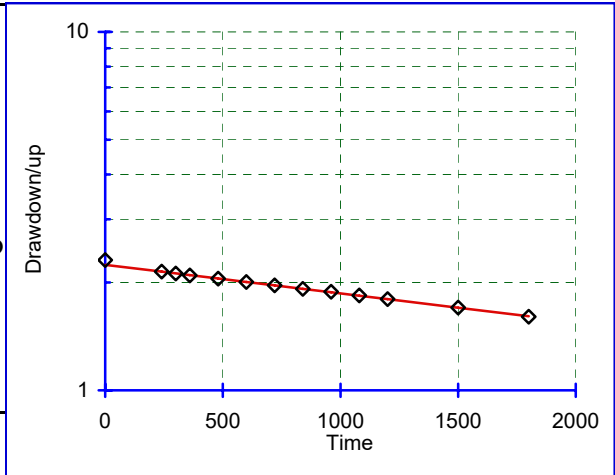
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,09	0,737	0,585
2)	45,00	0,31	1,78	0,575	0,578
3)	60,00	0,32	1,77	0,572	0,575
4)	90,00	0,32	1,77	0,570	0,570
5)	120,00	0,33	1,76	0,565	0,565
6)	150,00	0,34	1,75	0,560	0,560
7)	180,00	0,35	1,74	0,555	0,554
8)	240,00	0,37	1,72	0,545	0,544
9)	300,00	0,38	1,71	0,535	0,534
10)	360,00	0,40	1,69	0,525	0,523
11)	480,00	0,44	1,66	0,504	0,503
12)	600,00	0,47	1,62	0,483	0,482
13)	720,00	0,50	1,59	0,461	0,461
14)	840,00	0,54	1,55	0,441	0,441
15)	960,00	0,57	1,52	0,422	0,420
16)	1080,00	0,60	1,49	0,399	0,399
17)	1200,00	0,63	1,46	0,378	0,379
18)	1500,00	0,70	1,39	0,326	0,327
19)	1800,00	0,77	1,32	0,274	0,275

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (149,3-155,3m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,31 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 13 Max 13
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 4,93E-08 m/sec

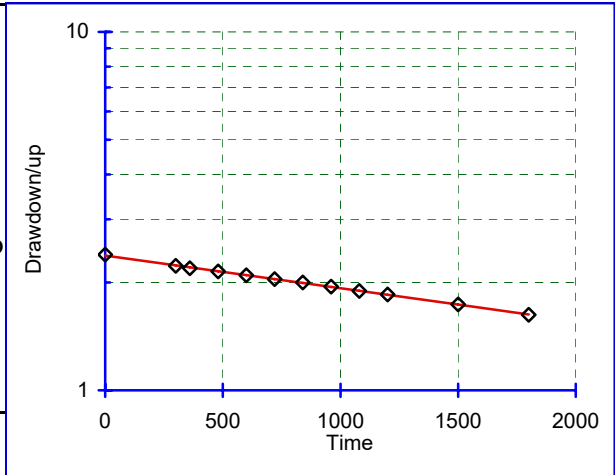
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,31	0,837	0,806
2)	240,00	0,17	2,14	0,763	0,762
3)	300,00	0,19	2,12	0,751	0,751
4)	360,00	0,22	2,09	0,738	0,740
5)	480,00	0,26	2,05	0,717	0,718
6)	600,00	0,30	2,01	0,696	0,696
7)	720,00	0,35	1,96	0,674	0,674
8)	840,00	0,39	1,92	0,652	0,652
9)	960,00	0,43	1,88	0,633	0,630
10)	1080,00	0,47	1,84	0,610	0,608
11)	1200,00	0,51	1,80	0,586	0,586
12)	1500,00	0,61	1,70	0,531	0,531
13)	1800,00	0,70	1,61	0,473	0,476

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (167,3-173,3m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,39 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 12 Max 12
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 5,64E-08 m/sec

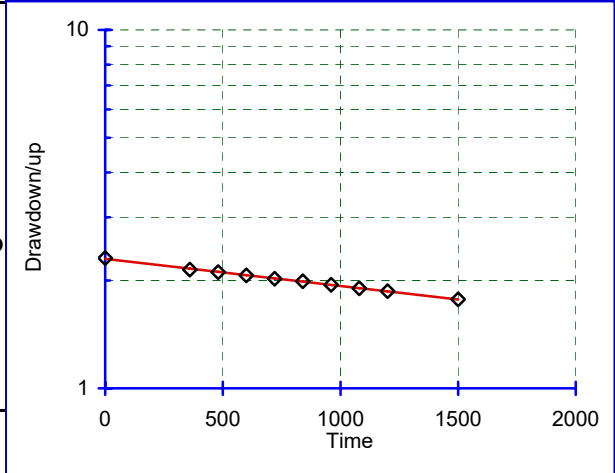
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,39	0,871	0,866
2)	300,00	0,17	2,22	0,800	0,803
3)	360,00	0,20	2,19	0,784	0,790
4)	480,00	0,24	2,15	0,764	0,765
5)	600,00	0,30	2,09	0,739	0,740
6)	720,00	0,35	2,04	0,714	0,714
7)	840,00	0,39	2,00	0,692	0,689
8)	960,00	0,44	1,95	0,666	0,664
9)	1080,00	0,50	1,89	0,639	0,639
10)	1200,00	0,54	1,85	0,616	0,614
11)	1500,00	0,65	1,74	0,552	0,551
12)	1800,00	0,77	1,62	0,485	0,488

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (197,3-203,3m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 2,31 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 10 Max 10
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 4,68E-08 m/sec

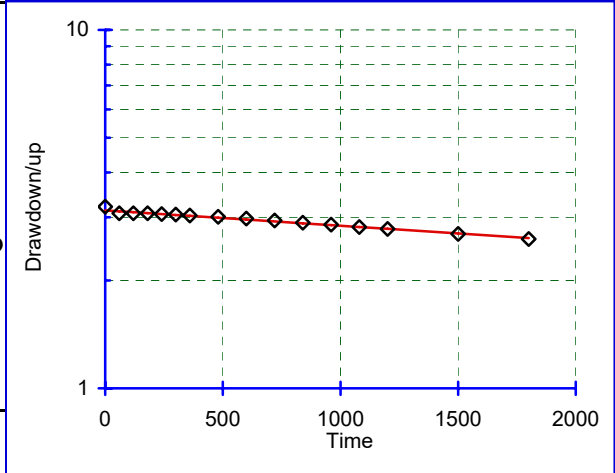
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,31	0,837	0,832
2)	360,00	0,17	2,14	0,763	0,769
3)	480,00	0,20	2,11	0,747	0,748
4)	600,00	0,24	2,07	0,726	0,727
5)	720,00	0,29	2,02	0,705	0,706
6)	840,00	0,32	1,99	0,687	0,685
7)	960,00	0,37	1,94	0,665	0,664
8)	1080,00	0,41	1,90	0,642	0,643
9)	1200,00	0,44	1,87	0,624	0,623
10)	1500,00	0,54	1,77	0,571	0,570

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-03 (203,3-225,8m)
 Run Date: 2008-01-30

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 23 meters
 Saturated Column Length: 23 meters
 Water Table Depth: 3,21 meters
 Aquifer Thickness: 23 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 16 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 9,23E-09 m/sec

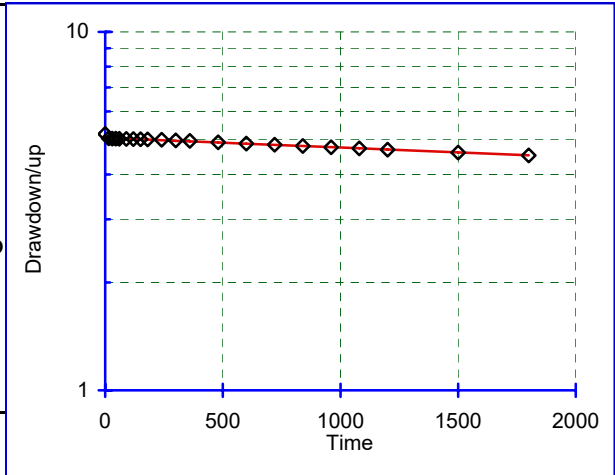
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	3,21	1,166	1,143
2)	60,00	0,13	3,08	1,125	1,137
3)	120,00	0,13	3,08	1,125	1,131
4)	180,00	0,13	3,08	1,125	1,125
5)	240,00	0,15	3,06	1,119	1,120
6)	300,00	0,16	3,05	1,116	1,114
7)	360,00	0,17	3,04	1,111	1,108
8)	480,00	0,20	3,01	1,102	1,096
9)	600,00	0,23	2,98	1,090	1,084
10)	720,00	0,27	2,94	1,079	1,072
11)	840,00	0,31	2,90	1,064	1,060
12)	960,00	0,35	2,86	1,052	1,048
13)	1080,00	0,39	2,82	1,036	1,037
14)	1200,00	0,43	2,78	1,024	1,025
15)	1500,00	0,51	2,70	0,992	0,995
16)	1800,00	0,60	2,61	0,959	0,965

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028 2000 2400
 Identification: GT-07-04 (35,7-41,7m)
 Run Date: 2008-01-07

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 5,19 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 19 Max 21
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,66E-08 m/sec

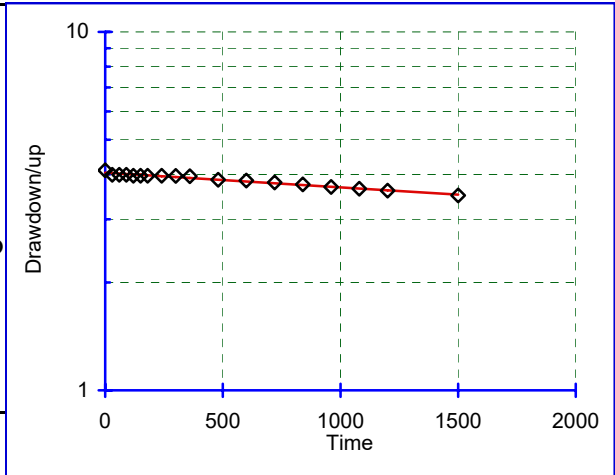
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	5,19	1,647	1,622
2)	15,00	0,14	5,05	1,619	1,621
3)	30,00	0,15	5,04	1,617	1,620
4)	45,00	0,15	5,04	1,617	1,619
5)	60,00	0,16	5,03	1,615	1,618
6)	90,00	0,16	5,03	1,615	1,616
7)	120,00	0,17	5,02	1,614	1,614
8)	150,00	0,17	5,02	1,613	1,612
9)	180,00	0,18	5,01	1,612	1,610
10)	240,00	0,19	5,00	1,610	1,607
11)	300,00	0,21	4,98	1,606	1,603
12)	360,00	0,23	4,96	1,602	1,599
13)	480,00	0,27	4,92	1,593	1,592
14)	600,00	0,31	4,88	1,585	1,584
15)	720,00	0,35	4,84	1,577	1,577
16)	840,00	0,39	4,80	1,570	1,570
17)	960,00	0,42	4,77	1,562	1,562
18)	1080,00	0,46	4,73	1,554	1,555
19)	1200,00	0,50	4,69	1,546	1,547
20)	1500,00	0,58	4,61	1,528	1,529
21)	1800,00	0,67	4,52	1,509	1,510

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028 2000 2400
 Identification: GT-07-04 (301.5-305,7m)
 Run Date: 2008-01-07

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 4,11 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 21 Max 18
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,001



Hyd. Cond., K(h): 2,53E-08 m/sec

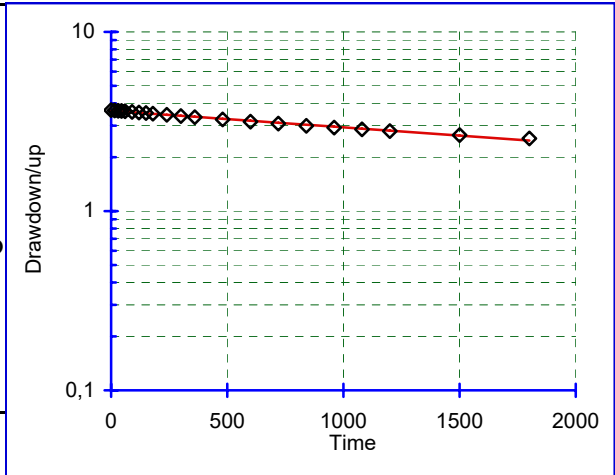
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	4,11	1,413	1,398
2)	30,00	0,12	3,99	1,385	1,396
3)	60,00	0,12	3,99	1,385	1,393
4)	90,00	0,12	3,99	1,385	1,390
5)	120,00	0,14	3,97	1,379	1,387
6)	150,00	0,14	3,97	1,379	1,384
7)	180,00	0,14	3,97	1,379	1,381
8)	240,00	0,14	3,97	1,379	1,376
9)	300,00	0,15	3,96	1,377	1,370
10)	360,00	0,15	3,96	1,375	1,364
11)	480,00	0,24	3,87	1,353	1,353
12)	600,00	0,26	3,85	1,347	1,342
13)	720,00	0,31	3,80	1,335	1,331
14)	840,00	0,36	3,75	1,323	1,319
15)	960,00	0,42	3,69	1,306	1,308
16)	1080,00	0,46	3,65	1,296	1,297
17)	1200,00	0,50	3,61	1,283	1,285
18)	1500,00	0,61	3,50	1,252	1,257

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028 2000 2400
 Identification: GT-07-04 (349.5-369m)
 Run Date: 2008-01-07

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 19,5 meters
 Saturated Column Length: 19,5 meters
 Water Table Depth: 3,83 meters
 Aquifer Thickness: 19,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 21 Max 21
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,002



Hyd. Cond., K(h): 2,26E-08 m/sec

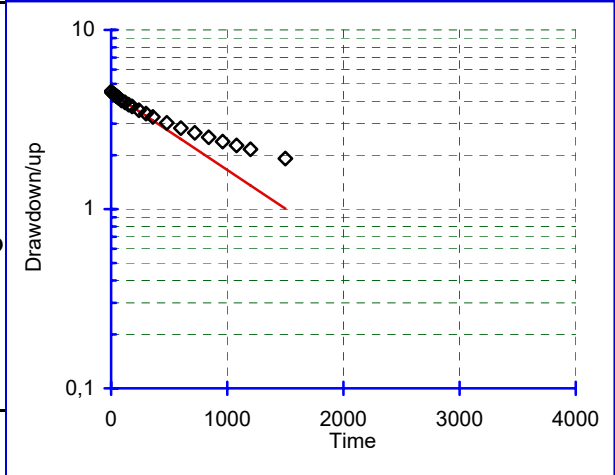
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,17	3,66	1,298	1,289
2)	15,00	0,19	3,64	1,293	1,286
3)	30,00	0,20	3,63	1,290	1,283
4)	45,00	0,21	3,62	1,287	1,279
5)	60,00	0,22	3,61	1,283	1,276
6)	90,00	0,25	3,58	1,274	1,270
7)	120,00	0,28	3,55	1,266	1,263
8)	150,00	0,31	3,52	1,260	1,257
9)	180,00	0,33	3,50	1,252	1,251
10)	240,00	0,39	3,44	1,237	1,238
11)	300,00	0,44	3,39	1,220	1,225
12)	360,00	0,49	3,34	1,206	1,212
13)	480,00	0,58	3,25	1,178	1,187
14)	600,00	0,68	3,15	1,148	1,161
15)	720,00	0,75	3,08	1,124	1,136
16)	840,00	0,84	2,99	1,096	1,110
17)	960,00	0,90	2,93	1,074	1,085
18)	1080,00	0,97	2,86	1,051	1,059
19)	1200,00	1,03	2,80	1,028	1,034
20)	1500,00	1,18	2,66	0,976	0,970
21)	1800,00	1,29	2,54	0,933	0,906

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: Packer test
 Client Name: Osisko
 Analysis By: CPednault

Project No.: 07-1221-0028 2000 2400
 Identification: GT-07-05 (8,5-22m)
 Run Date: 2008-01-24

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 13,5 meters
 Saturated Column Length: 13,5 meters
 Water Table Depth: 4,88 meters
 Aquifer Thickness: 13,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 10 Max 20
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,001



Hyd. Cond., K(h): 1,41E-07 m/sec

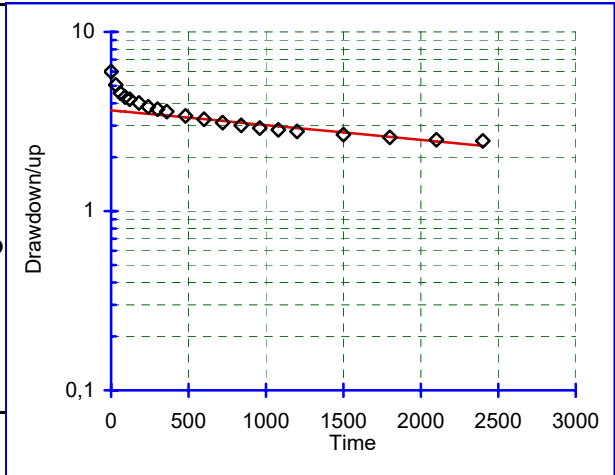
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,36	4,52	1,509	1,498
2)	15,00	0,45	4,43	1,489	1,483
3)	30,00	0,53	4,35	1,469	1,468
4)	45,00	0,61	4,27	1,451	1,453
5)	60,00	0,69	4,19	1,433	1,438
6)	90,00	0,84	4,04	1,395	1,408
7)	120,00	0,94	3,94	1,372	1,378
8)	150,00	1,05	3,83	1,342	1,348
9)	180,00	1,14	3,74	1,320	1,319
10)	240,00	1,32	3,56	1,271	1,259
11)	300,00	1,47	3,41	1,227	1,199
12)	360,00	1,61	3,27	1,185	1,140
13)	480,00	1,85	3,03	1,109	1,020
14)	600,00	2,05	2,83	1,040	0,901
15)	720,00	2,21	2,67	0,981	0,781
16)	840,00	2,36	2,52	0,924	0,662
17)	960,00	2,50	2,38	0,867	0,543
18)	1080,00	2,62	2,26	0,817	0,423
19)	1200,00	2,72	2,16	0,768	0,304
20)	1500,00	2,96	1,92	0,650	0,005

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines Opinaca Ltée
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (20,5-34m)
 Run Date: 2008-01-09

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 13,5 meters
 Saturated Column Length: 13,5 meters
 Water Table Depth: 6 meters
 Aquifer Thickness: 13,5 meters
 Line Fit Starting No.: 8 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 20 Max 20
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,021



Hyd. Cond., K(h): 2,69E-08 m/sec

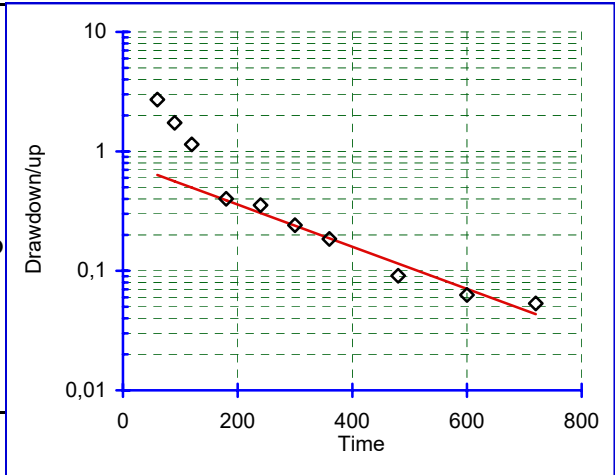
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	6,00	1,792	1,295
2)	30,00	0,94	5,06	1,621	1,289
3)	60,00	1,44	4,56	1,518	1,284
4)	90,00	1,67	4,33	1,465	1,278
5)	120,00	1,80	4,20	1,436	1,272
6)	180,00	1,98	4,02	1,390	1,261
7)	240,00	2,18	3,82	1,340	1,250
8)	300,00	2,29	3,71	1,310	1,238
9)	360,00	2,41	3,59	1,279	1,227
10)	480,00	2,60	3,40	1,223	1,204
11)	600,00	2,74	3,26	1,180	1,181
12)	720,00	2,89	3,11	1,136	1,159
13)	840,00	2,99	3,01	1,102	1,136
14)	960,00	3,09	2,91	1,067	1,113
15)	1080,00	3,16	2,84	1,044	1,090
16)	1200,00	3,21	2,79	1,024	1,067
17)	1500,00	3,33	2,67	0,983	1,011
18)	1800,00	3,42	2,58	0,947	0,954
19)	2100,00	3,50	2,50	0,918	0,897
20)	2400,00	3,53	2,47	0,902	0,840

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: Packer test
 Client Name: Osisko
 Analysis By: Mgosselin

Project No.: 07-1221-0028 2000 2400
 Identification: GT-07-05 (32,3-48,8m)
 Run Date: 2008-01-09

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>16,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>16,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>7,43</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>16,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>5</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>10</u>	Max 10
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,135</u>	



Hyd. Cond., K(h): **4,93E-07 m/sec**

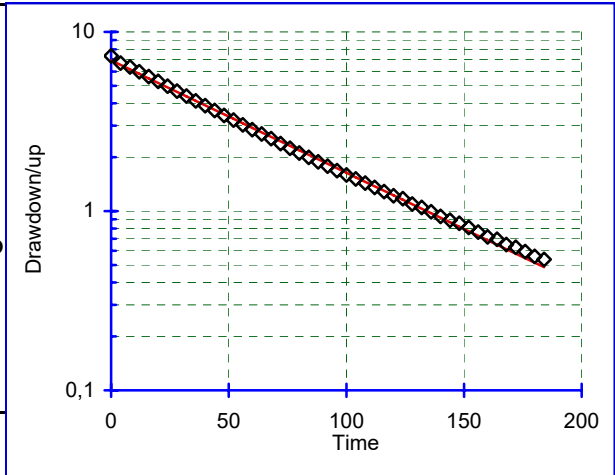
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	60,00	4,72	2,71	0,998	-0,455
2)	90,00	5,69	1,74	0,551	-0,577
3)	120,00	6,29	1,14	0,134	-0,699
4)	180,00	7,03	0,40	-0,914	-0,943
5)	240,00	7,08	0,35	-1,038	-1,187
6)	300,00	7,19	0,24	-1,422	-1,431
7)	360,00	7,25	0,18	-1,688	-1,674
8)	480,00	7,34	0,09	-2,397	-2,162
9)	600,00	7,37	0,06	-2,768	-2,650
10)	720,00	7,38	0,05	-2,930	-3,138

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (47,3-63,8m)
 Run Date: 2008-01-09

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>16,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>16,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>10,81</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>16,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>40</u>	Max 47
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,026</u>	



Hyd. Cond., K(h): 1,75E-06 m/sec

Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	3,47	7,34	1,994	1,936
2)	4,00	4,11	6,70	1,902	1,878
3)	8,00	4,44	6,37	1,852	1,821
4)	12,00	4,82	5,99	1,790	1,763
5)	16,00	5,18	5,63	1,728	1,705
6)	20,00	5,51	5,30	1,668	1,647
7)	24,00	5,83	4,98	1,606	1,590
8)	28,00	6,14	4,67	1,542	1,532
9)	32,00	6,42	4,39	1,478	1,474
10)	36,00	6,69	4,12	1,416	1,416
11)	40,00	6,93	3,88	1,355	1,359
12)	44,00	7,17	3,64	1,293	1,301
13)	48,00	7,39	3,42	1,230	1,243
14)	52,00	7,59	3,22	1,169	1,185
15)	56,00	7,78	3,03	1,108	1,128
16)	60,00	7,96	2,85	1,047	1,070
17)	64,00	8,12	2,69	0,991	1,012
18)	68,00	8,27	2,54	0,931	0,954
19)	72,00	8,43	2,38	0,867	0,897
20)	76,00	8,57	2,24	0,808	0,839
21)	80,00	8,70	2,11	0,747	0,781
22)	84,00	8,81	2,00	0,692	0,723
23)	88,00	8,93	1,88	0,634	0,666

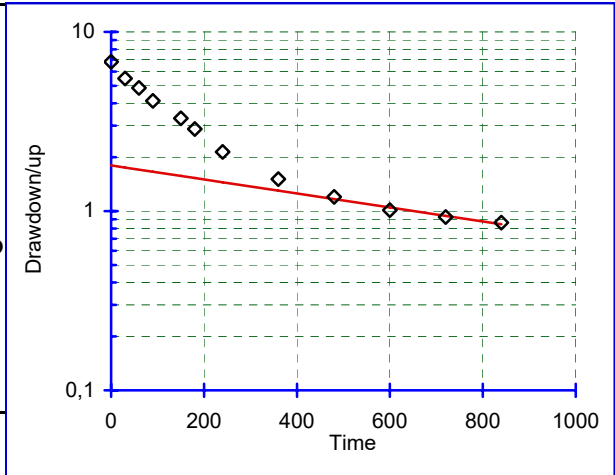
24)	92,00	9,03	1,78		0,579	0,608
25)	96,00	9,13	1,68		0,520	0,550
26)	100,00	9,22	1,59		0,464	0,492
27)	104,00	9,30	1,51		0,414	0,435
28)	108,00	9,38	1,43		0,360	0,377
29)	112,00	9,46	1,35		0,303	0,319
30)	116,00	9,52	1,29		0,252	0,261
31)	120,00	9,59	1,22		0,197	0,204
32)	124,00	9,64	1,17		0,160	0,146
33)	128,00	9,72	1,09		0,089	0,088
34)	132,00	9,76	1,05		0,048	0,030
35)	136,00	9,82	0,99		-0,008	-0,027
36)	140,00	9,88	0,93		-0,068	-0,085
37)	144,00	9,92	0,89		-0,117	-0,143
38)	148,00	9,95	0,86		-0,157	-0,201
39)	152,00	10,00	0,81		-0,210	-0,258
40)	156,00	10,05	0,76		-0,269	-0,316
41)	160,00	10,09	0,72		-0,331	-0,374
42)	164,00	10,11	0,70		-0,362	-0,432
43)	168,00	10,16	0,65		-0,429	-0,489
44)	172,00	10,18	0,63		-0,466	-0,547
45)	176,00	10,22	0,59		-0,521	-0,605
46)	180,00	10,25	0,56		-0,581	-0,663
47)	184,00	10,27	0,54		-0,622	-0,720

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (62,5-79m)
 Run Date: 2008-01-10

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 16,5 meters
 Saturated Column Length: 16,5 meters
 Water Table Depth: 6,81 meters
 Aquifer Thickness: 16,5 meters
 Line Fit Starting No.: 9 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 12 Max 12
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,003



Hyd. Cond., K(h): 1,09E-07 m/sec

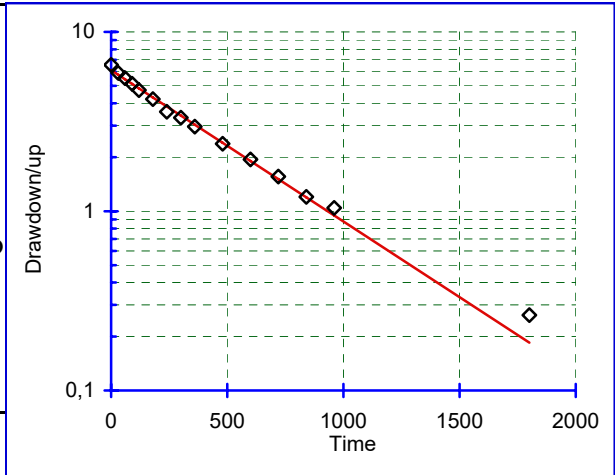
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	6,81	1,918	0,587
2)	30,00	1,32	5,49	1,704	0,560
3)	60,00	1,94	4,87	1,584	0,533
4)	90,00	2,69	4,12	1,416	0,506
5)	150,00	3,51	3,30	1,193	0,452
6)	180,00	3,94	2,87	1,055	0,425
7)	240,00	4,67	2,14	0,761	0,371
8)	360,00	5,30	1,51	0,412	0,263
9)	480,00	5,61	1,20	0,182	0,155
10)	600,00	5,80	1,01	0,012	0,047
11)	720,00	5,88	0,93	-0,075	-0,061
12)	840,00	5,95	0,86	-0,149	-0,170

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines Opinaca Ltée
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (77,3-93,8m)
 Run Date: 2008-01-10

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>16,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>16,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>6,55</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>16,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>13</u>	Max 15
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,014</u>	



Hyd. Cond., K(h): **2,36E-07 m/sec**

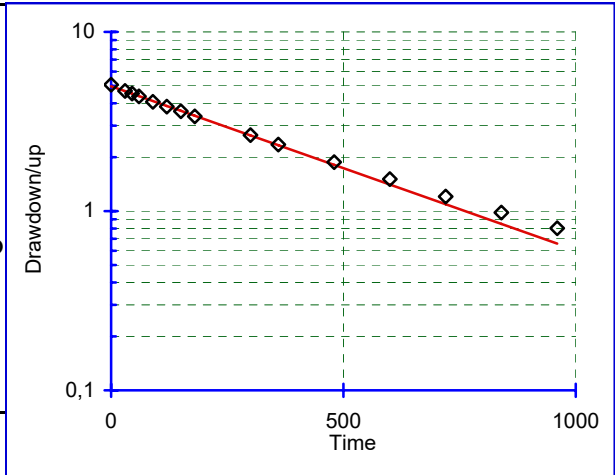
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	6,55	1,879	1,810
2)	30,00	0,64	5,91	1,777	1,752
3)	60,00	1,03	5,52	1,708	1,694
4)	90,00	1,41	5,14	1,637	1,636
5)	120,00	1,81	4,74	1,555	1,577
6)	180,00	2,33	4,22	1,440	1,461
7)	240,00	2,96	3,59	1,278	1,344
8)	300,00	3,22	3,33	1,202	1,227
9)	360,00	3,59	2,96	1,085	1,111
10)	480,00	4,17	2,38	0,866	0,878
11)	600,00	4,60	1,95	0,666	0,644
12)	720,00	4,99	1,56	0,445	0,411
13)	840,00	5,35	1,20	0,185	0,178
14)	960,00	5,51	1,04	0,042	-0,055
15)	1800,00	6,29	0,26	-1,334	-1,688

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (92,3-108,8m)
 Run Date: 2008-01-10

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>16,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>16,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>5,07</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>16,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>10</u>	Max 15
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,001</u>	



Hyd. Cond., K(h): **2,55E-07 m/sec**

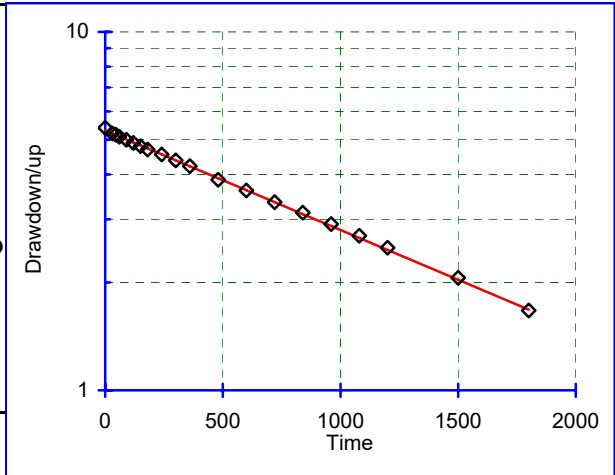
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	5,07	1,623	1,604
2)	30,00	0,39	4,68	1,544	1,541
3)	45,00	0,54	4,53	1,512	1,509
4)	60,00	0,71	4,37	1,474	1,478
5)	90,00	1,00	4,07	1,405	1,415
6)	120,00	1,24	3,83	1,343	1,352
7)	150,00	1,47	3,60	1,282	1,288
8)	180,00	1,69	3,38	1,217	1,225
9)	300,00	2,42	2,65	0,976	0,973
10)	360,00	2,72	2,35	0,856	0,846
11)	480,00	3,20	1,87	0,628	0,594
12)	600,00	3,56	1,51	0,410	0,341
13)	720,00	3,86	1,21	0,188	0,089
14)	840,00	4,09	0,98	-0,019	-0,164
15)	960,00	4,27	0,80	-0,220	-0,416

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines Opinaca Ltée
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (107,3-126,8m)
 Run Date: 2008-01-11

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u> meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u> meters
Intake Length:	<u>19,5</u> meters
Saturated Column Length:	<u>19,5</u> meters
Water Table Depth:	<u>5,4</u> meters
Aquifer Thickness:	<u>19,5</u> meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u> Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>15</u> Max 20
Specify Output Units:	<u>4</u> 1 to 9
Error of Fit:	<u>0,001</u>



Hyd. Cond., K(h): 6,80E-08 m/sec

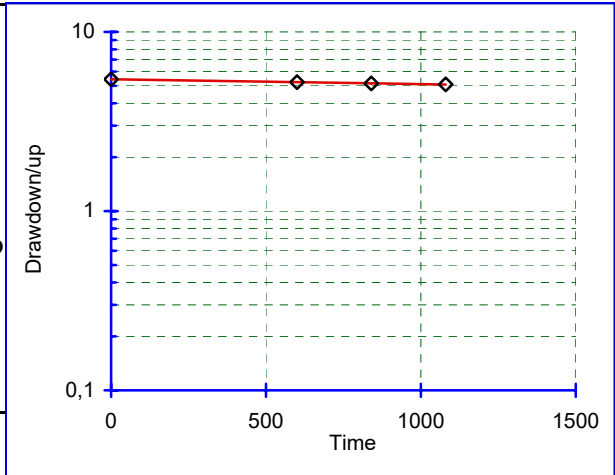
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	5,40	1,686	1,669
2)	30,00	0,19	5,21	1,651	1,650
3)	45,00	0,23	5,17	1,643	1,640
4)	60,00	0,30	5,10	1,629	1,631
5)	90,00	0,40	5,00	1,609	1,612
6)	120,00	0,50	4,90	1,589	1,593
7)	150,00	0,60	4,80	1,569	1,573
8)	180,00	0,70	4,70	1,548	1,554
9)	240,00	0,85	4,55	1,515	1,516
10)	300,00	1,02	4,38	1,477	1,477
11)	360,00	1,18	4,22	1,440	1,439
12)	480,00	1,53	3,87	1,353	1,362
13)	600,00	1,79	3,61	1,284	1,285
14)	720,00	2,05	3,35	1,209	1,209
15)	840,00	2,27	3,13	1,141	1,132
16)	960,00	2,49	2,91	1,068	1,055
17)	1080,00	2,70	2,70	0,993	0,978
18)	1200,00	2,90	2,50	0,916	0,902
19)	1500,00	3,34	2,06	0,723	0,710
20)	1800,00	3,73	1,67	0,513	0,518

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines Opinaca Ltée
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (125,3-150,8m)
 Run Date: 2008-01-11

Riser Pipe Diameter (effec.):	0,057 meters
Intake Diameter:	0,076 meters
Intake Length:	25,5 meters
Saturated Column Length:	25,5 meters
Water Table Depth:	5,44 meters
Aquifer Thickness:	25,5 meters
Line Fit Starting No.:	1 Min 1 to
Line Fit Ending No.:	5 Max 4
Specify Output Units:	4 1 to 9
Error of Fit:	0,000



Hyd. Cond., K(h): 5,32E-09 m/sec

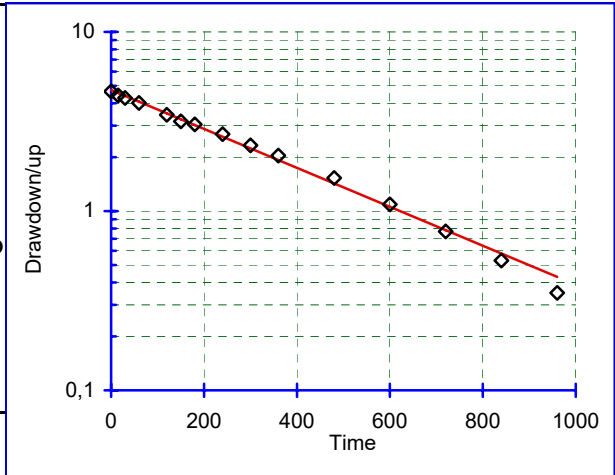
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	5,44	1,694	1,694
2)	600,00	0,20	5,24	1,657	1,657
3)	840,00	0,28	5,16	1,641	1,642
4)	1080,00	0,35	5,09	1,628	1,627

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (149,3-186,8m)
 Run Date: 2008-01-12

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>37,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>37,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>4,65</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>37,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>14</u>	Max 15
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,024</u>	



Hyd. Cond., K(h): 1,58E-07 m/sec

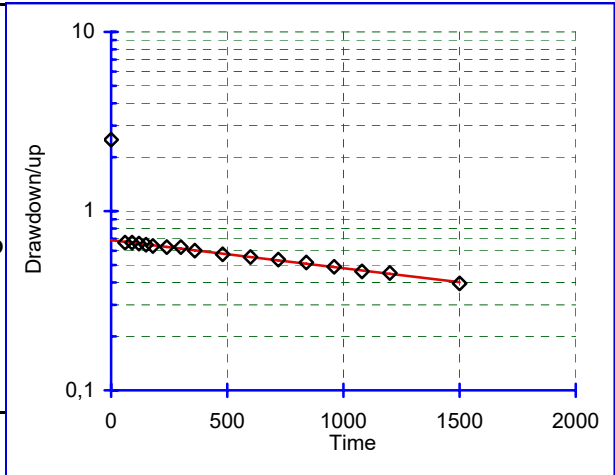
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	4,65	1,537	1,556
2)	15,00	0,23	4,42	1,486	1,518
3)	30,00	0,37	4,28	1,454	1,481
4)	60,00	0,64	4,01	1,389	1,406
5)	120,00	1,20	3,45	1,238	1,255
6)	150,00	1,48	3,17	1,154	1,180
7)	180,00	1,60	3,05	1,115	1,105
8)	240,00	1,96	2,69	0,990	0,955
9)	300,00	2,32	2,33	0,846	0,805
10)	360,00	2,61	2,04	0,713	0,655
11)	480,00	3,12	1,53	0,425	0,355
12)	600,00	3,56	1,09	0,086	0,055
13)	720,00	3,88	0,77	-0,261	-0,245
14)	840,00	4,12	0,53	-0,635	-0,545
15)	960,00	4,30	0,35	-1,050	-0,845

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (185,3-234,8m)
 Run Date: 2008-01-14

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 49,5 meters
 Saturated Column Length: 49,5 meters
 Water Table Depth: 2,5 meters
 Aquifer Thickness: 49,5 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 17 Max 17
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,002



Hyd. Cond., K(h): 1,82E-08 m/sec

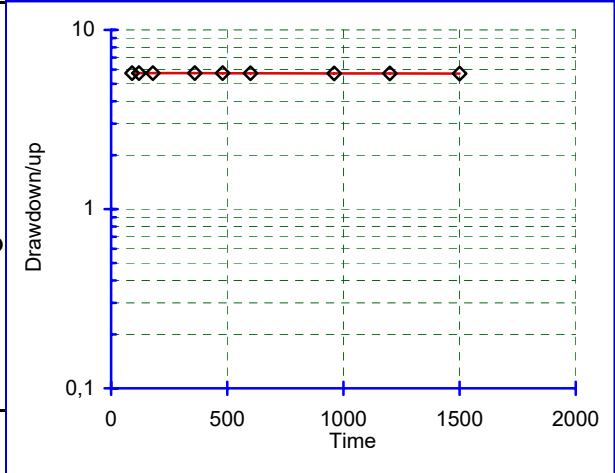
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,50	0,916	-0,374
2)	60,00	1,83	0,67	-0,404	-0,396
3)	90,00	1,83	0,67	-0,404	-0,406
4)	120,00	1,84	0,66	-0,418	-0,417
5)	150,00	1,85	0,65	-0,433	-0,428
6)	180,00	1,86	0,64	-0,447	-0,439
7)	240,00	1,87	0,63	-0,462	-0,460
8)	300,00	1,87	0,63	-0,462	-0,482
9)	360,00	1,90	0,60	-0,508	-0,504
10)	480,00	1,93	0,57	-0,556	-0,547
11)	600,00	1,95	0,55	-0,589	-0,590
12)	720,00	1,96	0,54	-0,624	-0,633
13)	840,00	1,98	0,52	-0,659	-0,676
14)	960,00	2,01	0,49	-0,715	-0,719
15)	1080,00	2,04	0,46	-0,775	-0,763
16)	1200,00	2,05	0,45	-0,795	-0,806
17)	1500,00	2,10	0,40	-0,929	-0,914

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: Mouangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (233,3-273,8m)
 Run Date: 2008-01-14

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 40,5 meters
 Saturated Column Length: 40,5 meters
 Water Table Depth: 5,81 meters
 Aquifer Thickness: 40,5 meters
 Line Fit Starting No.: 1 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 9 Max 9
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 2,87E-10 m/sec

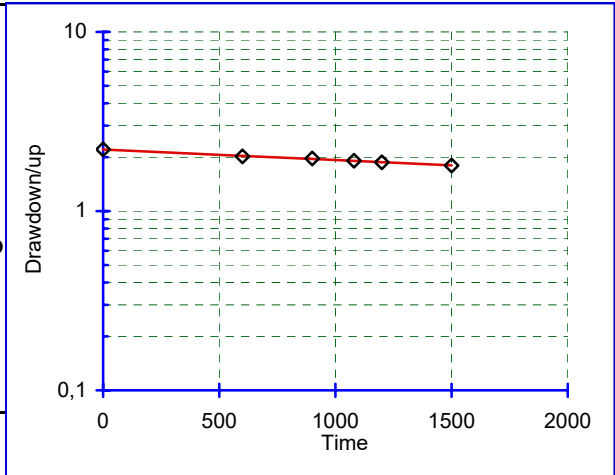
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	90,00	0,07	5,74	1,748	1,748
2)	120,00	0,07	5,74	1,748	1,748
3)	180,00	0,07	5,74	1,748	1,748
4)	360,00	0,08	5,73	1,747	1,747
5)	480,00	0,08	5,73	1,747	1,746
6)	600,00	0,08	5,73	1,745	1,746
7)	960,00	0,09	5,72	1,743	1,744
8)	1200,00	0,09	5,72	1,743	1,743
9)	1500,00	0,10	5,71	1,742	1,741

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines Opinaca Ltée
 Analysis By: MGosselin

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (272,3-324,8m)
 Run Date: 2008-01-15

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>52,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>52,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>2,21</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>52,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>6</u>	Max 6
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,000</u>	



Hyd. Cond., K(h): 6,58E-09 m/sec

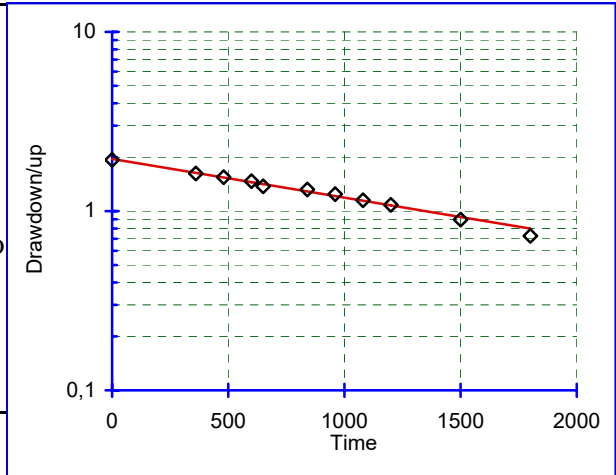
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	2,21	0,793	0,792
2)	600,00	0,19	2,02	0,704	0,710
3)	900,00	0,24	1,97	0,676	0,669
4)	1080,00	0,30	1,91	0,647	0,645
5)	1200,00	0,34	1,87	0,627	0,628
6)	1500,00	0,41	1,80	0,586	0,587

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines Opinaca Ltée
 Analysis By: Mgosselin

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: GT-07-05 (323,3-378,8m)
 Run Date: 2008-01-14

Riser Pipe Diameter (effec.):	<u>0,057</u>	meters
Intake Diameter:	<u>0,076</u>	meters
Intake Length:	<u>55,5</u>	meters
Saturated Column Length:	<u>55,5</u>	meters
Water Table Depth:	<u>1,93</u>	meters
Aquifer Thickness:	<u>55,5</u>	meters
Line Fit Starting No.:	<u>1</u>	Min 1 to
Line Fit Ending No.:	<u>10</u>	Max 11
Specify Output Units:	<u>4</u>	1 to 9
Error of Fit:	<u>0,004</u>	



Hyd. Cond., K(h): 2,29E-08 m/sec

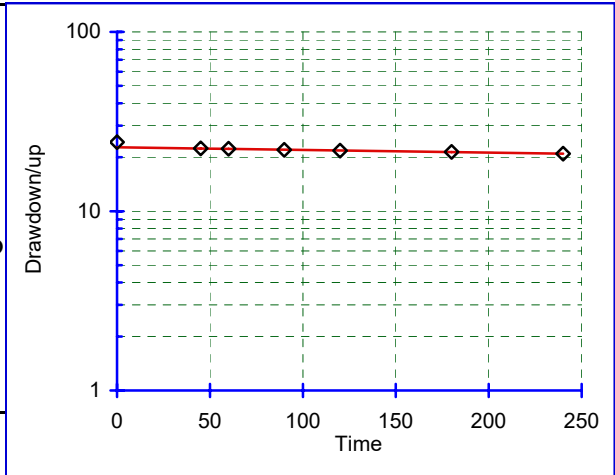
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	1,93	0,658	0,670
2)	360,00	0,31	1,62	0,482	0,491
3)	480,00	0,39	1,54	0,435	0,431
4)	600,00	0,46	1,47	0,385	0,371
5)	650,00	0,55	1,38	0,319	0,347
6)	840,00	0,61	1,32	0,277	0,252
7)	960,00	0,69	1,24	0,218	0,193
8)	1080,00	0,78	1,15	0,140	0,133
9)	1200,00	0,85	1,08	0,081	0,073
10)	1500,00	1,03	0,90	-0,109	-0,076
11)	1800,00	1,20	0,73	-0,319	-0,225

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (8.3-11.3m)
 Run Date: 2008-01-28

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 3 meters
 Saturated Column Length: 3 meters
 Water Table Depth: 24,27 meters
 Aquifer Thickness: 3 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 7
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,56E-07 m/sec

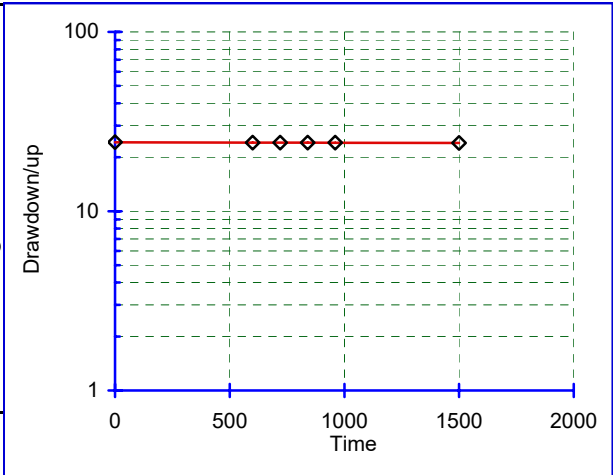
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	24,27	3,189	3,123
2)	45,00	1,85	22,42	3,110	3,108
3)	60,00	1,98	22,29	3,104	3,103
4)	90,00	2,30	21,97	3,090	3,093
5)	120,00	2,51	21,76	3,080	3,082
6)	180,00	2,88	21,39	3,063	3,062
7)	240,00	3,32	20,95	3,042	3,041

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (14.3-20.3m)
 Run Date: 2008-01-28

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 24,27 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 6
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,28E-09 m/sec

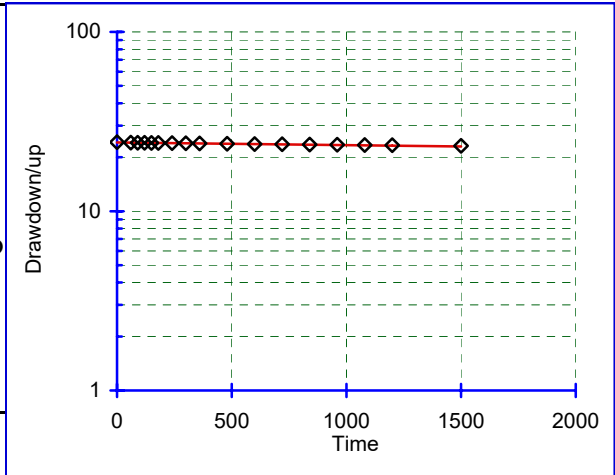
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	24,27	3,189	3,187
2)	600,00	0,13	24,14	3,184	3,184
3)	720,00	0,15	24,12	3,183	3,183
4)	840,00	0,16	24,11	3,183	3,183
5)	960,00	0,17	24,10	3,182	3,182
6)	1500,00	0,23	24,04	3,180	3,180

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (26.3-32.3m)
 Run Date: 2008-01-28

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 24,27 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 17
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 9,05E-09 m/sec

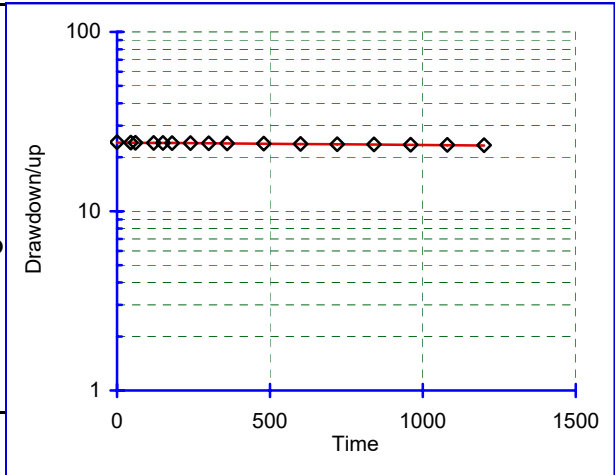
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	24,27	3,189	3,185
2)	60,00	0,16	24,11	3,183	3,183
3)	90,00	0,19	24,08	3,182	3,182
4)	120,00	0,21	24,06	3,181	3,181
5)	150,00	0,23	24,04	3,180	3,180
6)	180,00	0,26	24,01	3,179	3,179
7)	240,00	0,31	23,96	3,176	3,176
8)	300,00	0,36	23,91	3,174	3,174
9)	360,00	0,41	23,87	3,172	3,172
10)	480,00	0,48	23,79	3,169	3,168
11)	600,00	0,57	23,70	3,166	3,164
12)	720,00	0,65	23,62	3,162	3,160
13)	840,00	0,73	23,54	3,159	3,156
14)	960,00	0,80	23,47	3,156	3,152
15)	1080,00	0,87	23,40	3,153	3,148
16)	1200,00	0,95	23,32	3,149	3,144
17)	1500,00	1,13	23,14	3,142	3,134

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (35.3-41.3m)
 Run Date: 2008-01-28

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 24,27 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 8,18E-09 m/sec

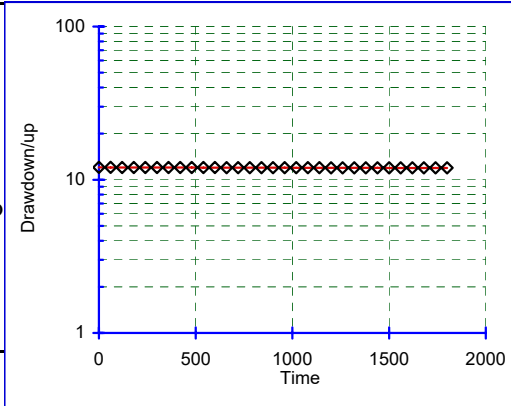
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	24,27	3,189	3,184
2)	45,00	0,16	24,11	3,183	3,182
3)	60,00	0,19	24,08	3,182	3,182
4)	120,00	0,23	24,04	3,180	3,180
5)	150,00	0,24	24,03	3,179	3,179
6)	180,00	0,28	23,99	3,178	3,178
7)	240,00	0,31	23,96	3,176	3,176
8)	300,00	0,34	23,93	3,175	3,174
9)	360,00	0,39	23,88	3,173	3,173
10)	480,00	0,46	23,81	3,170	3,169
11)	600,00	0,54	23,73	3,167	3,165
12)	720,00	0,62	23,65	3,163	3,162
13)	840,00	0,70	23,57	3,160	3,158
14)	960,00	0,78	23,49	3,157	3,154
15)	1080,00	0,85	23,42	3,154	3,151
16)	1200,00	0,92	23,35	3,150	3,147

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (50.3-56.3m)
 Run Date: 2008-01-28

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 25,34 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 31
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,36E-09 m/sec

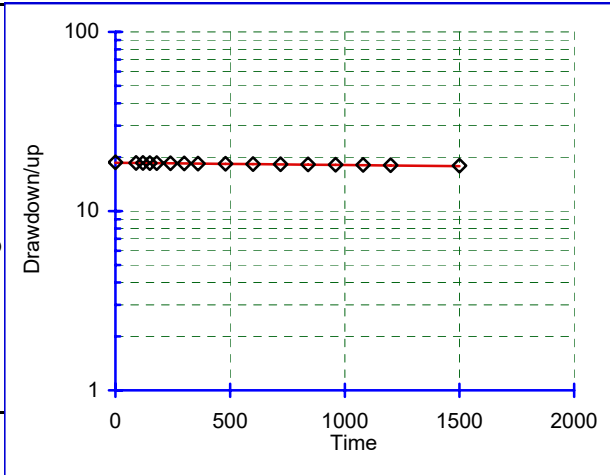
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	13,30	12,04	2,488	2,488
2)	60,00	13,30	12,04	2,488	2,488
3)	120,00	13,31	12,03	2,487	2,487
4)	180,00	13,31	12,03	2,487	2,487
5)	240,00	13,31	12,03	2,487	2,487
6)	300,00	13,33	12,01	2,486	2,486
7)	360,00	13,32	12,02	2,486	2,486
8)	420,00	13,32	12,02	2,486	2,486
9)	480,00	13,33	12,01	2,485	2,485
10)	540,00	13,33	12,01	2,485	2,485
11)	600,00	13,33	12,01	2,485	2,485
12)	660,00	13,34	12,00	2,485	2,485
13)	720,00	13,34	12,00	2,485	2,484
14)	780,00	13,34	12,00	2,485	2,484
15)	840,00	13,34	12,00	2,485	2,484
16)	900,00	13,34	12,00	2,485	2,483
17)	960,00	13,35	11,99	2,484	2,483
18)	1020,00	13,35	11,99	2,484	2,483
19)	1080,00	13,35	11,99	2,484	2,482
20)	1140,00	13,35	11,99	2,484	2,482
21)	1200,00	13,36	11,98	2,483	2,482
22)	1260,00	13,36	11,98	2,483	2,482
23)	1320,00	13,36	11,98	2,483	2,481
24)	1380,00	13,36	11,98	2,483	2,481
25)	1440,00	13,38	11,96	2,482	2,481
26)	1500,00	13,38	11,96	2,482	2,480
27)	1560,00	13,38	11,96	2,482	2,480
28)	1620,00	13,37	11,97	2,482	2,480
29)	1680,00	13,37	11,97	2,482	2,479
30)	1740,00	13,39	11,95	2,481	2,479
31)	1800,00	13,38	11,96	2,481	2,479

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (62.3-68.3m)
 Run Date: 2008-01-26

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 18,73 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 7,83E-09 m/sec

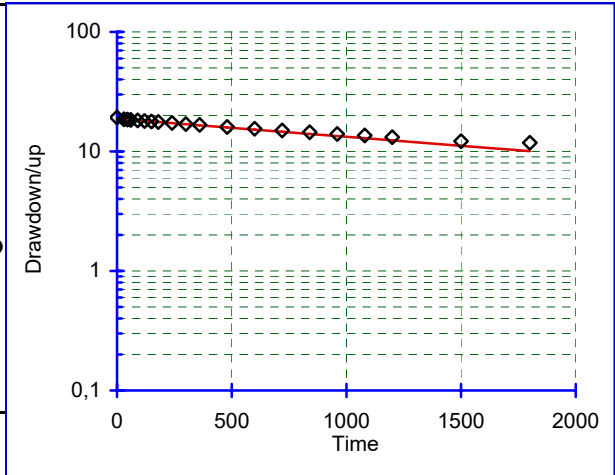
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	18,73	2,930	2,924
2)	90,00	0,16	18,57	2,921	2,921
3)	120,00	0,18	18,55	2,921	2,921
4)	150,00	0,19	18,54	2,920	2,920
5)	180,00	0,21	18,52	2,919	2,919
6)	240,00	0,24	18,49	2,917	2,917
7)	300,00	0,28	18,45	2,915	2,915
8)	360,00	0,30	18,43	2,914	2,914
9)	480,00	0,36	18,37	2,910	2,910
10)	600,00	0,42	18,31	2,907	2,907
11)	720,00	0,47	18,26	2,905	2,903
12)	840,00	0,52	18,21	2,902	2,900
13)	960,00	0,58	18,15	2,899	2,896
14)	1080,00	0,62	18,11	2,896	2,893
15)	1200,00	0,68	18,05	2,893	2,889
16)	1500,00	0,80	17,93	2,886	2,880

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (74.3-80.3m)
 Run Date: 2008-01-26

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 19,25 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 20
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 9,31E-08 m/sec

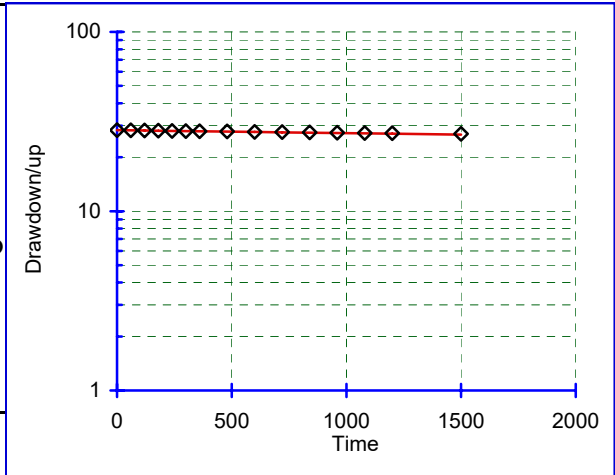
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	19,25	2,958	2,931
2)	30,00	0,69	18,56	2,921	2,921
3)	45,00	0,79	18,46	2,916	2,916
4)	60,00	0,88	18,37	2,911	2,911
5)	90,00	1,09	18,16	2,899	2,900
6)	120,00	1,26	17,99	2,890	2,890
7)	150,00	1,44	17,81	2,880	2,879
8)	180,00	1,61	17,64	2,870	2,869
9)	240,00	1,96	17,29	2,850	2,848
10)	300,00	2,28	16,97	2,831	2,827
11)	360,00	2,59	16,66	2,813	2,807
12)	480,00	3,22	16,03	2,775	2,765
13)	600,00	3,76	15,49	2,740	2,723
14)	720,00	4,28	14,97	2,706	2,682
15)	840,00	4,78	14,47	2,672	2,640
16)	960,00	5,24	14,01	2,640	2,598
17)	1080,00	5,65	13,60	2,610	2,557
18)	1200,00	6,08	13,17	2,578	2,515
19)	1500,00	7,09	12,16	2,498	2,411
20)	1800,00	7,44	11,81	2,469	2,307

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (83.3-89.3m)
 Run Date: 2008-01-26

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 6 meters
 Saturated Column Length: 6 meters
 Water Table Depth: 28,32 meters
 Aquifer Thickness: 6 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 15
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000



Hyd. Cond., K(h): 1,02E-08 m/sec

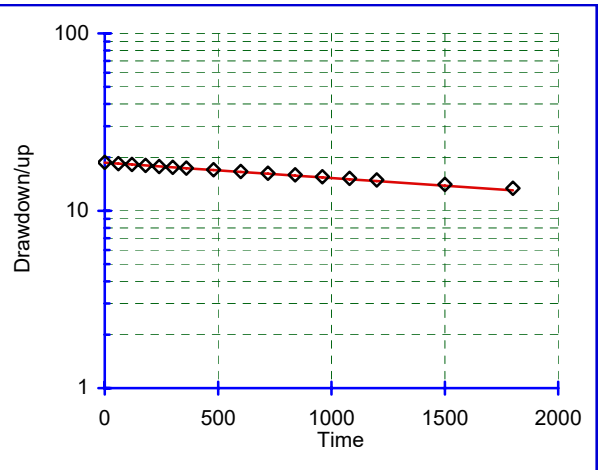
Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	28,32	3,344	3,343
2)	60,00	0,08	28,24	3,341	3,341
3)	120,00	0,15	28,17	3,338	3,338
4)	180,00	0,20	28,12	3,336	3,336
5)	240,00	0,28	28,04	3,334	3,334
6)	300,00	0,34	27,98	3,331	3,332
7)	360,00	0,40	27,92	3,329	3,329
8)	480,00	0,49	27,83	3,326	3,325
9)	600,00	0,62	27,70	3,321	3,320
10)	720,00	0,70	27,62	3,318	3,316
11)	840,00	0,81	27,51	3,315	3,311
12)	960,00	0,92	27,40	3,311	3,306
13)	1080,00	1,01	27,31	3,307	3,302
14)	1200,00	1,08	27,24	3,305	3,297
15)	1500,00	1,29	27,03	3,297	3,286

Bouwer & Rice Method for Calculating Hydraulic Conductivity

Project Name: 2007 Slug Test Program
 Client Name: Les Mines OSISKO
 Analysis By: MOuangrawa

Project No.: 07-1221-0028/2200
 Identification: CM-07-1540 (101.3-124.3m)
 Run Date: 2008-01-26

Riser Pipe Diameter (effec.): 0,057 meters
 Intake Diameter: 0,076 meters
 Intake Length: 23 meters
 Saturated Column Length: 23 meters
 Water Table Depth: 18,73 meters
 Aquifer Thickness: 23 meters
 Line Fit Starting No.: 2 Min 1 to
 Line Fit Ending No.: 7 Max 16
 Specify Output Units: 4 1 to 9
 Error of Fit: 0,000

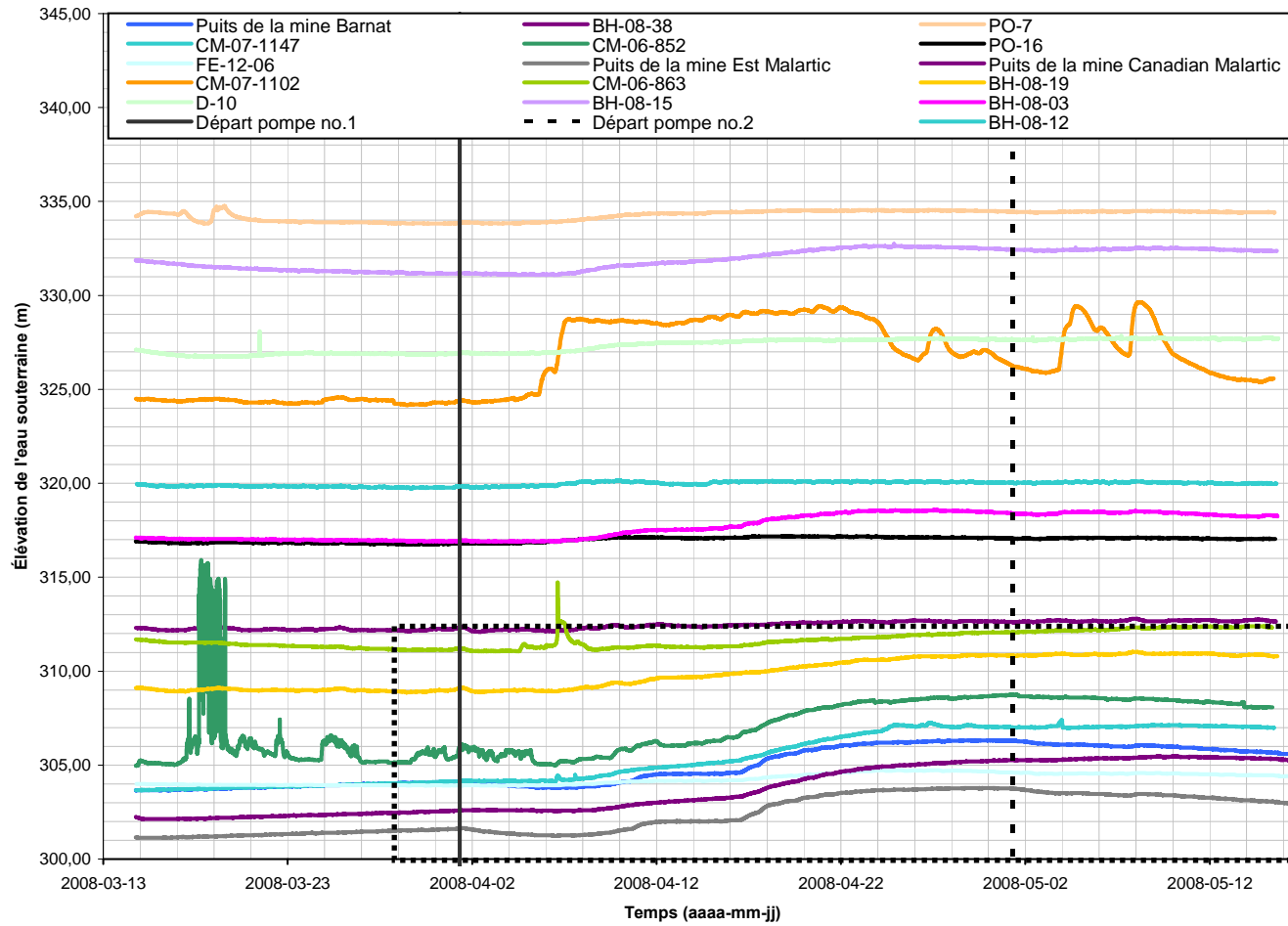


Hyd. Cond., K(h): 1,87E-08 m/sec

Meas. #	Time seconds	Field Meas. meters	Drawdown/up meters	Line Fit To LN(Yt)	Regression On LN(Yt)
1)	0,00	0,00	18,73	2,930	2,927
2)	60,00	0,28	18,45	2,915	2,915
3)	120,00	0,49	18,24	2,903	2,903
4)	180,00	0,70	18,03	2,892	2,891
5)	240,00	0,98	17,75	2,876	2,879
6)	300,00	1,14	17,59	2,867	2,867
7)	360,00	1,34	17,39	2,856	2,855
8)	480,00	1,70	17,03	2,835	2,831
9)	600,00	2,08	16,65	2,812	2,807
10)	720,00	2,46	16,27	2,789	2,783
11)	840,00	2,80	15,93	2,768	2,759
12)	960,00	3,18	15,55	2,744	2,735
13)	1080,00	3,49	15,24	2,724	2,711
14)	1200,00	3,82	14,91	2,702	2,687
15)	1500,00	4,65	14,08	2,645	2,627
16)	1800,00	5,35	13,38	2,594	2,567

ANNEXE B

**DONNÉES BRUTES DE SUIVI DES NIVEAUX D'EAU DE MARS À
MAI 2008**

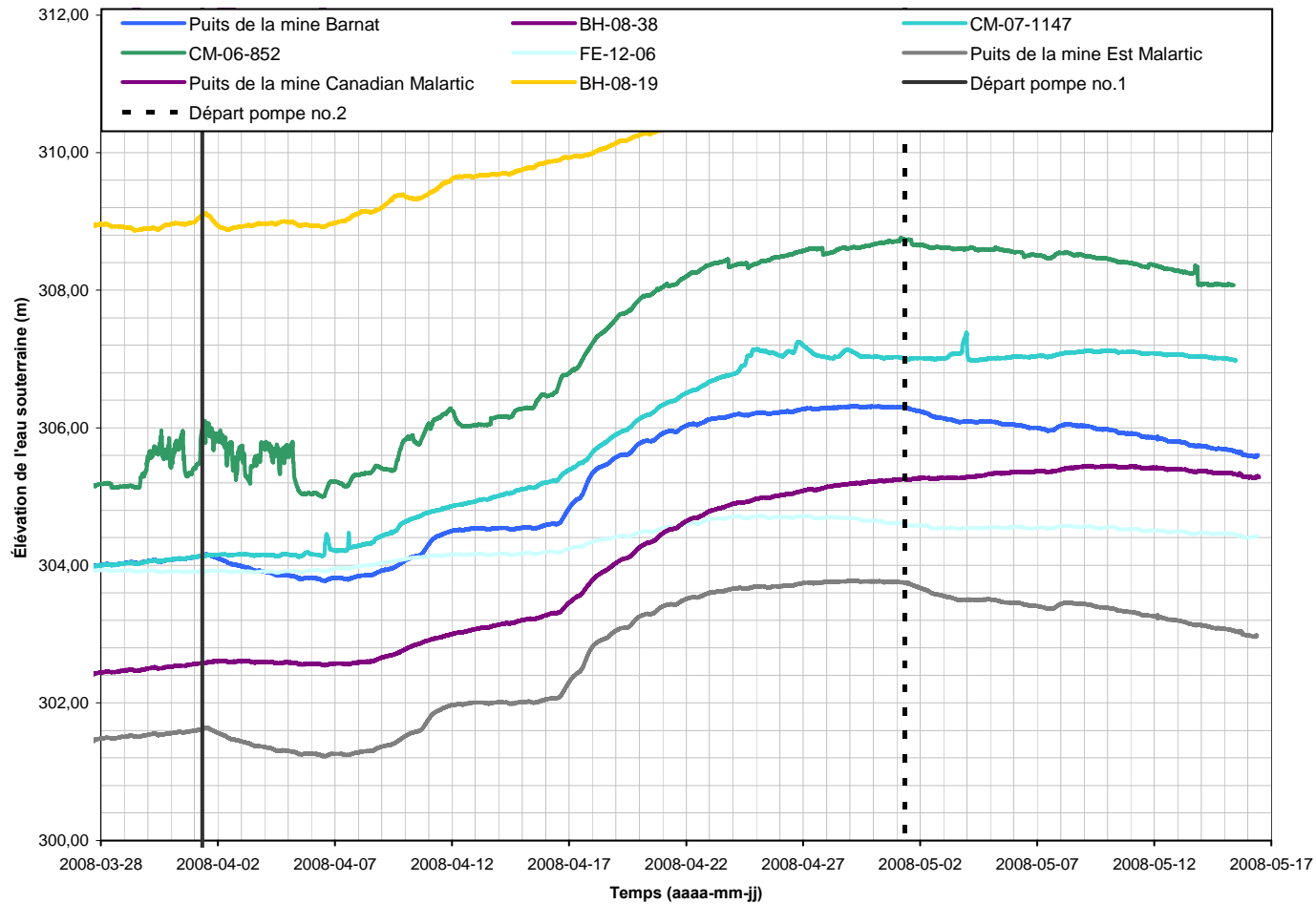


**Agrandissement
Figure B-2**

CONFIDENTIEL



CLIENT OSISKO		PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
DESSINÉ PAR: M.R.	DATE 8 juillet 2008	TITRE Données brutes de suivi des niveaux d'eau de mars à mai 2008	
VÉRIFIÉ PAR: A.B.	DATE 8 juillet 2008		
ÉCHELLE: Not to scale		PROJET No 07-1221-0028	FIGURE No B-1



CONFIDENTIEL



CLIENT OSISKO		PROJET ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES, OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
DESSINÉ PAR: M.R.	DATE 8 juillet 2008	TITRE Données brutes de suivi des niveaux d'eau de mars à mai 2008	
VÉRIFIÉ PAR: A.B.	DATE 8 juillet 2008		
ÉCHELLE: Not to scale		A4	PROJET No 07-1221-0028
			FIGURE No B-2

ANNEXE C

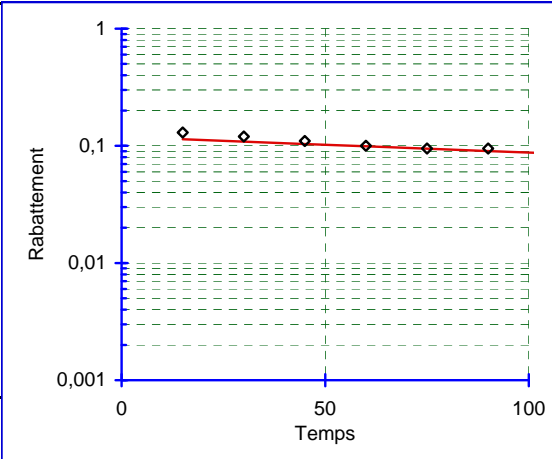
DONNÉES ET INTERPRÉTATION DE L'ESSAI DE PERMÉABILITÉ

Conductivité hydraulique calculée par la méthode de Bouwer & Rice

Projet : Étude de faisabilité
 Client : OSISKO
 Analysé par : M.N. Riverin

No.de projet : 07-1221-0028
 Puits : BH08-03
 Date de l'essai : 14-05-2008

Diamètre du tubage (effec.):	0,113 mètres
Diamètre de la lanterne :	0,2032 mètres
Longueur de la lanterne :	0,74 mètres
Épaisseur colonne saturée :	0,74 mètres
Niveau statique :	3,72 mètres
Épaisseur saturée aquifère :	3,13 mètres
No. ajust. début ligne :	9 Min 1 à
No. ajust. fin ligne:	25 Max 45
Unités de mesure résultat :	4 1 à 9
Erreur d'ajustement :	0,025



No.		Niveau d'eau		Rabattement		Ajustement		Régression	
mes.	secondes	mètres	mètres	mètres	mètres	LN(Yt)	LN(Yt)	LN(Yt)	LN(Yt)
1)	15,00	3,85		0,13		-2,040		-2,173	
2)	30,00	3,84		0,12		-2,120		-2,220	
3)	45,00	3,83		0,11		-2,207		-2,266	
4)	60,00	3,82		0,10		-2,303		-2,312	
5)	75,00	3,82		0,09		-2,354		-2,358	
6)	90,00	3,82		0,09		-2,354		-2,404	
7)	105,00	3,81		0,09		-2,408		-2,450	
8)	120,00	3,80		0,08		-2,526		-2,496	
9)	135,00	3,80		0,08		-2,526		-2,542	
10)	150,00	3,80		0,07		-2,590		-2,588	
11)	165,00	3,80		0,07		-2,590		-2,634	
12)	180,00	3,79		0,07		-2,659		-2,680	
13)	195,00	3,79		0,06		-2,733		-2,727	
14)	210,00	3,78		0,06		-2,813		-2,773	
15)	225,00	3,78		0,06		-2,813		-2,819	
16)	240,00	3,78		0,06		-2,813		-2,865	
17)	255,00	3,77		0,05		-2,996		-2,911	
18)	270,00	3,77		0,05		-2,996		-2,957	
19)	285,00	3,77		0,05		-2,996		-3,003	
20)	300,00	3,77		0,04		-3,101		-3,049	
21)	315,00	3,77		0,04		-3,101		-3,095	
22)	330,00	3,77		0,04		-3,101		-3,141	
23)	345,00	3,76		0,04		-3,219		-3,188	
24)	360,00	3,76		0,04		-3,219		-3,234	
25)	375,00	3,76		0,04		-3,219		-3,280	
26)	390,00	3,75		0,03		-3,507		-3,326	

ANNEXE D

CERTIFICATS D'ANALYSES CHIMIQUES

Attention: Carl Pednault
GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Montreal
9200, boul. l'Acadie
bureau 10
Montréal, PQ
Canada H4N 2T2

Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Chantier: OSISKO
Votre # Bordereau: E400495

Date du rapport: 2008/04/28

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER MAXXAM: A814671
Reçu: 2008/04/22, 11:00

Matrice: EAU SOUTERRAINE
Nombre d'échantillons reçus: 2

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Méthode d'analyse
Alcalinité totale (pH final 4.5)	1	2008/04/22	2008/04/23	STL SOP-00038/5	Titrimétrique
Anions	1	2008/04/25	2008/04/25	STL SOP-00014/5	Chrom. Ionique
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	1	2008/04/25	2008/04/25	STL SOP-00151/8	GC/FID
Cyanures libres	1	2008/04/22	2008/04/28	STL SOP-00035/2	Colorimétrie
Cyanures totaux	1	2008/04/22	2008/04/23	STL SOP-00035/2	Colorimétrie
Conductivité	1	2008/04/22	2008/04/22	STL SOP-00038/5; STL SOP-00012/2	Conductivité
Frais de gestion	1	N/A	2008/04/22		
Dureté	1	2008/04/25	2008/04/25	STL SOP-00006/6	ICP
Mercure par vapeur froide AA	1	2008/04/22	2008/04/23	STL SOP-00042/6	AA vapeur froide
Matières en suspension	1	2008/04/22	2008/04/22	STL SOP-00015/3	Gravimétrie
Métaux par ICPMS	1	2008/04/25	2008/04/25	STL SOP-00006/6	ICPMS
Azote ammoniacal	1	2008/04/22	2008/04/22	STL SOP-00040/3	Colorimétrie
pH	1	2008/04/22	2008/04/22	STL SOP-00016/3; STL SOP-00038/4,	pHmètre

Leila Sabouri
Lella Sabouri
28 Apr 2008 16:49:14 -04:00

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

LEILA SABOURI, B. Sc., Biochimiste, Chargée de projets
Email: leila.sabouri@maxxamanalytics.com
Phone: (514) 448-9001 Ext: 227

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation malsaine de la signature électronique et emploie les signataires requis selon la section 5.10.2 du guide ISO/IEC 17025:2005(E). Le CCN et l'ACLAE ont tous deux approuvé cette façon de rapporter les résultats ainsi que ce format électronique de rapport.

Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour le détail des validations par département.

Dossier Maxxam: A814671
Date du rapport: 2008/04/28

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO
Initiales du préleveur: CP

HYDROCARBURES PAR GCFID (EAU SOUTERRAINE)

IDMaxxam		E39917		
Date d'échantillonnage		2008/04/18		
#Bordereau		E400495		
	Unités	SHAFT 18-04-08	LDR	Lot CQ

HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX				
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	ug/L	ND	100	506435
Récupération des Surrogates (%)				
1-Chlorooctadécane	%	101	N/A	506435
ND = Non détecté N/A = Non applicable LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité				

Dossier Maxxam: A814671
Date du rapport: 2008/04/28

GOLDER ASSOCIÉS LTEE
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO
Initiales du préleveur: CP

MÉTAUX(EAU SOUTERRAINE)

IDMaxxam		E39917	E39943		
Date d'échantillonnage		2008/04/18	2008/04/21		
#Bordereau		E400495	E400495		
	Unités	SHAFT 18-04-08	SHAFT 18-04-08	LDR	Lot CQ

MÉTAUX					
Mercuré (Hg)	ug/L	N/A	ND	0.1	505562
Aluminium (Al)	ug/L	N/A	ND	30	506737
Calcium (Ca)	ug/L	180000	N/A	1000	506679
Antimoine (Sb)	ug/L	N/A	12	6	506737
Magnésium (Mg)	ug/L	58000	N/A	1000	506679
Argent (Ag)	ug/L	N/A	ND	0.3	506737
Dureté totale (CaCO3)	ug/L	700000	N/A	1000	506679
Arsenic (As)	ug/L	N/A	ND	2	506737
Baryum (Ba)	ug/L	N/A	41	30	506737
Cadmium (Cd)	ug/L	N/A	ND	1	506737
Chrome (Cr)	ug/L	N/A	ND	30	506737
Cobalt (Co)	ug/L	N/A	ND	30	506737
Cuivre (Cu)	ug/L	N/A	3	3	506737
Plomb (Pb)	ug/L	N/A	ND	1	506737
Manganèse (Mn)	ug/L	N/A	1700	3	506737
Molybdène (Mo)	ug/L	N/A	ND	30	506737
Nickel (Ni)	ug/L	N/A	21	10	506737
Sélénium (Se)	ug/L	N/A	ND	1	506737
Sodium (Na)	ug/L	N/A	23000	30	506737
Zinc (Zn)	ug/L	N/A	35	3	506737
Bore (B)	ug/L	N/A	66	50	506737
Fer (Fe)	ug/L	N/A	ND	100	506737
Potassium (K)	ug/L	N/A	29000	100	506737

ND = Non détecté
N/A = Non applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité

Dossier Maxxam: A814671
Date du rapport: 2008/04/28

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO
Initiales du préleveur: CP

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		E39917	E39943		
Date d'échantillonnage		2008/04/18	2008/04/21		
#Bordereau		E400495	E400495		
	Unités	SHAFT 18-04-08	SHAFT 18-04-08	LDR	Lot CQ

CONVENTIONNELS					
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	0.36	N/A	0.02	505579
Conductivité	mmhos/cm	1.4	N/A	0.001	505568
Cyanures Libres (CN-)	mg/L	ND	N/A	0.01	505558
Cyanures Totaux	mg/L	ND	N/A	0.01	505557
pH	pH	N/A	6.8	N/A	505654
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	mg/L	260	N/A	2	505496
Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	mg/L	260	N/A	2	505496
Carbonate (CO3 comme CaCO3)	mg/L	ND	N/A	2	505496
Chlorures (Cl)	mg/L	24	N/A	0.3	506742
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	ND	N/A	0.02	506742
Sulfates (SO4)	mg/L	420	N/A	2	506742
Matières en suspension (MES)	mg/L	5	N/A	2	505578

ND = Non détecté
N/A = Non applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité

Dossier Maxxam: A814671
Date du rapport: 2008/04/28

GOLDER ASSOCIÉS LTEE
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO
Initiales du préleveur: CP

REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON excepté pour
Dureté: Arrivé sans préservatif, préservé à l'arrivée au laboratoire.: E39917

HYDROCARBURES PAR GCFID (EAU SOUTERRAINE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité (spike et surrogates). Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc de méthode.

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité. Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc.

L'échantillon E39943 a été filtré en laboratoire avant l'analyse des métaux. Ces résultats correspondent à des métaux dissous.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité. Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc.

Les limites de détections indiquées sont multipliées par les facteurs de dilution utilisés pour l'analyse des échantillons.

Les résultats s'appliquent seulement pour les paramètres analysés.

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Attention: Carl Pednault
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
P.O. #:
Nom de projet: OSISKO

Rapport Assurance Qualité
DossierMaxxam:A814671

Lot AQ/CQ	Date					
Num Init	Type CQ	Paramètre	Analysé	Valeur	Réc	Unités
			aaaa/mm/jj			
505496 FS	ÉTALON CQ	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2008/04/23		111	%
	SPIKE	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2008/04/23		94	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2008/04/23	ND, LDR=2		mg/L
		Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	2008/04/23	ND, LDR=2		mg/L
		Carbonate (CO3 comme CaCO3)	2008/04/23	ND, LDR=2		mg/L
505557 MR4	ÉTALON CQ	CyanuresTotaux	2008/04/23		83	%
	SPIKE	CyanuresTotaux	2008/04/23		100	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	CyanuresTotaux	2008/04/23	ND, LDR=0.01		mg/L
505558 JS2	ÉTALON CQ	Cyanures Libres (CN-)	2008/04/28		95	%
	SPIKE	Cyanures Libres (CN-)	2008/04/28		99	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	Cyanures Libres (CN-)	2008/04/28	ND, LDR=0.01		mg/L
505562 DB2	SPIKE	Mercure (Hg)	2008/04/23		104	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	Mercure (Hg)	2008/04/23	ND, LDR=0.0001		mg/L
505568 CN1	ÉTALON CQ	Conductivité	2008/04/22		101	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	Conductivité	2008/04/22	0.002, LDR=0.001		mmhos/cm
505578 HM1	SPIKE	Matières en suspension (MES)	2008/04/22		93	%
	SPIKE DUP	Matières en suspension (MES)	2008/04/22		98	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	Matières en suspension (MES)	2008/04/22	ND, LDR=2		mg/L
505579 JS2	ÉTALON CQ	Azote ammoniacal(N-NH3)	2008/04/22		89	%
	SPIKE	Azote ammoniacal(N-NH3)	2008/04/22		97	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	Azote ammoniacal(N-NH3)	2008/04/22	ND, LDR=0.02		mg/L
505654 CN1	ÉTALON CQ	pH	2008/04/22		100	%
	SPIKE	pH	2008/04/22		100	%
506435 YW	SPIKE	1-Chlorooctadécane	2008/04/25		102	%
	SPIKE DUP	1-Chlorooctadécane	2008/04/25		107	%
		1-Chlorooctadécane	2008/04/25		85	%
	SPIKE	Hydrocarbures Pétroliers(C10-C50)	2008/04/25		79	%
	SPIKE DUP	Hydrocarbures Pétroliers(C10-C50)	2008/04/25		92	%
		Hydrocarbures Pétroliers(C10-C50)	2008/04/25		66	%
	BLANC DE					
	MÉTHODE	1-Chlorooctadécane	2008/04/25		95	%
		Hydrocarbures Pétroliers(C10-C50)	2008/04/25	ND, LDR=100		ug/L
506679 MCL	BLANC DE					
	MÉTHODE	Calcium (Ca)	2008/04/25	ND, LDR=1		mg/L
		Magnésium (Mg)	2008/04/25	ND, LDR=1		mg/L
		Dureté totale (CaCO3)	2008/04/25	ND, LDR=1		mg/L
506737 MCL	SPIKE	Aluminium (Al)	2008/04/25		95	%
		Antimoine (Sb)	2008/04/25		146	%
		Argent (Ag)	2008/04/25		88	%
		Arsenic (As)	2008/04/25		108	%
		Baryum (Ba)	2008/04/25		109	%
		Cadmium (Cd)	2008/04/25		105	%
		Chrome (Cr)	2008/04/25		96	%
		Cobalt (Co)	2008/04/25		99	%
		Cuivre (Cu)	2008/04/25		104	%
		Plomb (Pb)	2008/04/25		107	%
		Manganèse (Mn)	2008/04/25		103	%
		Molybdène (Mo)	2008/04/25		117	%
		Nickel (Ni)	2008/04/25		102	%

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Attention: Carl Pednault
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
P.O. #:
Nom de projet: OSISKO

Rapport Assurance Qualité (Suite)

DossierMaxxam:A814671

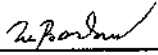

Lot AQ/CQ			Paramètre	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	Unités
Num Init	Type CQ						
506737	MCL	SPIKE	Sélénium(Se)	2008/04/25		113	%
			Sodium(Na)	2008/04/25		98	%
			Zinc (Zn)	2008/04/25		104	%
			Bore (B)	2008/04/25		102	%
			Fer (Fe)	2008/04/25		102	%
			Potassium (K)	2008/04/25		103	%
	BLANC DE MÉTHODE	Aluminium (Al)		2008/04/25	ND, LDR=0.03		mg/L
		Antimoine(Sb)		2008/04/25	0.008, LDR=0.006		mg/L
		Argent (Ag)		2008/04/25	ND, LDR=0.0003		mg/L
		Arsenic (As)		2008/04/25	ND, LDR=0.002		mg/L
		Baryum (Ba)		2008/04/25	ND, LDR=0.03		mg/L
		Cadmium (Cd)		2008/04/25	ND, LDR=0.001		mg/L
		Chrome (Cr)		2008/04/25	ND, LDR=0.03		mg/L
		Cobalt (Co)		2008/04/25	ND, LDR=0.03		mg/L
		Cuivre (Cu)		2008/04/25	ND, LDR=0.003		mg/L
		Plomb (Pb)		2008/04/25	ND, LDR=0.001		mg/L
		Manganèse (Mn)		2008/04/25	ND, LDR=0.003		mg/L
		Molybdène (Mo)		2008/04/25	ND, LDR=0.03		mg/L
		Nickel (Ni)		2008/04/25	ND, LDR=0.01		mg/L
		Sélénium (Se)		2008/04/25	0.006, LDR=0.001		mg/L
Sodium (Na)		2008/04/25	ND, LDR=0.03		mg/L		
Zinc (Zn)		2008/04/25	ND, LDR=0.003		mg/L		
Bore (B)		2008/04/25	ND, LDR=0.05		mg/L		
Fer (Fe)		2008/04/25	ND, LDR=0.1		mg/L		
Potassium (K)		2008/04/25	ND, LDR=0.1		mg/L		
506742	JS2	SPIKE	Chlorures (Cl)	2008/04/25		90	%
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2008/04/25		93	%
			Sulfates (SO4)	2008/04/25		90	%
	BLANC DE MÉTHODE	Chlorures (Cl)		2008/04/25	ND, LDR=0.05		mg/L
		Nitrate(N) et Nitrite(N)		2008/04/25	ND, LDR=0.02		mg/L
		Sulfates (SO4)		2008/04/25	ND, LDR=0.1		mg/L

ND = Non détecté
LDR = Limite de détection rapportée
Étaion CQ = Étaion Contrôle Qualité
SPIKE = Blanc fortifié
Réc = Récupération

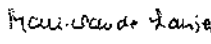

Page des signatures de validation

Dossier Maxxam: A814671



Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

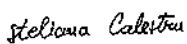

DELIA BARBUL, B.Sc., chimiste, Analyste 2

MARIE-CLAUDE LAUZIER, B.Sc., chimiste, Analyste 2

MICHEL POULIN, B.Sc., Chimiste, Analyste 2

STELIANA CALESTRU, B.Sc. chimiste, Analyste 2

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation malsaine de la signature électronique et emploie les signataires requis selon la section 5.10.2 du guide ISO/IEC 17025:2005(E). Le CCN et l'ACLAÉ ont tous deux approuvé cette façon de rapporter les résultats ainsi que ce format électronique de rapport.

Attention: Carl Pednault
GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Montreal
9200, boul. l'Acadie
bureau 10
Montréal, PQ
Canada H4N 2T2

Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Chantier: OSISKO
Votre # Bordereau: E721115

Date du rapport: 2008/07/11

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER MAXXAM: A827433
Reçu: 2008/07/04, 11:30

Matrice: EAU SOUTERRAINE
Nombre d'échantillons reçus: 1

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Méthode d'analyse
Alcalinité totale (pH final 4.5)	1	2008/07/10	2008/07/11	STL SOP-00038/5	Titrimétrie
Anions	1	2008/07/09	2008/07/09	STL SOP-00014/5	Chrom. Ionique
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	1	2008/07/07	2008/07/08	STL SOP-00151/11	GC/FID
Cyanures libres	1	2008/07/08	2008/07/09	STL SOP-00035/2	Colorimétrie
Cyanures totaux	1	2008/07/04	2008/07/04	STL SOP-00035/2	Colorimétrie
Conductivité	1	2008/07/09	2008/07/10	STL SOP-00038/5; STL SOP-00012/2	Conductivité
Frais de gestion	1	N/A	2008/07/04		
Dureté	1	2008/07/09	2008/07/10	STL SOP-00006/7	ICP
Mercuré par vapeur froide AA	1	2008/07/09	2008/07/09	STL SOP-00042/6	AA vapeur froide
Matières en suspension	1	2008/07/08	2008/07/09	STL SOP-00015/3	Gravimétrie
Métaux par ICPMS	1	2008/07/09	2008/07/10	STL SOP-00006/7	ICPMS
Azote ammoniacal	1	2008/07/07	2008/07/07	STL SOP-00040/3	Colorimétrie
pH	1	2008/07/04	2008/07/04	STL SOP-00016/5; STL SOP-00038/5,	pH mètre

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

LEILA SABOURI, B. Sc., Biochimiste, Chargée de projets
Email: leila.sabouri@maxxamanalytics.com
Phone# (514) 448-9001 Ext:227

=====
Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation malsaine de la signature électronique et emploie les signataires requis selon la section 5.10.2 du guide ISO/IEC 17025:2005(E). Le CCN et l' ACLAE ont tous deux approuvé cette façon de rapporter les résultats ainsi que ce format électronique de rapport.

Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour le détail des validations par département.

Dossier Maxxam: A827433
Date du rapport: 2008/07/11

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO

HYDROCARBURES PAR GCFID (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		F01928		
Date d'échantillonnage		2008/07/03		
# Bordereau		E721115		
	Unités	SHAFT-EM-2008-07-03	LDR	Lot CQ

HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX				
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	ug/L	ND	100	527329
Récupération des Surrogates (%)				
1-Chlorooctadécane	%	65	N/A	527329

ND = Non détecté
N/A = Non applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité

Dossier Maxxam: A827433
Date du rapport: 2008/07/11

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		F01928		
Date d'échantillonnage		2008/07/03		
# Bordereau		E721115		
	Unités	SHAFT-EM-2008-07-03	LDR	Lot CQ

MÉTAUX				
Mercure (Hg)	ug/L	ND	0.1	528145
Aluminium (Al)	ug/L	ND	30	528087
Calcium (Ca)	ug/L	190000	1000	528089
Antimoine (Sb)	ug/L	ND	6	528087
Magnésium (Mg)	ug/L	61000	1000	528089
Argent (Ag)	ug/L	ND	0.3	528087
Dureté totale (CaCO ₃)	ug/L	730000	1000	528089
Arsenic (As)	ug/L	ND	2	528087
Baryum (Ba)	ug/L	51	30	528087
Cadmium (Cd)	ug/L	ND	1	528087
Chrome (Cr)	ug/L	ND	30	528087
Cobalt (Co)	ug/L	ND	30	528087
Cuivre (Cu)	ug/L	ND	3	528087
Plomb (Pb)	ug/L	ND	1	528087
Manganèse (Mn)	ug/L	2000	3	528087
Molybdène (Mo)	ug/L	ND	30	528087
Nickel (Ni)	ug/L	35	10	528087
Sélénium (Se)	ug/L	ND	1	528087
Sodium (Na)	ug/L	33000	30	528087
Zinc (Zn)	ug/L	ND	3	528087
Bore (B)	ug/L	94	50	528087
Fer (Fe)	ug/L	1000	100	528087
Potassium (K)	ug/L	35000	100	528087

ND = Non détecté
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité

Dossier Maxxam: A827433
Date du rapport: 2008/07/11

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		F01928		
Date d'échantillonnage		2008/07/03		
# Bordereau		E721115		
	Unités	SHAFT-EM-2008-07-03	LDR	Lot CQ

CONVENTIONNELS				
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	0.51	0.02	527379
Conductivité	mmhos/cm	1.5	0.001	528446
Cyanures Libres (CN-)	mg/L	ND	0.01	527897
Cyanures Totaux	mg/L	ND	0.01	527016
pH	pH	9.3	N/A	527040
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	mg/L	260	2	528686
Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	mg/L	260	2	528686
Carbonate (CO3 comme CaCO3)	mg/L	ND	2	528686
Chlorures (Cl)	mg/L	27	0.5	528170
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	ND	0.02	528170
Sulfates (SO4)	mg/L	440	2	528170
Matières en suspension (MES)	mg/L	6	2	527767

ND = Non détecté
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité

Dossier Maxxam: A827433
Date du rapport: 2008/07/11

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
Nom de projet: OSISKO

REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

HYDROCARBURES PAR GCFID (EAU SOUTERRAINE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité (spike et surrogates). Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc de méthode.

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité. Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc.

L'échantillon F01928 a été filtré en laboratoire avant l'analyse des métaux. Ces résultats correspondent à des métaux dissous.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité. Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc.

Les limites de détections indiquées sont multipliées par les facteurs de dilution utilisés pour l'analyse des échantillons.

Les résultats s'appliquent seulement pour les paramètres analysés.

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
Attention: Carl Pednault
Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
P.O. #:
Nom de projet: OSISKO

Rapport Assurance Qualité
Dossier Maxxam: A827433

Lot AQ/CQ Num Init	Type CQ	Paramètre	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	Unités
527016 JS2	ÉTALON CQ	Cyanures Totaux	2008/07/04		96	%
	SPIKE	Cyanures Totaux	2008/07/04		95	%
527040 CN1	BLANC DE MÉTHODE	Cyanures Totaux	2008/07/04	ND, LDR=0.01		mg/L
	Calibration Check	pH	2008/07/04		100	%
527329 MST	ÉTALON CQ	pH	2008/07/04		100	%
	SPIKE	pH	2008/07/04		100	%
527379 DKH	SPIKE	1-Chlorooctadécane	2008/07/08		98	%
	SPIKE DUP	1-Chlorooctadécane	2008/07/08		60	%
		1-Chlorooctadécane	2008/07/08		84	%
		1-Chlorooctadécane	2008/07/08		80	%
	SPIKE	Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2008/07/08		83	%
	SPIKE DUP	Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2008/07/08		58	%
		Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2008/07/08		76	%
		Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2008/07/08		82	%
	BLANC DE MÉTHODE	1-Chlorooctadécane	2008/07/08		80	%
		Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2008/07/08	110, LDR=100		ug/L
527767 JM6	ÉTALON CQ	Azote ammoniacal (N-NH3)	2008/07/07		97	%
	SPIKE	Azote ammoniacal (N-NH3)	2008/07/07		102	%
527897 JS2	BLANC DE MÉTHODE	Azote ammoniacal (N-NH3)	2008/07/07	ND, LDR=0.02		mg/L
	SPIKE	Matières en suspension (MES)	2008/07/09		95	%
528087 SC5	SPIKE DUP	Matières en suspension (MES)	2008/07/09		96	%
	BLANC DE MÉTHODE	Matières en suspension (MES)	2008/07/09	3, LDR=2		mg/L
528087 SC5	ÉTALON CQ	Cyanures Libres (CN-)	2008/07/09		91	%
	SPIKE	Cyanures Libres (CN-)	2008/07/09		103	%
	BLANC DE MÉTHODE	Cyanures Libres (CN-)	2008/07/09	ND, LDR=0.01		mg/L
	SPIKE	Aluminium (Al)	2008/07/10		113	%
		Antimoine (Sb)	2008/07/10		111	%
		Argent (Ag)	2008/07/10		87	%
		Arsenic (As)	2008/07/10		112	%
		Baryum (Ba)	2008/07/10		107	%
		Cadmium (Cd)	2008/07/10		104	%
		Chrome (Cr)	2008/07/10		109	%
		Cobalt (Co)	2008/07/10		106	%
		Cuivre (Cu)	2008/07/10		107	%
		Plomb (Pb)	2008/07/10		103	%
		Manganèse (Mn)	2008/07/10		104	%
		Molybdène (Mo)	2008/07/10		108	%
		Nickel (Ni)	2008/07/10		102	%
		Sélénium (Se)	2008/07/10		82	%
		Sodium (Na)	2008/07/10		110	%
		Zinc (Zn)	2008/07/10		101	%
		Bore (B)	2008/07/10		108	%
	Fer (Fe)	2008/07/10		104	%	
	Potassium (K)	2008/07/10		106	%	
BLANC DE MÉTHODE	Aluminium (Al)	2008/07/10	ND, LDR=0.03		mg/L	
	Antimoine (Sb)	2008/07/10	ND, LDR=0.006		mg/L	
	Argent (Ag)	2008/07/10	ND, LDR=0.0003		mg/L	
	Arsenic (As)	2008/07/10	ND, LDR=0.002		mg/L	
	Baryum (Ba)	2008/07/10	ND, LDR=0.03		mg/L	

GOLDER ASSOCIÉS LTEE.
 Attention: Carl Pednault
 Votre # du projet: 07-1221-0028-2400
 P.O. #:
 Nom de projet: OSISKO

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: A827433

Lot AQ/CQ Num Init	Type CQ	Paramètre	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	Unités
528087 SC5	BLANC DE MÉTHODE	Cadmium (Cd)	2008/07/10	ND, LDR=0.001		mg/L
		Chrome (Cr)	2008/07/10	ND, LDR=0.03		mg/L
		Cobalt (Co)	2008/07/10	ND, LDR=0.03		mg/L
		Cuivre (Cu)	2008/07/10	ND, LDR=0.003		mg/L
		Plomb (Pb)	2008/07/10	ND, LDR=0.001		mg/L
		Manganèse (Mn)	2008/07/10	ND, LDR=0.003		mg/L
		Molybdène (Mo)	2008/07/10	ND, LDR=0.03		mg/L
		Nickel (Ni)	2008/07/10	ND, LDR=0.01		mg/L
		Sélénium (Se)	2008/07/10	0.006, LDR=0.001		mg/L
		Sodium (Na)	2008/07/10	0.03, LDR=0.03		mg/L
		Zinc (Zn)	2008/07/10	ND, LDR=0.003		mg/L
		Bore (B)	2008/07/10	ND, LDR=0.05		mg/L
		Fer (Fe)	2008/07/10	ND, LDR=0.1		mg/L
Potassium (K)	2008/07/10	ND, LDR=0.1		mg/L		
528089 SC5	BLANC DE MÉTHODE	Calcium (Ca)	2008/07/10	ND, LDR=1		mg/L
		Magnésium (Mg)	2008/07/10	ND, LDR=1		mg/L
		Dureté totale (CaCO3)	2008/07/10	ND, LDR=1		mg/L
528145 MR4	ÉTALON CQ SPIKE	Mercure (Hg)	2008/07/09		91	%
		Mercure (Hg)	2008/07/09		103	%
528170 FS	BLANC DE MÉTHODE SPIKE	Mercure (Hg)	2008/07/09	ND, LDR=0.0001		mg/L
		Chlorures (Cl)	2008/07/09		98	%
		Nitrate(N) et Nitrite(N)	2008/07/09		101	%
		Sulfates (SO4)	2008/07/09		99	%
		Chlorures (Cl)	2008/07/09	ND, LDR=0.05		mg/L
528446 AK3	ÉTALON CQ SPIKE BLANC DE MÉTHODE	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2008/07/09	ND, LDR=0.02		mg/L
		Sulfates (SO4)	2008/07/09	ND, LDR=0.1		mg/L
		Conductivité	2008/07/10		98	%
		Conductivité	2008/07/10		100	%
528686 AK3	ÉTALON CQ SPIKE BLANC DE MÉTHODE	Conductivité	2008/07/10	ND, LDR=0.001		mmhos/cm
		Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2008/07/11		92	%
		Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2008/07/11		92	%
		Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2008/07/11	3, LDR=2		mg/L
		Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	2008/07/11	3, LDR=2		mg/L
Carbonate (CO3 comme CaCO3)	2008/07/11	ND, LDR=2		mg/L		

ND = Non détecté
 LDR = Limite de détection rapportée
 Étalon CQ = Étalon Contrôle Qualité
 SPIKE = Blanc fortifié
 Réc = Récupération

Page des signatures de validation

Dossier Maxxam: A827433

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

*Mélanie
Santerre* 

MÉLANIE SANTERRE,

Steliana Calestru 

STELIANA CALESTRU, B.Sc. chimiste, Analyste 2

Veronic Beausejour 

VERONIC BEAUSEJOUR, B.Sc., chimiste, Superviseur

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation malsaine de la signature électronique et emploie les signataires requis selon la section 5.10.2 du guide ISO/IEC 17025:2005(E). Le CCN et l'ACLAE ont tous deux approuvé cette façon de rapporter les résultats ainsi que ce format électronique de rapport.

Leila Sabouri

From: Pednault, Carl [Carl_Pednault@golder.com]
Sent: Friday, July 04, 2008 10:11 AM
To: Leila Sabouri
Subject: eb remplacement du bordereau

Bonjour Leila,

Voici la liste de tous les paramètres qui doivent être analysés pour le projet 07-1221-0028-2400

- métaux: aluminium, antimoine, argent, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, plomb, manganèse, molybdène, nickel, sélénium, zinc, fer
- mercure total
- nitrate et nitrite
- ions majeurs: calcium, magnésium, chlorures, sulfates, sodium, potassium, carbonates, bicarbonates,
- azote ammoniacal
- pH
- conductivité
- dureté totale
- matières en suspension
- hydrocarbures pétroliers
- cyanures libres
- cyanures totaux

Les échantillons n'ont pas pu être filtrés et acidifiés, pour ceux qui dont c'étaient nécessaires. Ils doivent donc être testés dans les 24h. Aussi lors d'une analyse précédente le fer a donné non-déteç. C'est surprenant parce que cette eau colore tout en rouge. Peux-tu apporter une attention particulière à cette analyse.

Merci

Carl Pednault ing. jr
 Chargé de projet
 Géo-Ingénierie

Golder Associés Ltée
 MONTRÉAL

9200 boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal, Québec
 Canada H4N 2T2
 Tel: (514) 383-0990
 Dir: (514) 383-6196
 Ext : 381
 Fax: (514) 383-5332

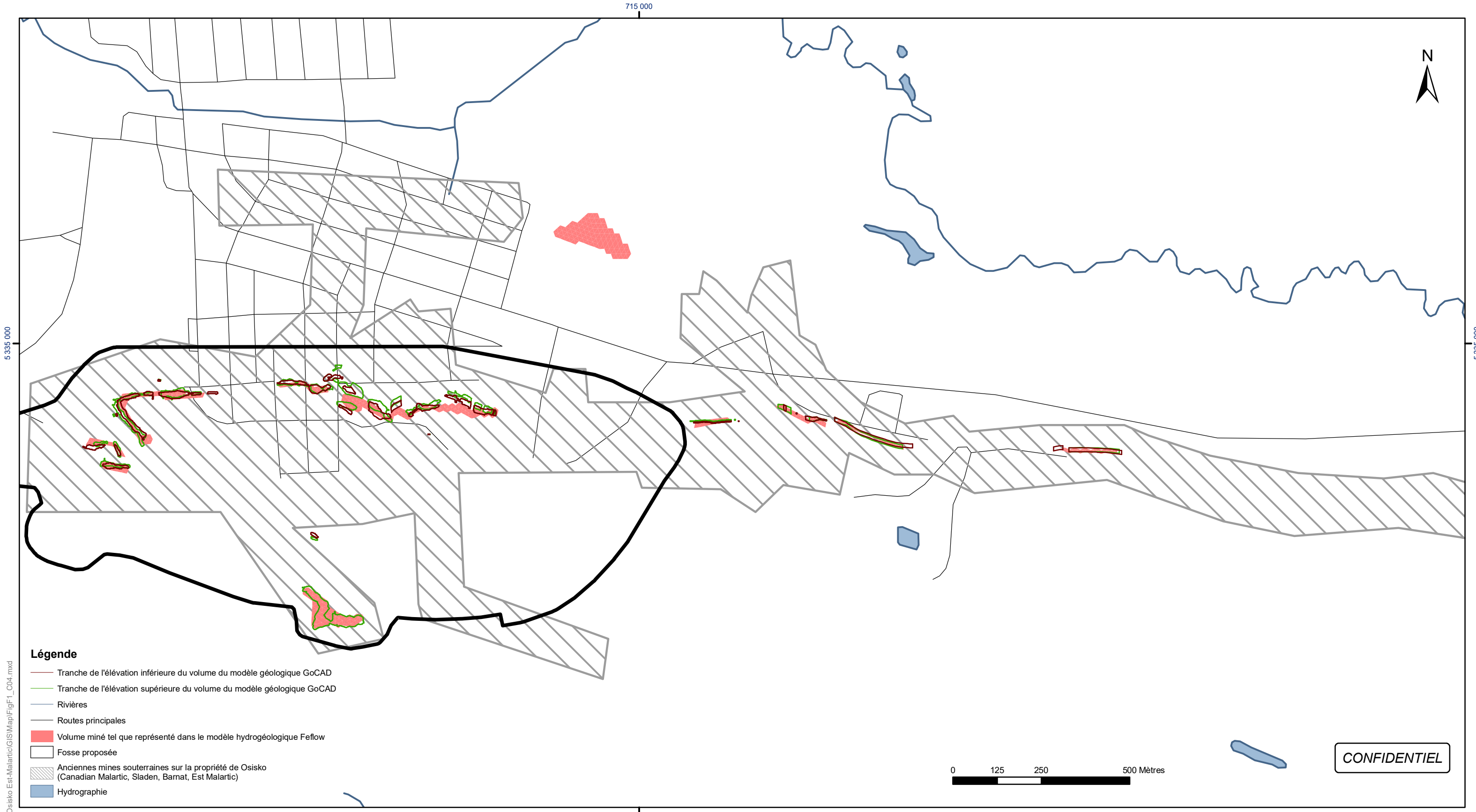


Visitez notre site Web : www.golder.com

Ce courriel est destiné exclusivement au(x) destinataire(s) mentionné(s) ci-dessus et peut contenir de l'information privilégiée, confidentielle et/ou dispensée de divulgation aux termes des lois applicables. Si vous avez reçu ce message par erreur, ou s'il ne vous est pas destiné, veuillez le mentionner immédiatement à l'expéditeur et effacer ce courriel. Tout produit transmis sur support électronique risque de subir des modifications non autorisées, de se détériorer ou de s'avérer incompatible. En conséquence, la version électronique de quelque document ou produit de travail que ce soit ne devrait pas être considérée fiable.

ANNEXE E

COMPARAISON ENTRE LES VOLUMES DES CHANTIERS DES MODÈLES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE 3D



Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder



Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF1_C04.mxd	Projet no. :	07-1221-0028

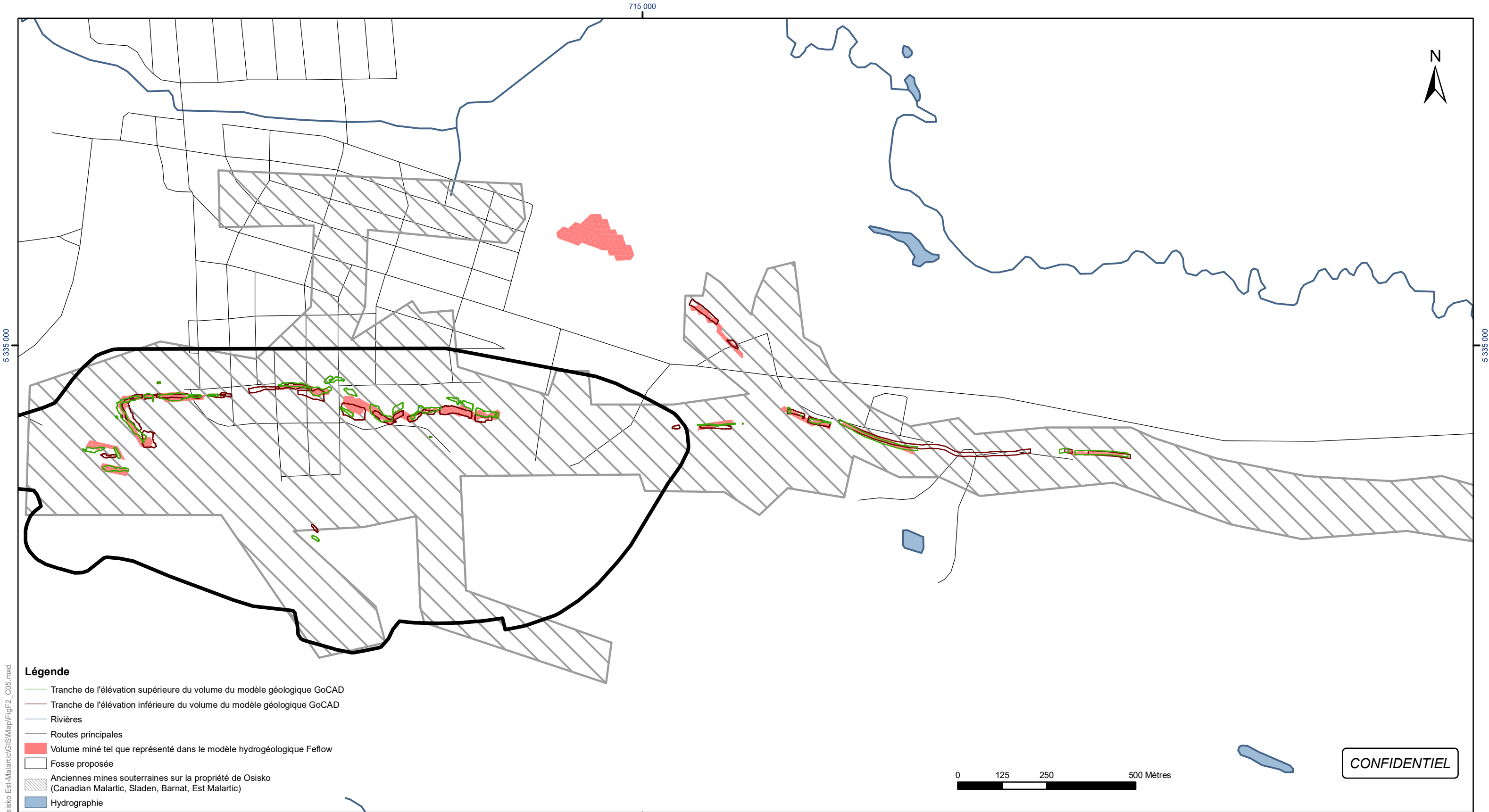


ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 4

Figure : E-1

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF1_C04.mxd



Légende

- Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Rivières
- Routes principales
- Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
- Fosse proposée
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Hydrographie

0 125 250 500 Mètres

CONFIDENTIEL

Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 18

Sources: Données Golder



Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF2_C05.mxd	Projet no. :	07-1221-0028

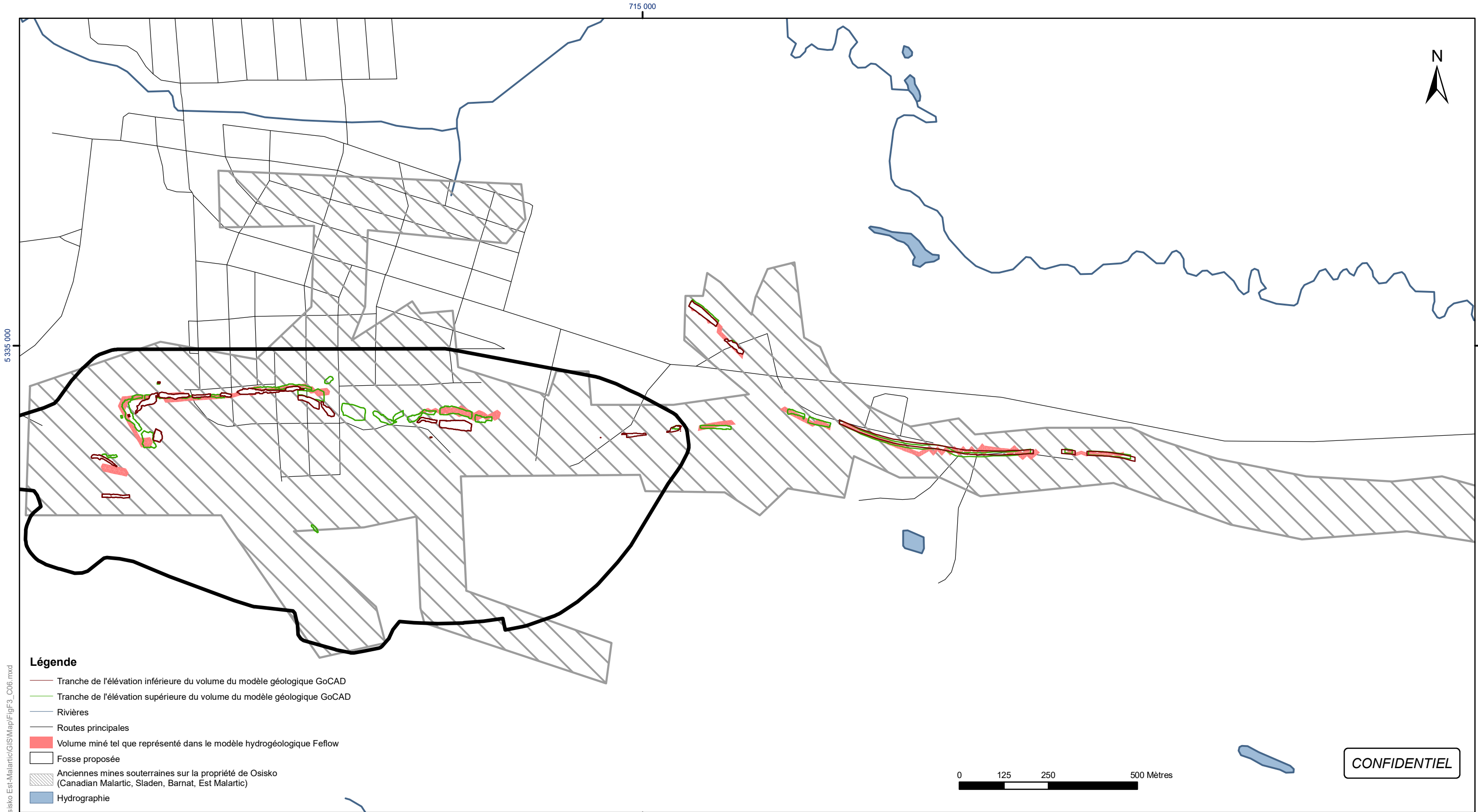


ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 5

Figure : **E-2**

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF2_C05.mxd



- Légende**
- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
 - Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
 - Rivières
 - Routes principales
 - Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
 - Fosse proposée
 - ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
 - Hydrographie

Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder

Golder Associés
 9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

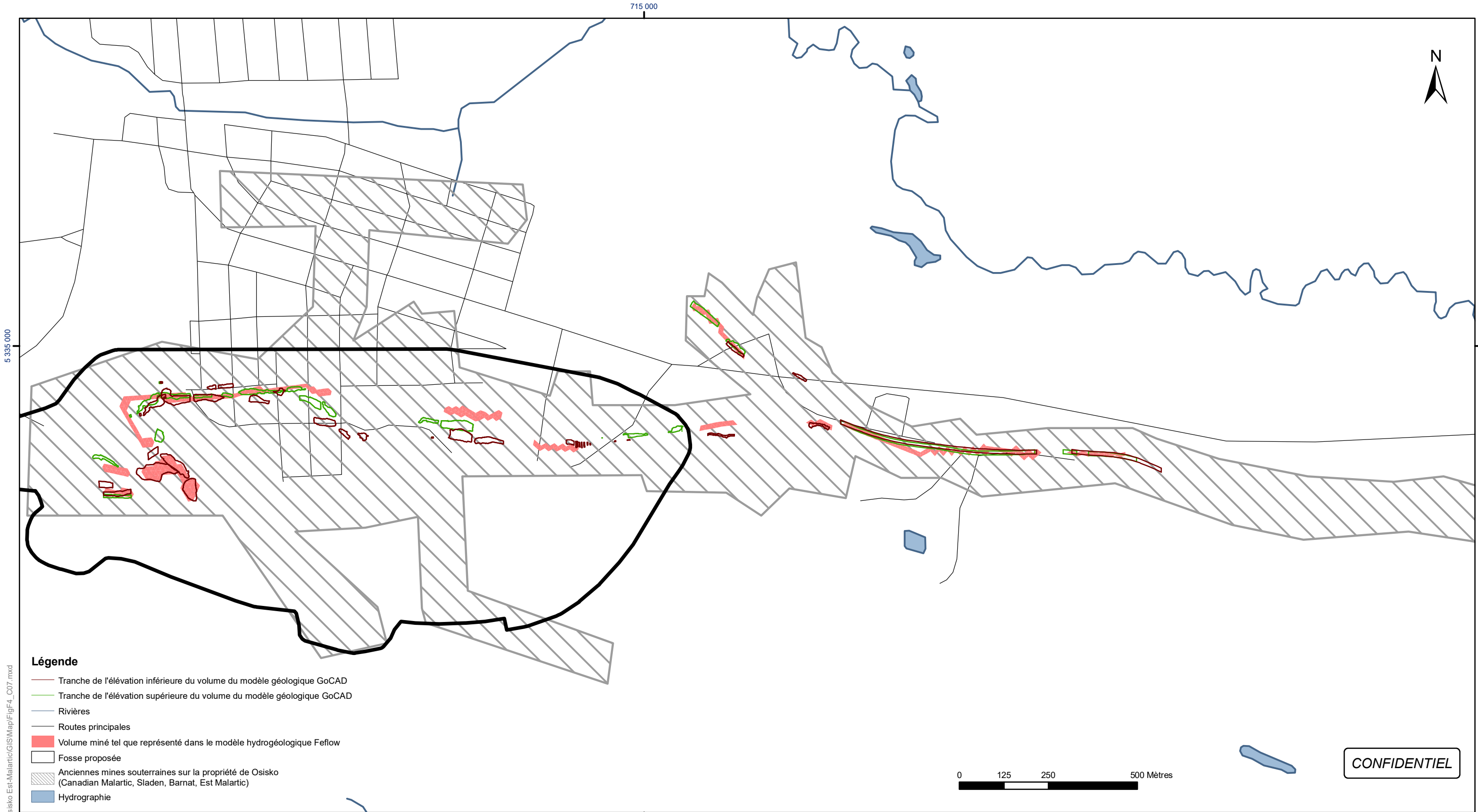
Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF3_C06.mxd	Projet no. :	07-1221-0028



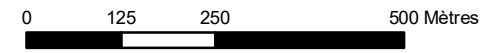
**ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
 SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
 OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA**

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 6	Figure : E-3
---	------------------------

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF3_C06.mxd



- Légende**
- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
 - Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
 - Rivières
 - Routes principales
 - Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
 - Fosse proposée
 - ▨ Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
 - Hydrographie



CONFIDENTIEL

Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder



Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF4_C07.mxd	Projet no. :	07-1221-0028

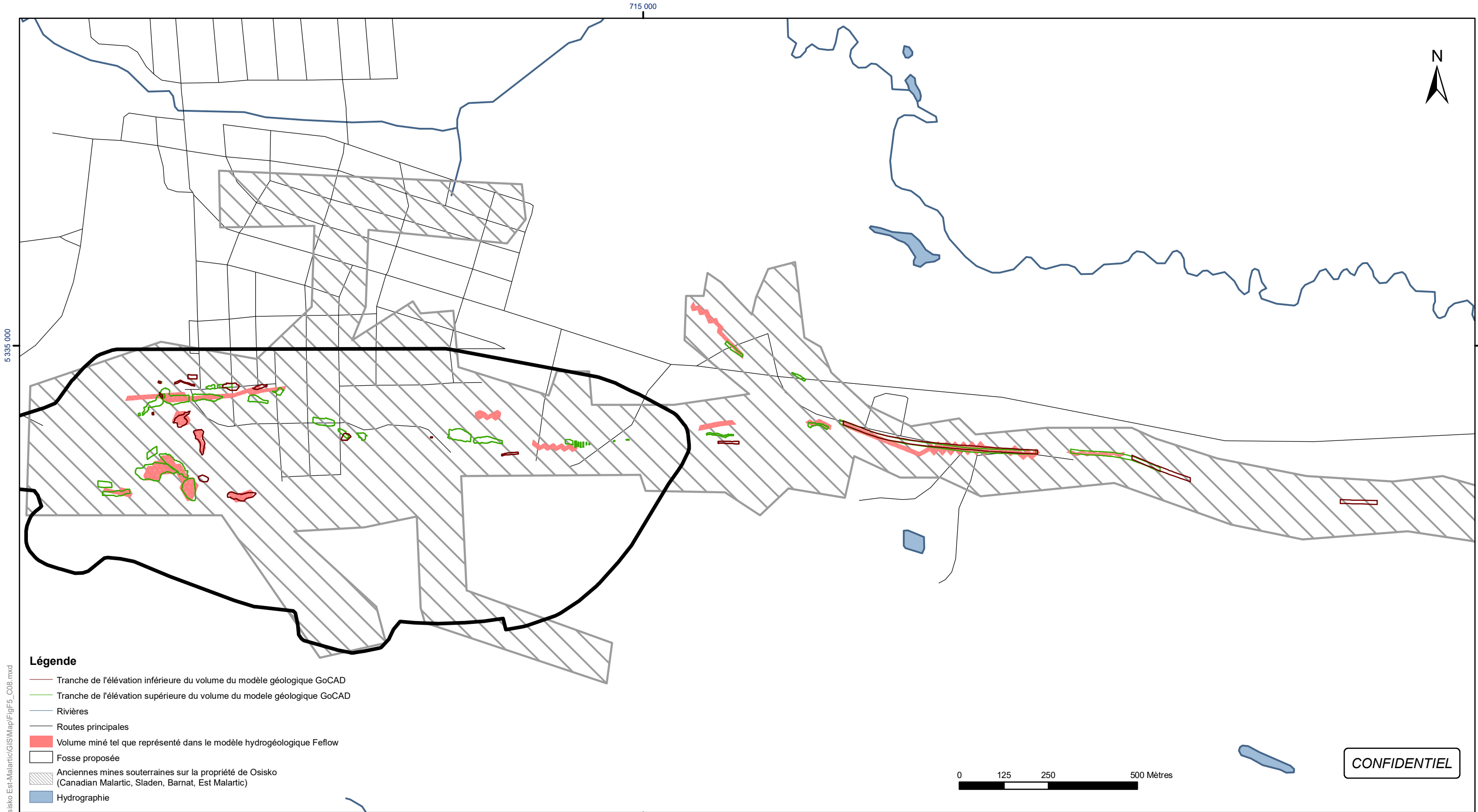


ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 7

Figure : **E-4**

Projet: N:\Acad\2007\122107-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF4_C07.mxd



Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder



Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF5_C08	Projet no. :	07-1221-0028

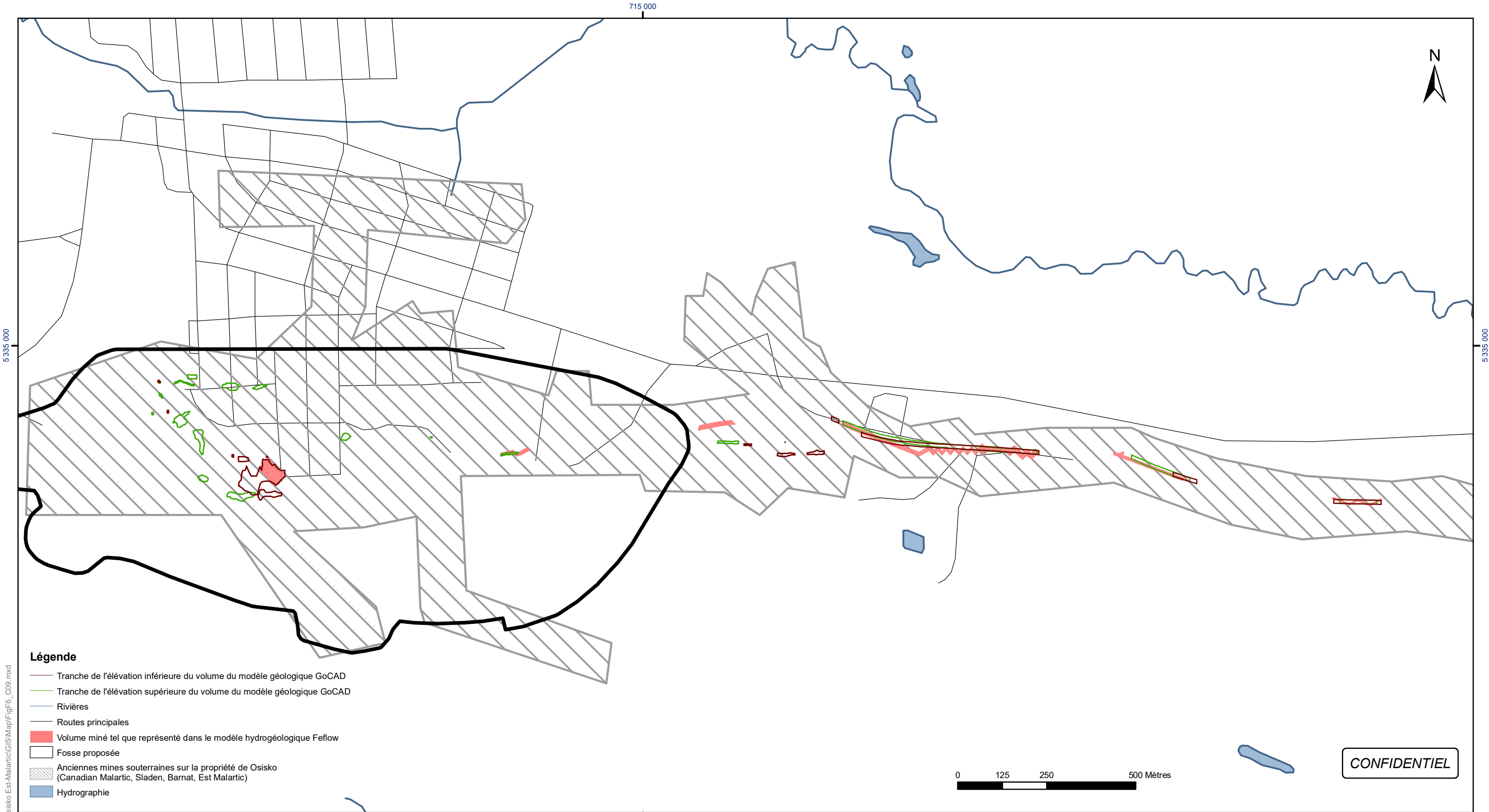


ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

Comparaison entre les volumes minés et les volumes
d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 8

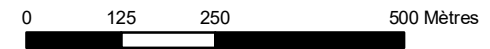
Figure : E-5

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF5_C08.mxd



Légende

- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Rivières
- Routes principales
- Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
- Fosse proposée
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Hydrographie



CONFIDENTIEL

Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder

Golder Associés
 9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
 Montréal (Québec) H4N 2T2
 Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

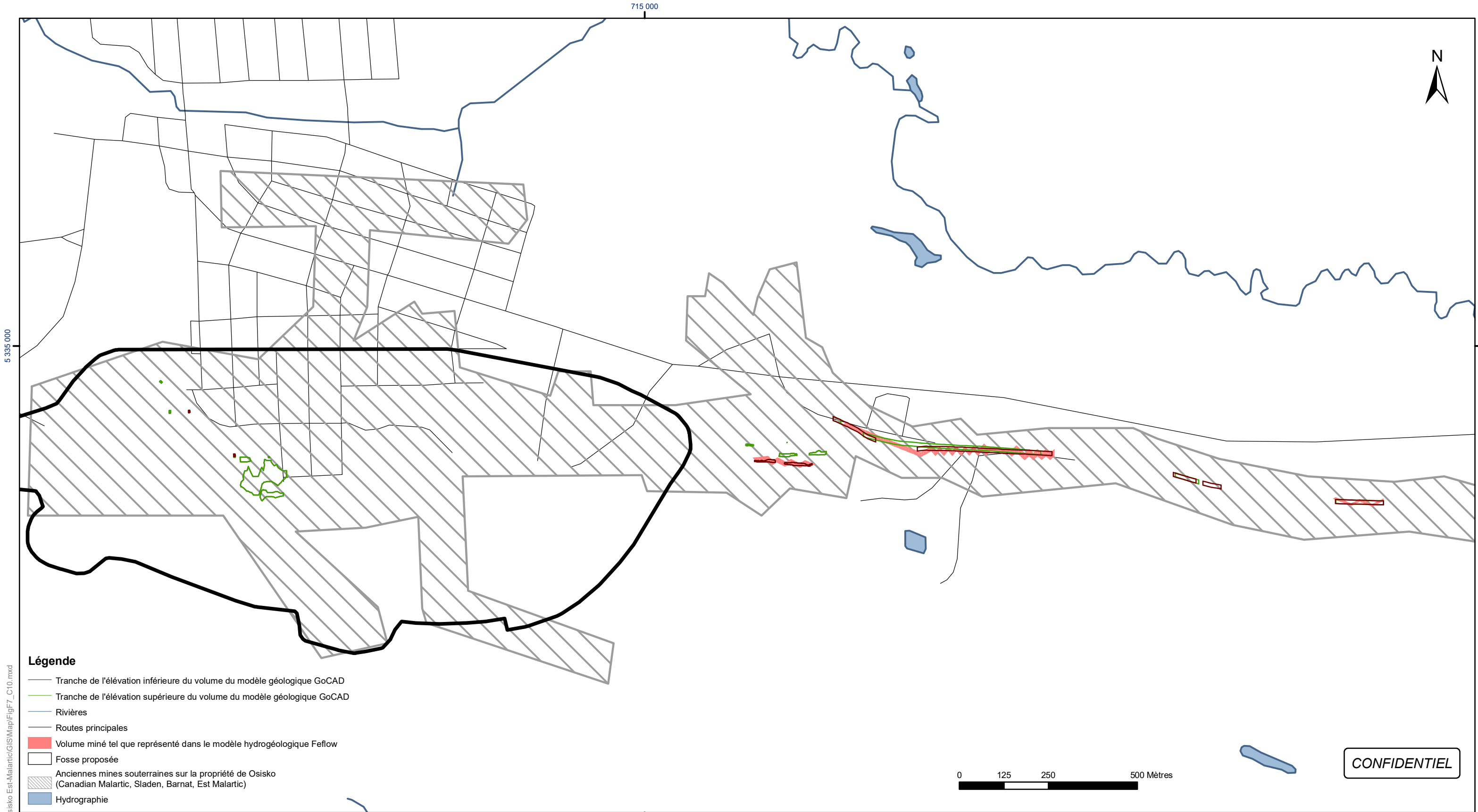
Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF6_C09.mxd	Projet no. :	07-1221-0028



**ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
 SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
 OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA**

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 9	Figure : E-6
---	------------------------

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF6_C09.mxd



Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder



Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF7_C10.mxd	Projet no. :	07-1221-0028



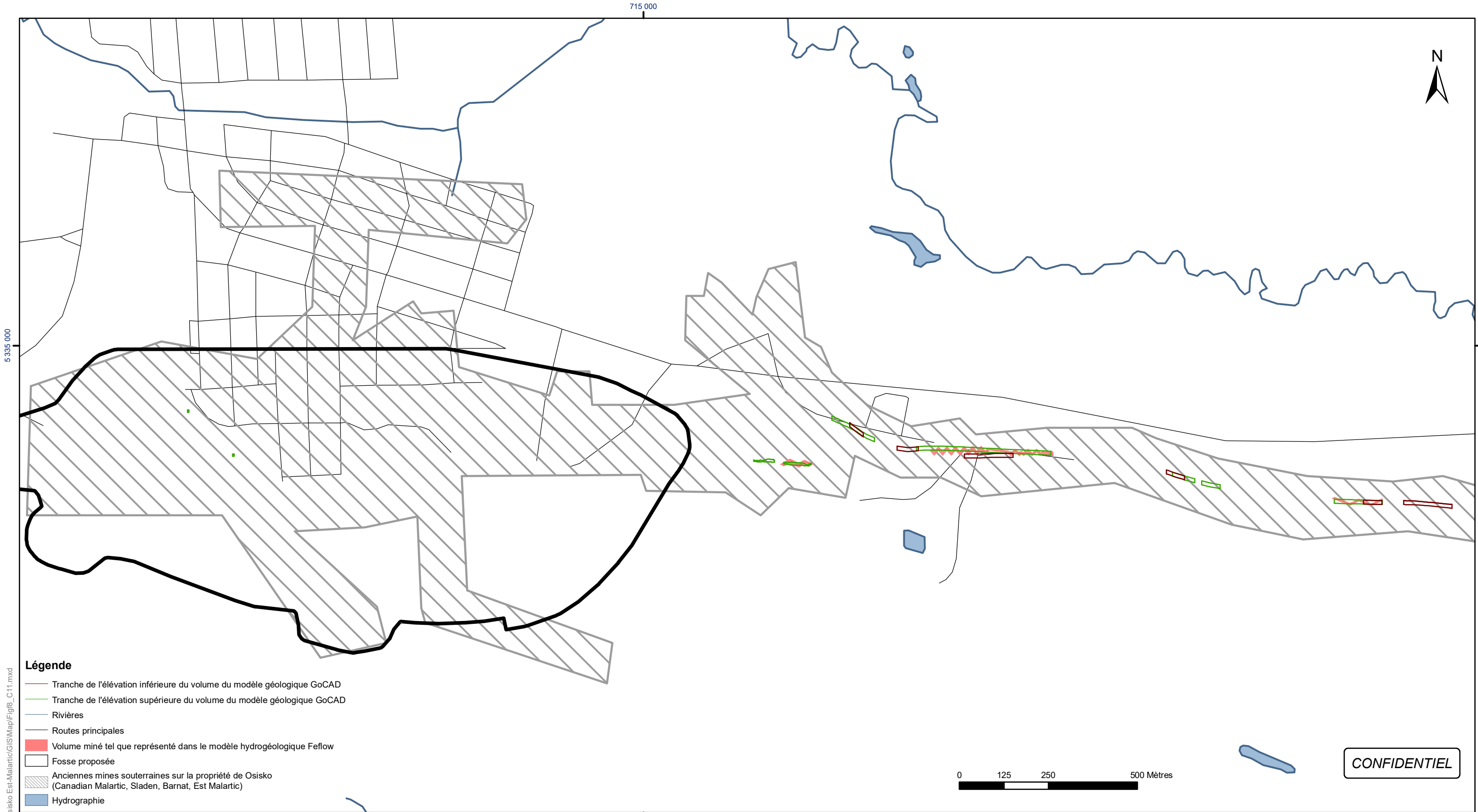
ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

Comparaison entre les volumes minés et les volumes
d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 10

Figure :
E-7

CONFIDENTIEL

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF7_C10.mxd



Légende

- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Rivières
- Routes principales
- Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
- Fosse proposée
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Hydrographie

0 125 250 500 Mètres

CONFIDENTIEL

Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder



Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF8_C11.mxd	Projet no. :	07-1221-0028

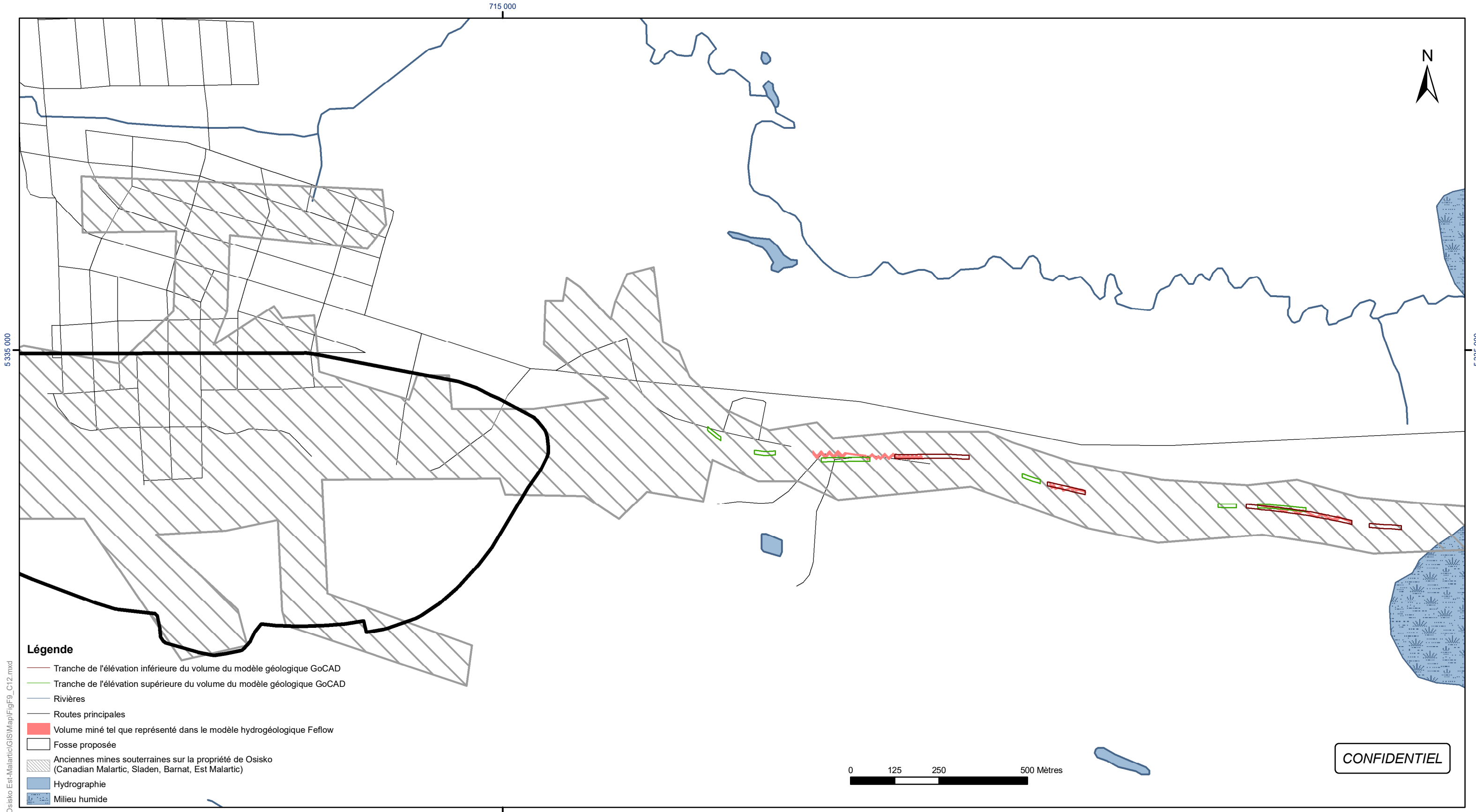


ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 11

Figure : **E-8**

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF8_C11.mxd



Légende

- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Rivières
- Routes principales
- Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
- Fosse proposée
- Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)
- Hydrographie
- Milieu humide

Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17

Sources: Données Golder

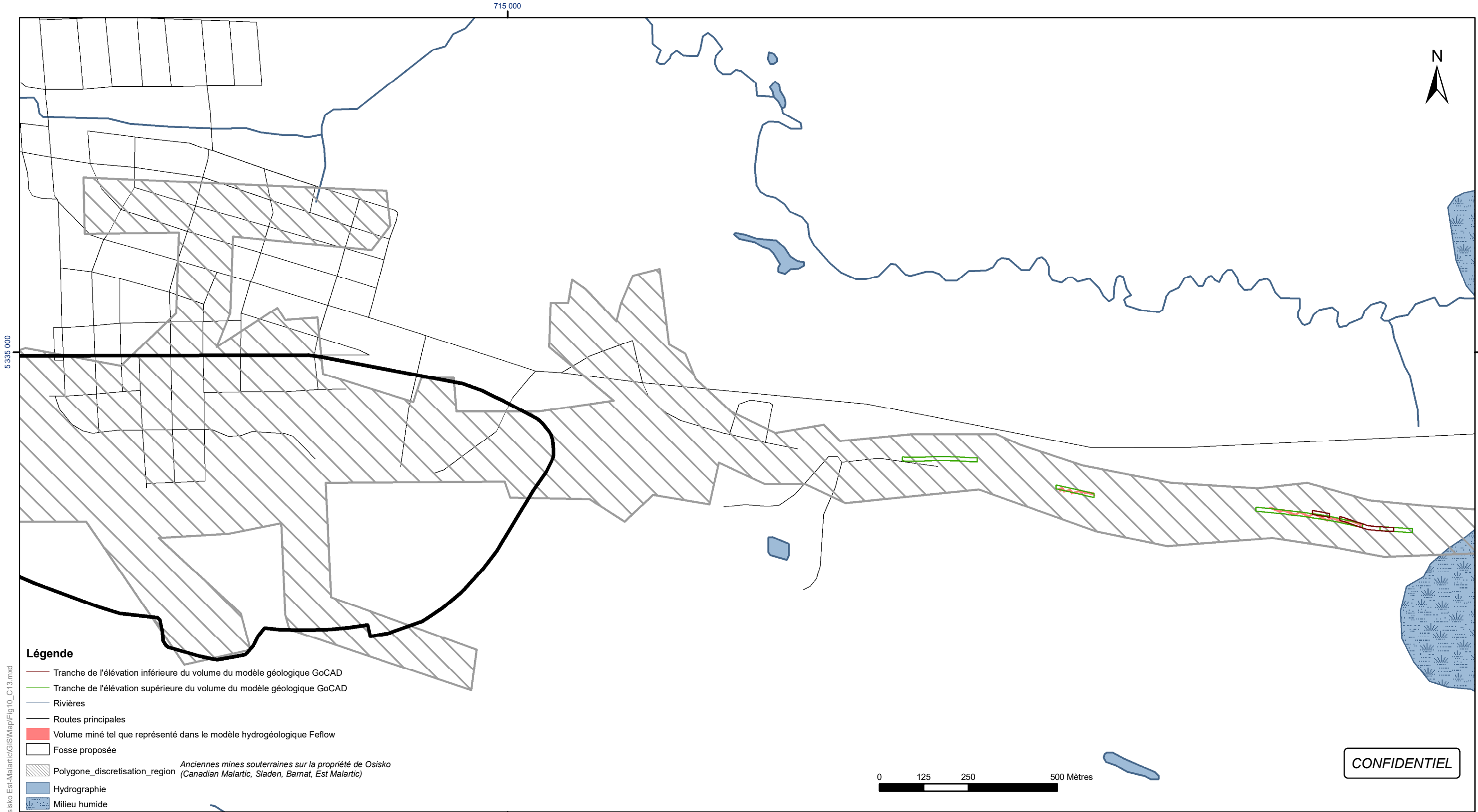


Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF9_C12.mxd	Projet no. :	07-1221-0028



ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA	
Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 12	Figure : E-9

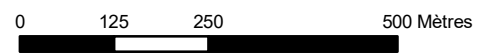
Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\FigF9_C12.mxd



Légende

- Tranche de l'élévation inférieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Tranche de l'élévation supérieure du volume du modèle géologique GoCAD
- Rivières
- Routes principales
- Volume miné tel que représenté dans le modèle hydrogéologique Feflow
- Fosse proposée
- Polygone_discretisation_region *Anciennes mines souterraines sur la propriété de Osisko (Canadian Malartic, Sladen, Barnat, Est Malartic)*
- Hydrographie
- Milieu humide

CONFIDENTIEL



Projection: Transverse universelle de Mercator Datum: NAD 83 Système de coordonnées : UTM Zone 17
Sources: Données Golder

Projet: N:\Acad\2007\1221\07-1221-0028 Osisko Est-Malartic\GIS\Map\Fig10_C13.mxd

Golder Associés
9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Tél: (514) 383-0990 Fax: (514) 383-5332

Date :	2008-05-13	Échelle :	1:10 000
SIG :	N. Zepeda-Gálvez	Conception:	Marie-Noëlle Riverin
Vérification	Alexandre Boutin	Approbation :	Normand d'Anjou
Dessin no. :	FigF10_C13.mxd	Projet no. :	07-1221-0028

**ÉVALUATION DU DÉBIT D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS
SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES
OSISKO EXPLORATION, MALARTIC, QUÉBEC, CANADA**

Comparaison entre les volumes minés et les volumes d'ouverture assignés au modèle numérique - Couche 13	Figure : E-10
--	-------------------------

ANNEXE F

CONDITIONS ET LIMITATIONS

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par Golder. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par Golder et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.



Septembre 2016

MISE À JOUR ÉTUDE DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS POTENTIELS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DU PROLONGEMENT DE LA HALDE À STÉRILES ET DU PARC À RÉSIDUS, MINE CANADIAN MALARTIC, QUÉBEC

Présenté à:

Madame Christine Baribeau
Canadian Malartic GP
100, chemin du Lac Mourier
Malartic (Québec) J0Y 1Z0

RAPPORT



Numéro de projet: 062-13-1221-0020-2020-Rev4

Distribution:

1 document électronique : Canadian Malartic GP,
Malartic, Québec
1 exemplaire : Golder Associés Ltée, Montréal,
Québec





Table des matières

1.0	INTRODUCTION	1
1.1	Mise en contexte	1
1.2	Objectifs et mandat	1
2.0	ÉTUDES ANTÉRIEURES	2
3.0	CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	4
3.1	Contexte géologique	4
3.2	Unités hydrostratigraphiques	5
3.3	Conductivités hydrauliques des matériaux en place	8
3.4	Écoulement de l'eau souterraine	8
3.5	Classification des eaux souterraines	9
3.6	Identification des critères de qualité de l'eau souterraine applicables	9
4.0	MODÈLE CONCEPTUEL	10
4.1	Unités hydrostratigraphiques représentant la géologie du secteur	10
4.2	Aires d'accumulation et infrastructures connexes projetées	11
4.3	Description du système d'écoulement souterrain modélisé	12
4.4	Identification des contaminants d'intérêt	13
5.0	MODÈLE NUMÉRIQUE	14
5.1	Logiciel de modélisation employé	15
5.2	Construction du maillage et conditions limites	15
5.3	Paramètres hydrauliques du modèle	17
5.4	Définition de la source de contaminant	19
5.5	Coefficient d'adsorption, de dispersion et de dégradation	19
5.6	Calage du modèle numérique d'écoulement – conditions naturelles	20
6.0	RESULTATS DE MODELISATION	22
6.1	Simulations prédictives – Cyanures totaux	23
6.1.1	Cas de base	23
6.1.2	Analyse de sensibilité	25
6.1.2.1	Constante de dégradation	25



6.1.2.2	Conductivité hydraulique du remblai de fondation	27
6.1.2.3	Infiltration au niveau des résidus épaisiss	28
6.1.2.4	Coefficient d'adsorption	31
6.1.2.5	Porosité de l'argile	32
6.1.2.6	Paramètres capillaires des résidus	33
6.2	Simulations prédictives – Sodium	35
6.3	Simulations prédictives – Cuivre	35
6.3.1	Cas de base	35
6.3.2	Analyse de sensibilité	36
6.3.2.1	Définition des concentrations sources dans la halde à stériles	36
6.3.2.2	Résultats	38
6.4	Limites du modèle	40
7.0	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	41
8.0	RÉFÉRENCES	43
9.0	SIGNATURES	45

TABLEAUX (DANS LE TEXTE)

Tableau 1: Caractéristiques des unités hydrostratigraphiques du secteur du prolongement des aires d'accumulation ..	7
Tableau 2: Conductivités hydrauliques des principaux matériaux en place	8
Tableau 3: Paramétrage du modèle - Cas de base	18
Tableau 4: Paramétrage capillaire du modèle de Van Genuchten appliqué aux différentes unités hydrostratigraphiques	19
Tableau 5: Concentrations sources en contaminants considérées dans le modèle hydrogéologique	19
Tableau 6: Sommaire des propriétés de dispersivité et de diffusion	20
Tableau 7: Paramétrage capillaire du modèle de Van Genuchten appliqué aux résidus épaisiss pour le scénario #8 de l'analyse de sensibilité	34
Tableau 8: Contaminants d'intérêt pour la halde à stériles	37
Tableau 9: Concentrations sources en contaminants considérées pour la simulation incluant le prolongement de la halde à stériles comme source additionnelle de contamination	38

FIGURES (DANS LE TEXTE)

Figure 1: Comparaison entre les charges hydrauliques mesurées et simulées - modèle d'écoulement calé	22
Figure 2: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – cas de base	24



Figure 3: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #1 : $\lambda = 0$	26
Figure 4: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #2 : $\lambda = 1 \times 10^{-5}$ 1/j	27
Figure 5: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #3 : K remblai de fondation X 10	28
Figure 6: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #4 : Recharge X 2.....	30
Figure 7: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #5 : Recharge / 2	31
Figure 8: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #6 : Coefficient de retard des dépôts peu perméables = 5.....	32
Figure 9: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #7 : Porosité de l'argile divisée par 2.....	33
Figure 10: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #8 : Paramètres capillaires modifiées pour les résidus épaisés	34
Figure 11: Variation temporelle des concentrations en sodium dans l'aquifère de roc.....	35
Figure 12: Variation temporelle des concentrations en cuivre dans l'aquifère de roc en considérant seulement le prolongement du parc à résidus comme source potentielle de contamination des eaux souterraines (Cas de base). Les concentrations maximales simulées pour ce cas sont inférieures à 5×10^{-6} mg/L	36
Figure 13: Variation temporelle des concentrations en nickel dans l'eau souterraine en considérant la halde à stériles comme source additionnelle de contamination des eaux souterraines – scénario #9.....	39
Figure 14: Variation temporelle des concentrations en cuivre dans l'eau souterraine en considérant la halde à stériles comme source additionnelle de contamination des eaux souterraines – scénario #10.....	40

PLANS (APRÈS LE TEXTE)

- Plan 1 : Localisation des aménagements projetés
- Plan 2 : Carte des dépôts meubles (Commission Géologique du Canada)
- Plan 3 : Interprétation de l'épaisseur des sols cohérents de la piézométrie du roc et localisation de la coupe modélisée
- Plan 4 : Coupe stratigraphique le long de l'axe modélisé
- Plan 5 : Maillage d'éléments finis utilisé pour le modèle bidimensionnel en coupe

ANNEXES

ANNEXE A

Concentrations mesurées dans l'eau interstitielle des résidus de la mine Canadian Malartic

ANNEXE B

Détermination des coefficients d'adsorption de l'argile silteuse pour les paramètres d'intérêt

ANNEXE C

Conditions générales et limitations – Modélisation numérique



1.0 INTRODUCTION

Ce rapport constitue une mise à jour de l'étude de modélisation réalisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) pour le projet d'extension de la mine Canadian Malartic (la Mine) de Canadian Malartic GP (CMGP). Ainsi, il remplace l'annexe 10.1 de l'ÉIE datée de janvier 2015. Cette mise à jour s'est avérée nécessaire à la suite de la collecte de données complémentaires et pour répondre aux questions du MDDELCC¹ concernant l'étude de modélisation.

1.1 Mise en contexte

Dans le cadre du projet de l'extension de la Mine (Extension Canadian Malartic), CMGP souhaite prolonger le parc à résidus ainsi que la halde à stériles vers l'est, tel qu'illustré sur le plan 1 à la fin du texte. Ce prolongement permettrait d'accumuler de façon permanente les résidus épaissis et stériles principalement générés par l'Extension Canadian Malartic. Selon la Directive 019 (MDDEP, 2012), la gestion de stériles ou de résidus miniers qui ne sont pas à « faibles risques » doit inclure des mesures de protection des eaux souterraines qui permettront de respecter les objectifs de protection de celles-ci. Un aménagement minier à risque, comme un parc à résidus, doit être aménagé et exploité de manière à éviter toute dégradation significative de la qualité de l'eau souterraine pendant et après son exploitation.

Afin d'assurer le respect des objectifs de protection des eaux souterraines, Golder Associés Ltée (Golder) a réalisé une étude hydrogéologique du secteur visé par les aménagements proposés. Cette étude s'insère dans le processus d'évaluation des mesures d'étanchéité qui doivent être appliquées pour la protection des eaux souterraines selon la Directive 019.

1.2 Objectifs et mandat

L'objectif de l'étude hydrogéologique est de déterminer si le prolongement du parc à résidus épaissis et de la halde à stériles, et le mode de gestion de ces matériaux, permettront de respecter les objectifs de protection des eaux souterraines. Cette étude cible de façon spécifique les objectifs suivants :

- 1) Simuler l'écoulement et le transport de contaminants dans l'eau souterraine à l'aval des aires d'accumulation projetées;
- 2) Évaluer la qualité de l'eau souterraine à l'aval des aires d'accumulation en regard des objectifs de protection édictés par le MDDELCC;
- 3) Valider l'efficacité des mesures de protection de l'eau souterraine envisagées.

L'étude hydrogéologique réalisée dans le cadre du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles vers l'est s'insère à l'intérieur d'un processus global d'études visant l'investigation des conditions de terrain, la caractérisation des matériaux devant être accumulés et la conception des aires d'accumulation et ouvrages connexes projetés. Elle s'inscrit par ailleurs dans la continuité de l'étude hydrogéologique réalisée en 2009-2010 afin d'évaluer les impacts potentiels du parc à résidus miniers du projet Canadian Malartic d'origine sur la qualité de l'eau souterraine (Golder, 2009a, 2010).

¹ MDDELCC : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, anciennement connu comme le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) ou le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF)



L'approche mise de l'avant dans le cadre de la présente étude de modélisation a consisté à concevoir un modèle conceptuel permettant de représenter l'écoulement de l'eau souterraine et le transport de contaminants dans le secteur du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles. Le modèle conceptuel a ensuite été transposé dans une forme numérique à l'intérieur d'un logiciel de modélisation hydrogéologique. Le modèle numérique d'écoulement ainsi créé a ensuite été calé à l'aide de simulations en conditions naturelles, c'est-à-dire sans les aménagements proposés. L'intégration de ces aménagements à l'intérieur du modèle numérique a permis de simuler le transport de contaminants dans l'eau souterraine et la détermination prédictive de la qualité de l'eau souterraine à l'aval des aires d'accumulations projetées. La sensibilité du modèle numérique, et donc la variabilité des résultats obtenus, a par la suite été évaluée.

Le présent rapport expose l'ensemble du processus réalisé dans le cadre de l'étude de modélisation, incluant les résultats obtenus, ainsi que les conclusions et recommandations tirées de ceux-ci. Les conditions générales ainsi que les limitations à la présente étude sont exposées à l'Annexe A.

2.0 ÉTUDES ANTÉRIEURES

Préalablement à la mise en production de la Mine, des études et investigations approfondies ont été réalisées afin d'évaluer l'impact potentiel de l'accumulation des résidus épaissis devant être générés par la Mine sur la qualité de l'eau souterraine circulant dans l'aquifère de roc fracturé (Golder, 2009a, 2009b, 2009c, 2010). L'objectif était d'entreposer les résidus épaissis générés par la Mine sur les résidus existants du parc à résidus de la East Malartic et donc de les recouvrir et restaurer un site orphelin. Il est important de mentionner que certains des anciens résidus ont été produits dans le passé par de l'usinage à façon de minerais provenant de l'extérieur de la propriété Canadian Malartic et que certains des anciens résidus sont acidogènes. Cette approche avait notamment l'avantage de permettre le recouvrement de résidus existants acidogènes, et par le fait même d'augmenter le niveau de la nappe et diminuer l'accès à l'oxygène pour ainsi réduire significativement l'acidification de ces anciens résidus et donc ultimement minimiser le potentiel de contamination de l'eau souterraine. Les études et investigations ciblaient donc spécifiquement les zones recouvertes par les résidus existants, où il était prévu de mettre en place les résidus épaissis produits par l'exploitation de la Mine.

Des études et investigations ont également visé l'évaluation de l'impact potentiel de l'emmagasinement temporaire des eaux de contact à l'intérieur du bassin Sud-est qui était projeté, sur la qualité de l'eau souterraine de l'aquifère de roc (Golder, 2009d, 2009e).

Dans un premier temps, l'impact potentiel a été évalué sur une base conceptuelle (Golder, 2009c). L'information historique sur les résidus déjà produits et entreposés de même que les données géochimiques obtenues des essais sur les futurs résidus ont montré que ces derniers présentaient un faible risque d'impact pour la qualité de l'eau souterraine. Le contexte hydrogéologique prévalant au droit de l'emplacement retenu pour l'implantation du parc à résidus s'avérait également favorable. En effet, la présence de dépôts meubles de faible perméabilité allait permettre de limiter les exfiltrations du parc à résidus et du bassin Sud-est projetés vers l'eau souterraine du roc.

Dans un second temps, l'évaluation de l'impact potentiel des aires d'accumulation projetées (parc à résidus et de la halde à stériles) sur la qualité de l'eau souterraine portait sur la quantification des débits d'exfiltration attendus vers l'aquifère de roc. L'application d'une solution analytique a permis de montrer que le taux d'exfiltration attendu au niveau du bassin Sud-est respectait le débit de 3,3 l/m²/j spécifié dans la Directive 019 pour une protection de



Niveau A (Golder, 2009d). Une conclusion similaire a été atteinte pour l'évaluation du taux d'exfiltration attendu entre le parc à résidus et l'aquifère de roc (Golder, 2009a). Dans ce cas, une approche de modélisation numérique de l'écoulement à travers le profil vertical a permis de montrer que le taux d'exfiltration moyen attendu entre le parc à résidus et l'aquifère de roc variait entre 0,05 l/m²/j et 0,60 l/m²/j, alors que le taux maximal variait entre 0,19 l/m²/j et 1,41 l/m²/j.

La modélisation du transport de solutés à travers le substrat du parc à résidus et du bassin Sud-est a été entreprise dans un troisième temps, afin de vérifier le respect des objectifs de protection de l'eau souterraine (Golder, 2009e, 2010). Un modèle numérique a permis de simuler l'évolution des solutés dans l'eau souterraine en fonction du temps, le long d'une coupe représentative des conditions d'écoulement sous le parc à résidus devant accueillir les nouveaux résidus épaissis. Les résultats ont montré qu'aucun dépassement des critères de qualité applicables n'était prédit à 300 m à l'aval hydraulique du parc à résidus, pour l'un ou l'autre des solutés investigués. Une conclusion similaire a été tirée de la modélisation de la migration de solutés sous le bassin Sud-est (Golder, 2009e). Ces études et investigations ont montré le fait que l'accumulation de résidus épaissis, de même que l'emmagasinement d'eau de contact, ne risquait pas d'engendrer un impact significatif sur la qualité de l'eau souterraine dans l'aquifère de roc. De façon globale, les matériaux géologiques en place au droit des infrastructures projetées offraient un degré d'étanchéité suffisant pour limiter l'infiltration à travers le substrat, ainsi que la migration des solutés vers l'aval, à des niveaux inférieurs aux seuils limites recommandés par le MDDELCC.

Les études hydrogéologiques spécifiquement reliées au secteur du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles ont d'abord consisté en une évaluation de l'état de référence des eaux souterraines au droit, et à l'aval des empreintes prévues (Golder, 2014a). Cette évaluation a permis de définir le contexte hydrogéologique local, décrit de façon détaillée à la section suivante. Elle a également mené à la caractérisation de la qualité des eaux souterraines prévalant avant le prolongement des aires d'accumulation. Par la suite, une évaluation du débit de percolation quotidien anticipé sous les aires d'accumulation en question a été réalisée (Golder, 2014b). Cette évaluation a montré que le débit de percolation anticipé était inférieur au débit quotidien maximal de percolation de 3,3 l/m² établi dans la Directive 019 en tout point du prolongement de la halde à stériles. Elle a par ailleurs montré que le débit de percolation anticipé était supérieur à cette valeur maximale en certaines zones situées au droit du prolongement du parc à résidus. Il a été conclu que le substrat de ces zones allait devoir être amélioré au moment de la construction du prolongement, afin de respecter le débit quotidien maximal de percolation de 3,3 l/m².



3.0 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

3.1 Contexte géologique

Dépôts meubles naturels

Les secteurs où s'insère le prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles de l'Extension Canadian Malartic sont principalement caractérisés par la présence de dépôts dont l'origine remonte à la dernière glaciation. Le plan 2 présente la cartographie des dépôts de surface pour l'ensemble de la propriété de CMGP, incluant les secteurs du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles. Les dépôts rencontrés se divisent essentiellement en trois types distincts, soit : le till, les dépôts d'origine fluvioglaciaire et les dépôts d'origine glaciolacustre. Selon les informations provenant des travaux d'investigation ainsi que de la littérature, ces unités sont spatialement hétérogènes et d'épaisseur variable. Aucune de ces unités n'est présente en continu sur la zone à l'étude.

L'unité à la base de la stratigraphie est le till. Il s'agit d'un dépôt résultant de l'érosion et du transport de sédiments par les glaciers. Sur la propriété, le till est principalement présent sur les hauts topographiques (ou collines) et son épaisseur est généralement de moins d'un mètre à ces endroits. Les portions inférieures des pentes des collines sont généralement couvertes par un dépôt continu de till d'épaisseur généralement de plus d'un mètre, alors que dans les portions supérieures et sur les sommets, la couverture de till est discontinue et d'une épaisseur inférieure à un mètre. Les discontinuités du till au niveau de ces formes de relief ont pour conséquence d'exposer le roc à la surface.

Le retrait glaciaire a mis en place des dépôts fluvioglaciaires, principalement sous la forme d'eskers, qui sont présents dans la région. Ceux-ci sont principalement composés de sable et de gravier. Des dépôts correspondant vraisemblablement à des segments d'esker ou à des zones d'épandage fluvioglaciaire sont localement en place dans le secteur du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles. Ces dépôts forment des structures plus ou moins allongées et étroites, dont l'expression en surface crée une morphologie convexe.

Les dépôts glaciolacustres sont les sédiments en suspension qui étaient présents dans le lac Barlow-Ojibway et qui se sont déposés sur les terres immergées. Les dépôts typiques d'un environnement glaciolacustre sont les argiles varvées composées de couches estivales en alternance avec les couches hivernales. La couche estivale est généralement plus épaisse, à granulométrie plus grossière, silteuse et de couleur plus claire. La couche hivernale est moins épaisse, à granulométrie plus fine, argileuse et de couleur plus foncée. Les dépôts glaciolacustres ont une épaisseur variable qui peut atteindre plus de dix mètres dans le secteur du prolongement des aires d'accumulations.

À la suite du retrait du lac Barlow-Ojibway, les dépôts glaciolacustres ont été mis à découvert. C'est à ce moment que s'est développé le système de drainage suivant la pente du terrain. Les dépôts mis en place par le développement du système de drainage sont les alluvions. Ceux-ci sont principalement composés de sable silteux, de silt argileux, de sable et de gravier, et leur épaisseur varie généralement de 1 à 5 mètres. Dans le secteur du prolongement, ces dépôts se retrouvent exclusivement dans la vallée du ruisseau Raymond.

À la suite de la déposition des alluvions, les tourbières se sont formées. Les tourbières sont composées de dépôts organiques à décomposition très lente, puisqu'elles sont la plupart du temps submergées. Un horizon de dépôts organiques est localement observé directement en surface ou sous le remblai, lorsque présent. Cet horizon



organique est généralement mince et absent des hauts topographiques. Là où cet horizon est présent, son épaisseur varie généralement entre 0,1 m et 0,6 m, et atteint localement 1,2 m.

Résidus miniers (résidus et stériles)

D'anciens résidus recouvrent les dépôts meubles naturels sur la quasi-totalité du secteur retenu pour les aménagements actuels du parc à résidus épaissis et de la halde à stériles. Ces résidus sont généralement absents du secteur visé pour le prolongement des aires d'accumulation, à l'exception des terrains situés dans la vallée du ruisseau Raymond, à l'aval du bassin de polissage actuel, où d'anciens résidus se sont épanchés en surface des terrains au cours d'anciennes phases d'exploitation. Ces résidus présentent une granulométrie variable pouvant s'expliquer par les diverses provenances du minerai traité. Selon les données provenant d'anciennes investigations, ces résidus présentent des caractéristiques physiques pouvant s'apparenter à un sable fin à silt, lâche et humide, gris à brun parfois oxydé en surface.

Des stériles sont ponctuellement présents en surface dans le secteur du prolongement des aires d'accumulation. Ces stériles ont été mis en place localement comme matériau de remblai le long des chemins d'accès, directement au-dessus des dépôts naturellement présents.

Socle rocheux

De façon sommaire, la majeure partie du socle rocheux recouvrant le secteur se compose de roches métasédimentaires siliceuses, en l'occurrence le conglomérat polygénique du Groupe de Piché et la grauwacke du Groupe de Pontiac. Le substratum est également composé de roches volcaniques, intrusives ultramafiques, mafiques (basalte) et intrusives felsiques (tonalite). La zone de la faille de Cadillac, d'orientation est-ouest, entrecoupe la région à l'étude (secteur Barnat) et sépare le Groupe de Piché au nord et le Groupe de Pontiac au sud.

La faille Raymond se situe au sud de la ville de Malartic et traverse la propriété. Il existe une intrusion relativement étendue de granodiorite au sud-est de cette faille.

Le gisement est constitué d'or disséminé dans un porphyre de diorite et une grauwacke comportant divers degrés d'altération en silice et en calcite.

3.2 Unités hydrostratigraphiques

Dix unités hydrostratigraphiques peuvent être distinguées dans le secteur du prolongement de la halde à stériles et du parc à résidus. Leur occurrence varie toutefois d'un endroit à l'autre, en raison du fait qu'aucune unité de dépôts meubles n'est continue sur tout le secteur. La séquence stratigraphique selon laquelle ces différentes unités peuvent être présentes est (de la surface au roc) :

Remblai : Des dépôts d'origine anthropique et de nature variée sont ponctuellement présents en surface de terrains, dans le secteur du prolongement des aires d'accumulation. Des stériles ont notamment été mis en place le long des chemins d'accès, directement au-dessus des dépôts naturellement présents. Dans des secteurs exploités comme bancs d'emprunt, des sols naturellement présents ont été en partie remaniés, déplacés, voire même mélangés avec des matériaux granulaires servant à l'aménagement de surfaces de travail et de circulation. Les matériaux de remblai possèdent une épaisseur généralement inférieure à 2 m.



Anciens résidus : D'anciens résidus sont présents de part et d'autre de la digue sud du bassin de polissage actuel, de même qu'en surface des terrains situés en aval de la digue, dans la vallée du ruisseau Raymond. Il s'agit du seul endroit où de tels résidus ont été observés dans le secteur du prolongement. Leur épaisseur varie entre 0,7 m et 5,0 m.

Horizon de matière organique : Un horizon de matière organique est observé directement en surface, dans les secteurs plats et topographiquement bas. Cet horizon est généralement mince. Dans le secteur du prolongement, les épaisseurs varient généralement entre 0,1 m et 1,2 m.

Sable silteux / silt sableux : L'unité de sable silteux / silt sableux est un faciès des dépôts glaciolacustres. Dans la vallée du ruisseau Raymond, des dépôts alluviaux de granulométrie semblable s'ajoutent aux dépôts glaciolacustres sublittoraux pour compléter cette unité hydrostratigraphique. Outre la vallée du ruisseau Raymond, l'unité se retrouve presque exclusivement dans la partie nord-ouest du prolongement. L'unité est présente dans la séquence stratigraphique en position affleurante ou subaffleurante, dans ce dernier cas sous des dépôts organiques ou d'anciens résidus miniers. Lorsque présente, l'épaisseur de cette unité varie entre 0,3 m et 3,9 m.

Argile / argile silteuse à silt argileux : L'unité d'argile / argile silteuse à silt argileux est un faciès des dépôts glaciolacustres. Elle est généralement présente dans les secteurs où l'élévation de la topographie est inférieure à 320 m. L'épaisseur de cette unité dans le secteur d'étude varie de 0,5 m à 10,3 m.

Silt / silt sableux : L'unité de silt / silt sableux est un faciès des dépôts glaciolacustres. Elle est généralement observée dans les secteurs où l'élévation de la topographie est inférieure à 330 m. Dans le secteur d'étude, l'épaisseur de cette unité varie entre 1,2 m et 6,4 m.

Sable : L'unité de sable est un faciès des dépôts glaciolacustres. Elle est discontinue et se situe entre les dépôts glaciolacustres fins et les dépôts glaciaires. Dans le secteur du prolongement, cette unité est essentiellement constituée de sable fin ou fin à moyen.

Sable et gravier : L'unité de sable et gravier est de nature fluvioglaciaire (épandage proglaciaire et/ou sédiments granulaires). Elle se retrouve ponctuellement dans la partie nord et nord-est du secteur d'étude. Son occurrence se limite à deux ensembles de dépôts de forme plus ou moins allongée et étroite, présents en position affleurante ou subaffleurante. Ces deux ensembles, possiblement connectés entre eux, s'étirent entre le coin nord du bassin de polissage actuel et le coin nord-est du secteur d'étude. Son épaisseur peut atteindre jusqu'à 10 m.

Till : L'unité de till, d'origine glaciaire, est généralement rencontrée entre les sédiments glaciolacustres et le roc. Alternativement, elle se retrouve sous le sable et gravier fluvioglaciaire lorsque celui-ci est présent. Le till affleure localement sur les flancs des collines au sud du secteur d'étude. Il recouvre le roc sur la majeure partie du secteur du prolongement. Son épaisseur varie entre 0,6 m et 11 m.

Roc : Le roc, qui se trouve à la base de la séquence stratigraphique, est majoritairement composé des roches métasédimentaires du Groupe de Pontiac au sud de la faille Cadillac.

Le tableau 1 dresse le récapitulatif des caractéristiques propres aux différentes unités hydrostratigraphiques en place dans le secteur du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles. L'unité de sable et gravier et l'unité de till y sont regroupées en une seule, en raison de leurs similarités texturales et du fait que la transition entre les deux unités se fait de façon graduelle, lorsque les deux sont présentes.



Le plan 3 montre le secteur à l'étude, en plus d'y superposer la cartographie des épaisseurs de sols cohérents (argile et silt argileux) ainsi que l'interprétation de la piézométrie du roc. Le plan 4 présente une vue en coupe illustrant l'interprétation de la stratigraphie de la portion centrale et nord-est du secteur. L'emplacement de cette coupe est illustré sur le plan 3. La coupe s'étire le long d'un axe nord-est à nord, dans la direction de l'écoulement de l'eau souterraine, depuis le sommet de la colline présente sur le flanc nord de la vallée du ruisseau Raymond, jusqu'à la rivière Malartic.

Tableau 1: Caractéristiques des unités hydrostratigraphiques du secteur du prolongement des aires d'accumulation

Unité hydrostratigraphique	Occurrence spatiale / épaisseur	Caractéristique hydraulique
Remblai	Remblais de stériles le long des chemins d'accès Matériau remanié en surface de bancs d'emprunt Épaisseur : 0,6 – 2,2 m	Stériles : unité perméable Matériau remanié : unité semi-perméable
Anciens résidus	Exclusivement présents de part et d'autre de la digue du bassin de polissage actuel Épaisseur : 0,7 – 5 m	Unité semi-perméable
Horizon de matière organique	Présence discontinue Épaisseur : 0,1 – 1,2 m	Unité semi-perméable
Sable silteux / silt sableux	Présence ponctuelle Épaisseur : 0,3 – 3,9 m	Unité semi-perméable
Argile / argile silteuse à silt argileux	Présence discontinue Épaisseur : 0,5 – 10,3 m	Unité aquitard
Silt / silt sableux	Présence discontinue Épaisseur 1,2 – 6,4 m	Unité aquitard
Sable	Présence discontinue Épaisseur : 1,5 – 9,4 m	Unité perméable
Sable et gravier et till	Présence discontinue Épaisseur : 0,6 – 14,3 m	Unité perméable / semi-perméable
Roc	Aquifère régional de roc fracturé (continu)	



Le plan 3 présente l'interprétation de l'épaisseur de l'aquitard formé par l'unité d'argile / argile silteuse à silt argileux. Lorsque présent, cet aquitard de faible perméabilité restreint l'écoulement d'eau souterraine de surface vers le roc. Selon les observations, cet aquitard est présent là où l'élévation de la topographie est inférieure à 320 m, dans le secteur à l'étude. Son épaisseur varie de 0 m à 4 m le long de l'axe de la coupe retenue.

3.3 Conductivités hydrauliques des matériaux en place

Des essais hydrauliques ont été réalisés *in situ* (en puits ou en sondage) ou encore en laboratoire sur des échantillons de dépôts meubles, afin de déterminer la conductivité hydraulique des matériaux constituant les différentes unités hydrostratigraphiques en place. Une synthèse des valeurs de conductivité hydraulique obtenues pour les principaux matériaux en place sur la propriété est présentée au tableau 2.

Tableau 2: Conductivités hydrauliques des principaux matériaux en place

Dépôts meubles / roc	Conductivité hydraulique horizontale - Kh (m/s) ¹	Conductivité hydraulique verticale - Kv (m/s) ²
Anciens résidus	2,4 x 10 ⁻⁷ à 1,2 x 10 ⁻⁶	3,4 x 10 ⁻⁸ à 5,5 x 10 ⁻⁷
Argile / argile silteuse à silt argileux	5,7 x 10 ⁻¹⁰ à 1,4 x 10 ⁻⁸	5,0 x 10 ⁻¹¹ à 1,0 x 10 ⁻⁸
Silt / silt sableux	2,4 x 10 ⁻⁹ à 7,4 x 10 ⁻⁷	6,0 x 10 ⁻¹¹ à 3,9 x 10 ⁻⁹
Sable (glaciolacustre)	2,0 x 10 ⁻⁶ à 6,0 x 10 ⁻⁴	-
Sable et gravier (fluvioglaciale)	3,0 x 10 ⁻⁶	-
Till	1,4 x 10 ⁻⁷ à 8,9 x 10 ⁻⁷	-
Roc	5,0 x 10 ⁻⁹ à 1,0 x 10 ⁻⁵	-

1 : Déterminé à partir d'essais *in situ*

2 : Déterminé à partir d'essais en laboratoire

3.4 Écoulement de l'eau souterraine

C'est au niveau de l'aquifère de roc que s'effectue principalement l'écoulement des eaux souterraines à l'échelle de la propriété. Ceci s'explique d'une part par la discontinuité spatiale des unités stratigraphiques de dépôts meubles. D'autre part, la faible perméabilité de certains types de dépôts meubles (argile, silt) a pour conséquence de restreindre l'écoulement des eaux souterraines; les flux d'écoulement y sont donc faibles par rapport à ceux prévalant dans l'aquifère de roc.

Le plan 3 illustre l'interprétation de la piézométrie de l'aquifère de roc et les directions générales d'écoulement d'eau souterraine, les niveaux d'eau souterraine mesurés en septembre 2012 et la topographie. En considérant que les données piézométriques indiquent clairement une relation entre la topographie du roc et l'élévation de la nappe d'eau (les hauts et bas piézométriques correspondent généralement aux hauts et bas topographiques de la surface du roc, respectivement), la topographie du roc a été utilisée pour soutenir l'interprétation de la piézométrie et des directions d'écoulement.

L'interprétation de la piézométrie montre qu'une ligne de partage des eaux souterraines orientée sud-ouest/nord-est est présente dans le secteur du prolongement des aires d'accumulation. Les eaux souterraines au sud de cette ligne de partage s'écoulent vers le sud et la vallée du ruisseau Raymond, puis migrent ensuite vers le nord-est. Les eaux souterraines au nord de la ligne de partage s'écoulent pour leur part vers la rivière Malartic, au nord.



De façon générale, l'écoulement est en relation avec la topographie accidentée du socle rocheux. Là où le socle rocheux est plus élevé (au niveau des hauts topographiques), l'absence de dépôts glaciolacustres (silt et argile) peut favoriser l'infiltration d'eau et la recharge de l'aquifère de roc peut y être plus importante.

Ainsi, les principales zones de recharge du secteur du prolongement sont les collines situées de part et d'autre de la vallée du ruisseau Raymond, dans la partie sud du secteur. Dans une moindre mesure, les affleurements de dépôts fluvioglaciaires entre le coin nord du bassin de polissage actuel et le coin nord-est du secteur du prolongement constitueraient également des zones de recharge. La rivière Malartic serait le récepteur des eaux souterraines circulant dans les unités hydrostratigraphiques en place dans la partie nord du site. À noter que les eaux souterraines circulant dans le roc dans le coin nord-ouest du secteur du prolongement sont actuellement entraînées vers la fosse, en raison du pompage d'exhaure qui y est effectué.

La vitesse d'écoulement de l'eau souterraine peut être estimée à l'aide de la Loi de Darcy selon l'équation suivante :

$$V = \frac{Ki}{n_e}$$

où :

v = vitesse d'écoulement;

K = conductivité hydraulique;

i = gradient hydraulique; et

n_e = porosité effective.

En utilisant un gradient hydraulique moyen dans le secteur du prolongement des aires d'accumulation d'environ 0,01 m/m, une porosité effective de 0,01 et une conductivité hydraulique maximale de l'ordre de 1×10^{-5} m/s, représentative du roc en surface, une vitesse d'écoulement de l'ordre de 1 m/j est estimée dans l'aquifère de roc.

3.5 Classification des eaux souterraines

Selon les informations disponibles, au moins une cinquantaine de propriétés se situant à l'extérieur du réseau de l'aqueduc municipal de Malartic (résidentielles et/ou agricoles et/ou commerciales) ont été identifiées comme étant alimentées en eau potable par un puits domestique, installé dans les dépôts meubles ou dans le roc. Les propriétés se retrouvent principalement au sud le long du chemin des Merles et du chemin du Lac Mourier tandis qu'au nord, elles longent la route 117 et le chemin de la rue du Lac Malartic. En considérant la présence de puits d'alimentation en eau potable, et selon la procédure décrite dans le *Guide de classification des eaux souterraines du Québec* (MEF, 1999), l'aquifère de roc est de classe II. Un aquifère classe II représente une formation hydrogéologique qui est une source courante ou potentielle d'alimentation en eau.

3.6 Identification des critères de qualité de l'eau souterraine applicables

Telle que définie par le MDDELCC dans sa Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MENV, 1999), la procédure d'intervention applicable à l'eau souterraine lors d'une étude de



caractérisation environnementale est guidée par la présence ou non de récepteurs potentiels dans le secteur. Les critères de qualité applicables pour l'eau souterraine sont déterminés en fonction des récepteurs potentiels qui sont identifiés. À titre de récepteurs potentiels, le MDDELCC identifie les puits d'approvisionnement en eau, les aquifères de classes I et II, les eaux de surface, les réseaux d'égout et les bâtiments.

En considérant que le roc est un aquifère de classe II et la présence d'eau de surface tels le ruisseau Raymond et la rivière Malartic, où l'eau souterraine pourrait faire résurgence, les critères applicables pour l'eau souterraine sont les critères à des fins de consommation (FC) et les critères de résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts (RESIE) du MDDELCC (MENV, 1999).

4.0 MODÈLE CONCEPTUEL

Un modèle hydrogéologique conceptuel a été établi afin d'atteindre les objectifs de l'étude de modélisation. Il repose essentiellement sur la définition du contexte hydrogéologique établi pour le secteur du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles, tout en intégrant les aires d'accumulation et infrastructures connexes proposées dans le cadre de ce prolongement.

Les travaux de modélisation présentés ci-après ont été réalisés à partir d'un modèle à deux dimensions représentant la coupe stratigraphique illustrée sur le plan 4, qui suit la direction interprétée de l'écoulement de l'eau souterraine dans le roc. Ce tracé de coupe a été sélectionné pour la modélisation, car il représente à priori un axe de migration pouvant être considéré comme prudent pour atteindre les objectifs de l'étude. En effet :

- Le tracé correspond au plus long segment d'écoulement en zone dépourvue d'aquitard (argile et silt) sous le prolongement prévu du parc à résidus. L'absence de cet horizon de faible perméabilité peut favoriser la migration de contamination vers le roc, le cas échéant. Qui plus est, seule une mince couche de sable et gravier (matériau à perméabilité élevée) recouvre le roc, le long de ce segment;
- Le tracé s'étend également sous le prolongement prévu de la halde à stériles. D'une part, il y recoupe un banc d'emprunt où l'argile naturellement en place a été excavée. D'autre part, il emprunte l'axe longitudinal d'un dépôt allongé de matériau fluvioglacière (sable et gravier) au-dessus duquel la couverture d'argile est discontinue;
- L'extrémité aval du tracé de la coupe se trouve près de la rivière Malartic, qui représente un récepteur potentiel de l'eau souterraine circulant dans les formations géologiques.

4.1 Unités hydrostratigraphiques représentant la géologie du secteur

Huit unités hydrostratigraphiques sont retenues pour représenter les matériaux géologiques en place dans le secteur du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles. Sept de ces huit unités apparaissent de façon distincte sur la coupe du plan 4, à savoir l'unité de remblai (principalement constitué de silt), l'argile, le silt, le sable et gravier, le sable fin, le till et le roc. La huitième unité est une variante de l'unité de sable fin possédant un certain contenu en silt (entre 10 et 20 %). Elle se retrouve autour du puits BH-11-09, à la même position stratigraphique que l'unité de sable fin dont le contenu en silt n'est pas précisé, parce que négligeable. Sept des huit unités hydrostratigraphiques, en l'occurrence toutes les unités de dépôts meubles, sont discontinues. Seule l'unité du



roc est continue sur l'ensemble du modèle. En raison de l'absence de données structurales pouvant caractériser adéquatement les réseaux de fractures, le roc est considéré comme un milieu poreux équivalent.

L'horizon de matière organique n'est pas intégré au modèle en raison de sa faible épaisseur et, par conséquent, du peu d'impact anticipé de cet horizon sur l'hydraulique. Cette approche est cependant prudente d'un point de vue géochimique, car la matière organique exerce généralement sur certains contaminants, tels que les métaux, un retard significatif sur leur migration et peut également favoriser leur biodégradation.

4.2 Aires d'accumulation et infrastructures connexes projetées

Le concept prévoit la mise en place de stériles dans la portion nord du secteur visé pour le prolongement des aires d'accumulation. Il est prévu que les portions centrale et sud du secteur servent à l'accumulation des résidus épais. Pour les besoins de la modélisation, il a été supposé que les stériles constitueront une halde dont l'élévation maximale atteindra 420 m, étant donné que l'élévation réelle finale n'avait pas encore été fixée. Les côtés de la halde consisteront en des talus possédant une inclinaison globale de 2,5 H : 1 V, formés par une succession en échelons de pentes et de plateaux. Les résidus épais seront déposés à l'intérieur d'un parc dont la limite nord coïncidera avec le talus sud (ou amont, par rapport à l'écoulement souterrain local) de la halde à stériles. Les résidus épais seront directement en contact avec les stériles, au niveau de ce talus. Le modèle prévoit la mise en place de résidus jusqu'à une élévation de 380 m et pas d'accumulation d'eau à la surface du parc. Cette mise en place s'effectuera de manière progressive, couche par couche, au cours de la période d'exploitation du prolongement du parc à résidus.

Deux cellules de dépôt distinctes sont prévues dans le prolongement du parc à résidus, le long de la coupe du modèle conceptuel, afin de permettre une mise en place uniforme et mieux contrôlée des résidus épais. À noter toutefois qu'il y aura plus de deux cellules de dépôt dans l'ensemble du prolongement du parc à résidus. Les deux cellules de dépôt intersectées par l'axe de la coupe du modèle seront contiguës et séparées par une digue interne constituée de stériles. La digue reposera sur la surface du sol. Elle sera successivement rehaussée, au fur et à mesure de l'accumulation des résidus, jusqu'à une élévation maximale située entre 350 et 360 m. L'empilement de rehaussements successifs créera une cloison verticale continue de stériles entre les deux cellules, cloison désignée « inclusion ». Cette inclusion aura par ailleurs un rôle drainant, afin de faciliter l'évacuation de l'eau interstitielle des résidus. L'inclusion sera connectée avec la digue de pourtour (digue externe) du prolongement du parc. L'eau interceptée par l'inclusion sera canalisée et évacuée vers la digue périphérique, puis vers l'extérieur du parc. Il est à noter que d'autres inclusions seront mises en place entre les cellules du parc à résidus.

L'aménagement d'un drain en limite nord du prolongement du parc à résidus est également prévu. Ce drain s'étendra le long de la partie basale du contact entre les résidus et les stériles. Il aura pour objectif d'intercepter les eaux en provenance du prolongement du parc à résidus. Ceci permettra de limiter l'épanchement d'eau interstitielle provenant des résidus vers l'intérieur de la halde à stériles, et de fait, de réduire l'infiltration d'eau vers les dépôts sous-jacents et l'aquifère de roc.

Un fossé sera aménagé en pied de talus nord (aval) de la halde à stériles. Celui-ci servira principalement au captage des exfiltrations en provenance de la halde et à la canalisation des eaux de ruissellement locales. Ce fossé est ainsi intégré au modèle conceptuel.

Des modifications aux matériaux constituant le substrat des aires d'accumulation sont prévues et celles-ci sont également intégrées au modèle. D'abord, il est supposé qu'une partie du sable et gravier naturellement affleurant



(ou subaffleurant) sous le prolongement de la halde sera excavée en vue de servir de matériau de remblai pour utilisation dans d'autres secteurs de la propriété. À priori, l'hypothèse du retrait d'une partie de cette couche de matériau granulaire n'a pas d'incidence sur l'écoulement et la migration des contaminants par rapport au scénario où celle-ci serait laissée en place (non excavée). L'éventualité où cette couche de matériau granulaire ne serait pas excavée, ou seulement excavée en partie, n'aurait donc pas d'impact significatif sur les concentrations en contaminants dans les formations géologiques en place. De fait, le modèle peut être considéré comme valide et représentatif même sans excavation, ou dans le cas d'une excavation partielle.

Une autre modification anticipée au niveau du substrat de la halde est le nivellement préalable de la zone de banc d'emprunt située à proximité de la limite est du prolongement de la halde, où affleure le remblai principalement constitué de silt. Ce nivellement n'a pour but que d'uniformiser la surface, qui possède actuellement un profil irrégulier. Le modèle conceptuel considère donc une surface plane au niveau de ce banc d'emprunt. Autre modification importante incluse dans le modèle : l'amélioration du substrat sous le parc à résidus, dans les zones où il n'y a que peu ou pas d'argile naturellement en place. L'hypothèse est posée qu'une couche de remblai de faible perméabilité d'une épaisseur de 1,5 m sera mise en place en surface des terrains où moins d'un mètre d'argile est présent dans le profil stratigraphique sous-jacent. Cette couche de remblai de fondation à la base des aménagements est donc intégrée au modèle.

4.3 Description du système d'écoulement souterrain modélisé

L'extrémité amont de la coupe modélisée correspond au sommet de la colline située à l'est du bassin de polissage actuel, et qui forme le flanc nord de la vallée du ruisseau Raymond. Cette colline agit comme une zone de recharge préférentielle, et l'écoulement souterrain à partir de celle-ci s'effectue de façon radiale. Le sommet de la colline représente donc le point de départ de toute ligne d'écoulement s'étirant vers le nord et le nord-est du prolongement du parc à résidus.

En conditions naturelles, l'infiltration des eaux de précipitations s'effectue à travers la mince couche de sable et gravier recouvrant le roc, dans la portion convexe de la colline. L'eau percole verticalement jusqu'au roc, pour ensuite circuler horizontalement dans le roc. La séquence d'argile, de silt et de till présente au nord et au nord-est de la colline agit comme une barrière à l'infiltration d'eau en provenance de la surface, ce qui fait en sorte que la recharge en eau souterraine y est négligeable. Plus à l'aval, l'absence d'argile se traduit par une recharge plus importante. Elle demeure néanmoins faible là où le silt et le remblai silteux affleurent. Le contact hydraulique entre la partie superficielle du roc et les unités de sable fin et de till en place dans la portion aval de la coupe fait en sorte qu'il y a transfert dans ces unités d'une partie de l'eau souterraine qui circulait précédemment dans le roc. À l'aval de ces contacts, l'écoulement souterrain s'effectue en parallèle dans le sable fin, dans le roc et, dans une moindre mesure, dans le till en direction nord (aval). Il y a ensuite la possibilité de résurgence de l'eau souterraine circulant dans les dépôts meubles, au niveau de la rivière Malartic. La limite aval du modèle est d'ailleurs fixée à la rivière Malartic. En l'absence d'information suggérant le contraire, il est présumé que l'eau souterraine circulant dans le roc peut également faire résurgence dans la rivière Malartic, aux fins de la modélisation. Cette hypothèse n'a toutefois aucune influence sur l'écoulement souterrain et le transport de contaminants à l'intérieur du système modélisé.

L'ajout des résidus épaissis, des stériles, d'une couche de remblai de faible perméabilité sous les résidus en surface de certains terrains, de même que l'excavation du fossé, viennent modifier les conditions naturelles du système d'écoulement. Avec ces ajouts, la recharge du système s'effectue essentiellement à partir de la surface



des résidus épaissis et des stériles. Dans l'axe vertical, l'eau percole graduellement à travers les résidus épaissis ou les stériles, jusqu'à atteindre la surface du remblai ou des dépôts naturellement en place. Sous le parc à résidus, l'eau poursuit sa percolation verticale à travers l'argile jusqu'à atteindre les dépôts meubles sous-jacents et éventuellement, le roc. L'écoulement souterrain s'effectue ensuite dans le plan horizontal vers l'aval du modèle, de la même façon que l'écoulement en conditions naturelles. Cependant, il est important de noter que le mode de gestion des résidus favorise l'écoulement horizontal de l'eau interstitielle des résidus vers les fossés périphériques du parc, ce qui minimise l'écoulement dans l'axe vertical.

L'eau s'infiltrant dans les résidus épaissis s'écoule préférentiellement selon un axe incliné à subhorizontal. Ainsi, dans la portion aval (nord) du parc à résidus, l'eau s'écoule en direction de la halde (et du drain), plutôt que selon un axe vertical en direction de la base des résidus épaissis. L'eau interceptée au contact résidus-stériles sera retirée du système par le drain. Il est par ailleurs anticipé que la pénétration de l'eau interstitielle des résidus vers l'intérieur de la halde soit marginale. L'essentiel de l'écoulement à travers les stériles proviendra de la recharge en surface de la halde. Tel que mentionné précédemment, la circulation d'eau dans la halde se fait ensuite sur la base de celle-ci, en direction du pied de talus et du fossé collecteur aval.

La présence d'inclusions à l'intérieur du parc à résidus modifie localement les directions d'écoulement de l'eau et le bilan hydrique, dû au rôle drainant de celles-ci. Le long de la coupe du modèle conceptuel, il y a convergence vers l'inclusion de l'eau interstitielle initialement présente dans les résidus, de même que l'eau issue de la recharge et qui percole dans les résidus. L'eau circulant jusqu'à l'inclusion est ensuite retirée du système, ce qui reproduit ainsi son rôle drainant.

4.4 Identification des contaminants d'intérêt

Les résidus épaissis qu'il est prévu de mettre en place dans le prolongement du parc à résidus contiennent des éléments et des composés qui sont susceptibles de migrer vers les formations géologiques sous-jacentes à la faveur de l'écoulement souterrain. L'approche préconisée pour la modélisation consiste à identifier les contaminants dont la présence en solution dans les résidus épaissis peut atteindre les concentrations les plus élevées, par rapport aux concentrations limites recommandées par le MDDELCC pour la protection de l'eau souterraine (MENV, 1999). Ce sont ces contaminants qui seront jugés les plus problématiques en regard de la qualité de l'eau souterraine à l'aval des aires d'accumulation. Une fois identifiée, la modélisation aura comme objectif d'en simuler le comportement et la migration dans le système hydrogéologique.

La qualité de l'eau interstitielle dans les résidus générés par la Mine et accumulés dans le parc a été évaluée par le prélèvement d'échantillons dans un total de quatre puits d'observation aménagés dans les résidus. Ces prélèvements ont eu lieu à cinq reprises entre septembre 2013 et mai 2015. Les résultats analytiques obtenus de ces échantillonnages sont insérés à l'Annexe A du présent rapport.

La médiane des concentrations mesurées sur l'ensemble des échantillons prélevés a été calculée pour chaque élément et composé. Le ratio entre cette médiane (MC) et la concentration limite (CR) recommandée par le MDDELCC pour le paramètre correspondant a ensuite été établi. Le paramètre présentant le ratio MC/CR le plus élevé est les cyanures totaux (ratio de 93). Les métaux possédant un ratio MC/CR supérieur à 1 sont le cuivre (ratio de 18), le molybdène (ratio de 3) et le sodium (ratio de 2). Le sodium a été considéré comme un contaminant d'intérêt compte-tenu de la mobilité élevée de ce composé dans l'eau souterraine. Compte-tenu que le cuivre a un ratio MC/CR plus élevé que le molybdène et que ces deux composés ont une mobilité similaire dans l'eau souterraine (Batelle, 1989), seul le cuivre a été considéré comme contaminant d'intérêt pour les métaux.



Concernant les cyanures, CMGP prévoit de mettre en place un nouveau procédé de destruction des cyanures avec l'Acide de Caro. Selon l'information fournie par CMGP, ce procédé permet de réduire les concentrations en ferrocyanures de sorte que les concentrations en cyanures totaux dans l'eau interstitielle des résidus ne devraient pas excéder 20 mg/l. Cette dernière donnée a été utilisée comme valeur de référence dans le modèle hydrogéologique lors de la simulation du cas de base. Il est à noter que le procédé de destruction des cyanures avec l'Acide de Caro n'était pas en place lors du prélèvement des échantillons d'eau interstitielle des résidus dont les résultats sont présentés à l'Annexe A du présent rapport.

Par ailleurs, aucun contaminant en provenance des stériles n'est considéré pour le cas de base du modèle numérique étant donné que le programme de caractérisation géochimique a démontré que leur potentiel de lixiviation est faible, pourvu qu'il n'y ait pas de déclenchement des processus de génération d'acide (Golder, 2014d).

5.0 MODÈLE NUMÉRIQUE

Les contextes hydrogéologique et géochimique du site à l'étude sont relativement complexes, notamment de par la variabilité spatiale de la stratigraphie observée, l'incertitude reliée aux interactions et réactions chimiques et biochimiques des contaminants à travers les formations géologiques, ainsi que les modifications anticipées de l'aménagement des aires d'accumulation sur la recharge et les patrons d'écoulement souterrain. Leur conceptualisation et leur représentation à l'intérieur d'un modèle numérique reposent sur un certain nombre d'hypothèses, de simplifications et d'interprétations inhérentes à ce type de modélisation. À ceci s'ajoute le fait que le calage du modèle ne peut se faire sur des données réelles de transport de contaminants à l'échelle du secteur représenté, étant donné qu'il s'agit de simulations prédictives modélisant une situation future (l'impact hydrogéochimique relié à l'aménagement des aires d'accumulation). Il reste que la modélisation numérique demeure le meilleur outil analytique pour représenter et prédire le transport des contaminants dans un système possédant cette complexité. Les résultats des simulations prédictives qui sont présentés dans cette étude ne doivent toutefois pas être analysés en termes de valeurs absolues précises, mais plutôt en termes de tendances.

La modélisation numérique a été réalisée en deux étapes. Les conditions actuelles (soit avant la déposition des résidus épais et des stériles dans le secteur du prolongement) ont été simulées afin de vérifier que le modèle reproduit de façon générale le régime d'écoulement d'eau souterraine actuellement observé le long du tracé de la coupe. Par la suite, les résidus épais et les stériles ont été ajoutés au modèle afin d'effectuer des simulations prédictives de transport des contaminants. L'ajout des résidus épais dans le modèle s'est fait de façon progressive, en faisant apparaître une nouvelle couche de résidus à tous les 2 ans sur un total de 13 ans, durée supposée de la période d'exploitation du prolongement du parc à résidus. Cette discrétisation en une série de couches successives, dont l'épaisseur de chacune se situe entre 8 et 10 m, avait pour but de reproduire plus fidèlement le processus de dépôt des résidus épais ainsi prévu. À partir du temps $t = 13$ ans, la hauteur de résidus définie dans le modèle atteignait 380 m, soit l'élévation finale anticipée pour l'empilement de résidus. Pour leur part, les stériles ont été ajoutés de façon instantanée dans le modèle, étant donné l'absence d'impact hydraulique ou géochimique associé à un ajout de la sorte, plutôt qu'un ajout progressif. À noter que les modifications prévues à la fondation du parc à résidus, incluant la mise en place d'un remblai de fondation, ont été intégrées au modèle.



La recharge représente l'infiltration nette d'eau de précipitations en surface des terrains. Dans le modèle, elle est systématiquement appliquée à la frontière supérieure de la dernière couche de résidus épaissis ajoutée. Lorsqu'une nouvelle couche est ajoutée, la recharge précédemment appliquée à la surface de la couche sous-jacente est retirée et transférée à la surface de cette nouvelle couche. La valeur de la recharge appliquée en surface des résidus épaissis est maintenue constante tout au long des simulations. Dans le cas de la halde à stériles, cette valeur est définie comme variant dans le temps, afin de représenter l'impact hydrique de la mise en place d'un recouvrement final sur le dessus de la halde, lors de la restauration. Il est anticipé que ce recouvrement diminuera l'intensité de la recharge à travers la halde, en raison du contraste de perméabilité entre les stériles en surface de la halde et celle de la couche de recouvrement prévue. Des dépôts meubles provenant du décapage de certaines surfaces du site constitueront la base de cette couche de recouvrement, qui sera complétée par le dépôt d'un sol organique. Dans le modèle, des conditions de recharge précouvreurment final s'échelonnent entre le temps zéro et le temps « dix ans », moment anticipé pour le début de la restauration de la halde à stériles. Par la suite, des conditions de recharge réduite ont été définies pour la période « dix ans et plus ».

5.1 Logiciel de modélisation employé

Le modèle a été construit avec le logiciel Feflow – Finite Element Subsurface Flow System (Diersch, 2014). Celui-ci utilise la méthode des éléments finis pour résoudre les équations d'écoulement de l'eau souterraine. L'écoulement de l'eau souterraine a été simulé en régime permanent. Le modèle ne tient donc pas compte des fluctuations journalières ou saisonnières du niveau de la nappe phréatique. Les simulations du transport de contaminants ont été réalisées en régime transitoire sur une durée variable, pouvant atteindre jusqu'à 1 600 ans. Dans tous les cas, les simulations ont été minimalement prolongées jusqu'à l'atteinte d'une décroissance des concentrations en contaminants en tous points des formations géologiques sous-jacentes aux infrastructures d'accumulation.

5.2 Construction du maillage et conditions limites

Le modèle bidimensionnel en coupe a été discrétisé en 78 747 éléments finis triangulaires. Le modèle simule une coupe de 2 330 m de longueur et le maillage a été raffiné autour des lits d'argile et de silt, de même qu'au niveau du contact résidus épaissis-stériles (plan 5). La taille minimale des éléments est d'environ 1 m.

Les conditions limites suivantes ont été assignées au modèle :

- Charge hydraulique imposée dans les formations géologiques à une élévation de 303 m à la limite aval (nord) de la coupe. Cette valeur de charge correspond à l'élévation approximative moyenne du niveau d'eau local de la rivière Malartic;
- Flux nul à la limite sud de la coupe. Cette limite représente la ligne de partage des eaux observées sur la carte piézométrique présentée sur le plan 3, et qui est anticipée comme devant se maintenir dans le temps même après la mise en dépôt des résidus épaissis en ce point;

En conditions naturelles, c'est-à-dire avant la mise en place des résidus épaissis et des stériles, les taux de recharge suivants ont été appliqués en surface du modèle calé :

- Sable et gravier amont : 60 mm/an;
- Till : 25 mm/an;



- Silt : 5 mm/an;
- Argile : 0 mm/an. La recharge nulle est justifiée par le fait que l'aquifère de roc se retrouve en conditions captives artésiennes sous la couche d'argile, ce qui fait en sorte que la percolation d'eau de l'argile vers le roc est négligeable;
- Remblai de silt : 20 mm/an;
- Sable et gravier aval : 250 mm/an.

La mise en place des résidus épaissis et des stériles a pour effet de modifier la recharge du système, tout en créant des faces d'exfiltration qui n'existaient pas au préalable. En conditions d'exploitation (prérestauration) et en conditions postexploitation (postrestauration), les changements suivants ont été apportés aux conditions limites du modèle, par rapport aux conditions naturelles :

- Un taux de recharge de 250 mm/an a été assigné aux endroits où le sable et gravier affleure en surface du modèle (aval de la halde à stériles);
- Un taux de recharge de 75 mm/an a été assigné en surface des résidus épaissis, pour la phase d'exploitation (prérestauration). Cette valeur est similaire à celle estimée par bilan hydrologique dans le cadre de l'étude de modélisation similaire réalisée en 2009-2010 pour le parc à résidus du projet Canadian Malartic (Golder, 2010);
- Un taux de recharge de 170 mm/an a été assigné sur le dessus de la halde à stériles, pour la phase d'exploitation (prérestauration). Cette valeur correspond aux estimations d'infiltration profonde à travers la halde à stériles du modèle numérique de bilan d'eau développé pour le site de la Mine (Golder, 2014e);
- Un taux de recharge de 85 mm/an a été assigné au niveau des talus de la halde à stériles. Cette valeur représente la moitié du taux de recharge appliqué sur le dessus de la halde, ce qui permet de rendre compte de l'inclinaison de ces surfaces, et donc d'un coefficient de ruissellement significativement plus élevé que celui propre au-dessus de la halde;
- En phase postrestauration, un taux de recharge de 75 mm/an a été appliqué sur le dessus de la halde, afin de rendre compte de la diminution de l'infiltration à travers cette surface, due à la mise en place d'une couche de recouvrement. Au niveau des talus de la halde, le taux de recharge a été maintenu à 85 mm/an, en considérant que la mise en place d'un ensemencement hydraulique ne réduira pas significativement le taux de recharge;
- Des limites d'exfiltration ont été définies au pied des talus amont et aval de la halde à stériles. La limite d'exfiltration à l'amont a pour fonction de reproduire le rôle du drain qui sera aménagé le long du contact entre les résidus épaissis et les stériles, au pied de la halde. Elle a ainsi été définie dans le modèle par une série de nœuds d'éléments au contact avec la couche d'argile en place sous les résidus miniers. La limite d'exfiltration à l'aval reproduit quant à elle le rôle du fossé de drainage qui sera aménagé à cette position. Elle est représentée par une série de nœuds d'éléments s'étendant de la surface du sol jusqu'à une profondeur de 4 m, afin de reproduire l'extension verticale anticipée du fossé;
- Une zone d'exfiltration représentant l'inclusion de stériles a également été définie à l'intérieur des résidus, à l'intersection entre la position anticipée de l'inclusion et l'axe de la coupe modélisée. Elle est constituée



d'éléments possédant les mêmes propriétés que celles de la halde à stériles, étant donné que les inclusions dans le parc à résidus seront vraisemblablement constituées de stériles. Ces éléments s'étendent de la surface du terrain naturel jusqu'à une élévation de 355 m, et ce, sur environ 10 m de large dans l'axe de la coupe modélisée. Ces dimensions correspondent approximativement à celles anticipées pour la section transversale de l'inclusion dans la coupe modélisée. Des nœuds d'exfiltration ont également été ajoutés au contact de l'inclusion avec la surface du terrain naturel, afin de reproduire le rôle drainant de celle-ci.

5.3 Paramètres hydrauliques du modèle

Les conductivités hydrauliques retenues dans le modèle hydrogéologique pour le cas de base (scénario de référence du modèle) sont les valeurs présentées au tableau 3. Ces valeurs proviennent pour la plupart de mesures réalisées sur le terrain ou en laboratoire et sont jugées représentatives des matériaux observés. L'unité de roc a été subdivisée en trois zones à perméabilité distincte, de façon à reproduire la décroissance de la conductivité hydraulique avec la profondeur. Les trois zones correspondent aux tranches de roc s'étendant respectivement de 0 à 15 m, de 15 à 100 m et de 100 à 200 m de profondeur. La conductivité hydraulique attribuée à la tranche de profondeur 0-15 m représente la moyenne des valeurs mesurées par essais de perméabilité aux trois puits aménagés dans le roc à proximité de l'axe de la coupe (BH-11-11, BH-11-06, BH-11-17R) (Golder, 2012a; 2014a). Les conductivités hydrauliques attribuées aux tranches 15-100 m et 100-200 m représentent la moyenne des valeurs obtenues par essais de perméabilité de type « packers » en forage à l'intérieur de chacun des intervalles de profondeur correspondant, et ce, dans des lithologies similaires, en différents points de la propriété (Golder, 2008; 2012b).

Pour les dépôts glaciolacustres (silt et argile naturelle), une anisotropie verticale de 10 a été utilisée, ce qui est une valeur typique pour ces dépôts. Une anisotropie verticale de 10 a également été appliquée aux résidus épais. Dans le cas des résidus épais, l'anisotropie est à la fois causée par le mode de dépôt en couches successives, qui confère une certaine stratification aux résidus, et à l'effet de consolidation progressive des résidus, qui a tendance à en diminuer la perméabilité verticale davantage que la perméabilité horizontale, en raison de la drainance latérale active durant le processus de consolidation. Aucune anisotropie n'est considérée pour le remblai de fondation, étant donné que son mode de mise en place anticipé ne créera pas de structure stratifiée dans le plan horizontal, comme c'est le cas pour l'argile naturelle, par exemple.



Tableau 3: Paramétrage du modèle - Cas de base

Unités hydrostratigraphiques	Paramètres d'écoulement				Paramètres de transport					
	Conductivité hydraulique	Anisotropie	Emmagasinement spécifique	Porosité totale	Porosité de transport	Coefficient d'adsorption	Constante de dégradation	Diffusion moléculaire	Dispersivité longitudinale	Dispersivité transversale
	(m/s)	(-)	(1/m)	(-)	(-)	(ml/g)	(1/j)	(m ² /s)	(m)	(m)
Roc de surface (0-15 m)	2,0E-06	1	1,0E-05	0,01	0,01	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Roc intermédiaire (15-100 m)	4,0E-07	1	1,0E-05	0,01	0,01	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Roc profond (100-200 m)	5,0E-08	1	1,0E-05	0,01	0,01	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Sable et gravier	2,0E-05	1	1,0E-05	0,35	0,25	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Argile	5,0E-09	0,1	1,0E-05	0,5	0,1	CN totaux : 4 Cu : 485 Na : 0 Ni : 4140 ml/g	2,0E-06	1,0E-09	0,1	0,01
Silt	6,4E-08	0,1	1,0E-05	0,4	0,2		2,0E-06	1,0E-09	0,1	0,01
Till	4,8E-07	1	1,0E-05	0,3	0,2	CN totaux : 0,4 Cu : 4,19 Na : 0 Ni : 1,22 ml/g	2,0E-06	1,0E-09	0,1	0,01
Remblai silteux	6,4E-07	1	1,0E-05	0,3	0,2	CN totaux : 4 Cu : 485 Na : 0 Ni : 4140 ml/g	2,0E-06	1,0E-09	0,1	0,01
Sable fin à moyen	2,0E-04	1	1,0E-05	0,35	0,25	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Sable fin, un peu de silt	2,0E-06	1	1,0E-05	0,35	0,25	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Résidus	1,0E-07	0,1	1,0E-05	0,38	0,1	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Stériles	5,0E-05	1	1,0E-05	0,385	0,3	0	2,0E-06	1,0E-09	12,5	1,25
Remblai de faible perméabilité (fondation)	5,0E-09	1	1,0E-05	0,45	0,1	CN totaux : 4 Cu : 485 Na : 0 Ni : 4140 ml/g	2,0E-06	1,0E-09	0,1	0,01



Les propriétés capillaires utilisées pour les unités hydrostratigraphiques reposent sur le modèle de Van Genuchten modifié. Des valeurs génériques ont été appliquées pour chaque paramètre du modèle. Ces valeurs sont identiques pour chacune des unités. Cette simplification est jugée sans impact significatif sur les concentrations simulées dans les formations géologiques sous et à l'aval des aires d'accumulation, en raison du fait que celles-ci demeurent saturées, à l'exception de deux minces franges de silt et de sable et gravier en position superficielle. Le tableau 4 présente les valeurs assignées à chaque paramètre capillaire du modèle de Van Genuchten modifié.

Tableau 4: Paramétrage capillaire du modèle de Van Genuchten appliqué aux différentes unités hydrostratigraphiques

Paramètre (unités)	Valeur
α (1/m)	2
n (-)	1,37
m (-)	0,27
δ (-)	2

5.4 Définition de la source de contaminant

Sur la base de l'évaluation exposée à la section 4.4, les concentrations sources suivantes ont été considérées dans le modèle (tableau 5) pour le prolongement du parc à résidus :

Tableau 5: Concentrations sources en contaminants considérées dans le modèle hydrogéologique

Paramètres	Concentrations (mg/L)
Cyanures totaux	20
Sodium	0,17
Cuivre	451

5.5 Coefficient d'adsorption, de dispersion et de dégradation

Le tableau 6 présente un sommaire des paramètres d'entrée spécifiques à la simulation du transport des contaminants pour le cas de base. Le coefficient de dispersivité longitudinale pour les unités de dépôts meubles perméables (sable et gravier, sable fin, stériles) et pour le roc a été estimé à partir de la compilation effectuée par Gelhar et al. (1992). La même valeur a été appliquée pour les résidus épaissis. Une valeur marginalement supérieure à 0 a été retenue pour le coefficient de dispersivité longitudinale des unités de dépôts meubles peu perméables (argile, silt, till, remblai silteux), étant donné que la dispersion hydrodynamique de telles formations est généralement négligeable (Franz and Rowe, 1993).

Comme le modèle est en coupe (2-D), il n'intègre pas de dispersion latérale, ce qui contribue à rendre l'approche prudente.

Pour les cyanures totaux, un coefficient d'adsorption de 4 ml/g a été assigné aux unités de dépôts meubles peu perméables, soit le silt et l'argile. Cette valeur a été obtenue suite à des essais d'adsorption effectués en laboratoire dont les résultats sont présentés à l'Annexe B. Un coefficient d'adsorption de 0,4 ml/g a été assigné à l'unité de till. Il s'agit d'une valeur prudente tirée de la littérature (Battelle, 1989; Smith et Mudder, 2001;



USEPA, 1999). Pour le cuivre, un coefficient d'adsorption de 485 ml/g et de 4,19 ml/g a été assigné respectivement aux dépôts peu perméables (argile et silt) et au till. La première valeur provient des essais d'adsorption présentés à l'Annexe B alors que la seconde provient de la littérature (Battelle, 1989, valeur correspondant à celle d'un sol contenant moins de 10 % de particules fines). Finalement, l'adsorption a été négligée pour le sodium. Le coefficient d'adsorption représente le ralentissement de la migration de la contamination dans l'eau souterraine causé par l'absorption et l'adsorption sur le sol.

Les cyanures se retrouvent sous la forme de plusieurs complexes différents dans l'eau interstitielle des résidus, de même que sous la forme d'ions libres. La dégradation naturelle des cyanures est simplifiée dans le modèle: plutôt que de tenter de représenter la dégradation de chaque type de composé cyanuré, seule est considérée la dégradation des ferrocyanures, qui représente généralement le complexe cyanuré le plus stable dans l'eau souterraine. À l'autre bout du spectre, les cyanures libres (sous forme ionique) se dégradent rapidement, en plus de pouvoir se volatiliser (Meeussen et al., 1992). Aux fins de la modélisation, il est donc considéré que tous les cyanures totaux sont présents sous la forme de ferrocyanures seulement, ce qui représente une hypothèse très prudente. La constante de dégradation retenue est déterminée à l'aide du modèle de demi-vie des ferrocyanures présenté dans Meeussen et al. (1992), où celle-ci est fonction du pH et du potentiel d'oxydo-réduction (ORP) de l'eau souterraine. Les valeurs retenues pour ces deux paramètres physico-chimiques (pH = 6,90; ORP = -75 mV) représentent des moyennes des mesures effectuées aux puits PZ-11-18R et BH08-38 dans le cadre du suivi de la qualité des eaux souterraines de 2012 (Golder, 2013). Ces deux puits sont localisés à la limite aval actuelle du parc à résidus, à proximité du prolongement des aires d'accumulation. Une demi-vie de 280 ans a été déterminée pour les ferrocyanures, ce qui correspond à une constante de dégradation de $6,8 \times 10^{-6}$ 1/j. Cette constante a ensuite été ajustée à la baisse pour tenir compte du différentiel de température entre la température de référence considérée par Meussen et al. (1992), à savoir 15 °C, et la température moyenne de l'eau souterraine aux puits PZ-11-18R et BH08-38, en l'occurrence 8 °C. La constante de dégradation ainsi obtenue ($2,0 \times 10^{-6}$ 1/j) a été appliquée sur l'ensemble des formations géologiques en place et sur les résidus épaissis. Elle représente le taux auquel se dégradent les cyanures totaux présents dans l'eau, lorsqu'elle circule à travers ces milieux. La dégradation naturelle du cuivre et du sodium n'a pas été considérée, car ces composés sont de nature inorganique.

Tableau 6: Sommaire des propriétés de dispersivité et de diffusion

Paramètres	Valeur
Dispersivité longitudinale (α_L) – dépôts meubles perméables, roc, résidus épaissis, stériles	12,5 m
Dispersivité longitudinale (α_L) – dépôts meubles peu perméables	0,1 m
Dispersivité transversale (α_T)	0,1x α_L
Diffusion moléculaire	$1,0 \times 10^{-9}$ m ² /s

5.6 Calage du modèle numérique d'écoulement – conditions naturelles

Le modèle a été calé en régime permanent en utilisant comme valeurs cibles les données piézométriques mesurées entre le 1^{er} et le 12 septembre 2012 aux puits aménagés à proximité de l'axe de la coupe (BH-11-11, BH-1109, BH-11-06, BH-11-17D, BH-11-17R). Le calage a été réalisé en effectuant plusieurs simulations ayant chacune un ensemble de paramètres hydrauliques différents, jusqu'à ce que la différence entre les charges hydrauliques simulées et observées soit minimisée. La conductivité hydraulique du sable et gravier ainsi que du



sable fin, de même que les taux d'infiltration au niveau des zones de sable et gravier, de till, de silt, d'argile et de remblai silteux sont les paramètres qui ont été modifiés au cours du processus de calage. Les conductivités hydrauliques calées et les taux de recharge qui ont donné le meilleur ajustement entre les charges simulées et observées sont respectivement présentés au tableau 3 et à la section 3.3.

Le modèle a été considéré comme calé lorsque l'erreur absolue devenait inférieure à 5 % de la variation totale des niveaux d'eau observés à l'intérieur du domaine modélisé (Anderson et Woessner, 1991). La différence entre la charge hydraulique minimale et celle maximale observée à l'intérieur du domaine modélisé étant de 17,60 mètres (320,60 m-303,00 m), l'erreur absolue ciblée est donc de 0,88 m. L'erreur absolue du modèle calibré est de 0,61 m, soit 3,5 % par rapport à la différence entre les charges hydrauliques minimales et maximales observées à l'intérieur du domaine modélisé.

La figure 1 présente l'ajustement entre les charges hydrauliques mesurées et simulées pour le modèle d'écoulement calé.

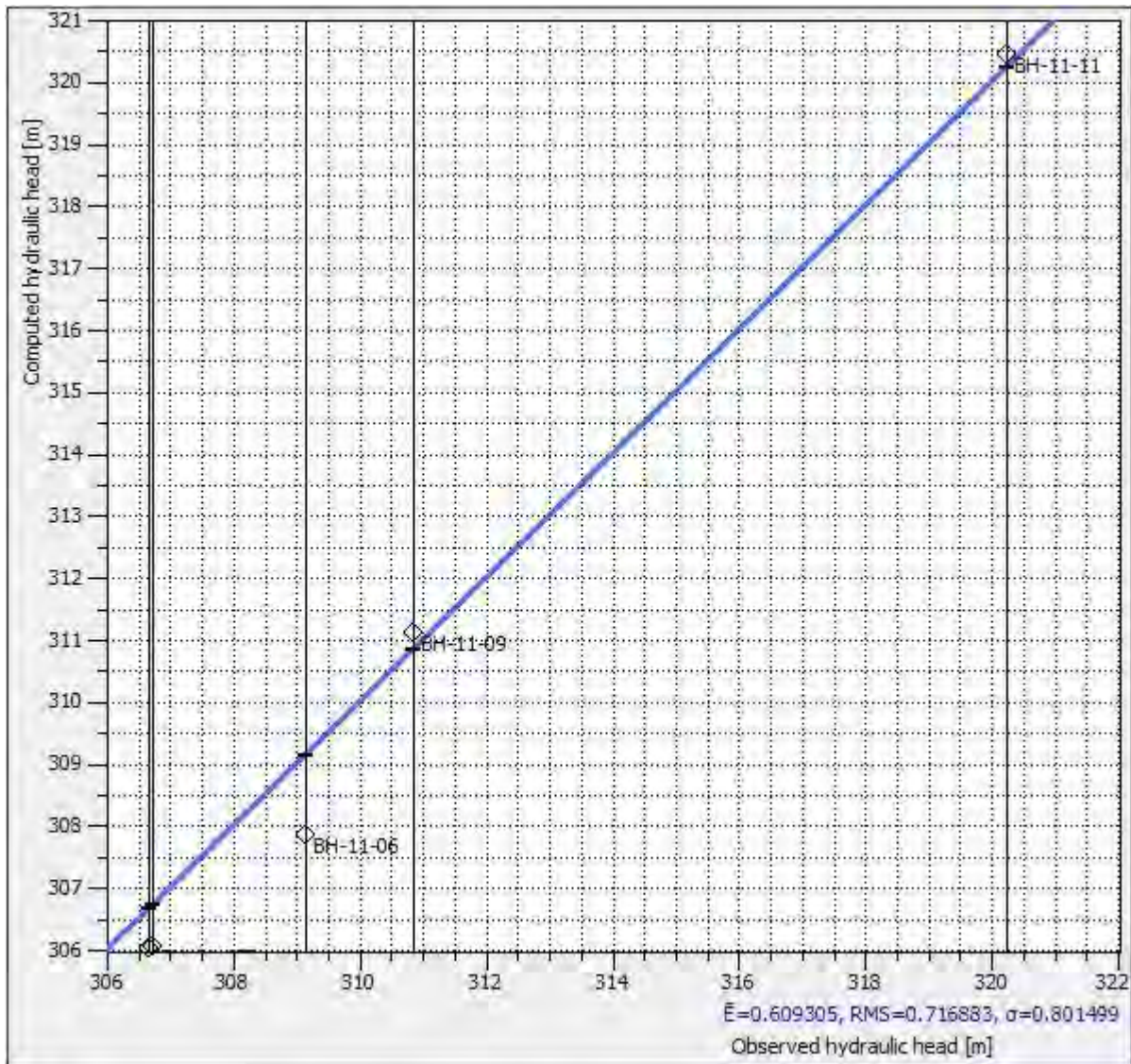


Figure 1: Comparaison entre les charges hydrauliques mesurées et simulées - modèle d'écoulement calé

6.0 RESULTATS DE MODELISATION

La modélisation du transport de contaminants a consisté à simuler la migration des cyanures totaux, du cuivre et du sodium dans le système hydrogéologique local, à partir des résidus épais en place dans le prolongement proposé du parc à résidus.

De façon générale, les simulations montrent qu'il y a une augmentation progressive des concentrations dans l'aquifère de roc, jusqu'à l'atteinte d'un maximum de concentration. Il y a ensuite décroissance graduelle de la concentration, à un taux généralement plus faible que lors de la phase d'augmentation. Le moment où le maximum



de concentration est atteint, de même que la valeur de celui-ci, est fonction de la position du point de référence (ou point d'observation) dans l'espace modélisé, par rapport à la source, en l'occurrence le parc à résidus.

Le détail des résultats des simulations prédictives, de même que ceux de l'analyse de sensibilité effectuée sur le modèle numérique, est présenté aux sections suivantes.

6.1 Simulations prédictives – Cyanures totaux

6.1.1 Cas de base

Les résultats du cas de base du modèle de transport des contaminants sont présentés. Ce scénario inclut la présence d'une couche de remblai de faible perméabilité d'une épaisseur de 1,5 m en place en surface des terrains où l'argile est naturellement absente, ou d'épaisseur inférieure à 1 m. Le remblai possède la même conductivité hydraulique équivalente que celle de l'argile naturelle dans le plan horizontal, mais aucun facteur de réduction de cette conductivité hydraulique dans le plan vertical, comme c'est le cas pour l'argile naturelle, tel que décrit à la section 3.3. La conductivité hydraulique du remblai de faible perméabilité a été augmentée d'un facteur de 10 lors de l'analyse de sensibilité présentée à la section suivante.

La figure 2 présente l'évolution des concentrations en cyanures totaux en fonction du temps pour des points d'observation fictifs situés au niveau de l'aquifère de roc, respectivement :

- 1) à la limite aval du prolongement proposé de la halde à stériles, qui elle-même se trouve à l'aval hydraulique du prolongement proposé du parc à résidus;
- 2) à 150 m à l'aval hydraulique du prolongement proposé de la halde à stériles; et
- 3) à 300 m à l'aval hydraulique du prolongement proposé de la halde à stériles.

Dans les trois cas, la position du point d'observation dans le plan vertical correspond à la profondeur à laquelle la concentration la plus élevée a été atteinte le long du profil vertical concerné.

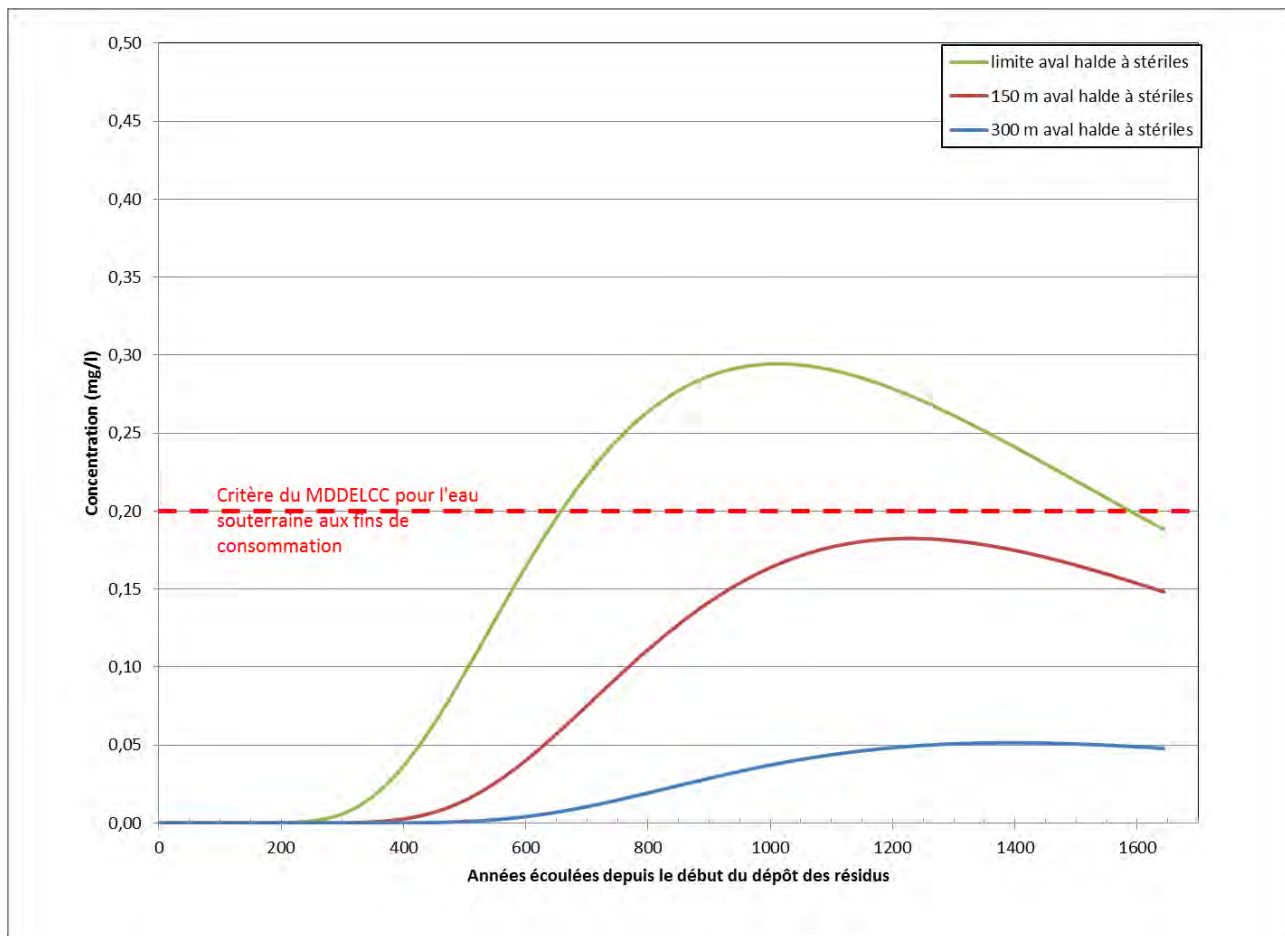


Figure 2: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – cas de base

La figure 2 illustre que la concentration maximale en cyanures totaux à la limite aval de la halde à stériles atteindrait un peu moins de 0,3 mg/l. Cette concentration serait atteinte environ 75 ans après le début de l'opération du parc à résidus. La concentration maximale à 150 m de la halde à stériles atteindrait 0,18 mg/l, soit une concentration légèrement inférieure au critère à des fins de consommation du MDDELCC (0,20 mg/l). Cette concentration serait atteinte environ 1 200 ans après le début de l'opération du parc à résidus. La concentration maximale à 300 m à l'aval de la halde atteindrait 0,05 mg/l. Cette valeur maximale serait atteinte environ 1 300 ans après le début de l'opération du parc à résidus. Selon les résultats du cas de base, l'extension du parc à résidus proposé ne causera pas de dégradation significative de la qualité de l'eau souterraine à plus de 150 m de la limite aval de la halde à stériles, le long de la coupe modélisée.

À la suite de l'atteinte du maximum de concentration, les concentrations en cyanures totaux diminueraient graduellement en chaque position, étant donné que l'eau interstitielle dans les nouveaux résidus épaissis est graduellement remplacée par de l'eau d'infiltration propre des précipitations. Ainsi, considérant que le modèle est basé sur plusieurs hypothèses prudentes, aucun impact n'est appréhendé sur les récepteurs d'eau souterraine pour le parc à résidus.



6.1.2 Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité a été effectuée d'abord sur les paramètres jugés comme ayant la plus grande influence sur les résultats de modélisation. Ceux-ci sont respectivement la constante de dégradation des cyanures totaux, la conductivité hydraulique de la couche de remblai de faible perméabilité destinée à l'amélioration du substrat, et la recharge en surface des résidus épaissis. L'objectif de l'analyse était d'évaluer l'impact d'une variation de la valeur attribuée à ces paramètres dans le cas de base sur les résultats de la modélisation, en l'occurrence les concentrations maximales simulées à l'aval du parc à résidus.

Par la suite, l'analyse de sensibilité a ciblé le coefficient d'adsorption des unités de dépôts meubles peu perméables (soit le silt et l'argile), la porosité de l'argile et les paramètres capillaires des résidus afin de vérifier leurs effets sur les résultats de la modélisation.

6.1.2.1 Constante de dégradation

Le scénario #1 considère une constante de dégradation (λ) nulle, ce qui représente un scénario peu réaliste pour les cyanures totaux, mais qui seraient représentatifs pour les contaminants qui ne se dégradent pas. Comme l'illustre la figure 3, les concentrations maximales en cyanures totaux prédites par le scénario #1 seraient 2 à 3 fois supérieures à celles prédites avec le cas de base.

Le scénario #2 considère plutôt une constante de dégradation cinq fois plus élevée ($\lambda = 1 \times 10^{-5} 1/j$) que celle du cas de base. Comme l'illustre la figure 4, les concentrations maximales en cyanures totaux prédites par le scénario #1 seraient 5 à 6 fois inférieures à celles prédites avec le cas de base. Ce scénario a notamment pour but de simuler le rôle actif joué par l'horizon de matière organique de surface dans la dégradation biologique et chimique des cyanures totaux, rôle qui n'était pas considéré dans le cas de base.

Ensemble, les scénarios #1 et #2 permettent d'apprécier la variabilité des concentrations simulées en regard du paramètre de dégradation. L'emploi d'une constante de dégradation visant à intégrer le rôle de l'horizon de la matière organique dans la dégradation des cyanures totaux générerait des concentrations encore plus faibles dans l'aquifère de roc, et bien en deçà du critère de l'eau souterraine aux fins de consommation du MDDELCC (0,20 mg/l). À noter que les rapports de proportion obtenus entre les concentrations prédites pour un scénario sans dégradation (scénario #1) et celles prédites pour le cas de base permettent de fournir un ordre de grandeur de la contribution de la dégradation au processus de migration modélisé.

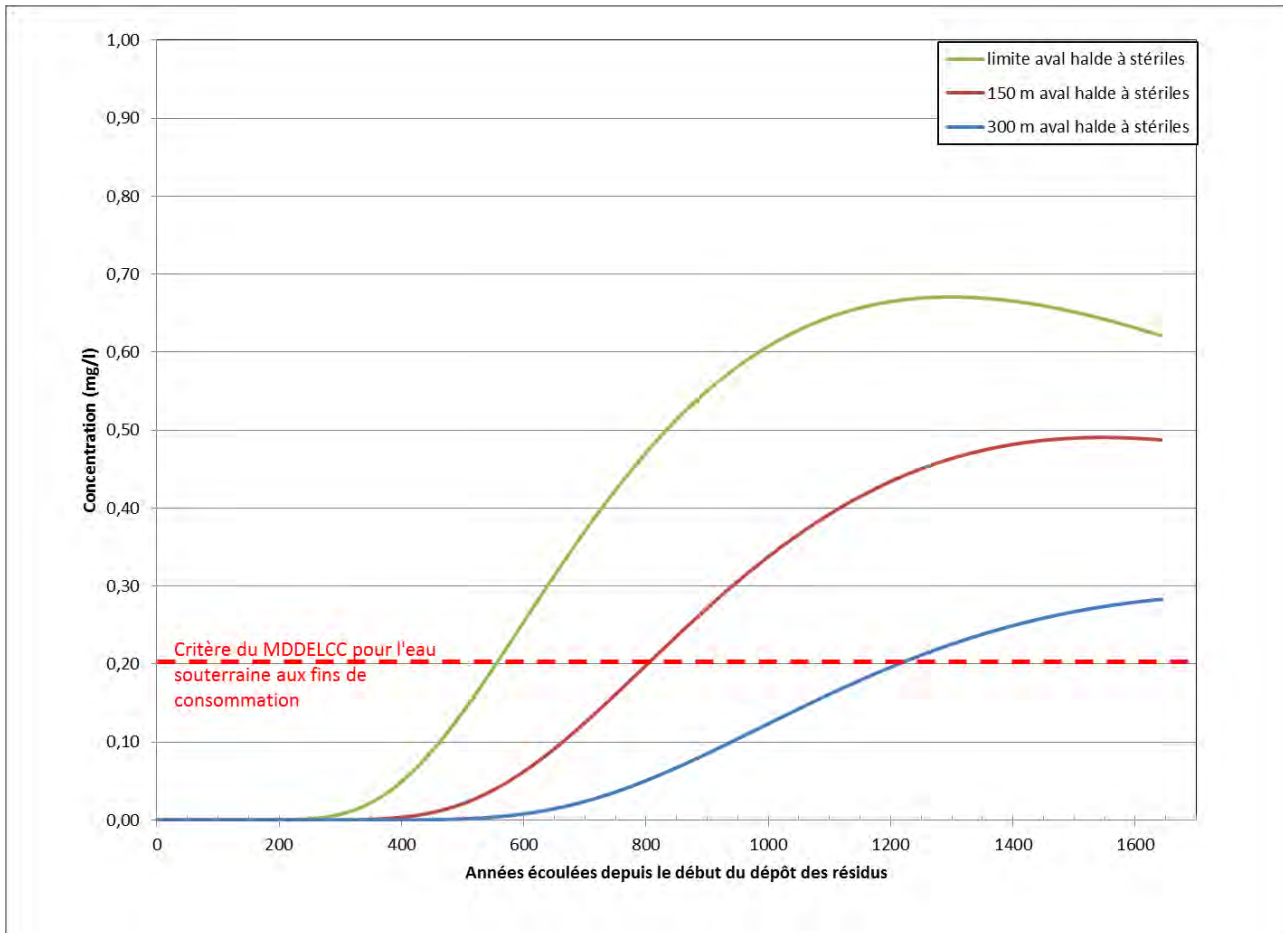


Figure 3: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #1 : $\lambda = 0$

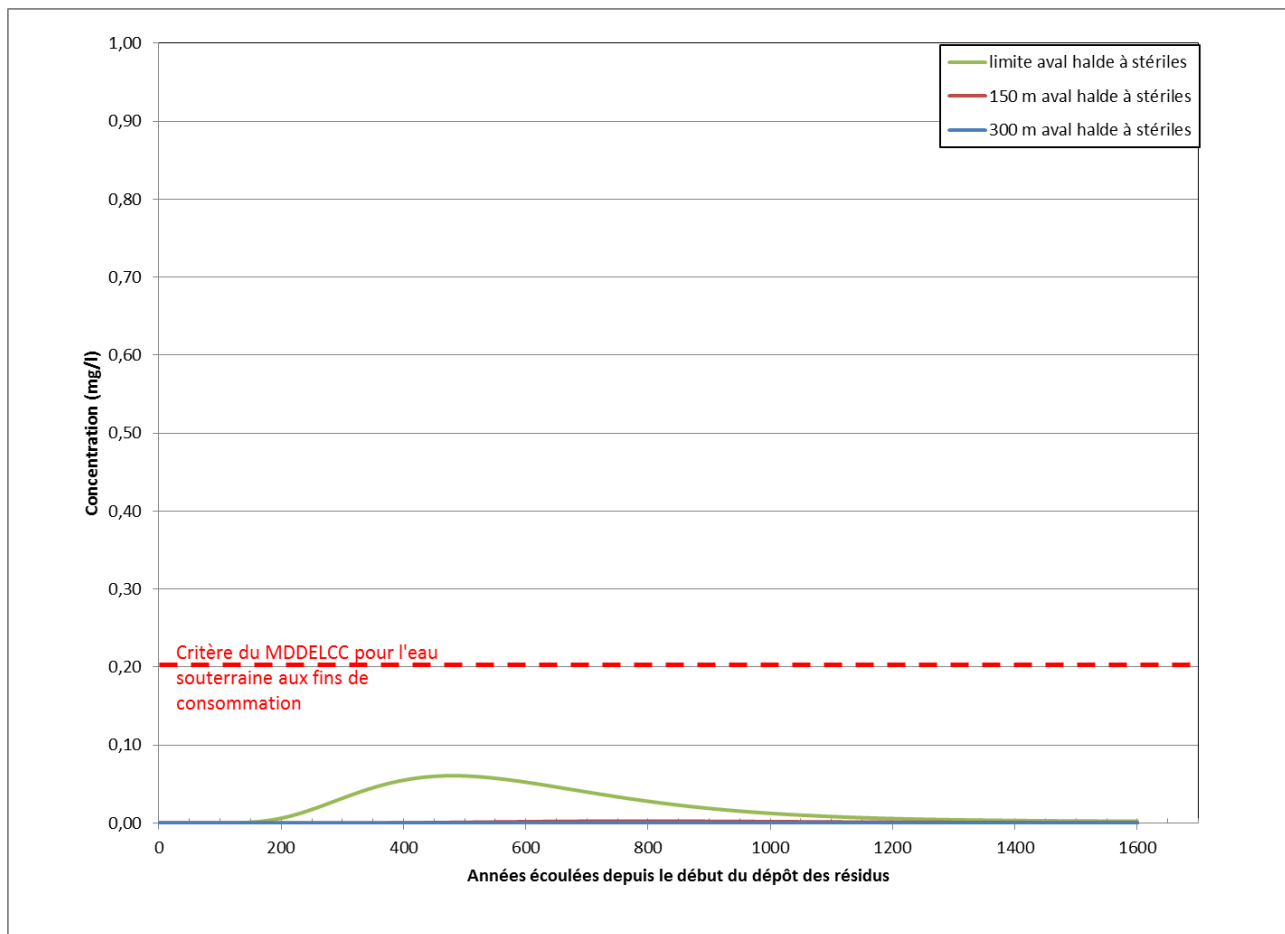


Figure 4: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #2 : $\lambda = 1 \times 10^{-5} \text{ 1/j}$

6.1.2.2 Conductivité hydraulique du remblai de fondation

Le scénario #3 considère que le remblai de fondation mis en place pour améliorer le substrat possède une conductivité hydraulique (K) supérieure d'un ordre de grandeur à celle du cas de base, soit $5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ au lieu de $5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$. La pertinence de tester ce scénario réside dans le fait qu'une certaine incertitude existe quant à la conductivité hydraulique, ou perméabilité, réelle que pourra avoir le remblai de fondation, par rapport à la conductivité hydraulique des matériaux non remaniés naturellement en place, qui serviront pour l'amélioration du substrat. Le choix d'une valeur plus grande vise à considérer une situation où la mise en place de matériaux préalablement excavés ne permettrait pas de recréer une couche à perméabilité équivalente.

L'évolution des concentrations en cyanures totaux simulées dans l'eau souterraine à l'aval du parc à résidus pour le scénario #3 est présentée sur la figure 5. Cette figure indique que la concentration maximale en cyanures totaux à la limite aval de la halde à stériles augmente peu pour le scénario #3 par rapport au cas de base et demeure sous le critère aux fins de consommation du MDDELCC à 150 m à l'aval de la halde à stériles.



Il apparaît que la conductivité hydraulique, ou perméabilité, du remblai de fondation a une influence limitée à modérée sur les concentrations en cyanures totaux migrant dans les formations géologiques sous-jacentes et à l'aval du parc à résidus. L'augmentation des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc, découlant d'une augmentation d'un ordre de grandeur de la conductivité hydraulique du remblai de fondation, s'avère relativement faible, et ces concentrations y demeurent sous la valeur du critère applicable. Ceci indique qu'une certaine tolérance est admissible quant à la conductivité hydraulique réelle que possédera le remblai de fondation, suite à sa mise en place, et qu'une déviation de celle-ci d'un ordre de grandeur par rapport à la conductivité hydraulique de l'argile naturelle n'aurait pas d'impact significatif sur la qualité de l'eau souterraine à l'aval des aires d'accumulation.

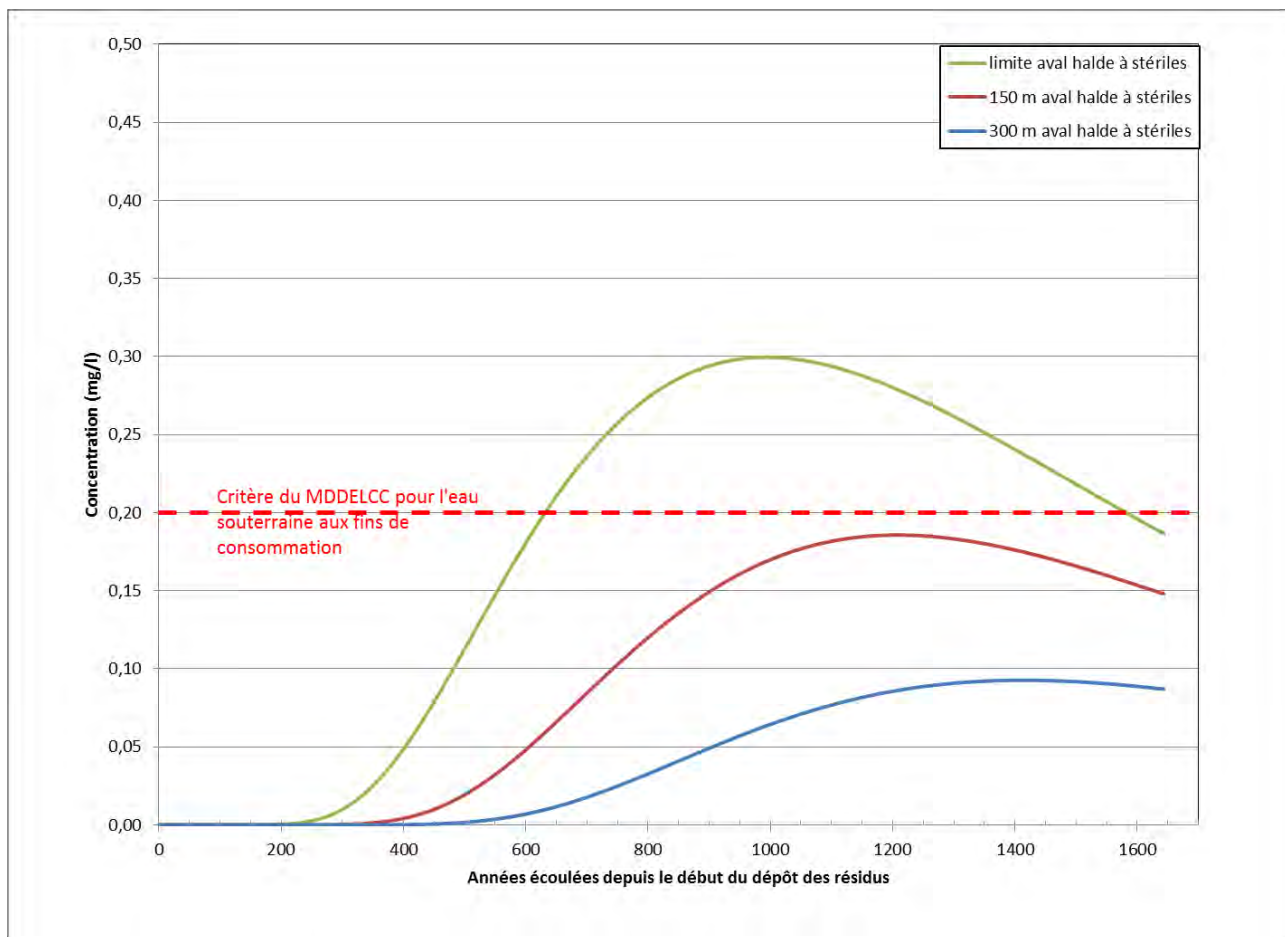


Figure 5: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #3 : K remblai de fondation X 10

6.1.2.3 Infiltration au niveau des résidus épaissis

Le scénario #4 considère une recharge en surface des résidus épaissis correspondant au double de celle appliquée dans le cas de base. Ceci correspond à un taux de recharge de 150 mm/an. Il s'agit d'une valeur dans la plage supérieure du spectre des taux de recharge possibles en surface des résidus épaissis. Le scénario #5



considère une recharge en surface des résidus épaissis égale à la moitié de celle appliquée dans le cas de base. Ceci correspond à un taux de recharge de 37,5 mm/an. Dans ce cas, il s'agit d'une valeur dans la plage inférieure du spectre.

L'évolution des concentrations en cyanures totaux dans l'eau souterraine à l'aval du parc à résidus pour les scénarios #4 et #5 est présentée aux figures 6 et 7, respectivement. À la limite aval de la halde à stériles, la concentration maximale en cyanures totaux augmente d'environ 15 % pour le scénario #4 (recharge du cas de base X 2) et diminue d'environ 20 % pour le scénario #5 (recharge du cas de base / 2), par rapport au cas de base.

À 150 m à l'aval de la halde à stériles, la concentration maximale en cyanures totaux augmente d'environ 20 % pour le scénario #4 (recharge du cas de base X 2) et diminue d'environ 20 % pour le scénario #5 (recharge du cas de base / 2), par rapport au cas de base.

Ces résultats montrent que les concentrations simulées par le modèle sont relativement moins sensibles au taux de recharge appliqué qu'à la constante de dégradation. Ceci confère une certaine robustesse au modèle, étant donné que la recharge est généralement un paramètre possédant un niveau d'incertitude relativement élevé. Ils soulignent par ailleurs l'importance du rôle que jouent les inclusions du parc à résidus dans le retrait de la masse de cyanures totaux présente dans les résidus. Il apparaît donc comme critique le fait que ces inclusions puissent jouer leur rôle drainant efficacement et de façon durable.

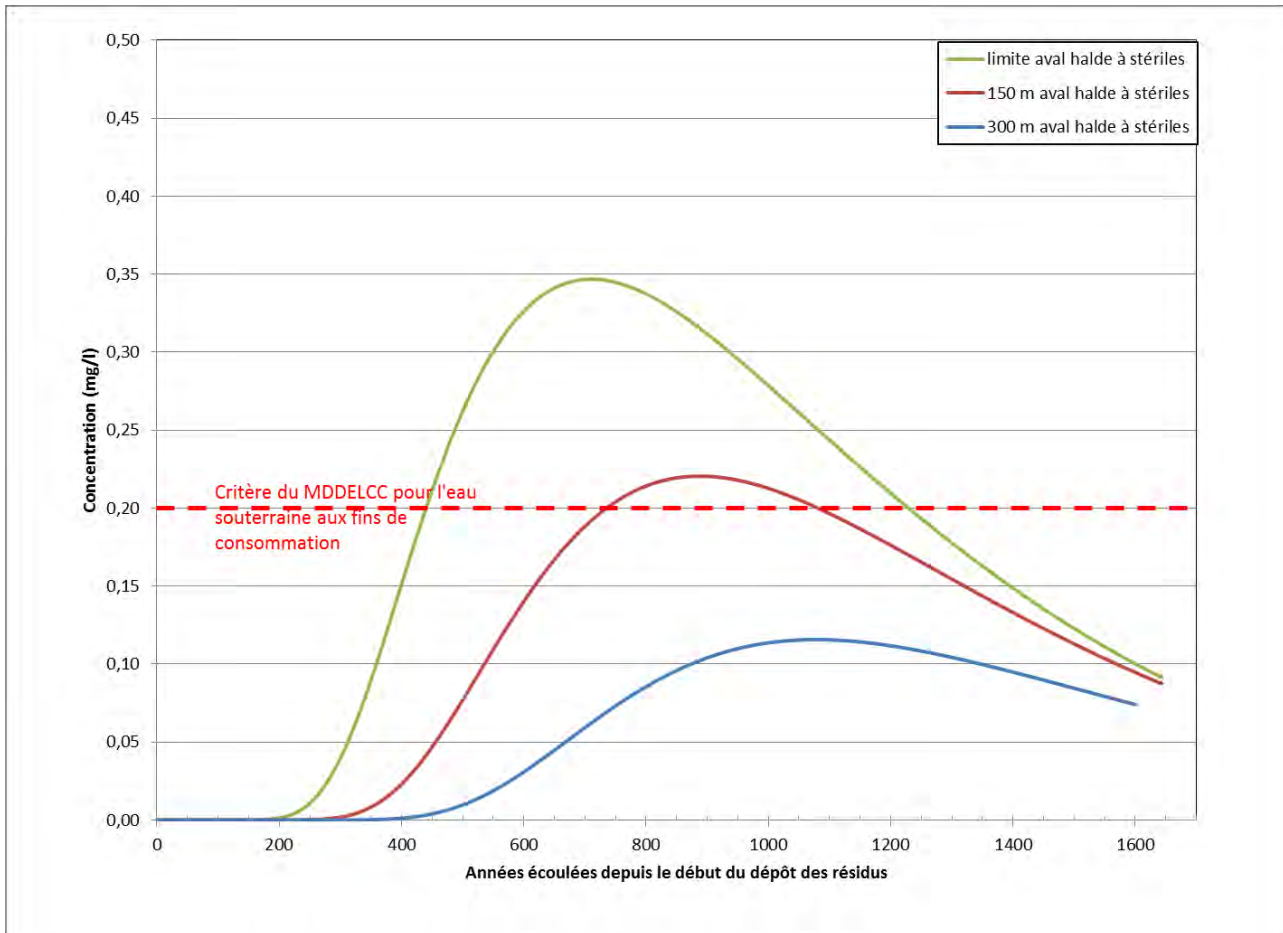


Figure 6: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #4 : Recharge X 2

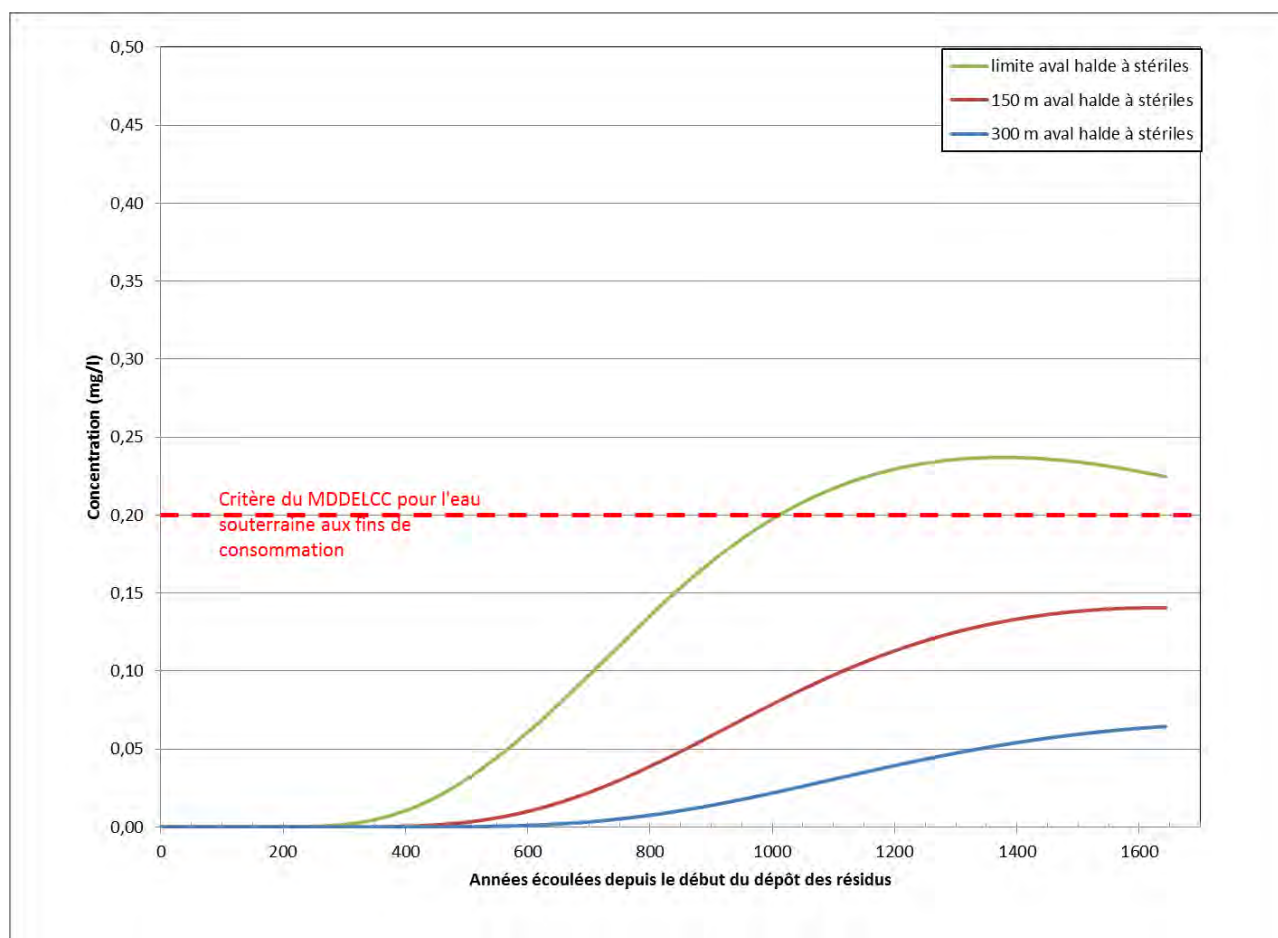


Figure 7: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #5 : Recharge / 2

6.1.2.4 Coefficient d'adsorption

Le scénario #6 de l'analyse de sensibilité du modèle a été réalisé avec un coefficient d'adsorption plus faible pour les cyanures dans les dépôts peu perméables (silt et argile), équivalent à un coefficient de retard de 5 (ce coefficient de retard varie de 14 à 18 pour le cas de base). Les résultats de ce scénario sont présentés sur la figure 8 ci-dessous. Il est à noter que ce scénario est très conservateur, car le facteur de retard est plus faible que l'intervalle obtenu à partir de valeurs de la littérature (coefficient de retard variant entre 7 et 60 selon Smith et Mudder, 2001). Comme l'illustre la figure 8 ci-dessous, les concentrations maximales en cyanures totaux prédites par ce scénario seraient environ 1,5 fois supérieures à celles prédites avec le cas de base. Bien qu'il soit très conservateur, ce scénario permet d'apprécier la variabilité des concentrations simulées en regard du coefficient de retard. Le suivi de la qualité des eaux souterraines en aval des aires d'accumulation de résidus permettra de confirmer les prédictions du modèle. À noter que CMGP prévoit mettre en place un procédé de destruction des cyanures avec l'acide de Caro. Ce procédé permettra de réduire les concentrations en ferrocyanures, l'espèce de cyanures la plus difficile à dégrader, de sorte que les cyanures résiduels seront plus faciles à dégrader, ce qui confirme l'approche conservatrice de la modélisation de transport de contaminants.

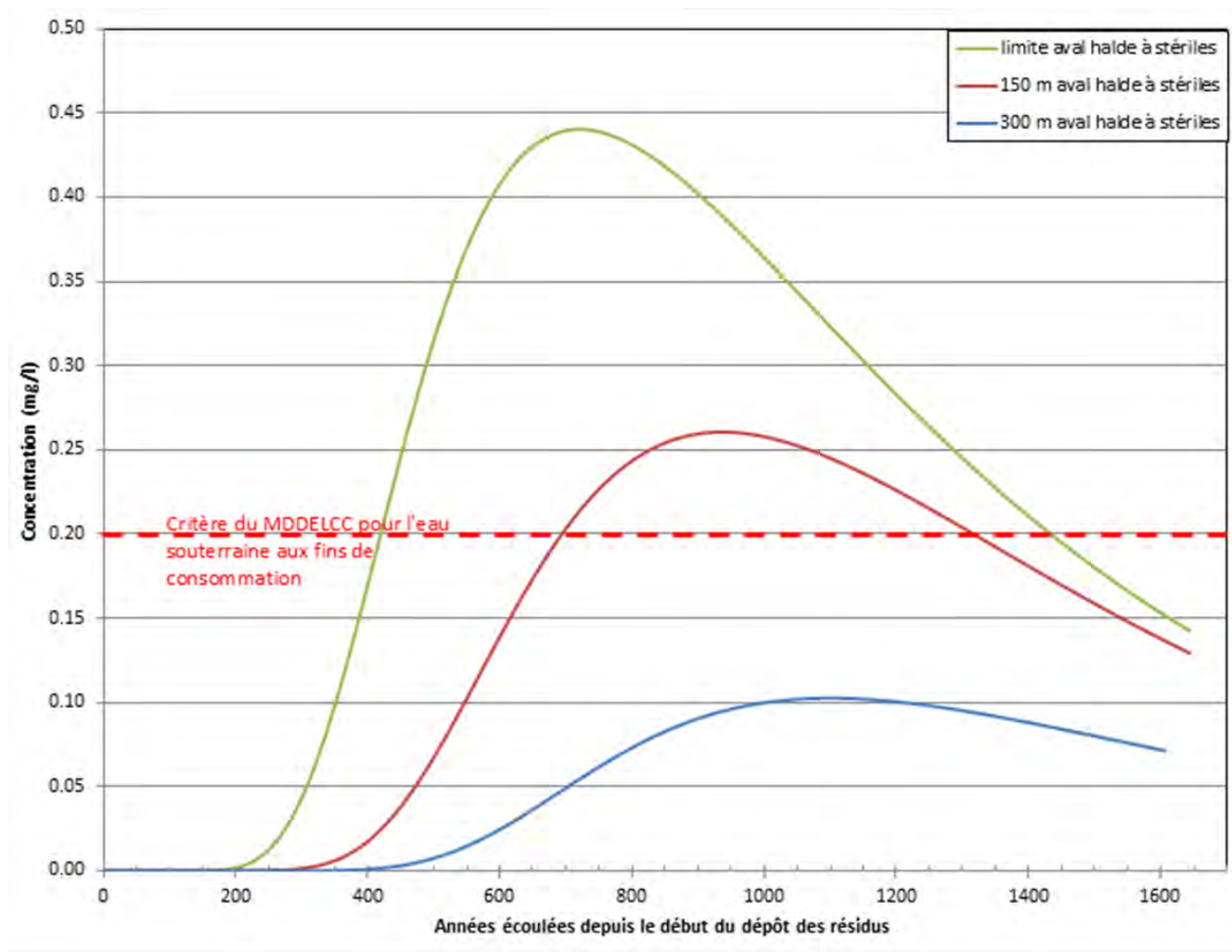


Figure 8: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #6 : Coefficient de retard des dépôts peu perméables = 5

6.1.2.5 Porosité de l'argile

Le scénario #7 de l'analyse de sensibilité a été fait en utilisant une porosité de l'argile deux fois plus faible (5%) que pour le cas de base. Comme illustré sur la figure 9 ci-dessous, les résultats montrent que ce paramètre a peu d'influence sur la migration des contaminants prédite par le modèle, car le pic des concentrations est légèrement plus faible que le cas de base modélisé.

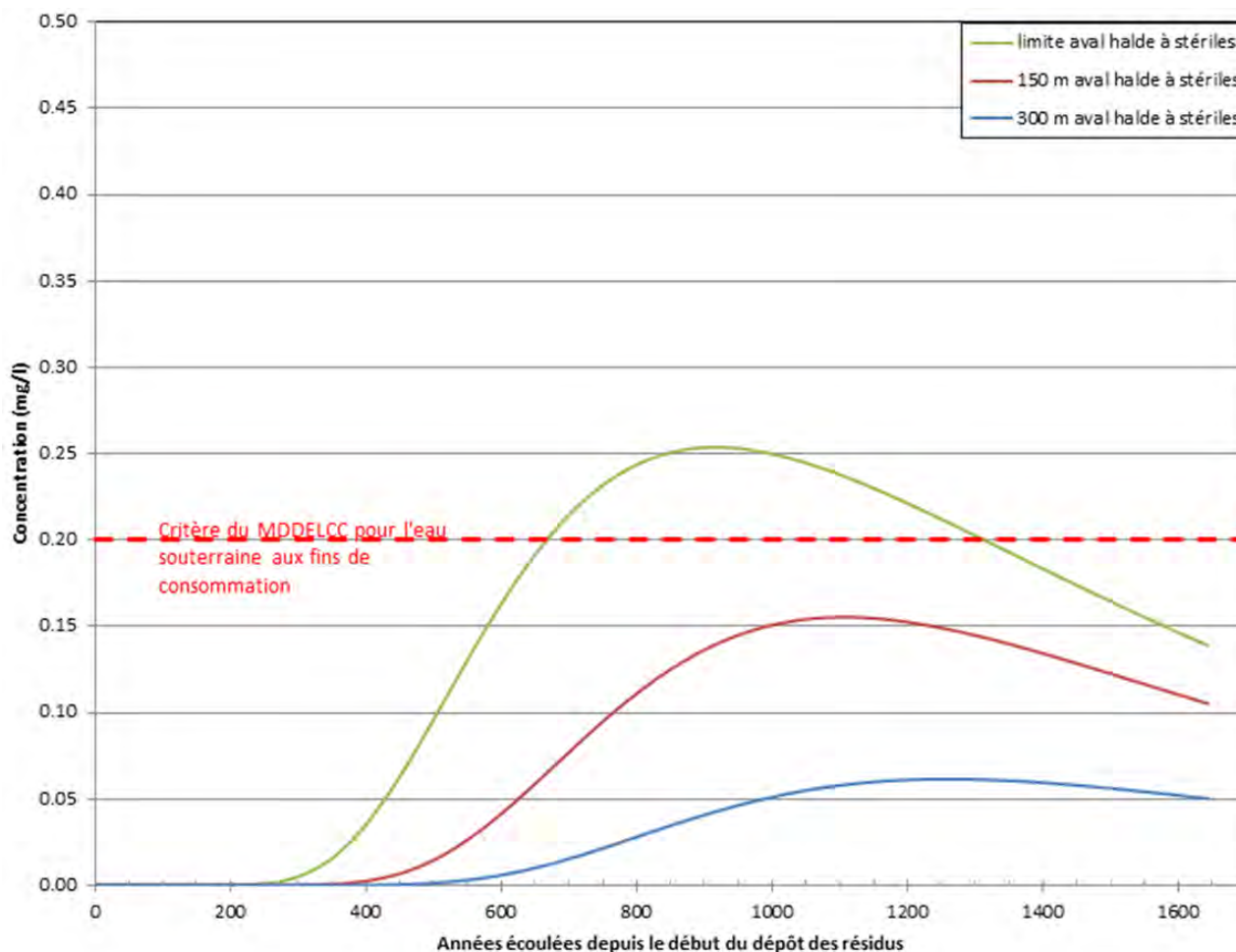


Figure 9: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #7 : Porosité de l'argile divisée par 2

6.1.2.6 Paramètres capillaires des résidus

Pour cette étude de modélisation, des paramètres capillaires génériques ont été appliqués pour chaque paramètre du modèle (section 5.3). Ces valeurs, qui influent sur l'écoulement non saturé, sont identiques pour chacune des unités hydrostratigraphiques. Cette simplification est jugée sans impact significatif sur les concentrations prédites, en raison du fait que le transport de la contamination s'effectue en très grande majorité en milieu saturé (moins de 1% de l'écoulement se fait en milieu non saturé).

Par ailleurs, les données de laboratoire disponibles pour les résidus indiquent une frange capillaire importante, ce qui implique que l'eau dans les résidus serait moins mobile que ce qui a été modélisé. Le fait d'utiliser les paramètres capillaires Van Genuchten par défaut est donc une simplification conservatrice. Dans le cadre de l'analyse de sensibilité (scénario #8), une vérification a été faite avec le modèle en utilisant les données obtenues en laboratoire pour les résidus (Golder 2014e et tableau 7). Comme illustré sur la figure 10 ci-dessous, les résultats montrent que le pic de concentration à l'aval est similaire, la seule différence notable étant que ce pic est observé plus tard dans le temps en utilisant les paramètres obtenus en laboratoire.



Tableau 7: Paramétrage capillaire du modèle de Van Genuchten appliqué aux résidus épais pour le scénario #8 de l'analyse de sensibilité

Paramètre (unités)	Valeur
α (1/m)	0,1
n (-)	1,9
m (-)	0,47
δ (-)	2

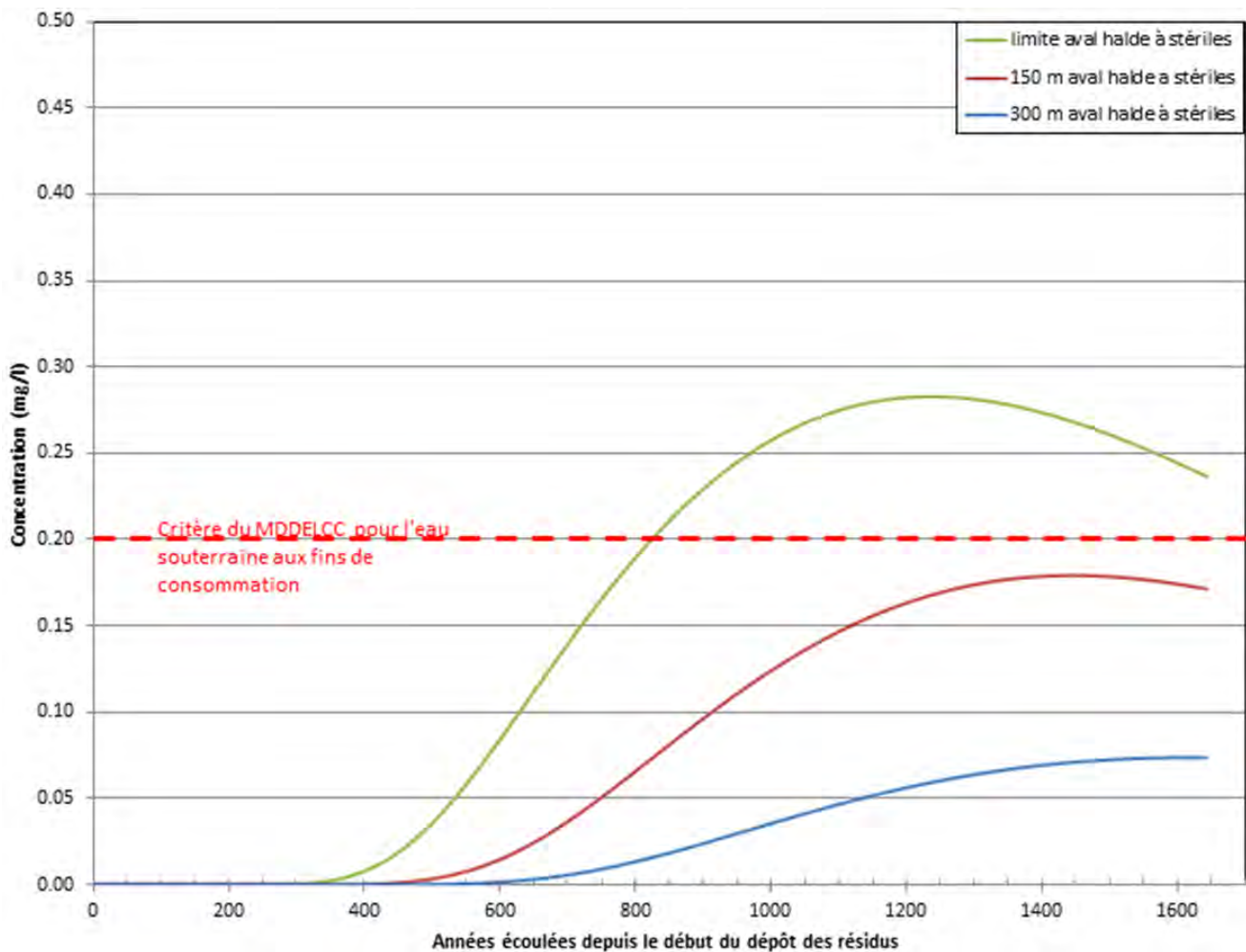


Figure 10: Variation temporelle des concentrations en cyanures totaux dans l'aquifère de roc – scénario #8 : Paramètres capillaires modifiées pour les résidus épais



6.2 Simulations prédictives – Sodium

La figure 11 montre l'évolution des concentrations simulées en sodium dans l'eau souterraine en fonction du temps. Il est observé sur cette figure que les concentrations en sodium n'excèderaient pas le critère aux fins de consommation du MDDELCC à la limite aval de la halde à stériles.

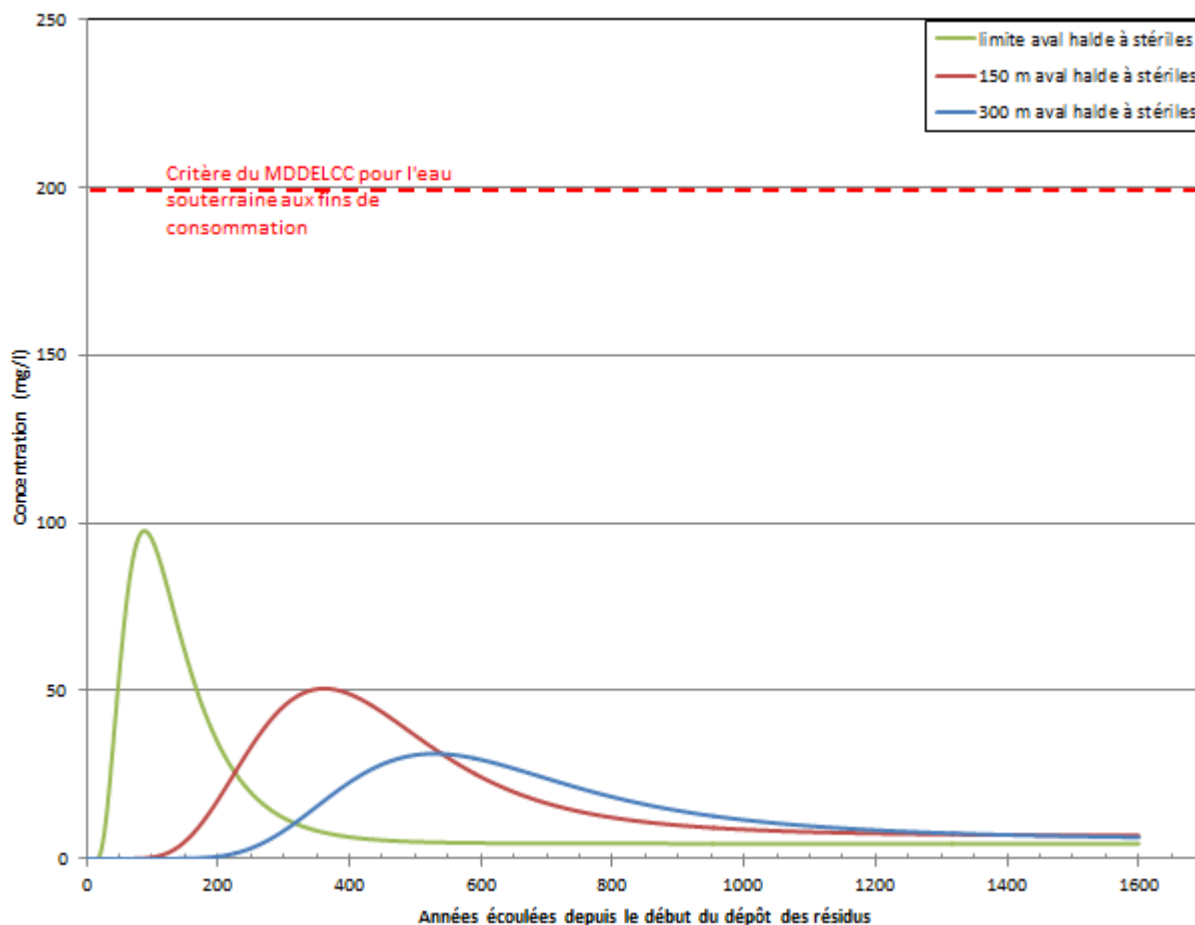


Figure 11: Variation temporelle des concentrations en sodium dans l'aquifère de roc

6.3 Simulations prédictives – Cuivre

6.3.1 Cas de base

La figure 12 montre l'évolution des concentrations simulées en cuivre dans l'eau souterraine en fonction du temps pour le cas de base, qui considère seulement le prolongement du parc à résidus comme source potentielle de contamination (aucun contaminant en provenance des stériles n'est considéré). Il est observé sur cette figure que les concentrations en cuivre à la limite aval de la halde à stériles sont très faibles (inférieures à 5×10^{-6} mg/L) et n'excèderaient pas le critère RESIE du MDDELCC.

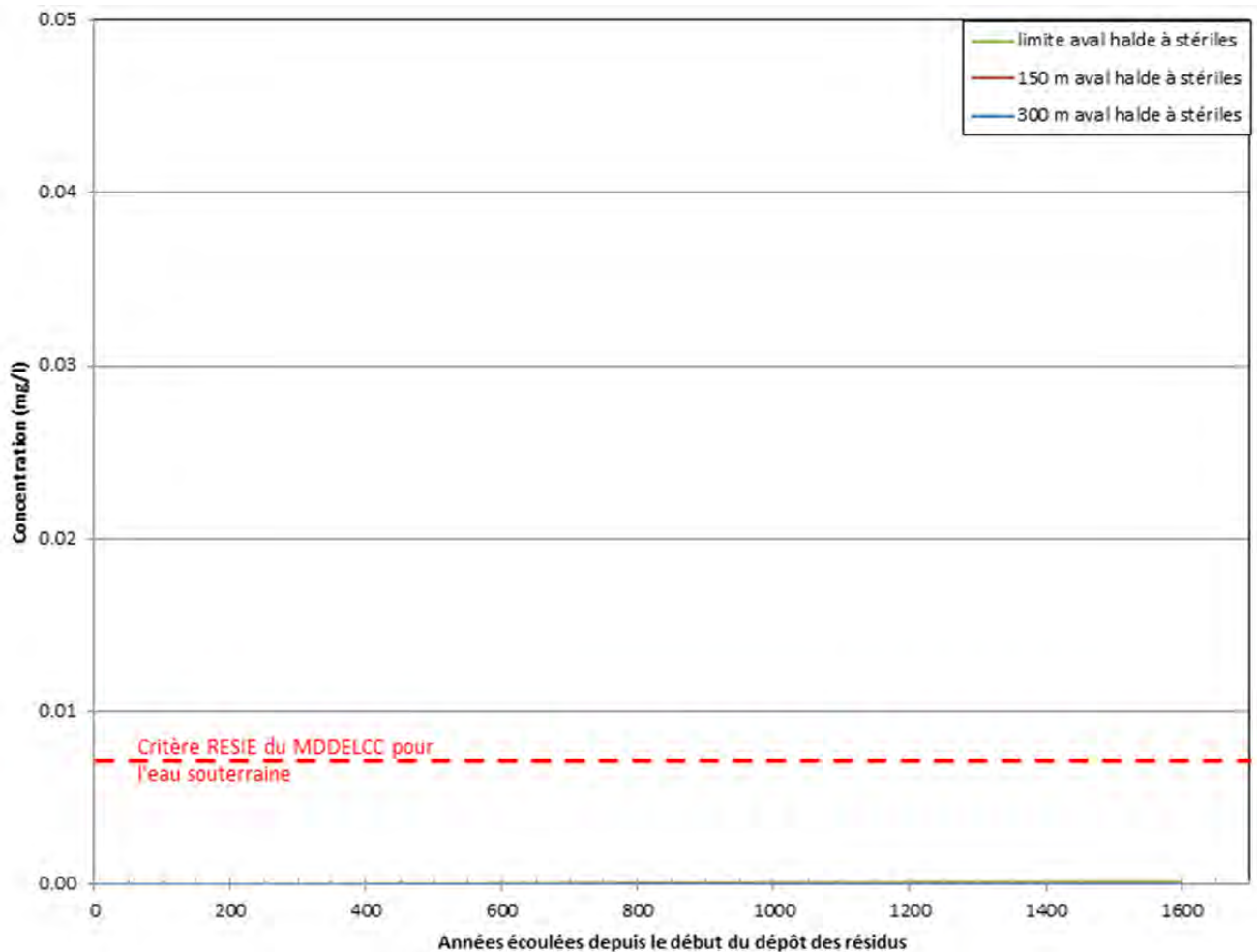


Figure 12: Variation temporelle des concentrations en cuivre dans l'aquifère de roc en considérant seulement le prolongement du parc à résidus comme source potentielle de contamination des eaux souterraines (Cas de base). Les concentrations maximales simulées pour ce cas sont inférieures à 5×10^{-6} mg/L

6.3.2 Analyse de sensibilité

Un scénario d'analyse de sensibilité a été effectué en considérant une source additionnelle de contamination en métaux dans le prolongement de la halde à stériles.

6.3.2.1 Définition des concentrations sources dans la halde à stériles

L'identification des contaminants d'intérêt pour la halde à stériles a considéré les résultats de l'analyse des métaux extractibles et des essais de lixiviation (SPLP et TCLP) réalisés sur 41 échantillons de minerai ainsi que sur 245 échantillons de stériles. Des statistiques ont été calculées sur les résultats des essais SPLP et TCLP pour chaque paramètre analysé, pour l'ensemble des échantillons. Lorsque la concentration d'un paramètre était sous la limite de détection, une valeur égale à la moitié de la limite de détection a été attribuée pour le calcul des



statistiques. Pour chacun des paramètres, le ratio entre la moyenne des concentrations (M_C) et le critère le plus restrictif (C_R) a été calculé (M_C/C_R). Les contaminants d'intérêt sont ceux qui présentent un ratio M_C/C_R supérieur à 1 et qui excédait le critère A de la Politique lors de l'analyse des métaux extractibles. Le tableau 8 présente les contaminants d'intérêt et leurs statistiques.

Tableau 8: Contaminants d'intérêt pour la halde à stériles

Essai	Paramètre	Concentration Médiane ⁽¹⁾ (mg/L)	Concentration Moyenne (mg/L)	Critère ⁽²⁾ RESIE ⁽³⁾ (mg/L)	Critère ⁽²⁾ FC ⁽⁴⁾ (mg/L)	Ratio M_C/C_R ⁽⁵⁾
SPLP	Zn	<i>0,003</i>	0,063	0,067	5	0,95
	Ni	<i>0,001</i>	0,0032	0,26	0,02	0,16
	Cu	<i>0,001</i>	0,0018	0,0073	1	0,24
	Pb	<i>0,001</i>	0,0020	0,034	0,01	0,20
TCLP	Ni	0,021	0,058	0,26	0,02	2,9
	Cu	0,0015	0,011	0,0073	1	1,5
	Pb	0,015	0,025	0,034	0,01	2,5

⁽¹⁾ : les valeurs en italiques correspondent à la limite de détection du paramètre. Ceci signifie que le paramètre était non-détecté dans plus de la moitié des échantillons analysés

⁽²⁾ : critères de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, MENV (1999)

⁽³⁾ : résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts

⁽⁴⁾ : fin de consommation

⁽⁵⁾ : moyenne des concentrations / critère le plus restrictif

Les essais SPLP donnent généralement des résultats plus représentatifs des processus hydrochimiques susceptibles de se produire dans un empilement tel que la halde à stériles projetée, par rapport aux résultats des essais TCLP. En effet, l'essai TCLP est réalisé en milieu acétique, ce qui n'est pas représentatif des conditions qui prévalent dans un empilement de stériles ou de minerai. Dans une optique d'utiliser une approche de modélisation prudente, les résultats des essais TCLP ont néanmoins été analysés et interprétés.

L'analyse des essais SPLP a révélé qu'aucun paramètre ne présente une moyenne des concentrations excédant le critère le plus restrictif (un ratio M_C/C_R supérieur à 1. Le ratio M_C/C_R maximal évalué est de 0,95, et il correspond au zinc. À titre indicatif, les données propres au nickel, au cuivre et au plomb sont également rapportées, dans le tableau 8. Sur la base des résultats des essais SPLP, il apparaît que le lixiviat qui pourra percoler de la halde à stériles vers les formations géologiques sous-jacentes respectera les critères de qualité de l'eau souterraine les plus restrictifs.

Les ratios calculés à partir des résultats des essais TCLP montrent que le cuivre, le nickel et le plomb présentent des ratios M_C/C_R supérieurs à 1. Considérant que le nickel présente le ratio M_C/C_R le plus élevé des deux types de matériaux testés, ce contaminant a été retenu pour l'analyse de sensibilité. En raison de sa mobilité généralement élevée, et significativement plus grande que celle du plomb, le cuivre a également été retenu. Deux scénarios d'analyse de sensibilité ont donc été développés : un pour la simulation de la migration du nickel (scénario #9), et un autre pour le cuivre (scénario #10).

Les concentrations sources considérées pour le prolongement de la halde à stériles sont présentés au tableau 9. Une concentration source égale à la concentration moyenne en nickel et en cuivre obtenue lors des essais TCLP a été imposée dans l'ensemble de la masse de la halde à stériles, à son stade ultime de développement. Cette concentration représente ainsi une masse finie de contaminants disponible à la migration. Une concentration



initiale égale à zéro a été définie pour le reste des unités du modèle. Les concentrations simulées n'incluent donc pas les teneurs de fond, soit celles pouvant déjà être présentes dans l'environnement. Ainsi, la concentration « réelle » correspondrait à la somme de la valeur simulée et de la teneur de fond. Toutefois, les teneurs de fond pour les contaminants d'intérêts sont généralement sous les limites de détection du laboratoire et leur contribution n'est donc pas jugée significative. Pour le prolongement du parc à résidus, les concentrations sources ont été définies sur la moyenne des résultats d'analyses obtenue à partir d'échantillons d'eau interstitielle prélevés à cinq reprises entre septembre 2013 et mai 2015 à partir de quatre puits d'observation (voir section 4.4)

Tableau 9: Concentrations sources en contaminants considérées pour la simulation incluant le prolongement de la halde à stériles comme source additionnelle de contamination

Paramètres	Concentration source parc à résidus – Cas de base (mg/L)	Concentration source halde à stériles – Source additionnelle pour l'analyse de sensibilité (mg/L)
Nickel	0,053	0,058
Cuivre	451	0,011

6.3.2.2 Résultats

Les figures 13 et 14 montrent respectivement l'évolution des concentrations simulées en nickel et en cuivre dans l'eau souterraine en fonction du temps en considérant le prolongement de la halde à stériles comme source additionnelle de contamination des eaux souterraines. Il est observé sur ces figures que les concentrations en nickel et en cuivre à la limite aval de la halde à stériles seraient faibles et n'excèderaient pas les critères RESIE et fins de consommation du MDDELCC.

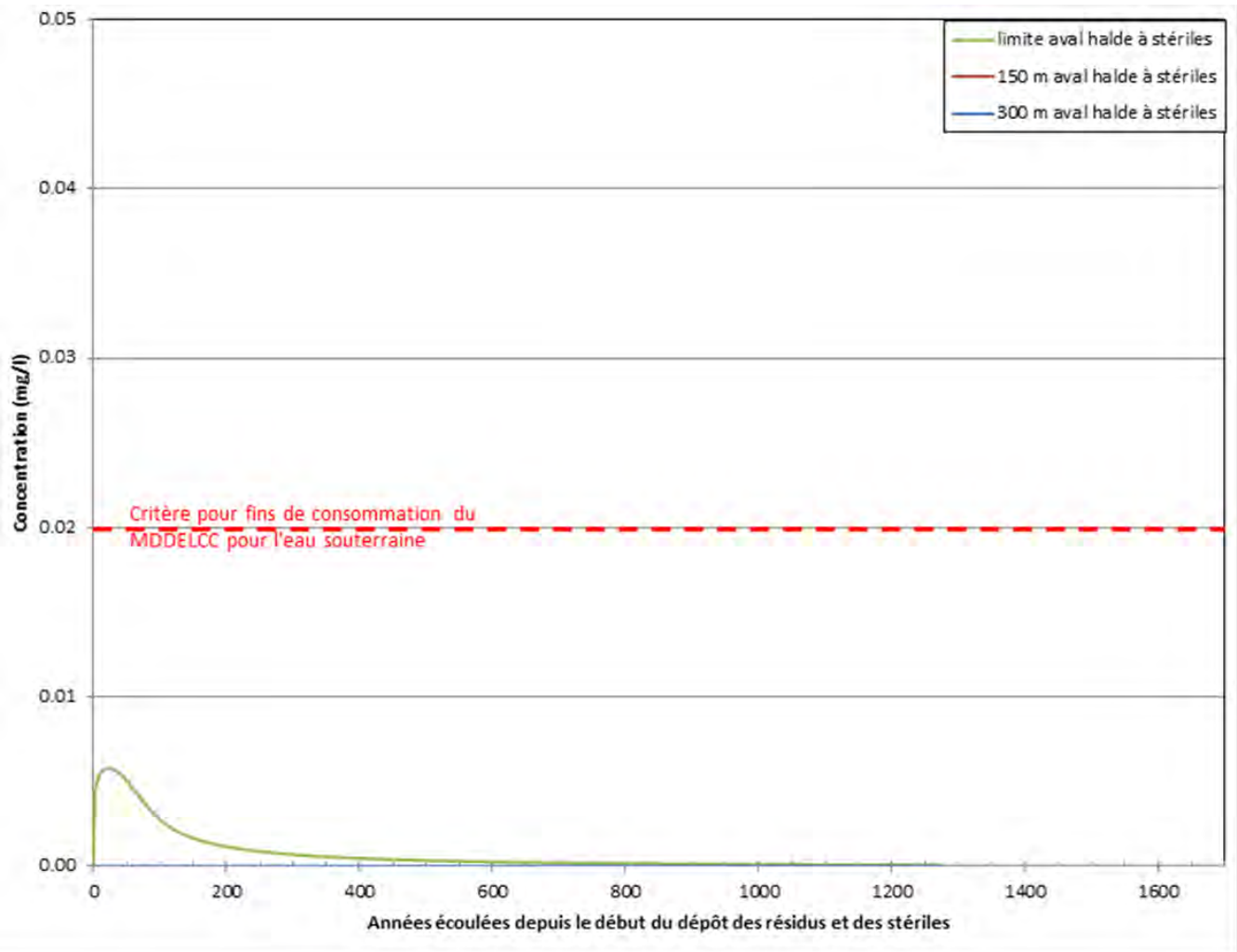


Figure 13: Variation temporelle des concentrations en nickel dans l'eau souterraine en considérant la halde à stériles comme source additionnelle de contamination des eaux souterraines – scénario #9

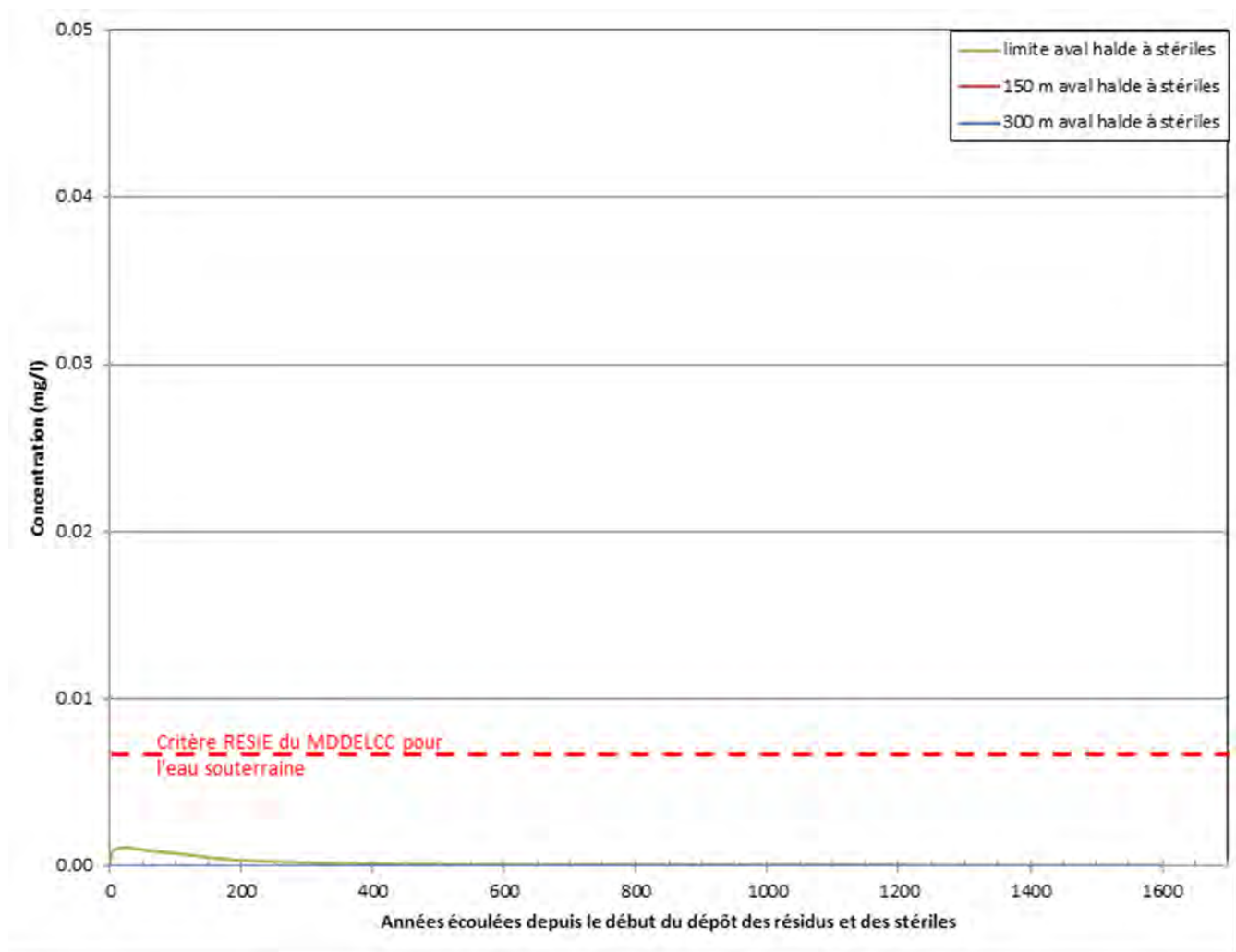


Figure 14: Variation temporelle des concentrations en cuivre dans l'eau souterraine en considérant la halde à stériles comme source additionnelle de contamination des eaux souterraines – scénario #10

6.4 Limites du modèle

Le modèle d'écoulement et de transport développé dans le cadre du présent mandat constitue une simplification du système hydrogéologique auquel s'ajouteront les résidus épaissis et stériles qui seront mis en place dans le prolongement des aires d'accumulation.

Une des principales simplifications est la représentation du système à l'aide d'un modèle en deux dimensions en coupe. Cette simplification ne permet pas d'intégrer la variabilité spatiale des unités hydrostratigraphiques et des flux d'eau aux limites du système dans la simulation de l'écoulement et du transport des contaminants. De fait, le



processus de migration est supposé être uniforme dans l'espace, alors qu'il devrait plutôt varier en relation avec les variations de la stratigraphie, de même qu'avec la variation des flux d'eau entrant ou sortant.

Bien que le choix de l'axe de coupe modélisée soit basé sur des critères prudents, il s'avère possible que l'écoulement et le transport de contaminants selon d'autres axes puissent générer des concentrations différentes de celles simulées pour le cas de base. En contrepartie, la représentation du système à l'aide d'un modèle en deux dimensions s'avère une approche prudente, en raison du fait que cela suppose un système dont l'extension transversale est infinie. Cette simplification a pour effet de négliger l'écoulement divergeant perpendiculairement à l'axe de la coupe et la dispersion transversale, ce qui peut engendrer une surestimation des concentrations simulées.

Une autre simplification considérée prudente est l'absence de l'horizon de matière organique dans le modèle développé, alors que celui-ci favorise l'adsorption des contaminants, de même que la biodégradation des cyanures. De plus, le modèle considère que tous les cyanures totaux sont présents sous la forme de ferrocyanures seulement, ce qui représente une hypothèse très prudente.

À la lumière des simplifications et hypothèses exposées précédemment, il apparaît que le modèle d'écoulement et de transport développé permet de simuler de façon suffisamment prudente la migration des contaminants pour servir d'outil d'aide à la décision, en vue de guider la conception et l'aménagement du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles dans le secteur ciblé.

7.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Une étude hydrogéologique a été réalisée afin de déterminer si le prolongement du parc à résidus épaissis et de la halde à stériles, le mode de gestion de ces matériaux et l'approche d'amélioration du substrat du parc à résidus qui est envisagée permettront de respecter les objectifs de protection des eaux souterraines. Un modèle hydrogéologique conceptuel a été développé et inclut une interprétation de la stratigraphie locale, sur laquelle se superposent les résidus épaissis puis les stériles. Le modèle inclut une couche de remblai de faible perméabilité d'une épaisseur de 1,5 m à la base des résidus épaissis sous lesquels l'argile naturelle est absente ou d'épaisseur inférieure à 1 m. Cette couche est destinée à améliorer le niveau de protection des eaux souterraines circulant dans l'aquifère de roc sous-jacent.

Le modèle hydrogéologique conceptuel a permis la construction d'un modèle numérique à partir duquel le transport des cyanures totaux, contaminants jugés d'intérêt prioritaire, a été simulé, afin d'évaluer les impacts potentiels du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles sur la qualité de l'eau souterraine. Le cas de base du modèle numérique prédit une concentration maximale en cyanures totaux de 0,18 mg/l dans l'aquifère de roc à 150 m à aval de la halde à stériles. Cette concentration est ainsi inférieure au critère à des fins de consommation du MDDELCC (0,2 mg/l) pour les cyanures totaux. Pour les deux autres contaminants d'intérêt, soit le sodium et le cuivre, les concentrations prédites dans l'eau souterraine à la limite aval de la halde à stériles sont inférieures aux critères du MDDELCC.

L'analyse de sensibilité réalisée sur le cas de base a montré l'importance du processus de dégradation dans la migration des cyanures totaux. Également, l'analyse de sensibilité a montré que la perméabilité du remblai destiné à l'amélioration du substrat avait une influence limitée à modérée sur la migration des contaminants. Ainsi, bien



que la qualité de la mise en place du remblai s'avère importante, une certaine tolérance quant à la variabilité de sa conductivité hydraulique finale est admissible. Un autre aspect investigué dans le cadre de l'analyse est l'influence de la recharge en surface des résidus épais sur la migration des cyanures totaux. Il a été montré que le modèle s'avérait robuste relativement à la variabilité de la recharge en surface des résidus épais. Il s'avère néanmoins recommandé de continuer à gérer l'aire d'accumulation de façon à minimiser l'infiltration d'eau à sa surface.

Les résultats de la modélisation indiquent que le concept du prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles, combinée à l'approche d'amélioration du substrat de ces aménagements présentement envisagée, permettront de respecter les objectifs de protection des eaux souterraines de la Directive 019. De fait, le modèle prédit qu'il n'y aura aucune dégradation significative de la qualité de l'eau souterraine de l'aquifère de roc à plus de 150 m à l'aval de la halde à stériles, le long de la coupe modélisée. Ainsi, considérant l'approche prudente de modélisation et le mode de gestion des résidus proposé, aucun impact aux récepteurs d'eau souterraine n'est appréhendé pour le parc à résidus et la halde à stériles.

Préalablement au prolongement du parc à résidus, il est recommandé de mettre en place une couche de remblai de faible perméabilité d'une épaisseur d'au moins 1,5 m aux emplacements où l'argile naturelle est absente ou d'épaisseur inférieure à 1 m. De plus, le programme de surveillance des eaux souterraines de la Mine devrait inclure de nouveaux puits aménagés à l'aval du prolongement de la halde à stériles afin de valider les prédictions du modèle et prévenir les impacts aux récepteurs d'eau souterraine.



8.0 RÉFÉRENCES

- Anderson, M.P., and Woessner, W.W., 1992. *Applied groundwater modeling – Simulation of flow and advective transport*. Academic Press inc., Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. 381 p.
- Battelle Memorial Institute. 1989. *Chemical Databases for the Multimedia Environmental Pollutant Assessment System (MEPAS)*. Version 1. December 1989.
- Diersch, H.-J. G., 2014. *FEFLOW – Finite element modeling of flow, mass and heat transport in porous and fractured media*. Springer, Berlin Heidelberg, XXXV, 996p.
- Franz, T.J., and Rowe, R.K., 1993. *Simulation of groundwater flow and contaminant transport at a landfill site using models*. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. Vol. 17- 7, pp. 435-455.
- Gelhar, L.W., Welty, C. and Rehfeldt, K.W., 1992. *A critical review of data on field-scale dispersion in aquifers*. Water Resource Research. 28(7) , pp. 1955-1974
- Golder Associés Ltée, 2008. *Évaluation du débit d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines, Osisko Exploration Malartic, Québec, Canada*. N° Réf. 07-1221-0028-2400
- Golder Associés Ltée, 2009a. *Projet Canadian Malartic – Impacts potentiels du parc à résidus sur la qualité de l'eau souterraine, Corporation minière Osisko, Malartic, Québec*. N° réf. 07-1221-0028-3900
- Golder Associés Ltée, 2009b. *Estimation par modélisation numérique du débit d'eau s'exfiltrant du parc à résidus vers le roc - Corporation minière Osisko, Malartic, (Québec)*. N° réf.07-1221-0028-3700
- Golder Associés Ltée, 2009c. *Rapport factuel d'investigation géotechnique pour le parc à résidus miniers, Projet Canadian Malartic, Corporation minière Osisko, Malartic, Québec*. N° réf. 07-1221-0028-3300
- Golder Associés Ltée, 2009d. *Estimation par solution analytique du taux d'exfiltration du bassin de polissage vers le roc, Corporation minière Osisko, Malartic, Québec*. N° réf. 07-1221-0028-3302
- Golder Associés Ltée, 2009e. *Modélisation des impacts potentiels du bassin sud-est sur la qualité de l'eau souterraine – Projet Canadian Malartic, Corporation minière Osisko, Malartic, Québec*. N° réf. 07-1221-0028-3800
- Golder Associés Ltée, 2010. *Évaluation des effets potentiels du nouveau parc à résidus miniers sur la qualité de l'eau souterraine – Projet Canadian Malartic - Corporation minière Osisko, Malartic (Québec)*. N° réf. 07-1221-0028-3800-2
- Golder Associés Ltée, 2012a. *Rapport factuel d'investigation géotechnique – secteur à l'est du parc à résidus de la Mine*. No réf. 001-11-1221-0105
- Golder Associés Ltée, 2012b. *Investigation des piliers de surface de la mine Barnat-Sladen*. N° réf. 017-10-1221-0123
- Golder Associés Ltée, 2013. *Suivi des eaux souterraines 2012 – Mine Canadian Malartic, Malartic (Québec)*. N° réf. 004-10-1221-4002



- Golder Associés Ltée. 2014a. *Évaluation de la qualité des eaux souterraines dans le secteur du prolongement de la halde à stériles et du parc à résidus, Mine Canadian Malartic, Québec.* N° réf. 002-10-1221-0107-6002
- Golder Associés Ltée, 2014b. *Analyse de la stratigraphie en regard du niveau de protection des eaux souterraines requis pour le prolongement du parc à résidus et de la halde à stériles.* N° réf. 026-13-1221-0020-3040
- Golder Associés Ltée, 2014c. *Rapport de caractérisation de l'eau interstitielle des résidus de la mine Canadian Malartic.* N° réf. 072-13-1221-0020-2020-RF-Rev0
- Golder Associés Ltée. 2014d. *Programme de caractérisation géochimique 2012-2013, Mine Canadian Malartic, Malartic, Québec .* N° réf. 046-13-1221-0020-5010
- Golder Associés Ltée. 2014e. *Plan conceptuel de gestion des eaux et bilan d'eau – Conditions ultimes d'opération.* N° réf. 021-13-1221-0020-3020 Rev 0
- Golder Associés Ltée. 2014f. *Rapport de caractérisation des résidus miniers, Mine Canadian Malartic, Malartic, Québec .* N° réf. 046-13-1221-0020-5010
- Meeussen, J.C.L., Keizer, M.G. and De Haan, F.A.M. 1992. *The chemical stability and decomposition rate of iron cyanide complexes in soil solutions.* Environmental Science and Technology. 26 (3), pp. 511-516.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF), 1999. *Guide de classification des eaux souterraines du Québec.* Direction des politiques de l'eau. 12 p.
- Ministère de l'Environnement du Québec (MENV), 1999. *Politique de protection et de réhabilitation des sols et des terrains contaminés.* Direction des politiques du secteur industriel, Service des lieux contaminés, 124 pages. Dernière mise à jour : novembre 2001.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2012. *Directive 019 sur l'industrie minière.* Direction des politiques de l'eau, Services des eaux industrielles. Mars 2012.
- Smith, A. and Mudder, T. 2001. *The Chemistry and Treatment of Cyanidation Wastes.* Mining Journal Books Ltd. Second Edition.
- US Environmental Protection Agency (USEPA). 1999. *Partition Coefficients for Metals in Surface Water, Soil and Wastes.* June 1999.



9.0 SIGNATURES

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Michel Mailloux, ing., M.Sc.
Hydrogéologue, associé

Pierre Groleau, ing., M.Sc.
Hydrogéologue, associé principal

MM/PG/

Golder, Golder Associés et le concept GA sur son logo sont des marques de commerce de Golder Associates Corporation.

n:\actif\2013\1221\13-1221-0020 osisko - expansion mine malartic\6 livrables émis\062 étude de modélisation\062-13-1221-0020-2020-rev4.docx



LÉGENDE

— EMPREINTE PROJÉTÉE DE LA FOSSE, DU PARC À RÉSIDUS ET DE LA HALDE À STÉRILES

NOTES

PROJECTION UTM, ZONE 17, SYSTÈME DE RÉFÉRENCE NAD 83

RÉFÉRENCE

PHOTOS LIDAR FOURNIES PAR CMGP (JUN 2011 ET AOÛT 2012)

CONFIDENTIEL

CLIENT
CANADIAN MALARTIC GP

PROJET
ÉTUDE DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS POTENTIELS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DU PROLONGEMENT DE LA HALDE À STÉRILES ET DU PARC À RÉSIDUS, MINE CANADIAN MALARTIC, QUÉBEC - RAPPORT DE MODÉLISATION

CONSULTANT

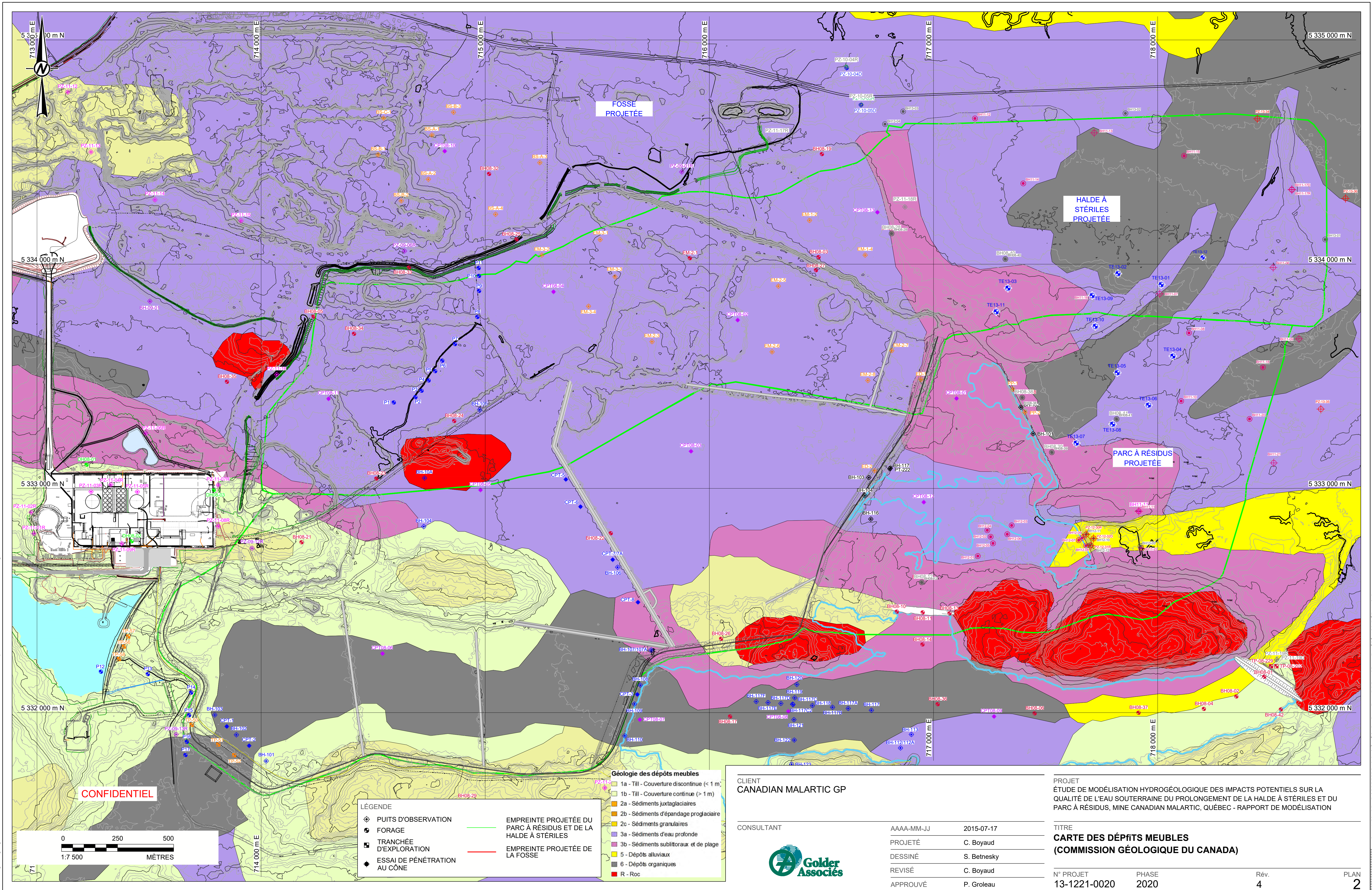
AAAA-MM-JJ	2015-07-17
PROJÉTÉ	C. Boyaud
DESSINÉ	S. Betnesky
REVISÉ	C. Boyaud
APPROUVÉ	P. Groleau

TITRE
LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS PROJÉTÉS



N° PROJET	PHASE	Rév.	PLAN
13-1221-0020	2020	4	1

25 mm - SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE ANSI A



CONFIDENTIEL

Géologie des dépôts meubles

- 1a - Till - Couverture discontinue (< 1 m)
- 1b - Till - Couverture continue (> 1 m)
- 2a - Sédiments juxtaglaciaires
- 2b - Sédiments d'épandage proglaciaire
- 2c - Sédiments granulaires
- 3a - Sédiments d'eau profonde
- 3b - Sédiments sublittoraux et de plage
- 5 - Dépôts alluviaux
- 6 - Dépôts organiques
- R - Roc

LÉGENDE

- PUIXS D'OBSERVATION
- FORAGE
- TRANCHÉE D'EXPLORATION
- ◆ ESSAI DE PÉNÉTRATION AU CÔNE
- EMPREINTE PROJÉTÉE DU PARC À RÉSIDUS ET DE LA HALDE À STÉRILES
- EMPREINTE PROJÉTÉE DE LA FOSSE

CLIENT
CANADIAN MALARTIC GP

CONSULTANT



AAAA-MM-JJ 2015-07-17
 PROJÉTÉ C. Boyaud
 DESSINÉ S. Betnesky
 REVISÉ C. Boyaud
 APPROUVÉ P. Groleau

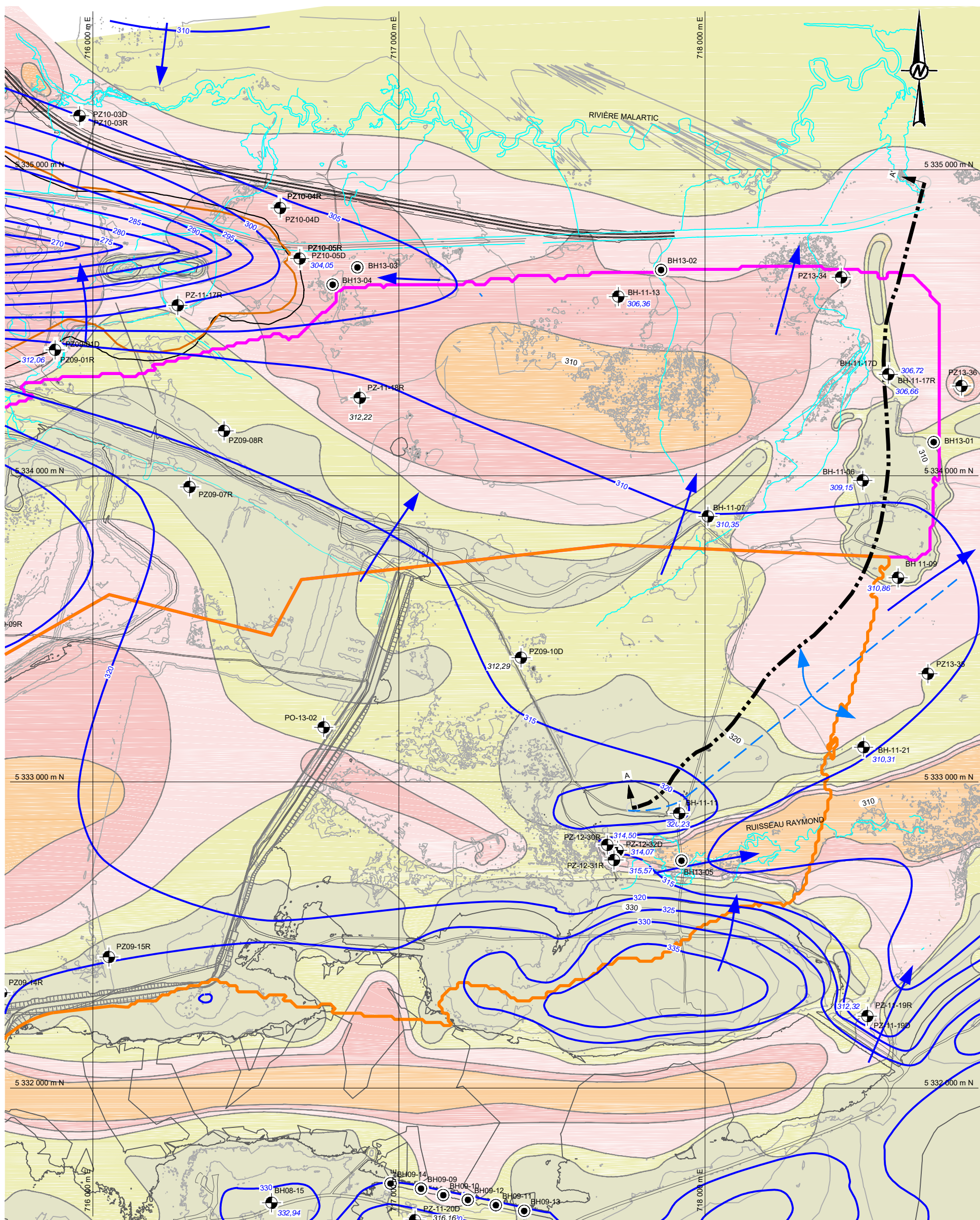
PROJET
 ÉTUDE DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS POTENTIELS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DU PROLONGEMENT DE LA HALDE À STÉRILES ET DU PARC À RÉSIDUS, MINE CANADIAN MALARTIC, QUÉBEC - RAPPORT DE MODÉLISATION

TITRE
CARTE DES DÉPÔTS MEUBLES
 (COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA)

N° PROJET 13-1221-0020 PHASE 2020 Rév. 4 PLAN 2

Chemin: I:\golder\gds\gall\Montreal\SIG\CAD\PROJET\SIG\SIG\PRODUCTION\13-1221-0020\2020\2020A | Nom du fichier: 1312210020-2020-002.dwg

25 mm - SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE ANS/D



LÉGENDE

- PUIS D'OBSERVATION
- EMPREINTE DU PARC À RÉSIDUS PROJETÉ
- EMPREINTE DE LA HALDE À STÉRILES PROJETÉE
- 325 COURBE ISOPIÈZE (m)
- 332,94 ÉLÉVATION DU NIVEAU D'EAU SOUTERRAINE (m) (SEPTEMBRE 2012)
- DIRECTION D'ÉCOULEMENT DE L'EAU SOUTERRAINE
- LIGNE DE PARTAGE DES EAUX SOUTERRAINES

ÉPAISSEUR DE SOLS COHÉRENTS

- 0 à 1 m
- 1 à 2,5 m
- 2,5 à 5 m
- 5 à 10 m
- >10 m

CONFIDENTIEL

CLIENT
CANADIAN MALARTIC GP

CONSULTANT



AAAA-MM-JJ 2015-07-17
 PROJETÉ C. Boyaud
 DESSINÉ S. Betnesky
 REVISÉ C. Boyaud
 APPROUVÉ P. Groleau

PROJET
ÉTUDE DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS POTENTIELS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DU PROLONGEMENT DE LA HALDE À STÉRILES ET DU PARC À RÉSIDUS, MINE CANADIAN MALARTIC, QUÉBEC - RAPPORT DE MODÉLISATION

TITRE
INTERPRÉTATION DE L'ÉPAISSEUR DES SOLS COHÉRENTS ET DE LA PIÉZOMÉTRIE DU ROC ET LOCALISATION DE LA COUPE MODÉLISÉE

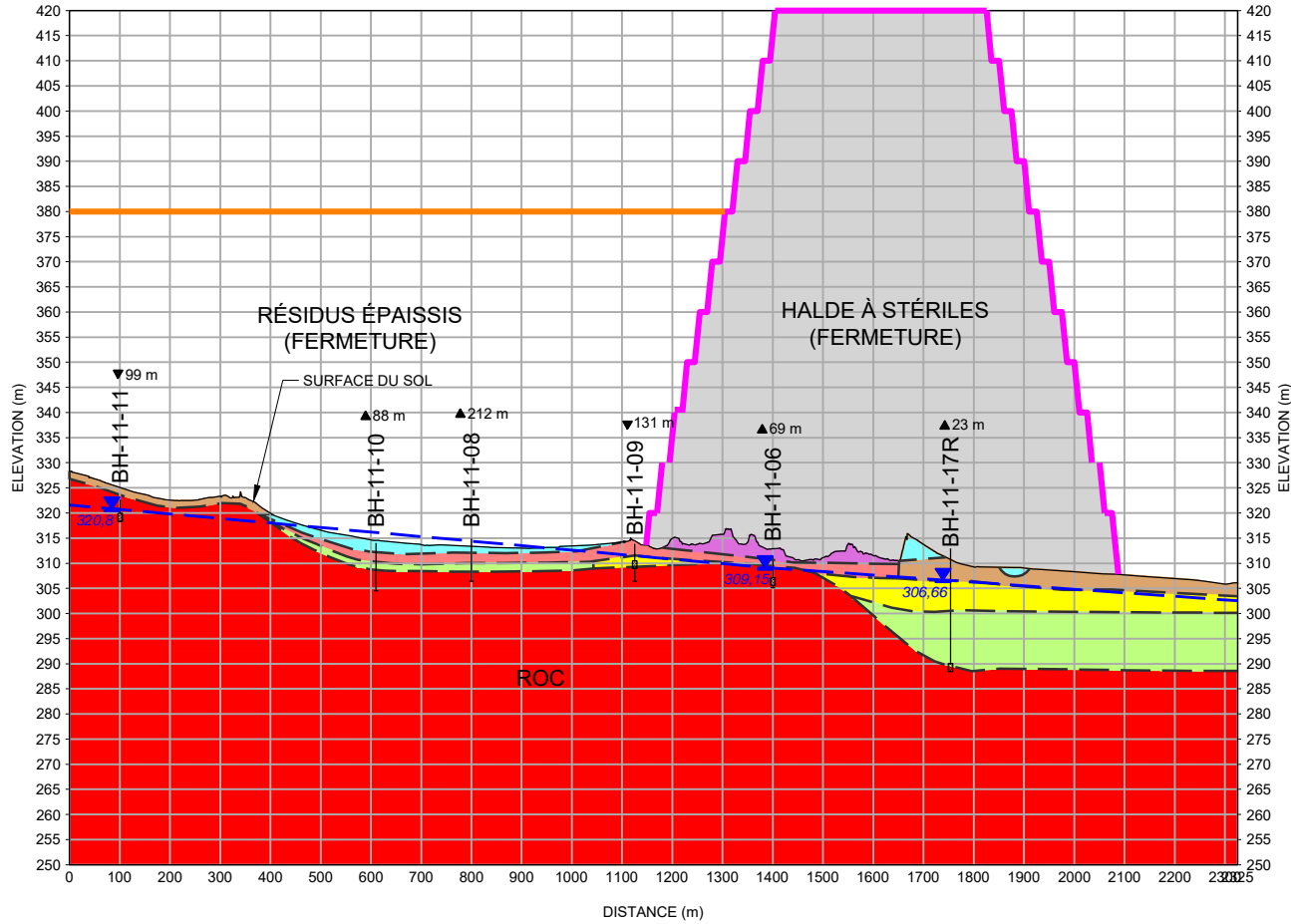
N° PROJET 13-1221-0020 PHASE 2020 Rév. 4 PLAN 3



SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE: ANS/B 25 mm

A
X: 717762,03
Y: 5332915,46

A'
X: 718717,15
Y: 5334957,69



LÉGENDE

BH-11-10 FORAGE / PUIS
▲88 m DISTANCE DU FORAGE / PUIS PAR RAPPORT À L'AXE DE LA COUPE

PIÉZOMÉTRIE DU ROC

--- SURFACE PIÉZOMÉTRIQUE
▼320,23 ÉLEVATION DU NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE (m)

STRATIGRAPHIE

- REMBLAI
- ARGILE
- SILT
- SABLE ET GRAVIER
- SABLE FIN
- TILL
- SOCLE ROCHEUX

CONFIDENTIEL

CLIENT
CANADIAN MALARTIC GP

PROJET
ÉTUDE DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS POTENTIELS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DU PROLONGEMENT DE LA HALDE À STÉRILES ET DU PARC À RÉSIDUS, MINE CANADIAN MALARTIC, QUÉBEC - RAPPORT DE MODÉLISATION

CONSULTANT

AAAA-MM-JJ 2015-07-17
PROJETÉ C. Boyaud
DESSINÉ S. Betnesky
REVISÉ C. Boyaud
APPROUVÉ P. Groleau

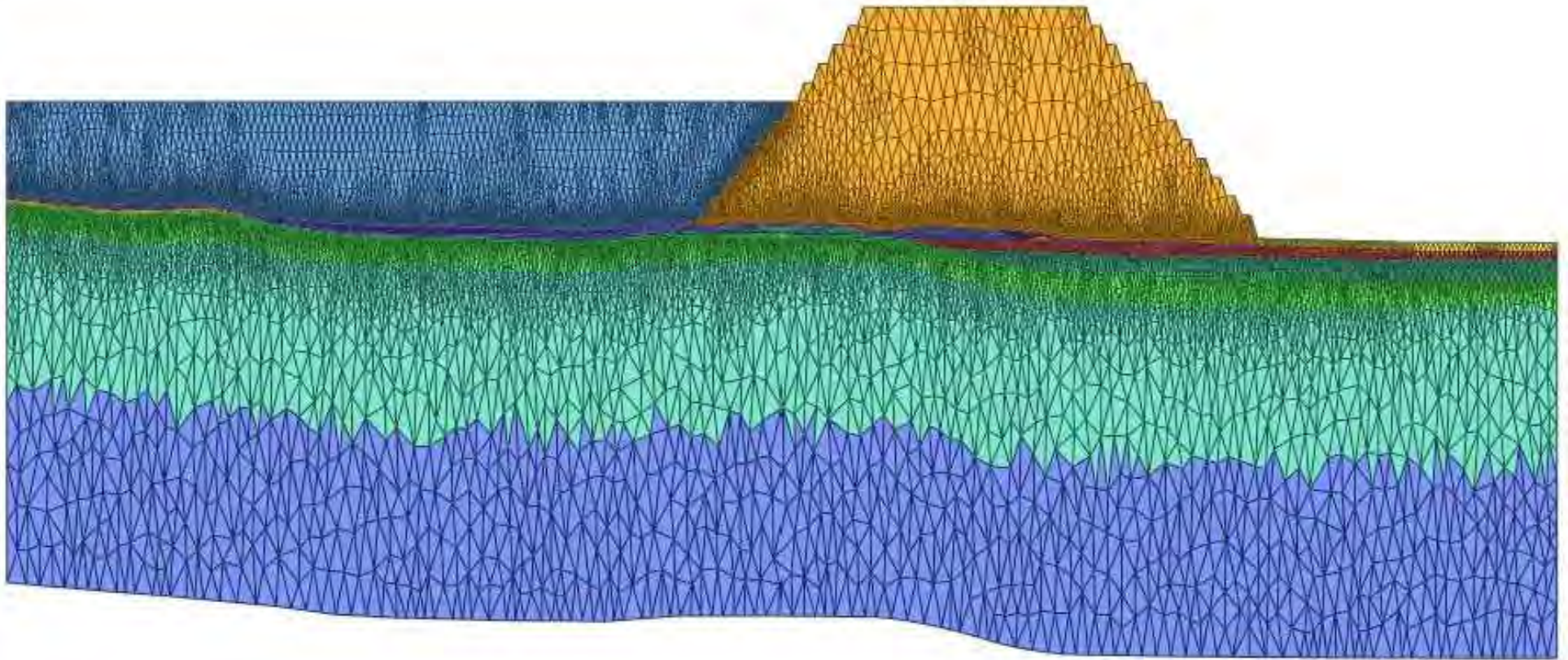
TITRE
COUPE STRATIGRAPHIQUE LE LONG DE L'AXE MODÉLISÉ



N° PROJET 13-1221-0020 PHASE 2020 Rév. 4 PLAN 4

SIL LA MESURE NE CORRESPOND PAS A L'ECHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE ANSI A 26 mm

MAILLAGE D'ÉLÉMENTS FINIS UTILISÉS POUR LE MODÈLE BIDIMENSIONNEL EN COUPE



EXAGÉRATION VERTICALE = 4X

CONFIDENTIEL

CLIENT
CANADIAN MALARTIC GP

PROJET
ÉTUDE DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS POTENTIELS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE DU PROLONGEMENT DE LA HALDE À STÉRILES ET DU PARC À RÉSIDUS, MINE CANADIAN MALARTIC, QUÉBEC - RAPPORT DE MODÉLISATION

CONSULTANT

AAAA-MM-JJ 2015-07-17

PROJETÉ C. Boyaud

DESSINÉ S. Betnesky

REVISÉ C. Boyaud

APPROUVÉ P. Groleau

TITRE

MAILLAGE D'ÉLÉMENTS FINIS UTILISÉ POUR LE MODÈLE BIDIMENSIONNEL EN COUPE

N° PROJET
13-1221-0020

PHASE
2020

Rév.
4

PLAN
5



SIL LA MESURE NE CORRESPOND PAS A L'ECHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE. ANSI A 26 mm



ANNEXE A

Concentrations mesurées dans l'eau interstitielle des résidus de la mine Canadian Malartic

Sommaire des résultats analytiques pour les échantillons d'eau prélevés aux puits d'observation installés dans les résidus miniers

Paramètres	Unités	Critères		PO-13-01				PO-13-02				PO-14-03A		PO-14-03B		PO-14-04A			PO-14-04B		
		Fin de consommation	RESIE	PO-13-01-020913***	PO-13-01-20140114	PO-13-01-20140918	PO-13-01	PO-13-02-020913	PO-13-02-201404114	PO-13-02-20140918	PO-13-02	PO-14-03A-20141123	PO-14-03A	PO-14-03B-20141123	PO-14-03B	PO-14-04A-20141123	PO-14-04A	PO-14-04A	PO-14-04B-20141123	PO-14-04B	PO-14-04B
				02/09/2013	01/14/2014	18/09/2014	07/05/2015	02/09/2013	01/14/2014	18/09/2014	07/05/2015	23/11/2014	07/05/2015	23/11/2014	07/05/2015	23/11/2014	10/03/2015	07/05/2015	23/11/2014	10/03/2015	07/05/2015
METEAUX																					
Aluminium (Al)	µg/L	-	750	250000	77	180	72	1100	30	120	33	40	41	20	1300	90	60	33	90	40	57
Antimoine (Sb)	µg/L	6	-	<20	5	5,1	1,6	<20	<3	2,2	1,7	8,1	8,7	6,8	4,7	9,4	13	8,4	6,1	5,6	4,1
Argent (Ag)	µg/L	100	0,62	<10	<0,3	<0,1	<0,10	<10	<0,3	<0,1	<0,10	0,039	<0,10	0,006	<0,10	0,073	<0,002	<0,10	0,527	<0,002	<0,10
Arsenic (As)	µg/L	25	340	70	6	4,8	2,4	<50	3	4	2,7	5,4	5,1	1,6	4,7	3,7	4,1	4,2	5	5,1	4,5
Baryum (Ba)	µg/L	1000	5300 +	2800	53	44	37	60	48	36	28	31,2	31	40,7	26	23,5	22	21	25,8	25,5	22
Cadmium (Cd)	µg/L	5	2,1	<10	<1	<0,2	<0,20	<10	<1	<0,2	<0,20	0,038	<0,20	0,108	<0,20	0,044	0,078	<0,20	0,072	0,086	<0,20
Calcium (Ca)	µg/L	-	-	-	26000	29000	34000	-	120000	60000	56000	27500	36000	85400	99000	31000	24200	20000	49400	57000	51000
Chrome (Cr)	µg/L	50	-	2300	<5	0,53	<0,5	10	<5	<0,5	<0,50	<0,03	<0,50	0,07	17	0,12	<0,03	0,52	0,11	<0,03	0,79
Cobalt (Co)	µg/L	-	500	310	74	68	49	20	<20	14	4,6	39	49	29,4	18	42,2	43,2	48	71,6	52,2	54
Cuivre (Cu)	µg/L	1000	7,3 +	1100	<3	24	<0,50	38	<3	1,3	<0,50	81,3	46	7,62	<0,50	41,4	30	23	848	108	65
Magnésium (Mg)	µg/L	-	-	-	290	460	500	-	4100	610	2400	2120	2100	3820	7400	1400	1230	1800	3910	5640	1600
Manganèse (Mn)	µg/L	50	-	9300	<3	1,1	0,56	60	6	1,8	2	3,02	1,8	194	560	1,44	0,54	1,3	3,42	3,3	1,1
Molybdène (Mo)	µg/L	70	2000	200	240	310	260	150	120	180	120	152	210	280	270	133	131	160	224	259	190
Nickel (Ni)	µg/L	20	260 +	1000	13	7,3	2,4	20	<10	2,2	1,2	4	1,6	2,7	7,7	2,6	2,2	1,3	31,9	1,6	1,7
Plomb (Pb)	µg/L	10	34 +	330	<1	0,91	<0,10	<10	<1	0,18	<0,10	0,05	<0,10	0,09	16	0,11	<0,01	<0,10	0,16	0,08	<0,10
Potassium (K)	µg/L	-	-	-	120000	130000	140000	-	180000	180000	130000	135000	140000	141000	140000	128000	115000	120000	126000	111000	110000
Sélénium (Se)	µg/L	10	20	<50	2	1,5	<1,0	<50	<1	<1	<1,0	2	1,5	1	<1,0	2	2	1,7	5	3	2,2
Sodium (Na)	µg/L	200000	-	220000	490000	540000	570000	320000	450000	490000	340000	462000	480000	493000	530000	434000	471000	410000	436000	434000	420000
Zinc (Zn)	µg/L	5000	67 +	1200	<5	<5	<5,0	<20	<5	<5	<5,0	<2	<5,0	4	15	3	<2	<5,0	6	3	8,3
CONVENTIONNELS																					
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	-	21*	15	23	24	22	22	16	23	24	61,4	48	33,4	46	49,5	48,1	42	45,5	36,2	39
Cyanates	mg/L	-	-	-	-	-	0,78	-	-	-	<0,05	56	42	2,2	2	63	64	31	30	12	39
Cyanures libres (CN-)	mg/L	-	0,022	0,37	0,17	0,47	0,024	0,42	<0,01	0,007	0,009	<2	2,2	<2	0,11	<2	<2	0,59	<2	<2	0,28
Cyanures Totaux (CN)	mg/L	0,2	-	7,5	23	14	11	3,1	1,8	1	3,1	66,5	69	10,6	4,3	66,6	33,8	49	53,4	35,9	43
Fluorure (F)	mg/L	1,5	4	0,9	2,5	2,4	-	1,8	1,5	1,5	-	1,63	-	1,39	-	1,76	1,83	-	1,52	1,42	-
Phosphore total (P)	mg/L	-	3	13	9	<0,05	1	0,06	1,2	<0,05	0,03	<0,03	0,05	0,72	0,88	3,18	0,22	0,07	1,8	0,06	3,6
Nitrates (N-NO3-)	mg/L	-	200	12	<0,04	<0,02	<0,1	2	<0,04	<0,02	<0,04	9,89	1,7	0,05	0,26	2,17	2,02	8,2	3,64	1,65	6,9
Nitrites (N-NO2-)	mg/L	1	0,6**	2,5	0,05	1,2	<0,1	<0,2	<0,04	<0,02	<0,04	3,58	5,3	<0,06	0,02	11,7	12	6,5	6,7	3,9	5,6
Thiocyanate	mg/L	-	-	-	-	-	51	-	-	-	1,5	26	32	25	18	36	36	44	29	19	50
Mesures stabilisées																					
pH	-	-	-	8,24	10,38	9,32	10,44	9,44	9,98	9,48	10,22	10,16	10,11	-	9,23	10,46	10,68	9,86	10,2	9,62	10,39
Température	°C	-	-	15,05	5,34	9,5	12,3	13,02	5,39	7,3	11,6	7	12,8	-	12	3,6	2	5,7	4	1	8,8
Conductivité (µS/cm)	µS/cm	-	-	1691	2850	3100	3136	1759	3289	2900	2269	2616	2892	-	2346	2321	2625	1866	2416	2621	2654

Notes:

- : Non analysé / pas de valeur
- + : Critère établi pour une dureté de 50 mg/L (CaCO₃)
- * : Valeur maximale du critère, établie en fonction du pH et de la température (T); correspondant à 1 X le critère de vie aquatique, effet aigu, à pH=6,94 et T=13,9 °C (MDDEFP, 2013)
- ** : Valeurs de pH et température mesurées le 12 septembre 2007 par Genivar (2008) dans la rivière Malartic à l'aval du prolongement de la halde à stériles proposée
- ** : Critère correspondant à 1 X le critère de vie aquatique, effet aigu, établi pour un cours d'eau récepteur dont la concentration en chlorures est > 10 mg/L (MDDEFP, 2013)
- *** : Échantillon contenant des résidus dans l'eau prélevée

: Résultat dépassant le critère RESIE

: Résultat dépassant le critère pour fin de consommation

: Résultat dépassant le critère pour fin de consommation et le critère RESIE



ANNEXE B

**Détermination des coefficients d'adsorption de l'argile silteuse
pour les paramètres d'intérêt**



MEMORANDUM

TO Michel Mailloux and Christian Boyaud

DATE February 9, 2015

FROM Jennifer Cole and Valerie Bertrand

PROJECT No. 1403061/5030/5033

CALCULATED DISTRIBUTION COEFFICIENT (Kd) – CMPG MALARCTIC

1.0 INTRODUCTION

The objective of this study is to calculate the distribution coefficients (Kd) for various parameters of interest in groundwater at the Malarctic site, including total cyanide (CN-T), weak acid dissociable cyanide (CN-WAD), calcium, copper, nickel, sodium, and zinc. Of particular interest are elements that augment chemical retention in soil (increase Kd): the content of clay minerals and organic matter, the presence of iron and aluminum hydroxides and the current chemical charge of the clay.

This memo documents samples collected, analyses completed, and the results of the Kd calculations.

2.0 SAMPLE COLLECTION

One sample of natural clay (TE-14-03) was collected in an area northeast of the Tailings Storage Facility (TSF) area of the Malarctic Project (Golder, 2014a), outside of the area of influence of the TSF in terms of groundwater and surface water flow. This sample was used in analytical testing in order to calculate Kd values for the clay.

Two samples of TSF pore water were collected for analysis from two monitoring wells located in the TSF and approximately 1750 m apart, including:

- PO-13-01 – 5.7 - 10.1 mbgs; and,
- PO-13-02 – 5.2 - 7.2 mbgs.

Samples were collected by Golder technicians under the supervision of Christian Boyaud (Golder, 2014b).

3.0 ANALYTICAL TESTING

The clay sample was subjected to the following tests:

- Trace metal analysis by ICP-MS (4 acid digest);
- Total organic carbon;
- Semi-quantitative mineralogical analyses by x-ray diffraction (XRD) and evaluation of the XRD patterns by the Rietveld method;
- Sequential Extraction tests following Tessier (1979); and,
- Batch adsorption tests, where the groundwater sample was used as the leach solution.

All testing was completed at SGS Canada Inc. (Lakefield, Ontario).



3.1 Sequential Extraction Tests

Sequential extraction tests were completed following Tessier (1979). The test was conducted for all prescribed steps, including the following: Soluble; Exchangeable and Adsorbed; Metal Carbonates; Easily Reducible and Iron Oxides; Organic matter; and Residual metals. Leachates were analyzed at each stage metals, reported as µg/g as calculated based on the leachate concentration, sample weight and volume for each step.

3.2 Batch Adsorption Tests

The procedure followed for the equilibrium batch adsorption tests is attached.

The water collected from PO-13-01 was selected for use in the equilibrium batch test because of the higher cyanide concentrations in it compared with the sample from PO-13-02, which appeared to have high concentrations of particulates (especially aluminum, iron, manganese) and associated metals (i.e. chromium, titanium).

4.0 RESULTS

Soil chemistry, mineralogy, sequential extraction and batch test results are attached.

A summary of the composition of the clay sample is provided in Table 1, for data relevant to sorption surfaces (i.e. clay minerals, iron oxides, and organic carbon).

Table 1: Summary of Composition of Clay Sample

Solid Composition		TE-14-03
Potential Sorption Surfaces	Total Organic Carbon	0.17%
	Clay Minerals (chlorite)	13%
	Iron-Reducible Phase as FeOOH ¹	8.6%

Notes:

1 - Calculated from Tessier extraction results for the Easily Reducible/Iron Oxide phase, assuming all Fe content is FeOOH

A summary of distribution coefficients and supporting information is provided in Table 2.

Attachments: Batch Sorption Test Procedure Tabulated Results: Soil Chemistry, Mineralogy, Sequential Extraction and Batch Test
SGS Certificates of Analysis

References

Golder, 2014a. Rapport Factuel D'Investigation – Bassin de Pompage Nord-est. Présenté à: Canadian Malartic GP. Décembre 2014. N° de référence: 013-14-03061-3000-RF-RevA.

Golder, 2014b. Rapport de caractérisation de l'eau interstitielle des résidus de la mine Canadian Malartic. Présenté à: Canadian Malartic General Partnership. Novembre 2014. N° de référence: 070-13-1221-0020-2020-RF-Rev0.

Tessier, AI, Campbell, P.G.C., and M. Bisson. 1979. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. Analytical Chemistry Vol. 51(7):844-851.

\\golder.gds\gall\Ottawa\Active\2014\0_Mining\14-03061 CMPG - Osisko Batch Tests\Malartic_Internal Memo_Kd calculations_9Feb2015.docx



MEMORANDUM

Table 2: Summary of Tessier Results, Batch Test Results, and Distribution Coefficients

Parameters	Tessier Extraction Results						Initial Leach Solution (mg/L) ²	Batch Test Results Range for Stages 1-5 (mg/L) ²	Average Calculated Kd (mL/g) ³
	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Fraction 5	Fraction 6			
	Water Soluble Metals	Exchan-geable Metals	Metals Bound to Carbonates	Metals Bound to Fe and Mn Oxides	Bound to Organic Material	Residual Metals			
pH	-	-	-	-	-	-	9.3	9.1 - 9.4	-
Cyanide (total)	-	-	-	-	-	-	20	17 - 22	4
Cyanide (WAD)	-	-	-	-	-	-	0.51	0.3 - 0.4	21
Calcium	1.0%	5.2%	6.1%	2.2%	4.8%	81%	137	27 - 47	207
Copper	3.7%	0.4%	8.6%	19%	33%	35%	0.18	0.02 - 0.03	485
Sodium	0.1%	0.01%	87%	0.9%	0.04%	12%	508	506 - 523	0.5
Nickel	2.0%	0.3%	3.7%	18%	6.2%	70%	0.16	0.002 - 0.003	4140
Zinc	1.8%	0.3%	0.6%	15%	9.6%	73%	0.21	0.001 - 0.02	2243

Notes:

- 1 - As proportion per fraction of total extracted concentration
- 2 - Except pH which is unitless
- 3 - Average of the Kd values calculated for each leach stage

BATCH ADSORPTION TEST PROCEDURES

To be carried out at room temperature, approximately 20°C using a procedure whereby the fresh contaminated groundwater is successively equilibrated with the same specimen of natural, uncontaminated soil, while keeping track of the cumulative incremental adsorbed concentration and equilibrium solution phase concentration at the end of each equilibration. Five equilibrations will be completed for each sample, to yield a five-point adsorption isotherm from which can be calculated an adsorption coefficient (K_d value) and the total adsorption capacity of the soil.

1. Measure approximately 15 g (dry weight) of natural soils provided by Golder and place it in a 500 ml glass centrifuge bottle;
2. Add approximately 300 ml of the leachate provided by Golder to the bottle containing the soil and allow the mixture to equilibrate for a period of 24 hours with periodic agitation;
3. After 24 hours equilibration period, separate the solution by centrifuging (and filter (45µm filter) for dissolved metals analysis);
4. Analyze the solution for:
 - a. pH, Eh, conductivity, alkalinity, sulphate, F;
 - b. ICP-MS for low level detection for the suite of dissolved parameters to include, as a minimum: Ag, Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, U, Zn;
5. Add another 300 ml of fresh leachate (measure pH, Eh of leachate before addition to soil) to the same natural soil and let equilibrate for 24 hours with periodic agitation;
6. Repeat steps 3 and 4;
7. Repeat steps 5 and 6 for a total of 5 extractions, analyzing the solution after equilibration for each of the 5 times; and,
8. Report water chemistry and leachate volume added after each step, report soil dry weight measured before and after the test.

Parameter	Units	PO-13-01	PO-13-02
pH	no unit	9.3	9.2
Alkalinity	mg/L as CaCO ₃	94	74
Conductivity	µS/cm	3060	2890
Redox Potential	mV	-86	48
Fluoride	mg/L	2.5	1.3
Sulphate	mg/L	1200	1300
Cyanide (total)	mg/L	20	1.4
Cyanide (free)	mg/L	< 2	< 2
Cyanide (WAD)	mg/L	0.51	0.020
Silver	mg/L	0.00033	0.0024
Aluminum	mg/L	48	148
Arsenic	mg/L	0.016	0.017
Barium	mg/L	0.61	2.0
Beryllium	mg/L	0.0020	0.0048
Boron	mg/L	0.072	0.072
Bismuth	mg/L	0.0030	0.0092
Calcium	mg/L	137	312
Cadmium	mg/L	0.0011	0.0021
Cobalt	mg/L	0.092	0.18
Chromium	mg/L	0.44	1.3
Copper	mg/L	0.18	0.81
Iron	mg/L	82	306
Potassium	mg/L	182	309
Lithium	mg/L	0.052	0.17
Magnesium	mg/L	41	142
Manganese	mg/L	1.7	5.2
Molybdenum	mg/L	0.21	0.16
Sodium	mg/L	508	483
Nickel	mg/L	0.16	0.58
Lead	mg/L	0.061	0.17
Antimony	mg/L	0.0036	< 0.0002
Selenium	mg/L	< 0.01	< 0.01
Tin	mg/L	0.0014	0.0023
Strontium	mg/L	1.6	4.3
Titanium	mg/L	4.0	14
Thallium	mg/L	0.00080	0.0032
Uranium	mg/L	0.0054	0.014
Vanadium	mg/L	0.18	0.57
Tungsten	mg/L	0.11	0.093
Yttrium	mg/L	0.033	0.075
Zinc	mg/L	0.21	0.76

Mineral/ Compound	Formula	TE-14-03 OCT4500-01 (wt %)
Quartz	SiO ₂	24.1
Albite	NaAlSi ₃ O ₈	31.2
Microcline	KAlSi ₃ O ₈	8.1
Anorthite	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	6.3
Chlorite	(Fe, ₁ (Mg,Mn) ₅ Al)(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	12.7
Muscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	6.3
Tremolite	Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	7.3
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	3.8
Calcite	CaCO ₃	0.1
Total		99.9

Parameter	Units	TE-14-03					
		Fraction 1 Water Soluble Metals	Fraction 2 Exchangeable Metals	Fraction 3 Metals Bound to Carbonates	Fraction 4 Metals Bound to Fe and Mn Oxides	Fraction 5 Bound to Organic Material	Fraction 6 Residual metals
Ag	µg/g	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.010	< 0.01	0.15
Al	µg/g	640	64	170	1200	2000	76000
As	µg/g	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Ba	µg/g	5.6	0.50	42	16	6.8	440
Be	µg/g	0.010	< 0.01	0.020	0.12	0.020	0.97
B	µg/g	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	12
Bi	µg/g	< 2	< 2	< 2	5.0	< 2	57
Ca	µg/g	250	1300	1500	540	1200	20000
Cd	µg/g	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.030	0.020	0.080
Co	µg/g	0.19	0.020	0.49	2.9	0.98	7.5
Cr	µg/g	1.4	< 0.5	0.80	2.3	2.8	69
Cu	µg/g	0.90	0.10	2.1	4.6	8.1	8.6
Fe	µg/g	460	41	280	3200	1200	32000
K	µg/g	200	420	890	220	140	22000
Li	µg/g	< 0.3	< 0.3	< 0.3	1.1	1.1	15
Mg	µg/g	210	150000	2900	920	520	15000
Mn	µg/g	11	26	51	120	32	440
Na	µg/g	140	32	200000	2000	81	28000
Ni	µg/g	0.70	< 0.1	1.3	6.4	2.2	25
Pb	µg/g	0.19	< 0.05	< 0.05	0.74	2.2	8.9
P	µg/g	8.0	< 3	< 3	59	440	110
Si	µg/g	900	210	320	1100	1500	18000
U	µg/g	0.039	< 0.002	0.28	0.22	0.22	0.62
V	µg/g	1.5	0.30	0.50	3.9	3.9	75
Y	µg/g	< 0.2	< 0.2	1.0	1.0	2.1	< 2
Zn	µg/g	1.2	< 0.2	0.40	9.9	6.3	48

Parameter	Units	PO-13-01	TE-14-03					
		Initial Leach Solution	Batch Adsorption Test					
			Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	
Sample weight	g	not applicable	15	15	15	15	15	
Volume Leach Solution Added	mL		294	294	294	294	294	
Volume Leach Solution Recovered	mL		287	289	286	288	280	
% Moisture (wet wt) Before	%		29	not applicable				
Initial pH	no unit		9.8	9.9	9.8	9.9	9.8	
Final pH	no unit		9.3	9.1	9.3	9.4	9.4	
pH	no unit	9.3	9.1	9.3	9.4	9.4	9.3	
Conductivity	µS/cm	3060	2910	2940	3010	3060	3080	
Alkalinity	mg/L as CaCO ₃	94	73	80	87	89	91	
Redox Potential	mV	-86	112	96	95	94	98	
Fluoride	mg/L	2.5	2.3	2.5	2.5	2.5	2.4	
Sulphate	mg/L	1200	1100	1100	1200	1200	1200	
Cyanide (total)	mg/L	20	22	18	17	19	18	
Cyanide (free)	mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	
Cyanide (WAD)	mg/L	0.51	0.37	0.41	0.39	0.33	0.39	
Silver	mg/L	0.00033	0.000010	0.000017	0.000018	0.000029	0.000051	
Aluminum	mg/L	48	0.40	0.93	0.93	0.61	0.67	
Arsenic	mg/L	0.016	0.0091	0.0094	0.0084	0.0087	0.0084	
Barium	mg/L	0.61	0.26	0.22	0.19	0.19	0.17	
Boron	mg/L	0.072	0.043	0.040	0.045	0.068	0.064	
Beryllium	mg/L	0.0020	< 0.000007	0.0000070	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	
Bismuth	mg/L	0.0030	< 0.000007	< 0.000007	0.000022	< 0.000007	< 0.000007	
Calcium	mg/L	137	47	33	29	28	27	
Cadmium	mg/L	0.0011	< 0.000003	< 0.000003	0.00017	< 0.000003	< 0.000003	
Cobalt	mg/L	0.092	0.067	0.069	0.066	0.077	0.076	
Chromium	mg/L	0.44	0.00068	0.0016	0.0018	0.00098	0.0011	
Copper	mg/L	0.18	0.017	0.016	0.015	0.017	0.035	
Iron	mg/L	82	6.1	6.4	6.4	6.5	6.5	
Potassium	mg/L	182	104	117	129	142	144	
Lithium	mg/L	0.052	0.0054	0.0038	0.0033	0.0040	0.0037	
Magnesium	mg/L	41	4.7	2.5	1.7	1.2	1.1	
Manganese	mg/L	1.7	0.030	0.024	0.020	0.016	0.016	
Molybdenum	mg/L	0.21	0.29	0.29	0.27	0.31	0.31	
Sodium	mg/L	508	506	519	523	513	522	
Nickel	mg/L	0.16	0.0025	0.0027	0.0027	0.0021	0.0021	
Lead	mg/L	0.061	0.00029	0.00054	0.00063	0.00040	0.00036	
Antimony	mg/L	0.0036	0.0058	0.0058	0.0057	0.0060	0.0057	
Selenium	mg/L	< 0.01	0.0030	0.0030	0.0030	0.0020	0.0020	
Tin	mg/L	0.0014	0.00012	0.00012	0.000070	0.00024	0.00017	
Strontium	mg/L	1.6	0.73	0.67	0.68	0.75	0.80	
Titanium	mg/L	4.0	0.015	0.034	0.036	0.023	0.024	
Thallium	mg/L	0.00080	0.000028	0.000032	0.000036	0.000024	0.000024	
Uranium	mg/L	0.0054	0.00095	0.00063	0.00066	0.0011	0.00092	
Vanadium	mg/L	0.18	0.053	0.058	0.058	0.056	0.051	
Tungsten	mg/L	0.11	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	
Yttrium	mg/L	0.033	0.00089	0.0017	0.0014	0.0011	0.00082	
Zinc	mg/L	0.21	0.0010	0.0060	0.015	0.0060	0.0080	



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

01-October-2014

Golder Associates Limited

Attn : Jennifer Cole

32 Steacie Drive
Kanata, ON
K2K 2A9,

Phone: 613-592-9600
Fax:613-592-9601

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12642-SEP14
Reference: CMPG/Osisko
PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: PO-13-01	6: PO-13-02
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30	18-Sep-14 16:45
Temperature Upon Receipt [°C]	---	---	8.0	8.0
pH [no unit]	29-Sep-14	15:18	9.34	9.16
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	29-Sep-14	15:18	94	74
Conductivity [µS/cm]	29-Sep-14	15:18	3060	2890
Redox Potential [mV]	29-Sep-14	15:43	-86	48
Fluoride [mg/L]	25-Sep-14	16:24	2.48	1.32
Sulphate [mg/L]	01-Oct-14	09:35	1200	1300
Cyanide (total) [mg/L]	24-Sep-14	08:39	19.9	1.35
Cyanide (free) [mg/L]	24-Sep-14	08:30	< 2	< 2
Cyanide (WAD) [mg/L]	24-Sep-14	08:30	0.51	0.02
Silver (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.00033	0.00241
Aluminum (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	48.1	148
Arsenic (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.016	0.017
Barium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.612	1.95
Beryllium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0020	0.0048
Boron (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.072	0.072
Bismuth (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0030	0.0092
Calcium (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	137	312
Cadmium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.00113	0.00213
Cobalt (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0922	0.183
Chromium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.441	1.30
Copper (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.178	0.811
Iron (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	82.1	306
Potassium (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	182	309
Lithium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0518	0.171
Magnesium (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	40.6	142
Manganese (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	1.74	5.21
Molybdenum (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.209	0.164
Sodium (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	508	483



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

08-October-2014

Golder Associates

Attn : Christian Boyaud

1170, boulevard Lebourgneuf, bureau 200
Quebec, QC
G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12634-SEP14
Reference: CMPG/Osisko
PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Total Organic Carbon [%]	08-Oct-14	09:07	0.170
Mercury [µg/g]	07-Oct-14	14:02	< 0.05
Silver [µg/g]	07-Oct-14	09:00	0.26
Aluminum [µg/g]	07-Oct-14	10:43	77000
Arsenic [µg/g]	07-Oct-14	09:00	1.2
Barium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	580
Beryllium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	1.2
Bismuth [µg/g]	07-Oct-14	09:00	0.17
Calcium [µg/g]	07-Oct-14	10:43	22000
Cadmium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	0.22
Cobalt [µg/g]	07-Oct-14	09:00	14
Chromium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	60
Copper [µg/g]	07-Oct-14	09:00	26
Iron [µg/g]	07-Oct-14	10:43	37000
Potassium [µg/g]	07-Oct-14	10:43	20000
Lithium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	32
Magnesium [µg/g]	07-Oct-14	10:43	17000
Manganese [µg/g]	07-Oct-14	09:00	600
Molybdenum [µg/g]	07-Oct-14	09:00	0.4
Nickel [µg/g]	07-Oct-14	09:00	42
Lead [µg/g]	07-Oct-14	09:00	11
Antimony [µg/g]	07-Oct-14	09:00	< 0.8
Selenium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	4.9
Tin [µg/g]	07-Oct-14	09:00	1.3
Strontium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	290

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12634-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Titanium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	2300
Thallium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	0.47
Uranium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	1.4
Vanadium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	80
Yttrium [µg/g]	07-Oct-14	09:00	9.6
Zinc [µg/g]	07-Oct-14	09:00	62

*Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - KOL 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12642-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: PO-13-01	6: PO-13-02
Nickel (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.164	0.578
Lead (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0614	0.167
Antimony (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0036	< 0.0002
Selenium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	< 0.01	< 0.01
Tin (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0014	0.0023
Strontium (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	1.58	4.31
Titanium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	4.03	13.9
Thallium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.00080	0.00322
Uranium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.00543	0.0139
Vanadium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.179	0.567
Tungsten (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.114	0.0928
Yttrium (total) [mg/L]	25-Sep-14	13:01	0.0327	0.0750
Zinc (total) [mg/L]	24-Sep-14	16:04	0.207	0.757

 Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
 Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12636-SEP14
Reference: Tessier Leach
 CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Silver [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.01
Aluminum [µg/g]	29-Oct-14	09:19	640
Arsenic [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.5
Barium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	5.6
Beryllium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	0.01
Boron [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 1
Bismuth [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 2
Calcium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	250
Cadmium [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.02
Cobalt [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.19
Chromium [µg/g]	29-Oct-14	09:44	1.4
Copper [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.9
Iron [µg/g]	29-Oct-14	09:19	460
Potassium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	200
Lithium [µg/g]	29-Oct-14	09:18	< 0.3
Magnesium [µg/g]	29-Oct-14	09:18	210
Manganese [µg/g]	29-Oct-14	09:18	11
Molybdenum [µg/g]	29-Oct-14	09:18	< 1
Sodium [µg/g]	29-Oct-14	09:18	140
Nickel [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.7
Lead [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.19
Phosphorus (total) [µg/g]	29-Oct-14	09:18	8
Antimony [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.8
Selenium [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.7
Tin [µg/g]	29-Oct-14	09:18	< 1
Silicon [ug/L]	29-Oct-14	09:18	900

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12636-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Thallium [µg/g]	29-Oct-14	09:18	< 2
Uranium [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.039
Vanadium [µg/g]	29-Oct-14	09:18	1.5
Tungsten [µg/g]	29-Oct-14	09:18	< 1
Yttrium [µg/g]	29-Oct-14	09:18	< 0.2
Zinc [µg/g]	29-Oct-14	09:18	1.2

*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
 Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12637-SEP14
Reference: Tessier Leach
 CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Silver [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.01
Aluminum [µg/g]	29-Oct-14	09:20	64
Arsenic [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.5
Barium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	0.5
Beryllium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 0.01
Boron [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 1
Bismuth [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 2
Calcium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	1300
Cadmium [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.02
Cobalt [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.02
Chromium [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.5
Copper [µg/g]	29-Oct-14	09:44	0.1
Iron [µg/g]	29-Oct-14	09:20	41
Potassium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	420
Lithium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 0.3
Magnesium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	150000
Manganese [µg/g]	29-Oct-14	09:20	26
Molybdenum [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 1
Sodium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	32
Nickel [µg/g]	29-Oct-14	09:44	< 0.1
Lead [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.05
Phosphorus (total) [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 3
Antimony [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.8
Selenium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.7
Tin [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 1
Silicon [ug/L]	29-Oct-14	09:19	210

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12637-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Thallium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 2
Uranium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.002
Vanadium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	0.3
Tungsten [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 1
Yttrium [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 0.2
Zinc [µg/g]	29-Oct-14	09:19	< 0.2

*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
 Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12638-SEP14
Reference: Tessier Leach
 CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Silver [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.01
Aluminum [µg/g]	29-Oct-14	09:20	170
Arsenic [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.5
Barium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	42
Beryllium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	0.02
Boron [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 1
Bismuth [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 2
Calcium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	1500
Cadmium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.02
Cobalt [µg/g]	29-Oct-14	09:45	0.49
Chromium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	0.8
Copper [µg/g]	29-Oct-14	09:45	2.1
Iron [µg/g]	29-Oct-14	09:20	280
Potassium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	890
Lithium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 0.3
Magnesium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	2900
Manganese [µg/g]	29-Oct-14	09:20	51
Molybdenum [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 1
Sodium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	200000
Nickel [µg/g]	29-Oct-14	09:45	1.3
Lead [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.05
Phosphorus (total) [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 3
Antimony [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.8
Selenium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.7
Tin [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 1
Silicon [µg/L]	29-Oct-14	09:20	320

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12638-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Thallium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 2
Uranium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	0.28
Vanadium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	0.5
Tungsten [µg/g]	29-Oct-14	09:20	< 1
Yttrium [µg/g]	29-Oct-14	09:20	1.0
Zinc [µg/g]	29-Oct-14	09:20	0.4

*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
 Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12639-SEP14
Reference: Tessier Leach
 CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Silver [µg/g]	29-Oct-14	09:45	0.01
Aluminum [µg/g]	29-Oct-14	09:21	1200
Arsenic [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 0.5
Barium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	16
Beryllium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	0.12
Boron [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 1
Bismuth [µg/g]	29-Oct-14	09:21	5
Calcium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	540
Cadmium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	0.03
Cobalt [µg/g]	29-Oct-14	09:45	2.9
Chromium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	2.3
Copper [µg/g]	29-Oct-14	09:45	4.6
Iron [µg/g]	29-Oct-14	09:21	3200
Potassium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	220
Lithium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	1.1
Magnesium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	920
Manganese [µg/g]	29-Oct-14	09:21	120
Molybdenum [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 1
Sodium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	2000
Nickel [µg/g]	29-Oct-14	10:50	6.4
Lead [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.74
Phosphorus (total) [µg/g]	29-Oct-14	09:21	59
Antimony [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.8
Selenium [µg/g]	29-Oct-14	09:45	< 0.7
Tin [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 1
Silicon [ug/L]	29-Oct-14	09:21	1100

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12639-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Thallium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 2
Uranium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.22
Vanadium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	3.9
Tungsten [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 1
Yttrium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	1.0
Zinc [µg/g]	29-Oct-14	09:21	9.9

 Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
 Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12640-SEP14
Reference: Tessier Leach
 CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Silver [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.01
Aluminum [µg/g]	29-Oct-14	09:22	2000
Arsenic [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.5
Barium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	6.8
Beryllium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	0.02
Boron [µg/g]	29-Oct-14	09:22	< 1
Bismuth [µg/g]	29-Oct-14	09:22	< 2
Calcium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	1200
Cadmium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.02
Cobalt [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.98
Chromium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	2.8
Copper [µg/g]	29-Oct-14	09:46	8.1
Iron [µg/g]	29-Oct-14	09:22	1200
Potassium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	140
Lithium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	1.1
Magnesium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	520
Manganese [µg/g]	29-Oct-14	09:22	32
Molybdenum [µg/g]	29-Oct-14	09:22	< 1
Sodium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	81
Nickel [µg/g]	29-Oct-14	09:46	2.2
Lead [µg/g]	29-Oct-14	09:46	2.2
Phosphorus (total) [µg/g]	29-Oct-14	09:22	440
Antimony [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.8
Selenium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.7
Tin [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 1
Silicon [µg/L]	29-Oct-14	09:21	1500

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12640-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Thallium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 2
Uranium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.22
Vanadium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	3.9
Tungsten [µg/g]	29-Oct-14	09:21	< 1
Yttrium [µg/g]	29-Oct-14	09:21	2.1
Zinc [µg/g]	29-Oct-14	09:21	6.3

*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Phone: +1 418 781 0285
 Fax: +1 418 781 0290

Date Rec. : 23 September 2014
LR Report: CA12641-SEP14
Reference: Tessier Leach -
 CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

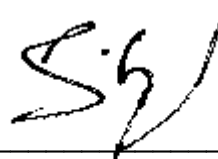
Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Silver [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.15
Aluminum [µg/g]	29-Oct-14	09:23	76000
Arsenic [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.5
Barium [µg/g]	29-Oct-14	09:23	440
Beryllium [µg/g]	29-Oct-14	09:23	0.97
Boron [µg/g]	29-Oct-14	09:23	12
Bismuth [µg/g]	29-Oct-14	09:23	57
Calcium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	20000
Cadmium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.08
Cobalt [µg/g]	29-Oct-14	09:46	7.5
Chromium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	69
Copper [µg/g]	29-Oct-14	09:46	8.6
Iron [µg/g]	29-Oct-14	09:22	32000
Potassium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	22000
Lithium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	15
Magnesium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	15000
Manganese [µg/g]	29-Oct-14	09:22	440
Molybdenum [µg/g]	29-Oct-14	09:22	< 1
Sodium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	28000
Nickel [µg/g]	29-Oct-14	09:46	25
Lead [µg/g]	29-Oct-14	09:46	8.9
Phosphorus (total) [µg/g]	29-Oct-14	09:22	110
Antimony [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.8
Selenium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	< 0.7
Tin [µg/g]	29-Oct-14	09:22	2
Silicon [ug/L]	29-Oct-14	09:22	18000

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA12641-SEP14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Thallium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	< 2
Uranium [µg/g]	29-Oct-14	09:46	0.62
Vanadium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	75
Tungsten [µg/g]	29-Oct-14	09:22	1
Yttrium [µg/g]	29-Oct-14	09:22	< 2
Zinc [µg/g]	29-Oct-14	09:22	48



*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

24-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Date Rec. : 02 October 2014
LR Report: CA15039-OCT14
Reference: CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

Phone: +1 418 781 0285
 Fax:+1 418 781 0290

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Sample weight [g]	16-Oct-14	09:21	15
Volume Leach Solution Added [mL]	16-Oct-14	09:26	294
Volume Leach Solution Recovered [mL]	16-Oct-14	09:21	287
Initial pH	16-Oct-14	09:21	9.80
Final pH	16-Oct-14	09:21	9.33
% Moisture (wet wt) Before [%]	16-Oct-14	09:23	29.1
pH [no unit]	21-Oct-14	15:23	9.07
Conductivity [μ S/cm]	21-Oct-14	15:23	2910
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	21-Oct-14	15:23	73
Redox Potential [mV]	22-Oct-14	08:48	112
Fluoride [mg/L]	17-Oct-14	13:28	2.28
Sulphate [mg/L]	23-Oct-14	13:08	1100
Cyanide (total) [mg/L]	21-Oct-14	14:01	21.7
Cyanide (free) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	< 2
Cyanide (WAD) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	0.37
Silver [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.000010
Aluminum [mg/L]	16-Oct-14	10:35	0.40
Arsenic [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0091
Barium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.260
Boron [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0429
Beryllium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	< 0.000007
Bismuth [mg/L]	22-Oct-14	10:40	< 0.000007
Calcium [mg/L]	16-Oct-14	10:35	46.7
Cadmium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	< 0.000003
Cobalt [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0667
Chromium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.00068
Copper [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0169
Iron [mg/L]	16-Oct-14	10:44	6.10
Potassium [mg/L]	17-Oct-14	09:37	104

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - KOL 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15039-OCT14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Lithium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.00540
Magnesium [mg/L]	16-Oct-14	10:44	4.66
Manganese [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0301
Molybdenum [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.290
Sodium [mg/L]	17-Oct-14	09:37	506
Nickel [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0025
Lead [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.00029
Antimony [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0058
Selenium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.003
Tin [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.00012
Strontium [mg/L]	16-Oct-14	10:44	0.725
Titanium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0148
Thallium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.000028
Uranium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.000947
Vanadium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.0533
Tungsten [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.112
Yttrium [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.000886
Zinc [mg/L]	22-Oct-14	10:39	0.001

 Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

24-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Date Rec. : 02 October 2014
LR Report: CA15040-OCT14
Reference: CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

Phone: +1 418 781 0285
 Fax:+1 418 781 0290

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Sample weight [g]	16-Oct-14	09:22	15
Volume Leach Solution Added [mL]	16-Oct-14	09:25	294
Volume Leach Solution Recovered [mL]	16-Oct-14	09:22	289
Initial pH	16-Oct-14	09:22	9.89
Final pH	16-Oct-14	09:22	9.46
pH [no unit]	21-Oct-14	15:23	9.29
Conductivity [µS/cm]	21-Oct-14	15:23	2940
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	21-Oct-14	15:23	80
Redox Potential [mV]	22-Oct-14	08:49	96
Fluoride [mg/L]	17-Oct-14	13:28	2.48
Sulphate [mg/L]	23-Oct-14	13:09	1100
Cyanide (total) [mg/L]	21-Oct-14	14:01	17.6
Cyanide (free) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	< 2
Cyanide (WAD) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	0.41
Silver [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.000017
Aluminum [mg/L]	16-Oct-14	10:45	0.93
Arsenic [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0094
Barium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.215
Boron [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0402
Beryllium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.000007
Bismuth [mg/L]	22-Oct-14	10:40	< 0.000007
Calcium [mg/L]	16-Oct-14	10:45	32.5
Cadmium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	< 0.000003
Cobalt [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0687
Chromium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.00164
Copper [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0158
Iron [mg/L]	16-Oct-14	10:45	6.36
Potassium [mg/L]	17-Oct-14	09:38	117
Lithium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.00377

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15040-OCT14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Magnesium [mg/L]	16-Oct-14	10:45	2.49
Manganese [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0235
Molybdenum [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.287
Sodium [mg/L]	17-Oct-14	09:38	519
Nickel [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0027
Lead [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.00054
Antimony [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0058
Selenium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.003
Tin [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.00012
Strontium [mg/L]	16-Oct-14	10:45	0.670
Titanium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0342
Thallium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.000032
Uranium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.000632
Vanadium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.0580
Tungsten [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.113
Yttrium [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.00173
Zinc [mg/L]	22-Oct-14	10:40	0.006

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

24-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Date Rec. : 02 October 2014
LR Report: CA15041-OCT14
Reference: CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

Phone: +1 418 781 0285
 Fax:+1 418 781 0290

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Sample weight [g]	16-Oct-14	09:22	15
Volume Leach Solution Added [mL]	16-Oct-14	09:25	294
Volume Leach Solution Recovered [mL]	16-Oct-14	09:22	286
Initial pH	16-Oct-14	09:22	9.76
Final pH	16-Oct-14	09:22	9.54
pH [no unit]	21-Oct-14	15:23	9.35
Conductivity [µS/cm]	21-Oct-14	15:23	3010
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	21-Oct-14	15:23	87
Redox Potential [mV]	22-Oct-14	08:49	95
Fluoride [mg/L]	17-Oct-14	13:28	2.48
Sulphate [mg/L]	23-Oct-14	13:09	1200
Cyanide (total) [mg/L]	21-Oct-14	14:01	16.5
Cyanide (free) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	< 2
Cyanide (WAD) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	0.39
Silver [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.000018
Aluminum [mg/L]	15-Oct-14	13:43	0.93
Arsenic [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0084
Barium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.192
Boron [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0445
Beryllium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	< 0.000007
Bismuth [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.000022
Calcium [mg/L]	15-Oct-14	13:43	28.6
Cadmium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.000166
Cobalt [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0664
Chromium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.00182
Copper [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0150
Iron [mg/L]	15-Oct-14	13:43	6.41
Potassium [mg/L]	16-Oct-14	11:52	129
Lithium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.00325

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - KOL 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15041-OCT14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Magnesium [mg/L]	15-Oct-14	13:43	1.67
Manganese [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0200
Molybdenum [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.273
Sodium [mg/L]	16-Oct-14	11:52	523
Nickel [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0027
Lead [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.00063
Antimony [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0057
Selenium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.003
Tin [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.00007
Strontium [mg/L]	15-Oct-14	13:43	0.682
Titanium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0358
Thallium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.000036
Uranium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.000663
Vanadium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.0575
Tungsten [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.113
Yttrium [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.00138
Zinc [mg/L]	22-Oct-14	15:43	0.015

*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Date Rec. : 02 October 2014
LR Report: CA15042-OCT14
Reference: CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

Phone: +1 418 781 0285
 Fax:+1 418 781 0290

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Sample weight [g]	16-Oct-14	09:22	15
Volume Leach Solution Added [mL]	16-Oct-14	09:26	294
Volume Leach Solution Recovered [mL]	16-Oct-14	09:22	288
Initial pH	16-Oct-14	09:22	9.87
Final pH	16-Oct-14	09:22	9.50
pH [no unit]	21-Oct-14	15:23	9.35
Conductivity [μ S/cm]	21-Oct-14	15:23	3060
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	21-Oct-14	15:23	89
Redox Potential [mV]	22-Oct-14	08:49	94
Fluoride [mg/L]	17-Oct-14	13:29	2.49
Sulphate [mg/L]	23-Oct-14	13:09	1200
Cyanide (total) [mg/L]	21-Oct-14	14:01	19.2
Cyanide (free) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	< 2
Cyanide (WAD) [mg/L]	21-Oct-14	13:07	0.33
Silver [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.000029
Aluminum [mg/L]	24-Oct-14	13:52	0.61
Arsenic [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.0087
Barium [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.185
Boron [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.0675
Beryllium [mg/L]	29-Oct-14	15:14	< 0.000007
Bismuth [mg/L]	29-Oct-14	15:14	< 0.000007
Calcium [mg/L]	24-Oct-14	13:52	27.5
Cadmium [mg/L]	29-Oct-14	15:14	< 0.000003
Cobalt [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.0770
Chromium [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.00098
Copper [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.0169
Iron [mg/L]	24-Oct-14	13:52	6.49
Potassium [mg/L]	27-Oct-14	14:36	142
Lithium [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.00395

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - KOL 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15042-OCT14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Magnesium [mg/L]	24-Oct-14	13:52	1.20
Manganese [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.0159
Molybdenum [mg/L]	29-Oct-14	15:14	0.306
Sodium [mg/L]	27-Oct-14	14:36	513
Nickel [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0021
Lead [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00040
Antimony [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0060
Selenium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.002
Tin [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00024
Strontium [mg/L]	24-Oct-14	13:53	0.750
Titanium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0232
Thallium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.000024
Uranium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00108
Vanadium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0561
Tungsten [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.127
Yttrium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00111
Zinc [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.006

*Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical*

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - K0L 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

29-October-2014

Golder Associates Ltd

Attn : Christian Boyaud

1170, boul, Lebourgneuf, bureau 200
 Quebec, ON
 G2K 2E3,

Date Rec. : 02 October 2014
LR Report: CA15043-OCT14
Reference: CMPG/Osisko
 PO#14-03061

Copy: #1

Phone: +1 418 781 0285
 Fax:+1 418 781 0290

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Sample Date & Time			18-Sep-14 15:30
Sample weight [g]	16-Oct-14	09:22	15
Volume Leach Solution Added [mL]	16-Oct-14	09:26	294
Volume Leach Solution Recovered [mL]	16-Oct-14	09:22	280
Initial pH	16-Oct-14	09:22	9.76
Final pH	16-Oct-14	09:22	9.50
% Moisture (wet wt) After [%]	16-Oct-14	09:22	47.8
pH [no unit]	21-Oct-14	15:23	9.29
Conductivity [μ S/cm]	21-Oct-14	15:23	3080
Alkalinity [mg/L as CaCO ₃]	21-Oct-14	15:23	91
Redox Potential [mV]	22-Oct-14	08:49	98
Fluoride [mg/L]	17-Oct-14	13:29	2.43
Sulphate [mg/L]	23-Oct-14	13:09	1200
Cyanide (total) [mg/L]	21-Oct-14	14:01	18.3
Cyanide (free) [mg/L]	21-Oct-14	13:08	< 2
Cyanide (WAD) [mg/L]	21-Oct-14	13:08	0.39
Silver [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.000051
Aluminum [mg/L]	24-Oct-14	13:53	0.67
Arsenic [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0084
Barium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.166
Boron [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0637
Beryllium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	< 0.000007
Bismuth [mg/L]	29-Oct-14	15:15	< 0.000007
Calcium [mg/L]	24-Oct-14	13:53	27.4
Cadmium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	< 0.000003
Cobalt [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0757
Chromium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00113
Copper [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0346
Iron [mg/L]	24-Oct-14	13:53	6.50
Potassium [mg/L]	27-Oct-14	14:36	144

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
 Lakefield - Ontario - KOL 2H0
 Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA15043-OCT14

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: TE-14-03
Lithium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00369
Magnesium [mg/L]	24-Oct-14	13:53	1.08
Manganese [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0160
Molybdenum [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.308
Sodium [mg/L]	27-Oct-14	14:36	522
Nickel [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0021
Lead [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00036
Antimony [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0057
Selenium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.002
Tin [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.00017
Strontium [mg/L]	24-Oct-14	13:53	0.803
Titanium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0238
Thallium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.000024
Uranium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.000915
Vanadium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.0508
Tungsten [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.129
Yttrium [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.000824
Zinc [mg/L]	29-Oct-14	15:15	0.008

 Brian Graham B.Sc.
 Project Specialist
 Environmental Services, Analytical




Quantitative X-Ray Diffraction by Rietveld Refinement

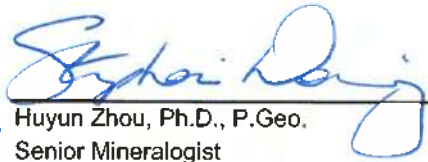
Report Prepared for: *Environmental -Analytical*
Project Number/ LIMS No. *Custom XRD/MI4500-OCT14*
Sample Receipt: *October 1, 2014*
Sample Analysis: *October 3, 2014*
Reporting Date: *October 9, 2014*

Instrument: BRUKER AXS D8 Advance Diffractometer
Test Conditions: Co radiation, 40 kV, 35 mA
Regular Scanning: Step: 0.02°, Step time: 1s, 2θ range: 3-80°
Interpretations : PDF2/PDF4 powder diffraction databases issued by the International Center for Diffraction Data (ICDD). DiffracPlus Eva and Topas software.
Detection Limit: 0.5-2%. Strongly dependent on crystallinity.

Contents:

- 1) Method Summary
- 2) Summary of Mineral Assemblages
- 3) Quantitative XRD Results
- 4) XRD Pattern(s)


Kim Gibbs, H.B.Sc., P.Geol.
Senior Mineralogist


for Huyun Zhou, Ph.D., P.Geol.
Senior Mineralogist

ACCREDITATION: SGS Minerals Services Lakefield is accredited to the requirements of ISO/IEC 17025 for specific tests as listed on our scope of accreditation, including geochemical, mineralogical and trade mineral tests. To view a list of the accredited methods, please visit the following website and search SGS Canada - Minerals Services - Lakefield: <http://paican.scc.ca/SpecsSearch/GLSearchForm.do>.



Method Summary

The Rietveld Method of Mineral Identification by XRD (ME-LR-MIN-MET-MN-D05) method used by SGS Minerals Services is accredited to the requirements of ISO/IEC 17025.

Mineral Identification and Interpretation:

Mineral identification and interpretation involves matching the diffraction pattern of an unknown material to patterns of single-phase reference materials. The reference patterns are compiled by the Joint Committee on Powder Diffraction Standards - International Center for Diffraction Data (JCPDS-ICDD) database and released on software as Powder Diffraction Files (PDF).

Interpretations do not reflect the presence of non-crystalline and/or amorphous compounds, except when internal standards have been added by request. Mineral proportions may be strongly influenced by crystallinity, crystal structure and preferred orientations. Mineral or compound identification and quantitative analysis results should be accompanied by supporting chemical assay data or other additional tests.

Quantitative Rietveld Analysis:

Quantitative Rietveld Analysis is performed by using Topas 4.2 (Bruker AXS), a graphics based profile analysis program built around a non-linear least squares fitting system, to determine the amount of different phases present in a multicomponent sample. Whole pattern analyses are predicated by the fact that the X-ray diffraction pattern is a total sum of both instrumental and specimen factors. Unlike other peak intensity-based methods, the Rietveld method uses a least squares approach to refine a theoretical line profile until it matches the obtained experimental patterns.

Rietveld refinement is completed with a set of minerals specifically identified for the sample. Zero values indicate that the mineral was included in the refinement calculations, but the calculated concentration was less than 0.05wt%. Minerals not identified by the analyst are not included in refinement calculations for specific samples and are indicated with a dash.

DISCLAIMER: This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

WARNING: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was(were) drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.

Summary of Rietveld Quantitative Analysis X-ray Diffraction Results

Quantitative X-ray Diffraction Results

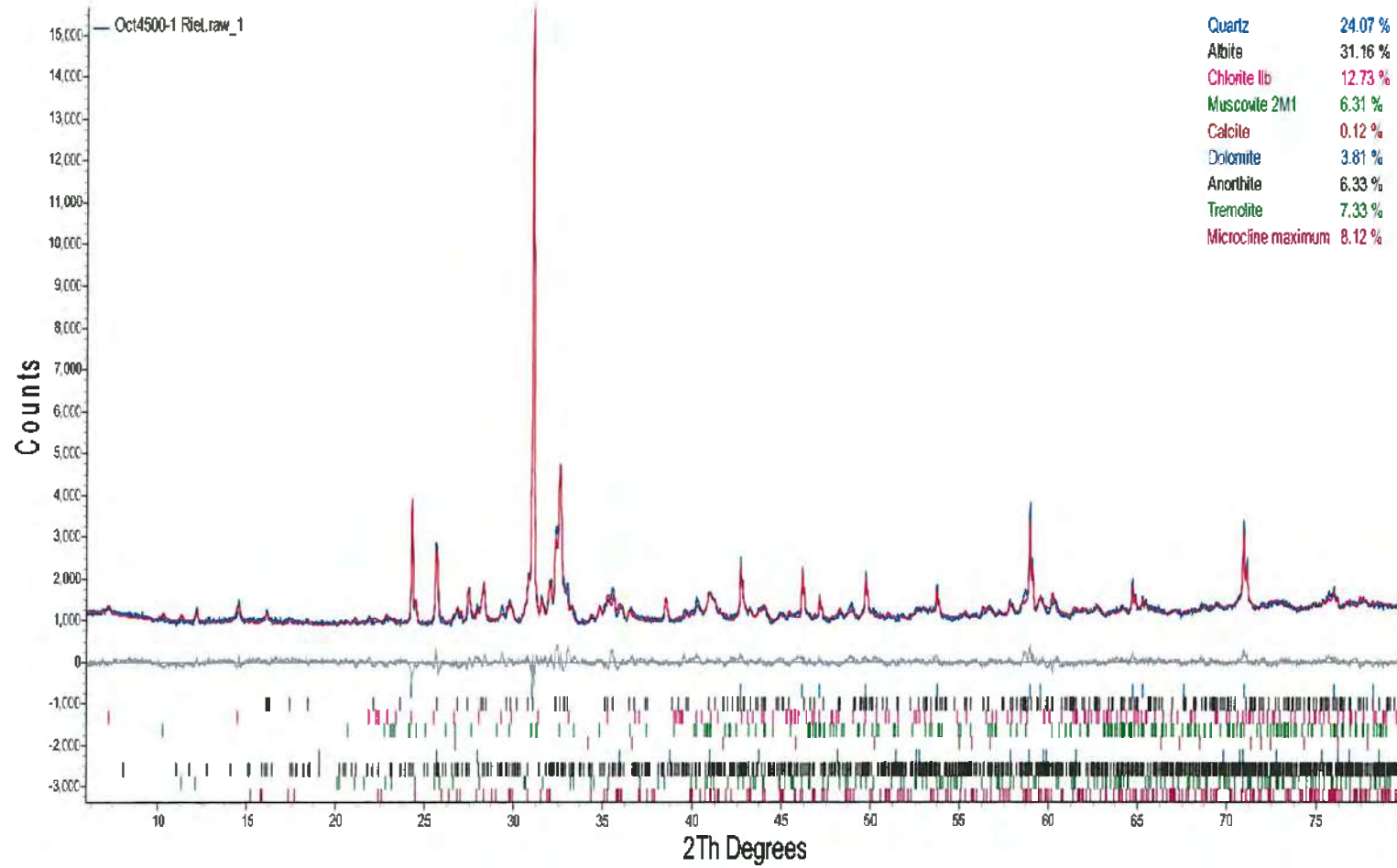
Mineral/Compound	TE-14-03 OCT4500-01 (wt %)
Quartz	24.1
Albite	31.2
Chlorite	12.7
Muscovite	6.3
Calcite	0.1
Dolomite	3.8
Anorthite	6.3
Tremolite	7.3
Microcline	8.1
TOTAL	100

Zero values indicate that the mineral was included in the refinement, but the calculated concentration is below a measurable value.

Dashes indicate that the mineral was not identified by the analyst and not included in the refinement calculation for the sample.

Mineral/Compound	Formula
Quartz	SiO ₂
Albite	NaAlSi ₃ O ₈
Chlorite	(Fe,(Mg,Mn) ₅ ,Al)(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈
Muscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂
Calcite	CaCO ₃
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂
Anorthite	CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Tremolite	Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂
Microcline	KAlSi ₃ O ₈

TE-14-03





ANNEXE C

Conditions générales et limitations – Modélisation numérique

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
RAPPORT DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par Golder. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par Golder et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.

Propriété de ses employés et forte d'une expérience de plus de 50 ans, Golder Associés, une organisation d'envergure mondiale, a pour raison d'être de contribuer au développement de la Terre tout en préservant son intégrité. Nous fournissons à nos clients des solutions durables comprenant une gamme étendue de services spécialisés en consultation, conception et construction dans les domaines des sciences de la Terre, de l'environnement et de l'énergie.

Pour en savoir plus, visitez golder.com

Afrique	+ 27 11 254 4800
Asie	+ 86 21 6258 5522
Océanie	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 44 1628 851851
Amérique du Nord	+ 1 800 275 3281
Amérique du Sud	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associés Ltée
9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal (Québec) H4N 2T2
Canada
T: +1 (514) 383 0990



ANNEXE 2

Conditions générales et limitations

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
RAPPORT DE MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par Golder. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par Golder et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.

ANNEXE-C

Conditions Générales et Limitations

UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par Golder. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par Golder et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.

ANNEXE

F

SYSTÈME ECOFLO DE
PREMIER TECH



Ecoflo[®]

Biofiltres en îlot

Rapport Ingénierie

Projet : S6878 – Canadian Malartic

Préparée pour : **MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE
CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**
Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue et Nord-du-Québec

Rouyn-Noranda

180, boulevard Rideau, 1er étage

Rouyn-Noranda (Québec) J9X 1N9

Téléphone : 819 763-3333

Courriel : abitibi-temiscamingue@environnement.gouv.qc.ca

Date : 19 mai 2020

Préparé par : Marie-Philippe Pelletier-Parent, ing. jr.
418 867-8883 poste 16136
PELM14@premiertech.com

Approuvé par :

Martine Séguin, ing.
418 867-8883 poste 16028
SEGM@premiertech.com

TABLE DES MATIÈRES

Section 1 : Mise en situation.....	3
1.1 DESCRIPTION ET LOCALISATION DU PROJET	3
Section 2 : Description de la filière de traitement.....	3
2.1 CHAÎNE DE TRAITEMENT.....	3
2.2 ÉVALUATION DU DÉBIT JOURNALIER ET DES CHARGES À TRAITER	4
2.3 EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES DE REJET	4
Section 3 : Dimensionnement de chaque composante.....	4
3.1 FOSSE SEPTIQUE	4
3.2 BASSIN D'ÉGALISATION	5
3.3 BIOFILTRES ECOFLO® COCO	6
Section 4 : Rendements escomptés	7
Section 5 : Suivi de la filière de traitement	7
5.1 SUIVI GÉNÉRAL.....	7
5.2 EXPLOITATION ET ENTRETIEN	8
Section 6 : Certification.....	9

SECTION 1 : MISE EN SITUATION

1.1 DESCRIPTION ET LOCALISATION DU PROJET

Le projet consiste de modifier un système existant composé de Biofiltres Ecoflo® Coco certifié selon la fiche technique FTEU-PTA-PRBF-03VA pour le traitement des eaux usées de type domestique générées par le camp de 250 travailleurs de Canadian Malartic à Malartic.

Sommairement, la filière d'épuration des eaux usées sera composée des éléments suivants : Un traitement primaire à l'aide d'une fosse septique, un bassin d'égalisation, un traitement biofiltres Ecoflo® Coco avec TCH de 385 L/m² (modèles : EC-7.3-P-G). Le rejet des eaux traitées sera dans un bassin de rétention.

SECTION 2 : DESCRIPTION DE LA FILIÈRE DE TRAITEMENT

2.1 CHAÎNE DE TRAITEMENT

La chaîne de traitement proposée par Premier Tech pour le présent projet est composée des éléments ci-dessous :

- ◆ **Fosse septique**
Une fosse septique ayant un minimum de 36 heures de rétention du débit journalier de conception sera munie d'un (1) préfiltre afin de retenir un certain pourcentage de matières en suspension qui se trouvent dans les eaux usées.
- ◆ **Bassin d'égalisation**
Un (1) bassin d'égalisation ayant un minimum de 8 heures de temps de rétention qui permettra de régulariser le débit d'eaux usées généré. Ce bassin est équipé de deux (2) pompes submersibles. Ces deux pompes servent à répartir uniformément le débit à l'entrée des unités biofiltres Ecoflo® Coco durant la journée.
- ◆ **Biofiltres Ecoflo® Coco**
Les eaux usées en provenance du bassin d'égalisation seront acheminées vers les biofiltres par l'entremise d'un séparateur de débit sous pression. Les eaux seront ensuite dirigées vers dix (10) unités de biofiltration Ecoflo® Coco en polyéthylène avec 7.3 m² de superficie de filtration modèle à fond étanche avec rejet gravitaire (EC-7.3-P-G). Les unités devront être reliées selon les recommandations de Premier Tech jusqu'au bassin de rétention.

2.2 ÉVALUATION DU DÉBIT JOURNALIER ET DES CHARGES À TRAITER

Le débit journalier, évalué par le consultant en charge du dossier, a été établi à 27.1 m³/d. Le tableau 1 présente les concentrations de différents paramètres qui entrent dans le système de traitement (eaux de type domestique) tel que spécifié par le consultant :

Tableau 1 : Concentrations considérées pour le dimensionnement (entrée de fosse septique)

Paramètres	Concentrations
DBO ₅	250 mg/L
MES	300 mg/L
NTK	50 mg/L
Phosphore total	10 mg/L

2.3 EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES DE REJET

Le tableau 2 suivant présente les exigences environnementales de rejets demandées par le Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MELCC) :

Tableau 2 : Exigences environnementales de rejet

Paramètres	Concentrations
DBO ₅	≤ 15 mg/L
MES	≤ 15 mg/L
Coliformes fécaux	50 000 UFC/100 ml

SECTION 3 : DIMENSIONNEMENT DE CHAQUE COMPOSANTE

3.1 FOSSE SEPTIQUE

Les eaux usées de l'établissement seront dirigées vers une fosse septique ayant un TRH de 36 heures. Les performances épuratoires à considérer pour la fosse septique sont de :

- 30% d'enlèvement sur la demande biologique en oxygène (DBO₅ totale)
- 60% d'enlèvement sur les matières en suspensions (MES)

La fosse septique devra comprendre un préfiltre PL-525 de Polylok, ou équivalent, à sa sortie pour retenir les solides à flottabilité neutre présentant un diamètre ou une arête supérieure à 1.6 millimètre.

Les boues primaires seront accumulées dans la fosse septique.

Volume minimale de la fosse = 27 100 L/d x 1.5 d

Volume minimale de la fosse = 40 650 L ou 40.65 m³.

Volume et modèle de fosse septique sélectionnée par le consultante en charge du projet est la FSM-45000-FV (PAR D'AUTRES) ayant 42.72 m³ effectif.

Quantité de boues primaires

Considérant une concentration moyenne en MES de 300 mg/L à l'affluent de la fosse septique et un enlèvement des MES de 60% dans la fosse septique, la quantité de MES enlevées quotidiennement des eaux usées dans la fosse septique se calcule ainsi :

$$\begin{aligned}\text{MES enlevées} &= Q_{\text{conception}} \times ([\text{MES}]_{\text{entrée fosse}} \times \text{enlèvement des MES}) \\ &= 27\,100 \text{ L/d} \times [(300 \times 0.60)] \text{ mg/L} \times 1 \text{ g/1000 mg} \\ &= 4\,878 \text{ g MES enlevées/d ou } 4.88 \text{ kg MES enlevées/d}\end{aligned}$$

Entreposage des boues dans la fosse septique

Considérant que les boues primaires stockées dans la fosse septique auront une siccité finale de 3.0 % et une densité de 1.03, le volume à entreposer correspond à :

$$\begin{aligned}\text{Volume de boues à entreposer/jour} &= 4.88 \text{ kg boues/d} \times (1 \text{ L boues} / 1.03 \text{ kg boues}) / 0.03 \\ &= 157.93 \text{ L boues/d} = 0.158 \text{ m}^3/\text{jour}\end{aligned}$$

Autonomie de la fosse septique

Taux de compaction dans la fosse septique : 0.9

Taux de remplissage de la fosse septique avant vidange : 40% du premier compartiment

Taux de remplissage de la fosse septique avant vidange : 40% x 2/3

Taux de remplissage de la fosse septique avant vidange : 0.27

Volume de boues compactées : 157.93 L boues/d x 0.9

Volume de boues compactées : 142.14 L boues/d

Autonomie d'entreposage dans une FSM-45000-FV : $42\,720 \text{ m}^3 \div 142.14 \text{ L boues/d} \times 0.27$

Autonomie d'entreposage dans une FSM-45000-FV : 81 jours

3.2 BASSIN D'ÉGALISATION

Ce bassin tamponne les pointes journalières d'eaux usées à l'affluent et permet de régulariser le débit transféré aux Biofiltres Ecoflo® Coco. Ce bassin est dimensionné pour offrir un temps de rétention hydraulique d'au moins 8 heures.

Les eaux clarifiées du bassin d'égalisation sont acheminées vers les Biofiltres à l'aide de deux (2) pompes d'alimentation submersibles modèle CPE5-22 de Champion 0.5 HP / 4.3 A / 230V. Chacune des pompes fonctionnera en alternance pour alimenter l'îlot d'unités de biofiltration. Le contrôle des pompes s'effectuera à l'aide d'un panneau de contrôle de Premier Tech. Grâce à ce panneau, il est possible de régler le temps de marche et de pause des pompes permettant ainsi de régulariser le débit sur une période journalière. Le panneau est également équipé d'un totalisateur de temps de marche qui permettra de mesurer le débit réel acheminé à la filière de traitement.

Le volume effectif du poste de pompage pour le présent projet est calculé de la façon suivante :

$$\begin{aligned}\text{Volume effectif} &= 27\,100 \text{ L/jour} \times (8 \text{ heures}/24 \text{ heures}) \\ &= 9\,033 \text{ L soit } 9 \text{ m}^3 \text{ de volume effectif minimal}\end{aligned}$$

Volume et modèle du bassin d'égalisation sélectionné par le consultant en charge du projet est la FSM-10000-FV (PAR D'AUTRES) ayant 9.04 m³ effectif.

3.3 BIOFILTRES ECOFLO® COCO

Nombre de Biofiltres requis

Selon les tests effectués pour obtenir la certification NQ-3680-910 (certificat 791), le dimensionnement des unités doit s'effectuer à l'aide des critères de conception suivants :

- Superficie de filtration de 7.3 m² (modèle en polyéthylène avec rejet gravitaire EC-7.3-C-G)
- Taux de charge hydraulique : 385 L/m²-d

Selon le taux de charge hydraulique

En multipliant la surface de filtration par le TCH précédent, on obtient le débit applicable de 2 810.5 L/d par Biofiltre Ecoflo® Coco :

$$\text{Nombre de Biofiltres requis} = \frac{27\,100 \frac{L}{d}}{2810.5 \frac{L}{\text{biofiltre.d}}} = 9.64, \text{ donc } 10 \text{ unités}$$

Dans le cadre de ce projet, il y aura dix (10) unités en polyéthylène avec 7.3 m² de superficie de filtration avec rejet gravitaire (EC-7.3-P-G). Ces unités doivent être reliées en selon nos recommandations jusqu'au bassin de rétention.

Installation des Biofiltres

L'installation des Biofiltres Ecoflo® Coco doit être effectuée par un installateur formé par Premier Tech. Pour plus de détails sur l'installation, consulter le *Guide d'Installation* du Biofiltre Ecoflo® Coco en polyéthylène.

SECTION 4 : RENDEMENTS ESCOMPTÉS

Le système Biofiltre Ecoflo® Coco pourra atteindre les exigences environnementales de rejet mentionnées dans la section 2.3 du présent document, soit :

- $DBOC_5 \leq 15$ mg/L
- $MES \leq 15$ mg/L
- Coliformes fécaux : 50 000 UFC/100ml
-

SECTION 5 : SUIVI DE LA FILIÈRE DE TRAITEMENT

De façon à valider les performances de la filière de traitement proposée pour ce projet, il est prévu effectuer un suivi basé sur l'Annexe 10 – *Suivi environnemental des installations de traitement des eaux usées d'origine domestique* pour des projets ayant un débit de conception entre 20 et 100 m³/d avec rejet de surface.

5.1 SUIVI GÉNÉRAL

La méthode la plus simple pour analyser le débit journalier d'eaux usées acheminé à la filière de traitement est le suivi régulier du temps de marche des pompes d'alimentation situées dans le bassin d'égalisation. Évidemment, pour évaluer le débit à l'aide du totalisateur de temps de marche, une calibration des pompes est requise. Une première calibration des pompes d'alimentation sera donc effectuée lors de la mise en opération de la filière de traitement.

En plus de la calibration initiale des pompes, le suivi de la filière doit comprendre les éléments suivants :

- *Inspections mensuelles comprenant :*
 - Relevé du totalisateur de temps de marche de l'ensemble des pompes de la filière de traitement ;
 - Inspection des diverses unités de traitement : fosse septique (niveau de boues), bassin d'égalisation, séparateur de débit sous pression, biofiltres Ecoflo® Filtre Coco;
 - Calibration de l'ensemble des pompes de la filière de traitement ;
 - Échantillonnage (de type instantané ou composé) de l'effluent et analyse de DCO, DBO_5C , MES, NH_4 , le pH, et du phosphore total.

L'exploitant doit transmettre les données au MELCC.

Premier Tech possède une équipe de techniciens spécialisés pouvant effectuer les inspections tel que stipulé à l'annexe 10 - *Suivi environnemental des installations de traitement des eaux usées d'origine domestique*.

5.2 EXPLOITATION ET ENTRETIEN

Le Biofiltre Ecoflo® Coco , tout comme la majorité des systèmes de traitement des eaux usées, doit faire l'objet d'une visite annuelle d'entretien. Durant cette visite, chacune des composantes du système est inspectée soigneusement et la surface du média filtrant des Ecoflo® Coco est remaniée afin de l'oxygéner au maximum et d'éliminer tout colmatage pouvant s'être formé.

Le milieu filtrant a une durée de vie utile de 10 ans, selon l'intensité de son utilisation et le respect des consignes énoncées dans le *Manuel d'opération et d'entretien* remis au propriétaire une fois l'installation réalisée. Il est à noter qu'une utilisation excessive ou de mauvaises habitudes de consommation, comme le rejet à l'égout de produits toxiques, une surconsommation d'eau ou un mauvais entretien de la fosse septique, peuvent réduire l'efficacité de toute installation septique y compris celle du Biofiltre Ecoflo®. De tels gestes peuvent même nécessiter le remplacement prématuré du lit filtrant. Il est à noter que Premier Tech garantit les performances et la durée de vie du milieu filtrant pour une période de 2 ans lorsque le dimensionnement est effectué en conformité avec les critères décrits dans le présent document et que les recommandations du fabricant sont respectées. Vous pouvez vous référer au *Manuel d'opération et d'entretien* pour plus de détails.

L'entretien du système permet donc de maximiser la durée de vie et les performances des Biofiltres Ecoflo® Coco. De plus le consommateur bénéficie d'une tranquillité d'esprit face au bon fonctionnement de ses installations.

SECTION 6 : CERTIFICATION

Je certifie que tous les renseignements mentionnés dans le présent document sont exacts au meilleur de mes connaissances.

PREMIER TECH

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Pelletier-Parent', written over a horizontal line.

Marie-Philippe Pelletier-Parent, ing. jr.
Ingénieure projet

ANNEXE

G

ÉTUDE
HYDROGÉOLOGIQUE -
ALIMENTATION EN EAU
POTABLE

PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUISIS PE-01-18



Remis à :

Partenariat Canadian Malartic
100, chemin du Lac Mourier
Malartic (Québec)

J0Y 1Z0

Préparé par :

Richelieu Hydrogéologie inc.
219, 15^{ième} avenue, Richelieu (Québec)
J3L 3V7

Juillet 2018

Rouyn-Noranda, le 27 juillet 2018

Partenariat Canadian Malartic
100, chemin du Lac Mourier
Malartic (Québec)
J0Y 1Z0

À l'attention de Mme. Sylvie Lampron, ing., Évaluation de projets

**Objet : Étude hydrogéologique
Alimentation en eau potable / Projet Odyssey**

Madame,

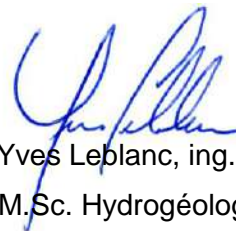
Il me fait plaisir de vous faire parvenir un rapport d'étude hydrogéologique dans le cadre d'une demande d'autorisation de prélèvement d'eau souterraine pour votre projet d'alimentation en eau potable au projet Odyssey (Malartic, Québec).

Le rapport ci-joint comprend un inventaire de l'information géoscientifique disponible dans le secteur à l'étude, la description des travaux et essais réalisés, puis les interprétations et l'évaluation environnementale qui en découlent. Il est possible de conclure que le nouveau puits (PE-01-18) aménagé dans le cadre de cette étude peut être exploité au débit moyen de 31 m³/jour et au débit maximum journalier de 62 m³/jour sans créer d'impact sur les utilisateurs d'eau souterraine et sur l'environnement. Le profil bactériologique réalisé au puits démontre que l'eau n'est pas potable et doit être désinfectée à l'aide d'un système de traitement avant sa consommation. Le profil physico-chimique démontre des dépassements de normes pour le fer, le manganèse, la dureté et les sulfures. Un système de filtration sera nécessaire pour l'enlèvement de ces paramètres avant sa distribution.

Je vous prie d'agréer, madame Lampron, l'expression de mes sentiments les meilleurs.



Véronique Fournier, géo.
M.Sc. Hydrogéologue



Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

**PARTENARIAT CANADIAN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18**



Remis à :

**Partenariat Canadian Malartic
100, chemin du Lac Mourier
Malartic (Québec)
J0Y 1Z0**

Préparé par :

**Richelieu Hydrogéologie inc.
219, 15^{ième} avenue, Richelieu (Québec)
J3L 3V7**

Juillet 2018

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction	1
1.1	Mandat	1
1.2	Mise en situation	1
2.	Description du contexte hydrogéologique	3
2.1	Localisation géographique du site à l'étude	3
2.2	Contexte physiographique, topographie et drainage superficiel	3
2.3	Milieu humain	5
2.4	Climat	5
2.5	Géologie	6
2.6	Hydrogéologie	7
2.6.1	Système d'information hydrogéologique (SIH)	7
2.6.2	Étude régionale	8
2.6.3	Études locales	8
3.	Travaux effectués	10
3.1	Forages exploratoires	10
3.2	Essai de pompage par paliers	11
3.3	Essai de pompage à débit constant d'une durée de 72 heures	12
3.4	Échantillonnages de l'eau souterraine	12
3.5	Relevé de localisation et nivellement du puits et piézomètre	13
4.	Résultats des travaux	14
4.1	Unités hydrostratigraphiques	14
4.2	Propriétés hydrauliques du puits PE-01-18	14
4.3	Propriétés hydrauliques de l'aquifère recoupé par le puits PE-01-18	15
4.4	Qualité de l'eau captée	17
5.	Analyse technique et évaluation environnementale allégée	21
5.1	Développement durable de la ressource	21
5.1.1	<i>Débit moyen d'exploitation</i>	21
5.1.2	<i>Débit de pointe horaire</i>	21
5.2	Impact du projet sur les utilisateurs d'eau souterraine	21
5.3	Impact du projet sur l'environnement	22
5.4	Impacts du projet sur la santé humaine	23
5.4.1	<i>Aire de protection immédiate</i>	23
5.4.2	<i>Aires de protection bactériologique, virologique et aire d'alimentation</i>	23
5.4.3	<i>Indice de vulnérabilité des eaux souterraines</i>	24
5.5	Inventaire des sources potentielles de contamination	25
6.	Conclusions et recommandations	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site	
Figure 2 : Carte topographique	
Figure 3 : Carte géologique	
Figure 4 : Carte des dépôts de surface	
Figure 5 : Carte des puits et forages répertoriés dans le SIH	
Figure 6 : Localisation des forages	
Figure 7 : Localisation des aires de protection bactériologique et virologique	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Statistiques relatives aux puits et forages inventoriés dans le SIH.....	7
Tableau 2: Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques du secteur (Golder, 2017)	8
Tableau 3: Calendrier de réalisation des travaux.....	10
Tableau 4: Coordonnées géodésiques du puits et piézomètre	13
Tableau 5: Qualité de l'eau souterraine captée	19
Tableau 6: Impact du projet de captage sur l'environnement.....	22
Tableau 7: Indice de vulnérabilité de l'ensemble des aires de protection.....	24
Tableau 8: Milieu environnant dans un rayon de 1 km du Puits	26

LISTE DES SCHÉMAS

Schéma 1 : Sens de l'écoulement des eaux de surface (MDDELCC, 2018).....	4
Schéma 2 : Milieux humides potentiels (MDDELCC, 2018)	4
Schéma 3 : Affectation du territoire (MDDELCC, 2018).....	5
Schéma 4: Carte piézométrique octobre 2015 (Golder, 2016).....	9

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Températures et précipitations de la station Amos d'Environnement Canada	6
Graphique 2: Paramètres problématiques dans l'eau souterraine	9
Graphique 3: Comportement du puits pendant l'essai en paliers	15
Graphique 4: Comportement du puits et du piézomètre en pompage et remontée	16
Graphique 5: Courbe semi-logarithmique du rabattement	17

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Figures

Annexe 2 : Inventaire des puits et forages dans le SIH

Annexe 3 : Dossier photographique

Annexe 4 : Rapports de forage

Annexe 5 : Données et graphiques de l'essai de pompage par paliers au puits PE-01-18

Annexe 6 : Données et graphiques de l'essai de pompage à débit constant

Annexe 7 : Certificats d'analyse d'eau en laboratoire

1. INTRODUCTION

1.1 Mandat

Dans le cadre de l’approvisionnement en eau potable du projet Odyssey à Malartic, le partenariat *Canadian Malartic* a mandaté *Richelieu Hydrogéologie Inc.* afin de réaliser une étude hydrogéologique qui accompagnera la demande d’autorisation requise en vertu de la *Loi sur la qualité de l’Environnement* (LQE) pour effectuer un prélèvement d’eau souterraine. L’étude vise à établir les conditions hydrogéologiques de la propriété à l’étude afin d’atteindre les objectifs suivants :

- ❑ Faire la conception d’une installation de prélèvement d’eau souterraine ;
- ❑ Évaluer le débit disponible ainsi que la qualité de l’eau captée ;
- ❑ Décrire le contexte hydrogéologique et les conditions locales d’écoulement souterrain ;
- ❑ Délimiter les aires de protection immédiate et intermédiaires ;
- ❑ Déterminer la vulnérabilité de l’aquifère à l’intérieur de ces aires;
- ❑ Réaliser l’inventaire des sources potentielles de dégradation de la qualité de l’eau captée dans les aires de protection du puits;
- ❑ Évaluer l’impact du projet sur les utilisateurs d’eau souterraine et sur l’environnement.

Ce document présente les résultats obtenus et les recommandations concernant les installations permanentes de captage.

1.2 Mise en situation

Dans le cadre du projet Odyssey, le partenariat *Canadian Malartic* (CMGP) projette d’exploiter la continuité en profondeur vers l’est du gisement actuellement exploité par les fosses à ciel ouvert. Ces zones comprennent, en autres, les zones Odyssey (zone Nord et zone Sud) et les zones East Malartic (zone East Malartic et zone Sheehan). Il est prévu que ces zones soient exploitées au moyen de galeries souterraines à proximité de la mine Canadian Malartic (la Mine). Ce projet nécessitera, entre autres, l’aménagement d’un portail d’accès souterrain, de rampes et potentiellement d’un puits pour accéder aux gisements.

La zone de recherche en eau se situe à proximité des futures infrastructures projetées situées au nord des zones nord et sud du projet et au sud de la route 117. La nappe d’eau souterraine de ce secteur sera influencée par le projet Odyssey.

Selon un mémorandum technique réalisé par Golder Associés (Golder 2017), l'alimentation en eau potable devra satisfaire les besoins de 200 travailleurs, sur une base de 24 h, pour l'hygiène seulement (douches et toilettes). La consommation unitaire est estimée à 140 L par personne, par jour, pour une PME sans cafétéria, avec douches (Brière, 2001). Ainsi, la consommation moyenne quotidienne pour 200 travailleurs est estimée à 28 000 L. En incluant 10% de fuites et un facteur de sécurité de 2, la consommation maximale quotidienne est de 61 600 L pour un débit équivalent de 43 L/min. Le projet de prélèvement d'eau souterraine par puits étant d'un débit inférieur à 75 m³/jour mais alimentant plus de vingt personnes, le prélèvement est de Catégorie 3 sous autorisation gouvernementale.

En résumé, le débit moyen journalier (incluant 10% de fuite) pour lequel une autorisation pour captage de l'eau souterraine sera demandée est de **31 m³/j**.

Pour la conception du puits, les valeurs maximales journalières sont généralement utilisées, et dans quelques cas, la pointe horaire. Les débits maximums journalier et horaire sont respectivement **de 62 m³/j** et de **93 m³/j**, incluant 10% de fuite.

2. DESCRIPTION DU CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

2.1 Localisation géographique du site à l'étude

La propriété de la Mine est entièrement située dans le Canton de Fournière, au sud de la ville de Malartic et à environ 25 km à l'ouest de la ville de Val-d'Or. Il est à noter que l'empreinte du projet Odyssey est entièrement située à l'intérieur du secteur du projet Extension Canadian Malartic (l'Extension), lequel a été approuvé par décret au début de 2017. La future zone d'infrastructures comprend les lots 2 999 849, 5 490 978 et 5 490 971 du cadastre du Québec. Les coordonnées géographiques du lieu à l'étude sont les suivantes :

- ❑ 78° 04' 1" Ouest
- ❑ 48° 07' 37" Nord

La figure 1 montrée à l'annexe 1 montre une carte de localisation à l'échelle 1 : 50 000 provenant d'un extrait du feuillet cartographique 32D01 du ministère des ressources naturelles du Canada.

2.2 Contexte physiographique, topographie et drainage superficiel

Les formes du territoire à l'étude sont typiques de la région physiographique du Bouclier Canadien, caractérisé par un plateau érodé. Plus spécifiquement, le site à l'étude est situé à l'intérieur de l'ensemble physiographique de la Plaine du Lac Preissac, du Bas Plateau d'Abitibi, caractérisé par des dépôts glacio-lacustres d'eau calme.

Le territoire est relativement plat et caractérisé par de nombreux cours d'eau composés de nombreux méandres, des lacs et des milieux humides. L'élévation du sol dans les environs immédiats du site à l'étude est de l'ordre de 308 mètres par rapport au niveau moyen de la mer. Les pentes du terrain sont de l'ordre de 1% en direction nord. La figure 2 présente un extrait de la carte topographique à l'échelle 1 : 20 000 du ministère de l'énergie et des ressources naturelles du Québec.

Le secteur à l'étude est situé sur le territoire du bassin versant des Baies de Hannah et de Rupert. Le réseau hydrographique comprend la rivière Malartic qui se déverse dans la rivière Harricana. Au sud, le réseau hydrographique appartient à la rivière Milky via le ruisseau Raymond. Localement, le réseau hydrographique est caractérisé par des ruisseaux se déversant vers le nord, par des marécages et des lacs de faibles dimensions dont l'élévation

varie entre 316 et 306 mètres. Le réseau hydrographique du secteur est montré au schéma 1. Le secteur est également caractérisé par de nombreux milieux humides. Le schéma 2 montre l'emplacement des milieux humides potentiels répertoriés.

Schéma 1 : Sens de l'écoulement des eaux de surface (MDDELCC, 2018)

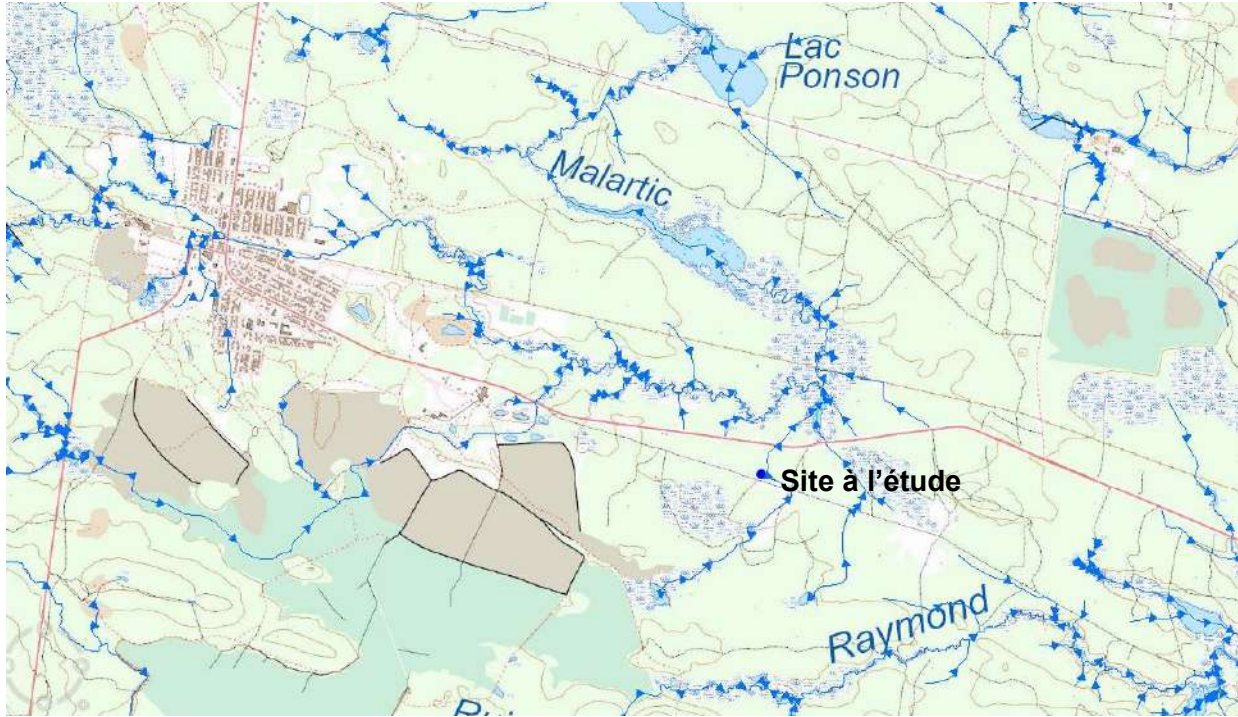
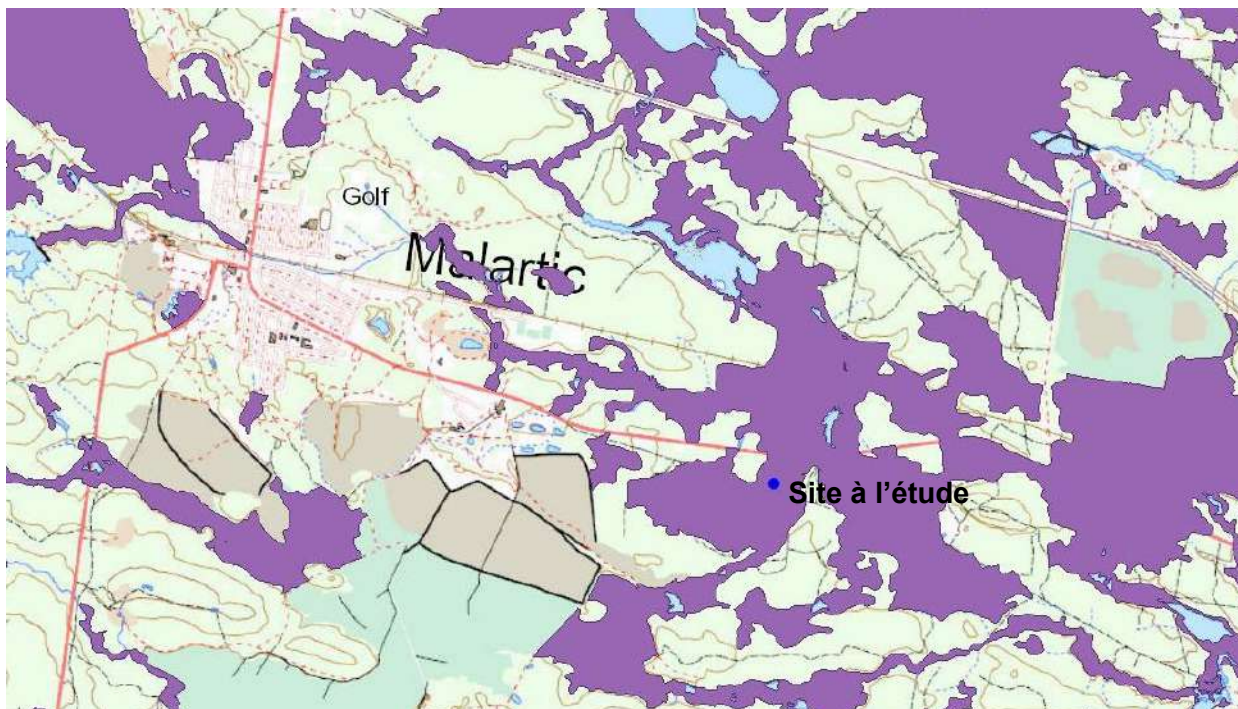


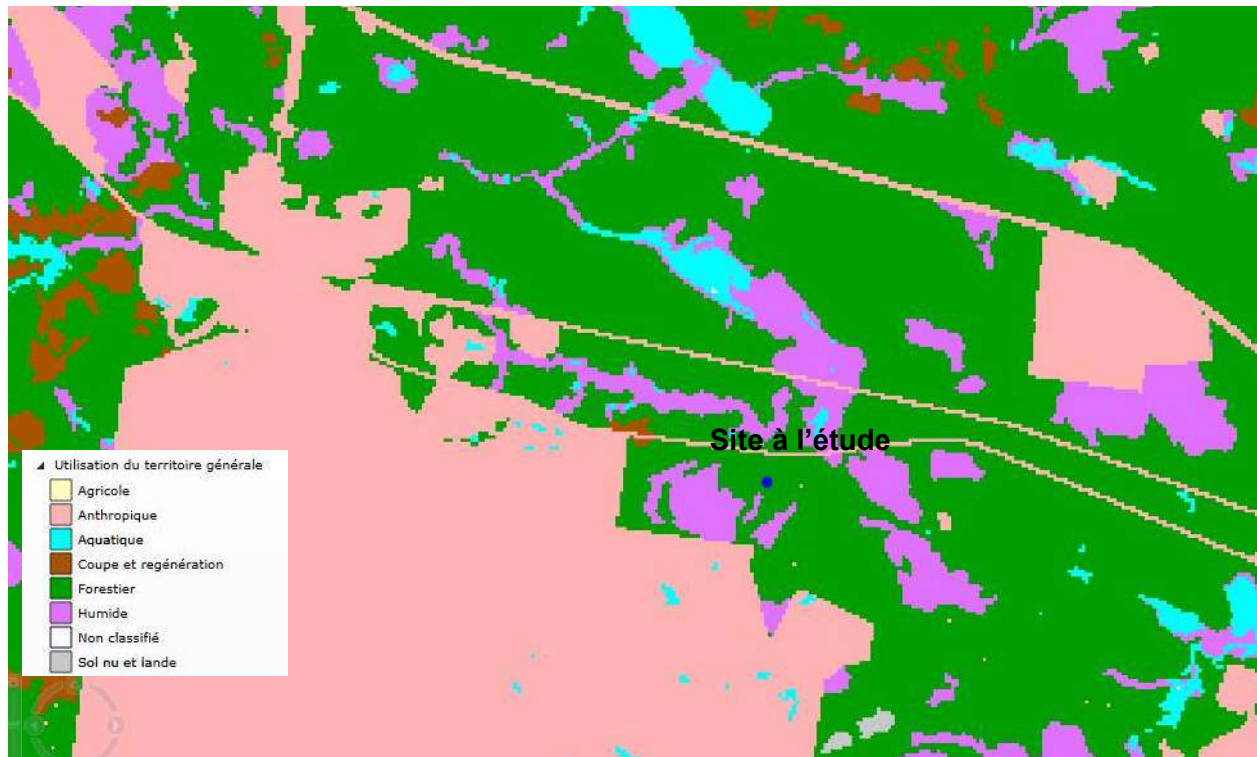
Schéma 2 : Milieux humides potentiels (MDDELCC, 2018)



2.3 Milieu humain

Le territoire comprend de nombreux usages anthropiques et des zones humides et de forêts. Le territoire environnant le site à l'étude est caractérisé par un milieu forestier de type forêt boréale continue du domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc. Actuellement le site minier comprend principalement les fosses Gouldie et Canadian Malartic, un parc à résidus et une halde à stériles. La Schéma 3 présente l'affectation du territoire du secteur. D'autres sites miniers sont également présents dont East Amphi au nord-ouest et Camflo au nord-est.

Schéma 3 : Affectation du territoire (MDDELCC, 2018)



Des claims actifs couvrent majoritairement la région à l'étude (GESTIM, 2018). Les dépôts de sols et de résidus industriels répertoriés sont associés aux parcs à résidus miniers alors que les sites contaminés répertoriés au niveau provincial sont caractérisés par des hydrocarbures, métaux et BTEX dans le secteur urbain et industriel.

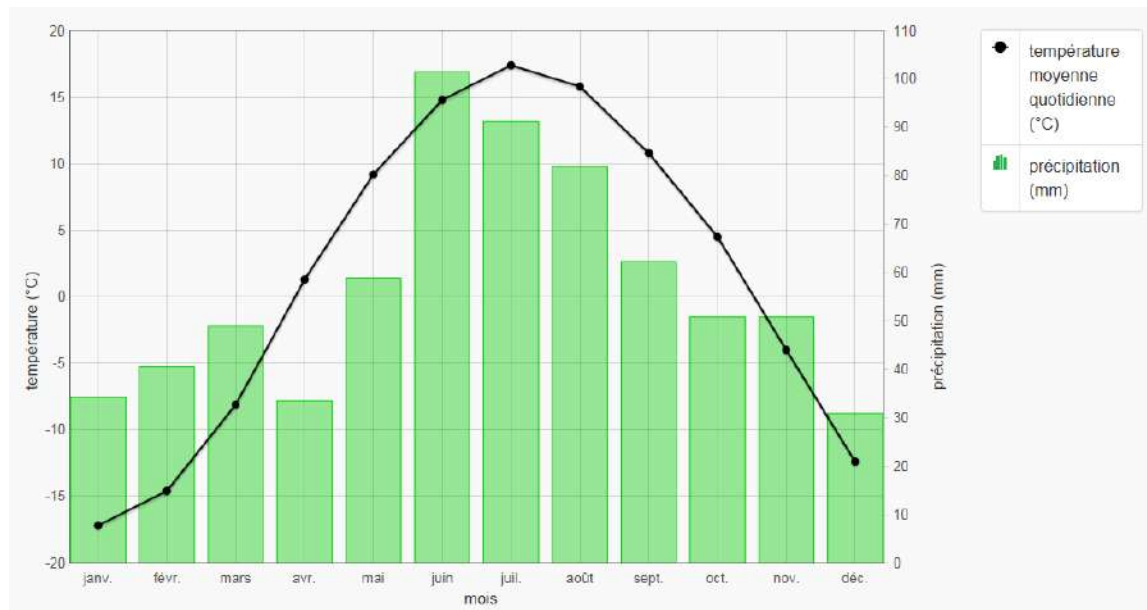
2.4 Climat

Les statistiques météorologiques mensuelles disponibles les plus rapprochées du site à l'étude proviennent de la station d'Environnement Canada située à Amos. Les normales climatiques y

ont été compilées de 1981 à 2010. La station se situe à 310 m d'altitude et à 50 km du site à l'étude.

Les précipitations totales annuelles sont de 929 mm par unité de surface. Les chutes de pluie totalisent 676 mm, tandis que les chutes de neige totalisent 253 cm. La moyenne mensuelle des températures varie entre 17,4°C en juillet et -17,2°C en janvier. Le graphique suivant présente les températures et précipitations pour les normales climatiques.

Graphique 1 : Températures et précipitations de la station Amos d'Environnement Canada



2.5 Géologie

Le territoire environnant le site à l'étude est caractérisé par la zone tectonique de Cadillac située dans la partie sud de la Ceinture de roches vertes archéenne de l'Abitibi et son contact au sud avec le Groupe de Pontiac caractérisé par des unités métasédimentaires. Le socle rocheux local comprend principalement la Formation de Piché composé de volcanites, basalte et wacke de la Sous-Province de l'Abitibi et le Groupe de Pontiac constitué de wacke, mudrocks et schiste de la Sous-Province de Pontiac (SIGEOM, 2013). Il comprend actuellement une quarantaine de lentilles riches en or. La figure 3 présente un extrait de la carte géologique du PACES.

Selon la carte de la géologie des formations quaternaires consultée, le site à l'étude comprend des dépôts glaciolacustres mis en place dans le lac proglaciaire Objibway et des dépôts

postglaciaires dont des dépôts organiques. On retrouve des argiles et silt d'eau profonde mis en place sous 30 à 50 m d'eau et dont l'épaisseur varie entre 1 et 60 mètres ainsi que des dépôts organiques dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 5 mètres. Au sud-ouest du secteur à l'étude, des sédiments plus perméables constitués de sable, sable silteux, blocs et gravier sont cartographiés. La pédologie du secteur est caractérisée par la présence de sols argileux et organiques. La figure 4 présente un extrait de la carte des formations de surface de la région.

2.6 Hydrogéologie

2.6.1 Système d'information hydrogéologique (SIH)

Pour obtenir un aperçu des caractéristiques hydrogéologiques locales, le système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDELCC a été consulté. Dans un rayon de 2 km autour du site à l'étude, 6 puits et forages ont été répertoriés comparativement à 45 puits et forages dans un rayon de 5 km. Il s'agit d'un inventaire non exhaustif puisqu'il est possible que certains puits ne soient pas répertoriés dans le système d'information du MDDELCC.

La figure 5 montre la localisation des puits et forages répertoriés, alors que leur description est présentée à l'annexe 2. Le tableau 1 présente les statistiques obtenues à partir de l'inventaire effectué.

Selon les données du SIH, l'épaisseur moyenne des dépôts est de l'ordre de 7 mètres. La profondeur moyenne des forages dans un rayon de 5 km est de 93,6 m pour un débit moyen de 41 litres/minute. Les forages réalisés pour des utilisateurs résidentiels dans un rayon de 5 km correspondent à environ 38% des forages répertoriés.

Tableau 1 : Statistiques relatives aux puits et forages inventoriés dans le SIH

Caractéristiques	Rayon de 2 km (6 forages)			Rayon de 5 km (45 forages)		
	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
Forage jusqu'au roc		33%			87%	
Niveau d'eau fin travaux	10,1 m	2,3 m	24,4 m	5,5 m	0,9	24,4 m
Débit	6,1 L/min	Un seul forage		41,1 L/min	1,4 L/min	638 L/min
Épaisseur des dépôts	6,7 m	6,1 m	7,3 m	7,3 m	1,8 m	17,9 m
Longueur du tubage	8,3 m	4,6 m	11,9 m	9,4 m	1,8 m	27,1 m
Profondeur	24,1 m	4,6 m	97,6 m	93,6 m	4,6 m	156,0 m

2.6.2 Étude régionale

Le site à l'étude a fait l'objet d'une étude hydrogéologique régionale dans le cadre du Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Eaux Souterraines (PACES) par l'INRS-ETE (projet Abitibi-Témiscamingue, partie 1). Cette étude mentionne les conditions hydrogéologiques suivantes au droit du site à l'étude :

- 10 à 15 m de dépôts meubles dont 7 mètres d'argile;
- Nappe captive caractérisée par de l'argile et limon recouvrant le roc ou sédiments granulaires;
- Élévation de la nappe d'eau souterraine estimée à 306 mètres;
- Taux de recharge annuelle de l'ordre de 90 mm/année;
- Indice DRASTIC variant entre 80 et 139.

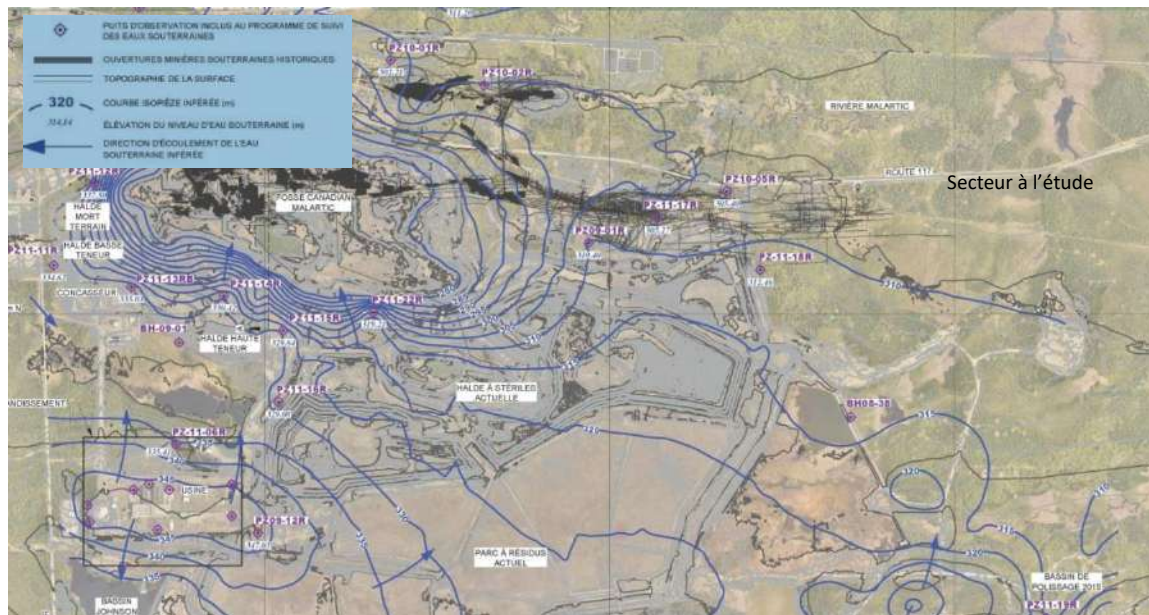
2.6.3 Études locales

Différentes études ont été réalisées dans le secteur. Le tableau 2 présente les propriétés hydrauliques des différentes unités géologiques du secteur. La piézométrie selon les conditions de l'année 2015 est illustrée au schéma 4. De plus, *Mine Canadian Malartic* suit l'évolution des puits domestiques dans un rayon de l'ordre de 7 km autour de la fosse. Deux types d'eau ont été identifiés, soit des eaux de type bicarbonaté-calcique (CA-HCO₃) associées avec des eaux peu évoluées de type recharge et des eaux de type bicarbonaté-sodique (NA-HCO₃) représentant des eaux généralement plus évoluées. Les principales problématiques rencontrées au niveau de la qualité des eaux sont présentées au graphique 2.

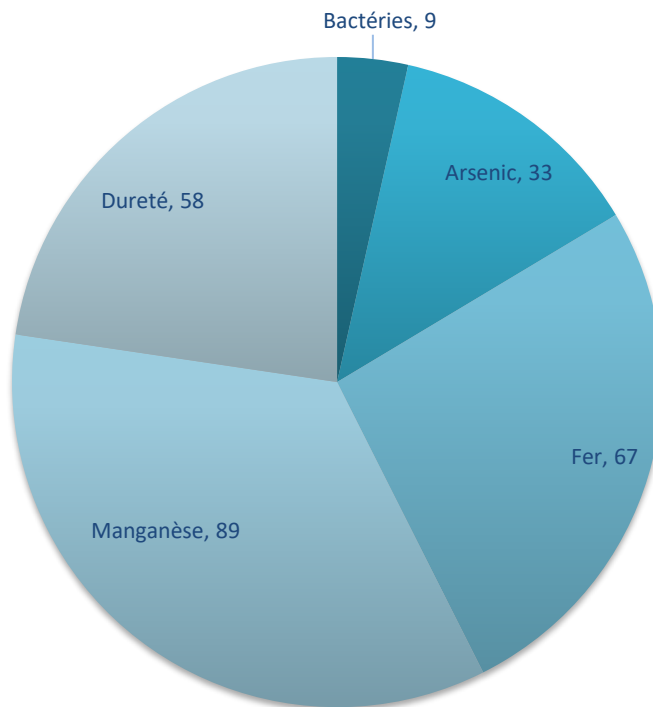
Tableau 2: Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques du secteur (Golder, 2017)

Unité	Conductivité hydraulique (m/s)	Anisotropie verticale	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Roc (0-50 m)	3x10 ⁻⁶ (Scénario K _{xy} faible) 9x10 ⁻⁶ (Scénario K _{xy} élevée)	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Roc (50-100 m)	1x10 ⁻⁷	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Roc (100-300 m)	1x10 ⁻⁸	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Roc (300 m et +)	1x10 ⁻⁹	10	1x10 ⁻⁵	0,01
Till	4,8x10 ⁻⁷	10	1x10 ⁻⁴	0,10
Résidus miniers	3x10 ⁻⁶	1	1x10 ⁻⁴	0,10
Sable	1x10 ⁻⁵	10	1x10 ⁻⁴	0,10
Esker	1x10 ⁻³	10	1x10 ⁻⁴	0,15
Marécage	1x10 ⁻⁶	1	1x10 ⁻³	0,01
Argile	1x10 ⁻⁸	10	1x10 ⁻³	0,01
Stériles remplissant la fosse Gouldie	1x10 ⁻³	1	1x10 ⁻⁴	0,3

Schéma 4: Carte piézométrique octobre 2015 (Golder, 2016)



Graphique 2: Paramètres problématiques dans l'eau souterraine (Richelieu Hydrogéologie inc, 2016)



3. TRAVAUX EFFECTUÉS

Dans le cadre de ce mandat, les travaux effectués ont été les suivants :

- ❑ La réalisation de forages exploratoires avec description géologique, suivi de l'aménagement d'un piézomètre et d'un puits d'essai ;
- ❑ La réalisation d'un essai de pompage par paliers suivi d'un essai de pompage à débit constant de 72 heures sur le puits d'essai ;
- ❑ L'échantillonnage de l'eau captée lors des essais et son analyse par un laboratoire accrédité.

Des photographies illustrant le déroulement des travaux sont présentées à l'annexe 3. Le tableau 3 présente le calendrier de réalisation des travaux.

Tableau 3: Calendrier de réalisation des travaux

Date	Évènement
30 mai 2018	Forage et aménagement du piézomètre PZ-01-18
5 juin 2018	Forage et aménagement du puits PE-01-18
16 juin 2018	Essai par paliers au puits PE-01-18
17 au 20 juin 2018	Essai de pompage à débit constant et échantillonnage au puits FEP-18-02

3.1 Forages exploratoires

Un premier forage exploratoire (PZ-01-18) de 150 mm de diamètre a été effectué le 30 mai 2018 à l'aide d'une foreuse de marque *Foremost* utilisant la méthode de double rotation. Les travaux ont été réalisés par l'entrepreneur *Groupe Puitbec inc.* sous la supervision de *Richelieu Hydrogéologie inc.* Le forage a été effectué dans l'unité rocheuse volcanique afin d'évaluer les propriétés aquifères de cette unité. Une couche d'argile silteuse d'environ 4 mètres d'épaisseur a d'abord été traversée avant d'atteindre le roc. Le forage atteint une profondeur de 120 mètres (394'). Sur l'ensemble du forage, une seule fracture avec une faible venue d'eau (0,3 gal/min) a été traversée. Étant donné les conditions peu propices à l'installation d'un puits d'alimentation, ce forage a été conservé pour être utilisé comme piézomètre.

Un deuxième forage exploratoire de 150 mm de diamètre a été effectué le 6 juin 2018 à l'aide de la même méthode (double rotation). L'objectif était d'atteindre une unité granulaire identifiée à l'est du secteur entre l'unité argileuse et le roc. Une unité de gravier avec présence de sable

fin et silt d'environ 1 mètre d'épaisseur a été traversée sous une unité d'argile silteuse d'environ 13 mètres d'épaisseur. Le roc a été atteint à une profondeur de 15,39 mètres (50').

Étant donné la présence d'eau dans l'unité de gravier, le forage a été aménagé en puits d'essai (PE-01-18). Celui-ci comprend une crépine d'acier inoxydable de marque *Concord Screen* de type « télescopique » de 146 mm de diamètre nominal, de 0,3 mm d'ouverture (0,012"), de 1,07 mètre de longueur, munie d'un manchon d'extension et d'un bouchon de fond. La crépine a été installée au niveau de l'unité de gravier, entre 14,33 et 15,39 mètre de profondeur. Le tubage permanent est composé d'acier de 150 mm de diamètre et de 16,01 m de longueur portant les marques de conformité ASTM A53. Après sa construction, le puits a été développé à l'aide de la méthode de jets d'air comprimé jusqu'à l'obtention d'une eau libre de particules.

Les rapports de forage sont présentés à l'annexe 4. Tous les matériaux utilisés pour la construction du puits sont conformes aux spécifications du « Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ».

3.2 Essai de pompage par paliers

Un essai de pompage par paliers a été effectué sur le puits PE-01-18 en date du 16 juin 2018. L'essai a été effectué afin de déterminer la courbe d'efficacité du puits ainsi que sa capacité spécifique. Les modalités de l'essai par paliers sont les suivantes :

Palier	Essai au puits PE-01-18, le 16 juin 2018	
#1	27 m ³ /jour	70 minutes
#2	54 m ³ /jour	50 minutes
#3	87 m ³ /jour	120 minutes

Au cours de l'essai, la lecture des niveaux d'eau a été effectuée manuellement à l'aide d'une sonde électrique à niveau d'eau. La mesure du débit a été effectuée à l'aide d'un tube rotamètre. L'eau pompée était rejetée directement à 50 m au nord, soit en aval de l'écoulement.

Les résultats d'interprétation de l'essai de pompage par paliers sont présentés à la section 4 de ce document, tandis que les tableaux et graphiques sont présentés à l'annexe 5.

3.3 Essai de pompage à débit constant d'une durée de 72 heures

Du 17 au 20 juin 2018, un essai de pompage à débit constant a été effectué au puits PE-01-18. L'essai de pompage a été réalisé au débit de 79 m³/jour (14,5 guspm). L'essai a été effectué afin d'établir les caractéristiques hydrauliques de la formation aquifère, d'évaluer l'impact du projet sur les utilisateurs d'eau souterraine et de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau captée. Pendant l'essai, les niveaux d'eau ont été mesurés dans le puits pompé (PE-01-18) ainsi que dans le piézomètre situé dans le roc (PZ-01-18). La lecture des niveaux d'eau a été effectuée manuellement à l'aide d'une sonde électrique à niveau d'eau, ainsi qu'avec un capteur de pression à enregistrement automatique *Levellogger 3001* de *Solinst*. La mesure du débit a été effectuée à l'aide d'un tube rotamètre. L'eau pompée était rejetée à 50 m au nord en aval de l'écoulement. Suite à l'arrêt de la pompe, la remontée des niveaux d'eau a été mesurée sur une période de 6 jours.

Les résultats d'interprétation de cet essai de pompage sont présentés à la section 4 de ce document, tandis que les tableaux et graphiques de données sont présentés à l'annexe 6.

3.4 Échantillonnages de l'eau souterraine

L'échantillonnage de l'eau souterraine au puits PE-01-18 a été effectué lors de l'essai de pompage à débit constant en date du 18, du 19 et du 20 juin 2018, soit après 24, 48 et 72 heures de pompage. Les échantillons ont été prélevés via un robinet d'échantillonnage situé à la tête du puits. Durant leur transport, les échantillons ont été conservés au frais dans les contenants fournis par le laboratoire d'analyse. Tous les échantillons ont été livrés au laboratoire accrédité *H2Lab* de Rouyn-Noranda. Les échantillons prélevés ont été analysés en fonction de la grille de paramètres microbiologiques et physico-chimiques recommandée dans les tableaux 6.1 et 6.2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable* du MDDELCC. Étant donné les activités de construction et de forage effectuées dans le secteur, des analyses supplémentaires en hydrocarbures pétroliers, en HAP et en BTEX ont été réalisées.

Des mesures in situ ont aussi été réalisées à chaque échantillonnage pour les paramètres pH, conductivité électrique et température.

Les résultats sont présentés à la section 4 de ce document, tandis que les certificats d'analyse sont présentés à l'annexe 7.

3.5 Relevé de localisation et nivellement du puits et piézomètre

La localisation en plan et en élévation du puits et du piézomètre a été effectuée par un arpenteur de CMGP. Le tableau 4 présente les coordonnées et l'élévation des puits sélectionnés.

Tableau 4: Coordonnées géodésiques du puits et piézomètre

Nom	Coordonnées (UTM83, 17T)		Margelle (m)	Élévation (m)	Distance du PE-01-18 (m)
	X (m)	Y (m)			
PZ-01-18	718 073,52	5 334 661,07	0,61	308,41	220
PE-01-18	718 264,77	5 334 552,53	0,92	308,57	-

4. RÉSULTATS DES TRAVAUX

4.1 Unités hydrostratigraphiques

Les travaux de forage réalisés sur la propriété dans le cadre de ce mandat ont permis de confirmer la séquence hydrostratigraphique interprétée lors de la revue du contexte hydrogéologique. Ainsi, à l'échelle locale, les unités hydrogéologiques suivantes sont identifiées :

- ❑ Aquiclude composée d'argile silteuse molle ;
- ❑ Aquifère constitué d'un gravier avec présence de sédiments fins (sable fins et silts);
- ❑ Aquitard formé par le socle rocheux.

Les forages effectués montrent que l'horizon le plus perméable (gravier) est situé à la base de l'unité d'argile qui peut atteindre 13 mètres d'épaisseur. Au forage PZ-01-18, l'unité de gravier n'a pas été rencontrée. L'argile d'une épaisseur d'environ 4 mètres repose directement sur le roc. Au forage PE-01-18, l'unité de gravier de 1,07 mètre d'épaisseur au contact du roc a été rencontrée sous environ 13 mètres d'argile.

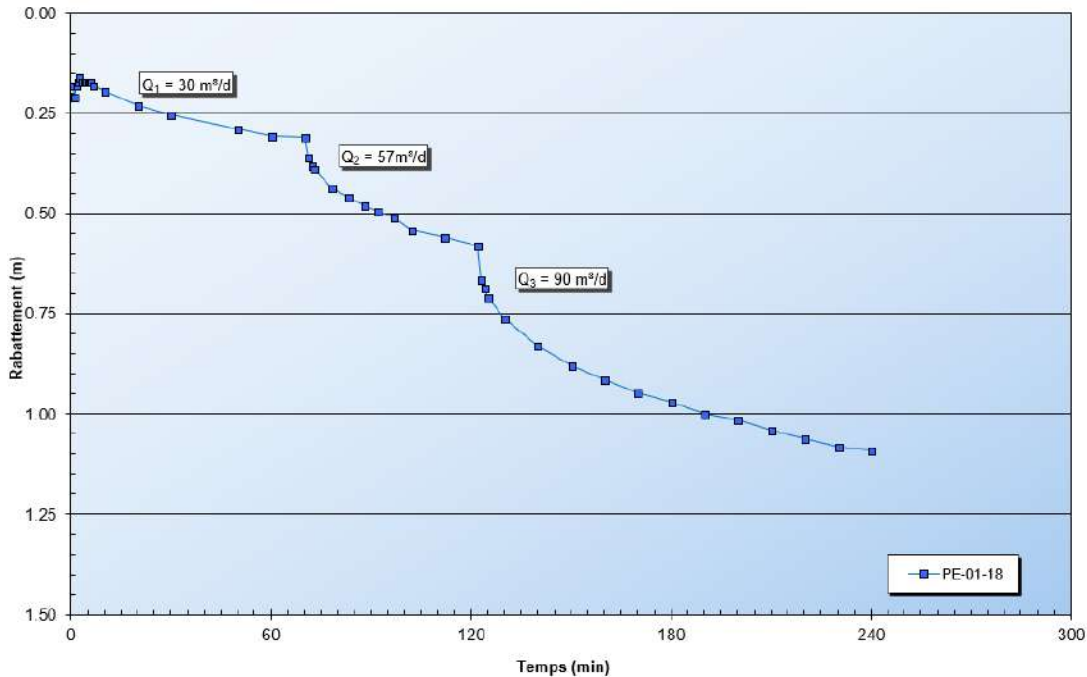
4.2 Propriétés hydrauliques du puits PE-01-18

L'essai par paliers réalisé le 16 juin 2018 au puits PE-01-18 a permis de déterminer sa courbe caractéristique en observant le rabattement obtenu pour trois paliers de pompage. La courbe de rabattement versus temps pendant l'essai par paliers ainsi que la courbe caractéristique du puits sont présentées à l'annexe 5 alors que le graphique 3 ci-dessous montre le comportement général du puits lors de l'essai. Les résultats d'interprétation de l'essai sont les suivants :

- ❑ Tous les paliers ont permis d'observer une tendance vers la stabilisation du niveau d'eau ;
- ❑ Le débit maximal du puits n'a pas été atteint ;
- ❑ Le rabattement atteint de 1,09 mètres au débit de 90 m³/jour correspond à environ 10% du rabattement maximal (± 13 m sous terrain naturel pour le niveau dynamique maximal) ;
- ❑ La capacité spécifique du puits pour une durée de pompage de l'ordre de 60 minutes est de 84 m³/jour par mètre de rabattement ;
- ❑ L'analyse selon la méthode de Jacob permet d'interpréter qu'au débit de 79 m³/jour, la perte de charge due à l'écoulement turbulent serait théoriquement de l'ordre de 0,19 m et le pourcentage d'écoulement laminaire serait de 79%.

Selon le pourcentage d'aire ouverte de la crépine fourni par le manufacturier, le débit de conception théorique du puits est de l'ordre de 185 m³/jour (34 Gal US/min).

Graphique 3: Comportement du puits pendant l'essai en paliers



4.3 Propriétés hydrauliques de l'aquifère recoupé par le puits PE-01-18

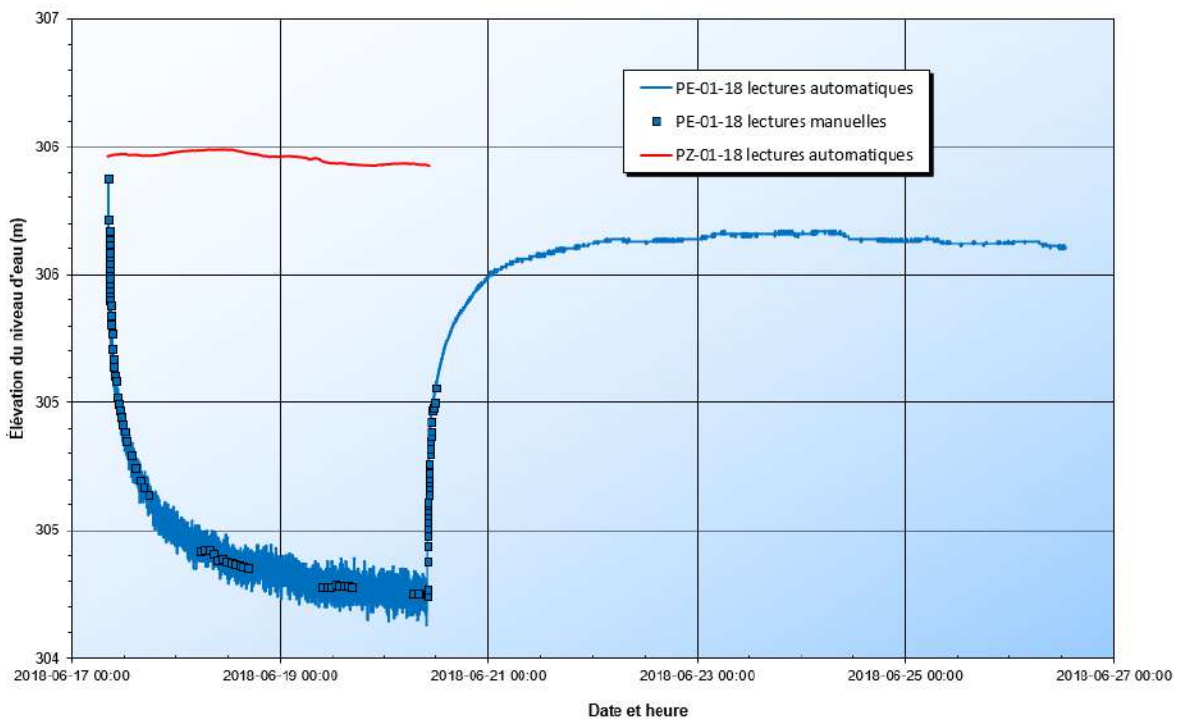
L'essai de pompage de 72 heures effectué du 17 au 20 juin 2018 au puits PE-01-18 au débit de 79 m³/jour (14,5 Gal US/min) a permis d'observer les tendances de rabattement en fonction du temps. Les données de l'essai ont été interprétées à l'aide de la méthode semi-logarithmique de Cooper-Jacob (voir graphiques 4 et 5). Le graphique du rabattement en fonction de la distance au puits d'essai et le tableau des données sont présentés à l'annexe 6.

Les résultats d'interprétation des données de l'essai montrent une transmissivité de l'ordre de 26 m²/jour. Le rabattement observé après trois jours de pompage au débit de 79 m³/jour est de 1.64 m ce qui correspond à 14 % du rabattement maximal correspondant à 2 m au-dessus du sommet de la crépine pour prévoir l'aménagement de la pompe submersible. Le comportement lors de l'arrêt du pompage indique une bonne recharge de l'aquifère. Durant la totalité de l'essai, les niveaux mesurés au piézomètre PZ-01-18, situé à 200 m à l'ouest du puits PE-01-18 sont demeurés stables.

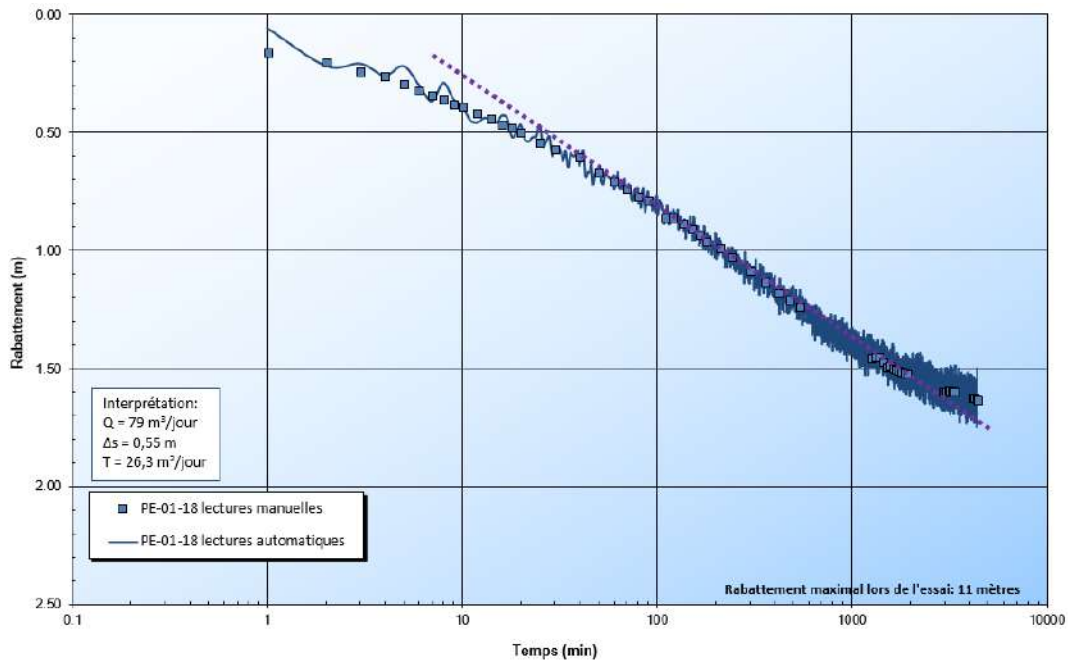
D'après les résultats obtenus, le faible rabattement mesuré au puits (1,64 m) pour un débit de 79 m³/jour montre que le besoin en eau moyen (31 m³/jour) est largement inférieur à la capacité du puits. Il est donc possible d'affirmer que l'aquifère puisse soutenir à long terme la consommation moyenne journalière de 31 m³/jour ainsi que la consommation maximum journalière de 62 m³/jour.

La pompe submersible permanente devra comprendre un clapet anti-refoulement et la prise d'eau devra être installée au-dessus de la crépine. Une sonde de bas niveau assurera un niveau d'eau supérieur en tout temps au sommet de la pompe submersible.

Graphique 4: Comportement du puits et du piézomètre en pompage et remontée



Graphique 5: Courbe semi-logarithmique du rabattement



4.4 Qualité de l'eau captée

Le tableau 5 présente les résultats d'analyse des échantillons d'eau prélevés après 24, 48 et 72 heures de pompage au puits PE-01-18. Il est possible d'y faire les observations suivantes :

- La qualité physico-chimique est affectée par des dépassements des critères du RQEP en fer (0,3 mg/l), manganèse (0,2878 mg/l), dureté (198 mg Ca/l) et sulfures (0,1 mg/l). De plus, le potentiel de formation de trihalométhanes (86 µg/l) en cas de chloration excède le critère. Enfin, la couleur et le carbone organique total sont élevés;
- La qualité bactériologique de l'eau n'est pas conforme aux critères en vigueur. La présence d'une colonie de bactéries coliformes d'origine fécale (E. Coli) dans l'échantillon 24h ainsi que de coliformes totaux et de colonies atypiques démontre que l'eau souterraine captées est vulnérable et indique un apport potentiel en eaux de surface. La présence de carbone organique total et la couleur de l'eau capté vient appuyer ce fait ;
- En général, les paramètres analysés sont stables entre les échantillonnages à l'exception du zinc et de l'azote total Kjeldahl .

L'eau captée au puits PE-01-18 est donc considérée vulnérable et en lien direct avec les eaux de surface. Elle devra subir un traitement avant sa distribution afin de procéder à la diminution du fer, du manganèse et des sulfures ainsi qu'une désinfection pour l'enlèvement des bactéries et virus. Il faudra s'assurer que le traitement de désinfection élimine au moins 99,9 % des organismes cibles et que celui-ci sera adapté à la présence du carbone organique total présent. Un avis d'un professionnel établissant que les équipements permettent d'atteindre le niveau d'élimination sera requis.

Les copies des certificats d'analyses du laboratoire sont présentées à l'annexe 7.

PARTENARIAT CANADIAN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
 ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
 ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18

Tableau 5: Qualité de l'eau souterraine captée

Paramètres du tableau 6.1	Valeur maximale (RQEP ou recommandation)	Résultat 24h	Résultat 48 h	Résultat 72h
Antimoine (mg/L)	0,006	<0,0002		<0,0001
Arsenic (mg/L)	0,010	0,0006		<0,0005
Baryum (mg/L)	1	0,2214		0,2140
Bicarbonates (mg/L CaCO ₃)	-	192		194
Bore (mg/L)	5	0,008		<0,01
Bromures (mg/L)	-	<0,01		<0,01
Cadmium (mg/L)	0,005	<0,00005		<0,00002
Chlorures (mg/L)	250	3,3		2,8
Chrome (mg/L)	0,05	0,0003		<0,0006
Conductivité (mS/cm)**	< 1500	346	378	326
Cuivre (mg/L)	1,0	<0,0005		<0,0005
Cyanures (mg/L)	0,2	0,001		<0,001
Fluorures (mg/L)	1,5	0,13		0,14
Mercuré (mg/L)	0,001	0,00001		<0,00001
Plomb (mg/L)	0,01	<0,0005		<0,0003
Sélénium (mg/L)	0,01	<0,0006		<0,001
Sodium (mg/L)	200	10,5		12,5
Sulfates (mg/L)	500	25,4		26,1
Uranium (mg/L)	0,02	<0,0005		<0,001
Zinc (mg/L)	5,0	0,0021		0,01

Paramètres du tableau 6.2		Résultat 24h	Résultat 48 h	Résultat 72h
Alcalinité (mg/L CaCO ₃)	-	192	169	194
Azote ammoniacal (mg/L N)	-	0,30	0,31	0,27
Azote total Kjeldahl (mg/L N)	-	0,28	0,62	0,10
Calcium (mg/L)	-	56,2	55,7	49,8
Demande en chlore (mg/L)	-	5,38	X	X
Dureté totale (mg/L Ca CO ₃)	120	198	193	179
Fer dissous (mg/L)	0,3	0,30	0,27	0,29
Fer total (mg/L)	0,3	0,46	0,45	0,50
Magnésium (mg/L)	-	14,1	13,4	13,3
Manganèse dissous (mg/L)	0,02	0,2878	0,2947	0,3164
Manganèse total (mg/L)	0,02	0,2968	0,2860	0,2855
Nitrates & nitrites (mg/L N)	10	0,01	0,01	<0,01
Nitrites (mg/L N)	1	0,01	<0,01	<0,01
pH**	6,5 - 8,5	7,54	8,46	8,23
Solides dissous (mg/L)	-	294	293	293
Solides totaux (mg/L)	< 500	304	298	270
Trihalométhanes (SDS-THM) (mg/l)	0,08	83	X	X
Température (°C)	< 15	6,8	6,8	6,1
Sulfures (mg/L)	0,05	0,10	0,11	0,12
Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)	0			0
Virus Coliphages F-spécifiques	Absence			Absence
Absorbance UV 254 nm (cm ⁻¹)	-	0,130	0,143	0,138
Carbone organique total (COT) (mg/L)	-	7,4	8,3	8,6
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	0	1*	0	0
Coliformes totaux (UFC/100 ml)	10	8	10	5
Colonies atypiques	200	14	3	3
Couleur vraie (CU)	< 15	11	15	15
Turbidité (UTN)	5	1,13	0,70	1,77

*Escherichia coli

**Mesures in situ (absence de chlore résiduel)

X : non effectué par le laboratoire

PARTENARIAT CANADIAN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18

Paramètres de l'annexe 1 du RQEP	Valeur maximale	Résultat 24h	Résultat 48 h	Résultat 72h
	(RQEP ou recommandation)			
Hydrocarbures pétroliers C10-C50				<0,1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (ug/L)				
Naphtalène				<0,03
Indéno (1,2,3-cd)pyrène				<0,008
Benzo (b,j,k) fluranthène				<0,06
Dibenzo (a,h) anthracène				<0,03
Chrysène				<0,03
Benzo (a) anthracene				<0,03
Acénaphène				<0,03
Fluorène				<0,03
Phénanthrène				<0,03
Anthracène				<0,03
Fluoranthène				<0,03
Pyrène				<0,03
Hydrocarbures BTEX (ug/L)				
Benzène	0,5			<0,2
Toluène	24			0,12
Éthylbenzène	2,4			<0,1
Xylène	20			<0,4

5. ANALYSE TECHNIQUE ET ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE ALLÉGÉE

5.1 Développement durable de la ressource

5.1.1 Débit moyen d'exploitation

Afin de respecter l'objectif de développement durable de la ressource, le volume d'eau capté ne doit jamais être supérieur à la capacité de recharge de l'aquifère. Cet état d'équilibre peut être observé lorsque les niveaux dynamiques mesurés dans le puits tendent à se stabiliser dans le temps. L'atteinte de cet équilibre constitue le régime permanent. Ce régime d'écoulement est observé théoriquement lorsque les rabattements sont stabilisés dans un puits. En pratique, le niveau piézométrique fluctue constamment puisque les aquifères sont soumis à des taux de recharge distribués non uniformément dans le temps et qu'ils sont parfois reliés hydrauliquement aux cours d'eau superficiels.

La présente étude a permis la vérification du potentiel d'exploitation du puits d'essai. Le contexte hydrogéologique local, par la présence d'un dépôt de sable et gravier, est propice à l'établissement de puits de production de petit à moyen débit.

D'après les résultats de l'essai de pompage, le faible rabattement mesuré au puits (~1,6 m) pour un débit de 79 m³/jour montre que le besoin en eau moyen (31 m³/jour) est largement inférieur à la capacité du puits. Il est donc possible d'affirmer que l'aquifère puisse soutenir à long terme la consommation moyenne journalière de 31 m³/jour ainsi que la consommation maximale journalière (62 m³/jour).

5.1.2 Débit de pointe horaire

Le débit de pointe horaire correspond au débit que doit fournir le puits lors des pointes de consommation de courte durée. Selon les données de conception du projet, le débit correspondant est de 93 m³/jour. Ce débit est comparable au débit du troisième palier (90 m³/jour) de l'essai du 16 juin 2018, pompé durant deux (2) heures consécutives avec un rabattement de 1,09 m. Ce rabattement correspond à 10 % du rabattement disponible si la pompe est installée à 14 m de profondeur, soit deux mètres au-dessus de la crépine. Le puits possède la capacité hydraulique suffisante pour soutenir le débit maximum horaire.

5.2 Impact du projet sur les utilisateurs d'eau souterraine

L'évaluation de l'impact du projet sur les utilisateurs d'eau souterraine a été effectuée en évaluant l'aire d'influence pour l'essai de pompage dont le débit total soutiré de l'aquifère était

de 79 m³/jour, puis en identifiant les utilisateurs d'eau souterraine du milieu environnant. Au cours de cet essai, le niveau d'eau au piézomètre PZ-01-18, situé à 200 mètres de distance du puits PE-01-18 est demeuré stable. Il est donc raisonnable de croire que tout puits situé à une distance supérieure à 200 m du puits ne ressentira pas d'impact lié au rabattement de la nappe. D'après la base de données du SIH, le puits résidentiel le plus proche se situe à environ 680 mètres au nord-ouest du puits PE-01-18. Nous sommes donc d'avis que l'exploitation du puits PE-01-18 n'aura aucun impact sur les utilisateurs d'eau souterraine.

5.3 Impact du projet sur l'environnement

Le tableau 6 présente les impacts appréhendés sur l'environnement, ainsi que leur probabilité d'occurrence et la justification. Étant donné que le projet de captage est de faible envergure et que le rabattement induit sur la nappe est très faible et que l'aquifère est isolé de la surface par un horizon d'argile de 13 m d'épaisseur, l'impact du projet sur l'environnement est jugé nul. L'écologie du site ne sera pas perturbée par la mise en place des nouveaux puits et piézomètre puisqu'un chemin d'accès existant permet l'accès, la coupe d'arbres matures n'a donc pas été nécessaire.

Tableau 6: Impact du projet de captage sur l'environnement

Impact appréhendé	Probabilité	Justification
Dégradation de la faune et la flore	nulle	Étant donné le faible rabattement projeté, la profondeur du niveau d'eau et la présence d'une unité confinante d'argile silteuse séparant l'aquifère confiné avec la surface, aucun écosystème aquatique n'est menacé par les travaux à venir. Seuls les travaux d'excavation reliés à l'aménagement des conduites de distribution risquent de perturber faiblement et temporairement le milieu environnant.
Milieu hydrique	nulle	Le débit projeté est négligeable et l'aire d'influence du pompage est inférieur à 200 m. La présence d'une unité confinante d'argile silteuse séparant l'aquifère confiné avec la surface isole le milieu hydrique en surface.
Tarissement de l'aquifère	nulle	Le faible débit moyen d'exploitation projeté ne constitue pas une menace pour la pérennité de l'aquifère.

5.4 Impacts du projet sur la santé humaine

5.4.1 Aire de protection immédiate

La détermination des aires de protection autour de l'ouvrage de captage vise à protéger l'ouvrage de captage lui-même, ainsi que la portion de l'aquifère qui le réalimente. L'aire de protection immédiate correspond à un cercle d'un rayon arbitraire de 3 mètres centré sur le puits. Les restrictions prévues au « règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection » (RPEP) s'appliquent à cette aire.

Il n'est pas nécessaire de délimiter cette aire à l'aide d'une clôture. Il est cependant recommandé d'en restreindre l'accès afin de protéger l'intégrité de la tête du puits et d'indiquer la présence du puits à l'aide d'une affiche. Le puits doit être accessible, excéder le sol d'au moins 30 cm, être recouvert d'un couvercle cadénassé résistant aux intempéries, aux contaminants et à la vermine et la finition du sol doit permettre d'empêcher la présence d'eau stagnante et de prévenir le ruissellement d'eau en direction de l'installation sur une distance de 1 m autour de l'installation. De plus, l'aménagement des installations doit être réalisé de façon à minimiser l'impact sur l'environnement.

5.4.2 Aires de protection bactériologique, virologique et aire d'alimentation

Les aires de protection bactériologique et virologique correspondent à la distance théorique à parcourir par l'eau aboutissant à l'ouvrage de captage dans un délai suffisant pour que la contamination de nature bactérienne ou virale se résorbe d'elle-même à la suite de l'action des mécanismes d'atténuation des sols et du temps de survie des micro-organismes. La détermination de l'aire d'alimentation vise à protéger le puits de captage contre les substances polluantes persistantes.

L'aire d'alimentation correspond à la surface de terrain sur laquelle toute l'eau qui s'infiltré aboutit tôt ou tard au puits. Le prélèvement étant de catégorie 3, l'aire de protection bactériologique est fixée dans un rayon de 30 m du lieu de captage et l'aire de protection virologique est fixée dans un rayon de 100 m. À l'intérieur de ces aires de protection, la vulnérabilité des eaux souterraines doit être évaluée et un inventaire des activités susceptibles de dégrader la qualité des eaux souterraines doit être réalisé. À l'intérieur de ces aires, les activités d'épandage et de stockage à même le sol de boues provenant d'ouvrages municipaux d'assainissement des eaux, ou de compost de ferme, engrais et déjections animales sont interdites (articles 58 à 64 du RPEP). L'aire d'alimentation du puits d'essai n'a pas été déterminée dans le cadre de cette étude.

La figure 7 (annexe 1) montre un plan de localisation des aires de protection et des infrastructures projetées. Tel que décrit au paragraphe qui précède, les aires de protection bactériologique et virologique sont déterminées par les rayons arbitraires de 30 m et 100 m.

5.4.3 Indice de vulnérabilité des eaux souterraines

L'indice de vulnérabilité des eaux souterraines reflète le niveau de risque de contamination de l'eau due à l'activité humaine. Le règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) se réfère à la méthode DRASTIC comme moyen d'évaluation de cet indice. Cette méthode, qui consiste en un système de cotation numérique, est décrite en détail dans le document EPA/600-2-87-035 (Aller, 1987).

Le tableau 7 montre les résultats de l'évaluation faite selon la méthode de l'indice DRASTIC pour l'ensemble des aires de protection (rayon de 100 m du puits), selon les données des forages, des essais de pompage et des informations géoscientifiques disponibles.

Tableau 7: Indice de vulnérabilité de l'ensemble des aires de protection

Paramètre DRASTIC	Évaluation	Cote	Poids	Cote pondérée
Profondeur de la nappe	4,5-15 m	6	5	30
Recharge	50-100 mm/an	3	4	12
Aquifère	Gravier et sable fins	8	3	24
Sol	Tourbe et argile	4	2	8
Topographie	0-2 %	10	1	10
Zone vadose	Argile silteuse	3	5	15
Conductivité hydraulique	K = 30 m/jour	6	3	18
Indice DRASTIC				117

Les résultats démontrent une valeur de vulnérabilité de 117 représentative d'une nappe d'eau souterraine vulnérable à une contamination de surface puisque l'indice DRASTIC est supérieur à 100. Par contre, la présence de la couche de silt argileux d'une épaisseur d'environ 13 mètres à l'endroit du puits permet d'apporter une protection non négligeable de l'eau souterraine captée par rapport à une éventuelle contamination de surface. Cependant, la continuité de cette unité sur l'ensemble du site est inconnue et la présence de bactérie atypique et d'origine fécale et de carbone organique total indique un apport potentiel en eau de surface.

5.5 Inventaire des sources potentielles de contamination

Il est possible d'observer sur la figure 7 que l'aire de protection bactériologique et virologique du puits englobe certaines infrastructures projetées du projet Odyssey (stationnement, bureaux et sècherie, champ d'épuration, bassin de rétention des eaux). Selon le RPEP, aucune des activités interdites suivantes n'est identifiée à l'intérieur des aires de protection:

- ❑ L'épandage et stockage à même le sol de boues sauf si certifiées conformes (article 58);
- ❑ L'aménagement d'une cour d'exercice et le stockage de matières fertilisantes azotées, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes non certifiées conformes (article 59);
- ❑ L'aménagement d'une aire de compostage dans les premiers 100 m de l'aire (article 60);
- ❑ L'aménagement d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux dans les premiers 100 m de l'aire (article 61);
- ❑ Le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou matières résiduelles fertilisantes non conformes dans les premiers 100 m de l'aire (article 63).

Le projet Odyssey comprendra un système de traitement des eaux usées domestiques. Ces installations projetées sont situées à environ 100 m au sud du puits et donc à la limite extérieure des aires de protection bactériologique et virologique.

Un bassin collecteur (bassin NE) des eaux de ruissellement du site est localisé à l'est du puits dans l'aire de protection virologique. La profondeur du bassin variera en fonction de la topographie mais sera de façon générale, d'une profondeur d'environ 6,0 m à 6,5 m. Le fond est fixé à une élévation de 301,5 m et est localisé dans l'unité argileuse d'une épaisseur approximative de 7,4 m dans le secteur. L'unité confinante d'argile sera donc excavée sur une portion importante de son épaisseur, ce qui augmentera la vulnérabilité de l'eau souterraine dans ce secteur qui est situé dans l'aire de protection virologique du puits. Cependant, compte tenu de l'identification de la présence de bactéries coliformes dans l'eau captée au puits d'essai, un système de désinfection ainsi qu'un suivi régulier selon le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* sera nécessaire.

Par ailleurs, par réciprocité des règlements, le tableau 8 présente une compilation d'activités réglementées dans un rayon de 1000 m du puits.

Tableau 8: Milieu environnant dans un rayon de 1 km du Puits

Milieu	Distance	Description
Exploitation minière	Rampe à 250 mètres au sud	La rampe n'est actuellement pas encore construite
Carrière ou sablière	Sablières à 800 mètres	Sablières de faibles profondeurs et non localisées en amont topographique des puits à l'étude
Lieu d'enfouissement de matières résiduelles	Aucun dans un rayon de 1 km	n/a
Ancien lieu d'enfouissement de matières résiduelles	Aucun dans un rayon de 1 km	n/a
Lieu d'enfouissement de matières résiduelles dangereuses	Aucun dans un rayon de 1 km	n/a
Lieu d'enfouissement de sols contaminés	Aucun dans un rayon de 1 km	n/a
Puits gazier ou pétrolier	Aucun dans un rayon de 1 km	n/a

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux et essais effectués dans le cadre du présent mandat ont permis d'effectuer les interprétations nécessaires pour atteindre les objectifs du mandat. Les résultats obtenus permettent de formuler les conclusions suivantes :

- ❑ Le nouveau puits PE-01-18 exploite un aquifère composé d'un gravier et sable fins reposant sur le socle rocheux, situé sous une couche d'argile d'épaisseur variable mais pouvant atteindre 13 mètres à l'endroit ;
- ❑ L'aménagement du puits PE-01-18 est conforme aux normes du RPEP et comprend une crépine en acier inoxydable de type « télescopique » de 146 mm de diamètre nominal, de 0,30 mm d'ouverture (0,012") et de 1,07 m de longueur. Le sommet de la crépine se situe à 14,33 m;
- ❑ L'essai de pompage à débit constant réalisé sur le puits démontre qu'à 79 m³/jour, le rabattement observé après 72 heures de pompage est de 1,64 m ce qui correspond à 14% du rabattement disponible ;
- ❑ Le profil bactériologique réalisé au puits PE-01-18 démontre que l'eau n'est pas potable et doit être désinfectée à l'aide d'un système de traitement avant sa consommation ;
- ❑ Le profil physico-chimique réalisé au puits PE-01-18 démontre des dépassements des critères d'objectif esthétique pour le fer, le manganèse, la dureté et les sulfures ;
- ❑ La simulation en laboratoire sur les sous-produits de désinfection (SDS-THM) démontre un dépassement de norme en chloroforme ;
- ❑ Aucun impact sur les utilisateurs d'eau souterraine n'est appréhendé ;
- ❑ Aucun impact sur l'environnement n'est appréhendé ;
- ❑ L'aquifère possède une vulnérabilité moyenne à l'intérieur de aires de protection du puits avec un indice DRASTIC de 117 ;
- ❑ La qualité de l'eau captée au puits indique un apport potentiel des eaux de surface ;
- ❑ L'aire de protection immédiate correspond à un rayon de 3 mètres centré sur le puits ;
- ❑ L'aire de protection intermédiaire correspond à un rayon de 30 mètres pour la protection bactériologique et de 100 mètres pour la protection virologique.

Compte-tenu de ce qui précède, il est possible de formuler les recommandations suivantes :

- ❑ La pompe submersible permanente devra comprendre un clapet anti-refoulement et devra être installées immédiatement au-dessus de la crépine. Une sonde de bas niveau assurera un niveau d'eau supérieur en tout temps au sommet de la pompe submersible. La pompe devra posséder une capacité de 93 m³/jour (17 guspm) ;
- ❑ Aménager la surface du terrain autour du puits de façon à éviter toute stagnation des eaux de surface (surface conique peu perméable dans un rayon de 1 m autour du puits) ;
- ❑ Procéder à l'abandon du piézomètre PZ-01-18 conformément à l'article 20 du RPEP ;
- ❑ Faire le suivi des volumes d'eau prélevés à l'aide de débitmètres-totalisateurs, ainsi que le suivi des niveaux d'eau mensuellement à l'aide d'une sonde électrique ou une sonde à enregistrement automatique afin de vérifier l'efficacité du puits et de la nappe d'eau souterraine ;
- ❑ Faire l'installation d'un système de traitement pour l'enlèvement du fer, du manganèse et des sulfures et un système de désinfection adapté à la présence de sous-produit de désinfection ;
- ❑ Effectué un suivi sur la qualité de l'eau brute captée selon le RQEP.

RÉFÉRENCES

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., and Petty, R.J., 1985, DRASTIC- A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. U.S. Environmental Protection Agency report EPA/600/2-85/018, 163 p.

Cloutier, V., Blanchette, D., Dallaire, P.-L., Nadeau, S., Rosa, E., et Roy, M. 2013. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1). Rapport final déposé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Rapport de recherche P001. Groupe de recherche sur l'eau souterraine, Institut de recherche en mines et en environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 135 p., 26 annexes, 25 cartes thématiques (1:100 000).

Couture, J.F., 1991. Carte géologique des gîtes métallifères des districts de Rouyn-Noranda et de Val-D'Or, DV-90-11. Ministère de l'énergie et des ressources (mines).

Houle, J.-S. Chabot, F., Mailloux, M. et Julien, M. R., 15 mars 2004. Exploration Malartic-Sud, Analyse hydrogéologique du secteur de la fosse Goldust, Projet Croinor; Golder Associés Ltée.

Environnement Canada, 2018. Normales Climatiques du Canada de 1981-2010, Station Amos (Québec).

Groleau, P. (Golder Associés), 7 décembre 2017. Mémoire technique : Alimentation en eau potable pour le projet Odyssey, Malartic, Québec. Référence GAL025-1776338-RF-Rev1.

Groleau, P. (Golder Associés), 7 décembre 2017. Mémoire technique : Évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux d'eau des eaux souterraines du projet Odyssey, Malartic, Québec. Référence 012-1776338-RF-Rev1.

Leblanc, Y. (Richelieu Hydrogéologie inc.), septembre 2016. Mine Canadian Malartic, Suivi de la qualité de l'eau souterraine des puits domestiques environnants.

Ministère de l'énergie et des ressources, 19 avril 2000. Cartes topographiques 32D01-0102 et 32D01-0202, échelle 1/20 000. Service de la cartographie du Québec.

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (GESTIM), 6 juillet 2018. Carte des titres miniers 32D01.

Ministère du développement durable, environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2018. Registre des sites d'équipements pétroliers et liste des titulaires d'un permis d'équipements pétroliers. Site Internet: <https://www.rbq.gouv.qc.ca/equipements-petroliers/liste-des-titulaires-dun-permis-dutilisation.html>

Ministère du développement durable, environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2018. Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels. Site Internet: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/residus_ind/recherche.asp

Ministère du développement durable, environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2018. Répertoire des terrains contaminés. Site Internet: <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp>

Ministère du développement durable, environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2018. Service de diffusion de la cartographie hydrogéologique. Site Internet: <https://www.servicesenligne.mddep.gouv.qc.ca/Atlas>

Ministère du développement durable, environnement et de la lutte contre les changements climatiques du Québec, 2018. Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection. Site Internet: <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/prelevements/reglement-prelevement-protection/index.htm>

Ministère du développement durable, environnement et lutte contre les changements climatiques du Québec, 2015. Système d'information hydrogéologique (SIH). Site Internet: <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/>

Paradis, S.J., 2007. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Lac Blouin, Québec; Commission géologique du Canada. Carte 2017a, échelle 1/100 000.

Ressources naturelles du Québec (SIGEOM), 2013. Carte géologique Malartic, 32D01-0202, CG-32D01D-2013-01.

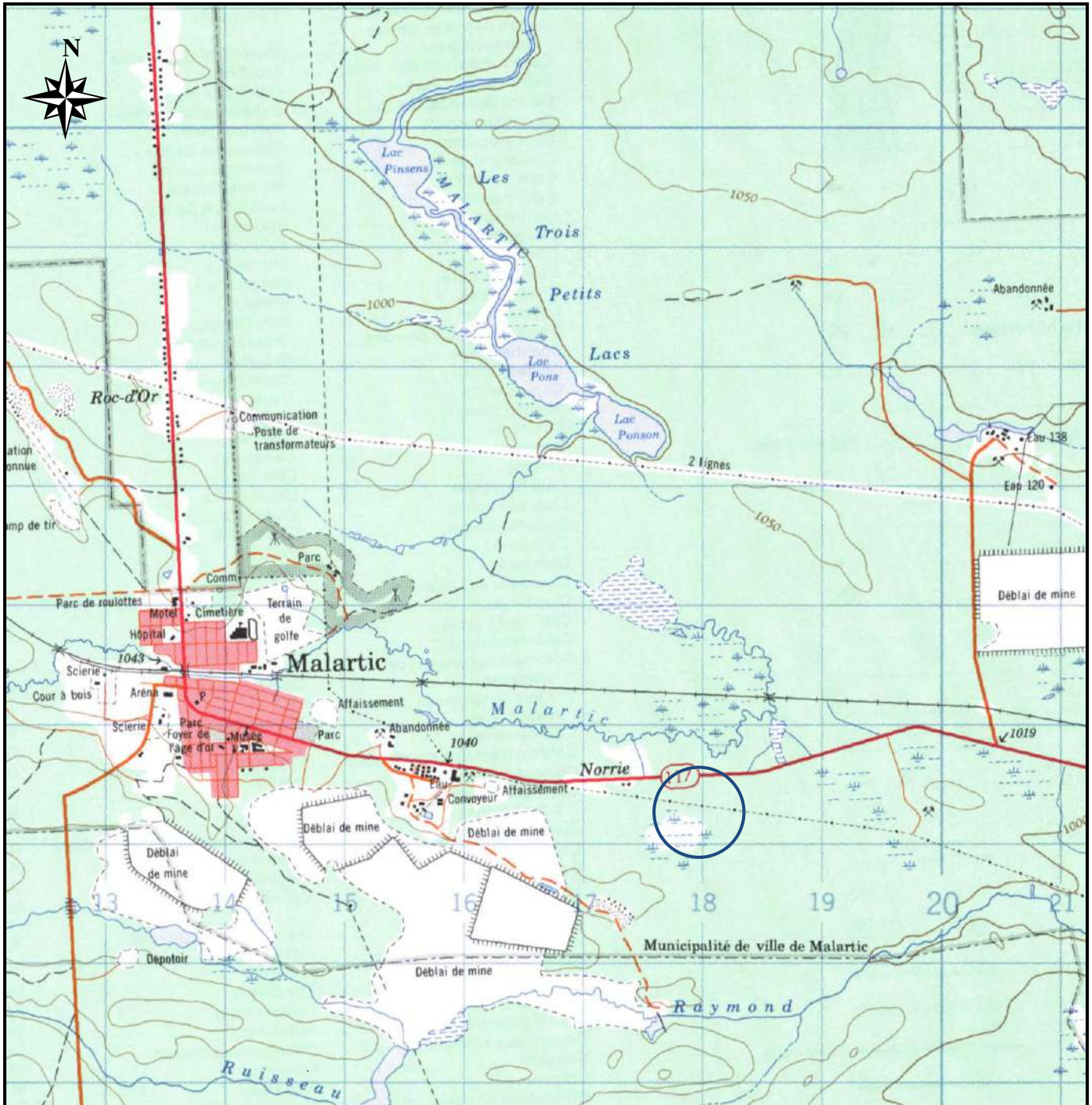
Ressources naturelles et Faune du Québec (SIGEOM), 2005. Cartes géologiques du SIGÉOM – feuillet 32D, Compilation géologique : 32D01-0102 et 32D01-0202C.

Rongier, G., Allard, G. et Rabeau, O., Évaluation du recouvrement quaternaire et topographie du roc de la Ceinture de roches vertes de l'Abitibi : implications pour l'exploration minérale, MB 2014-35. Ministère de l'énergie et ressources naturelles du Québec.

Veillette, J.J., Paradis, S.J. et Thibaudeau, P., 2003. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Cadillac, Québec, Carte 2019A, échelle 1/100 000. Commission Géologique du Canada.

Wares, R. et Prud'homme, S. La mine Canadian Malartic, partie sud de la Ceinture de l'Abitibi, Québec, Canada : découverte et mise en valeur d'un gisement aurifère archéen à fort tonnage.

ANNEXE 1 : FIGURES



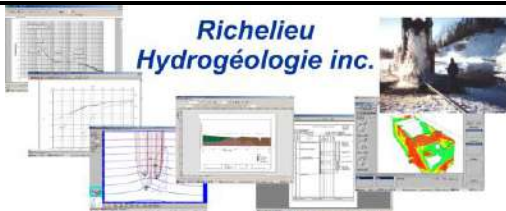
Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc., Hydrogéologue

Titre : FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE

Date : Juillet 2018

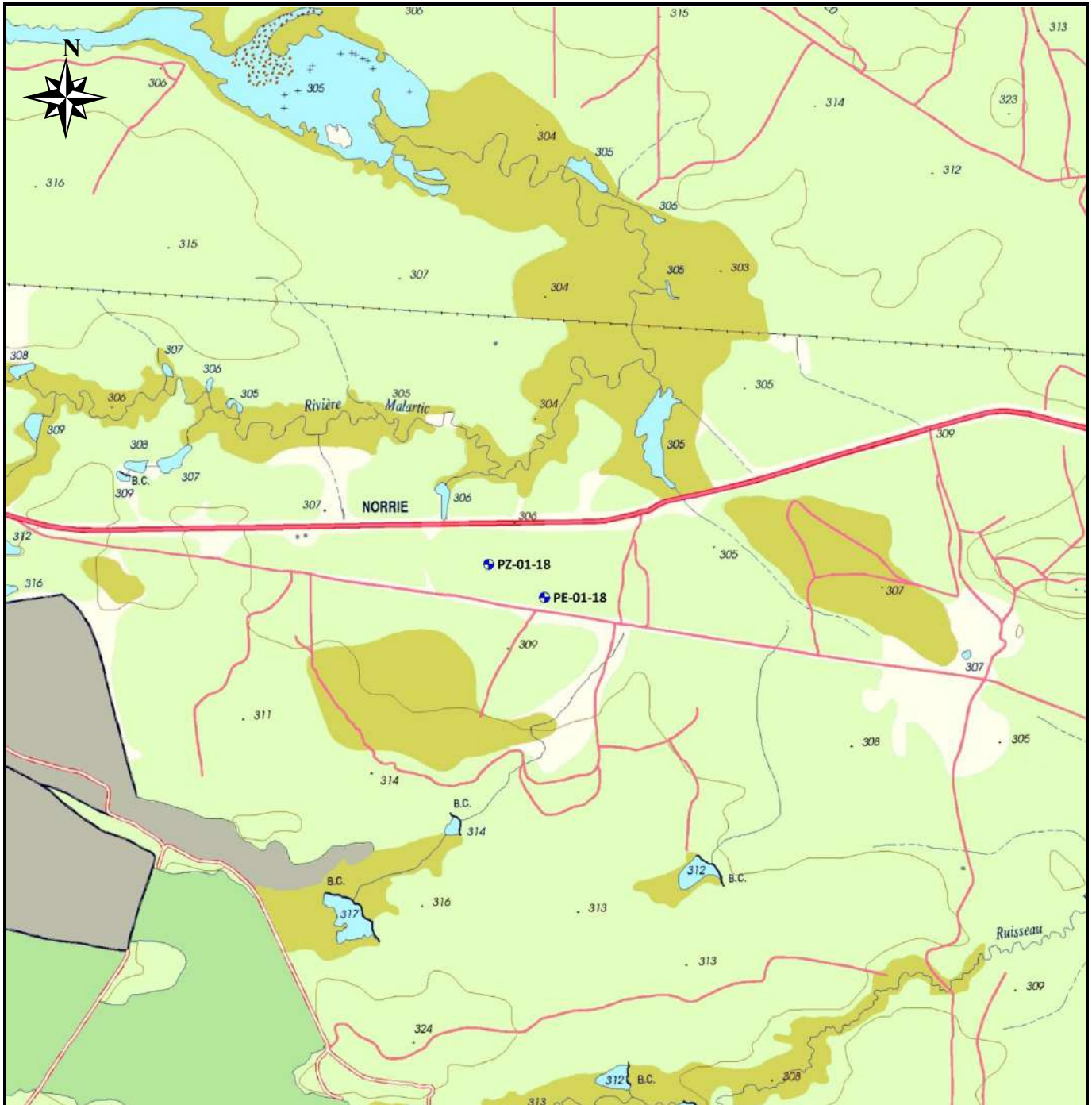
Échelle : 1 : 50 000

Projet : PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18



Légende:
 Secteur à l'étude

(Carte extraite du feuillet 32D01 du MRN, Canada)



Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc., Hydrogéologue


Titre : FIGURE 2 : CARTE TOPOGRAPHIQUE

Date : Juillet 2018

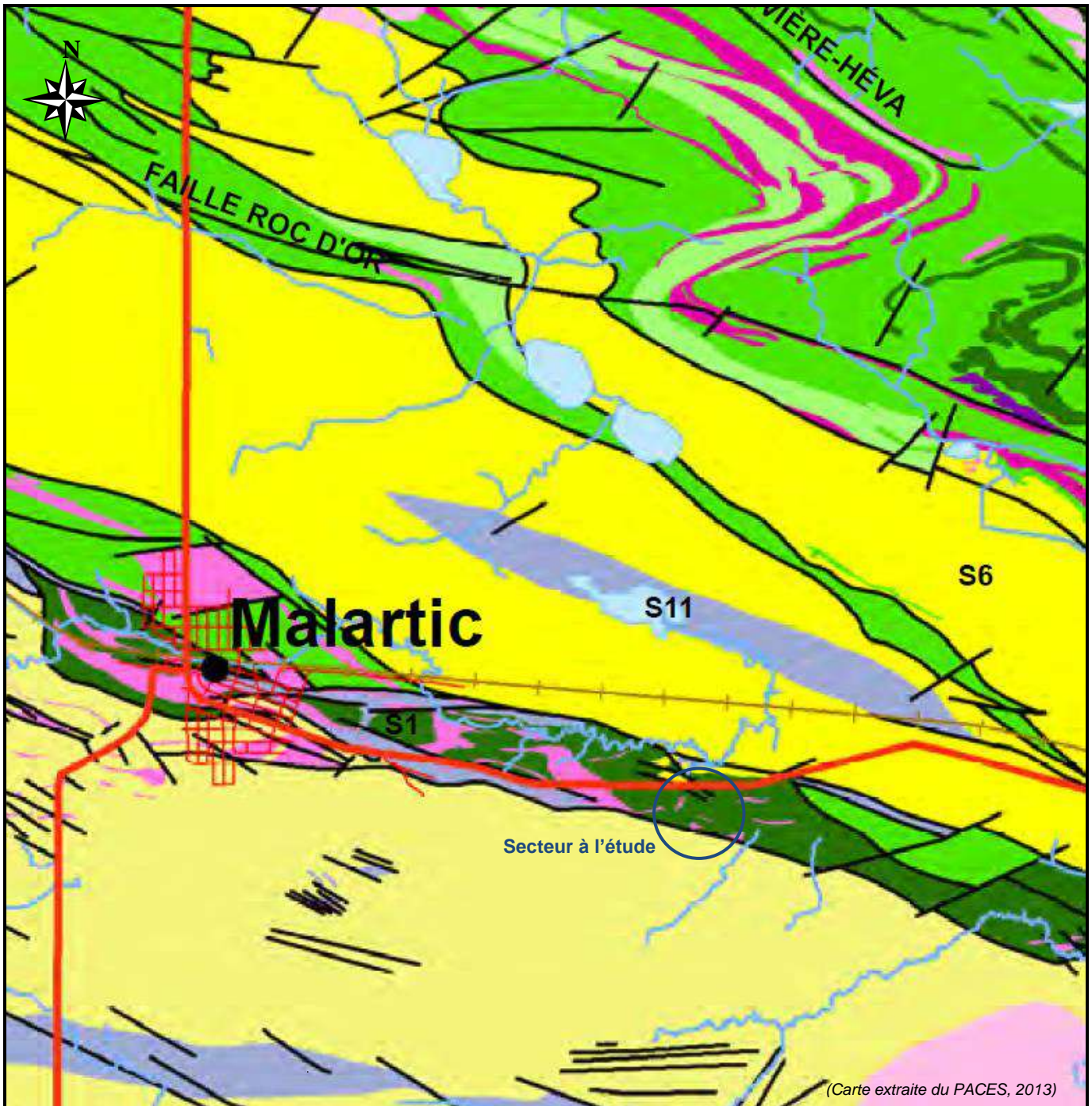
Échelle : 1 : 20 000

Projet PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18



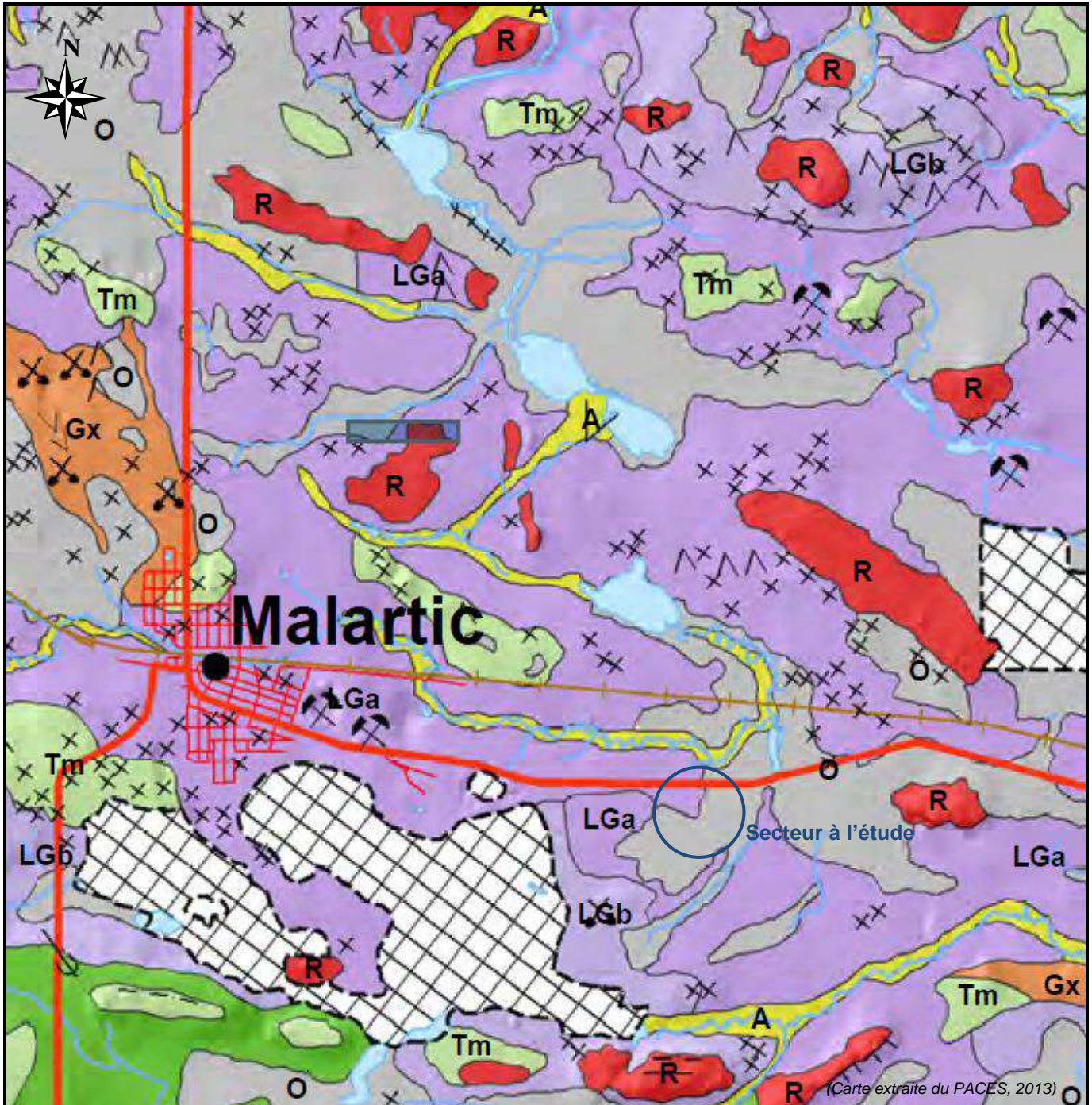
Légende:
 Forage réalisé dans le cadre du projet

(Carte extraite des feuillets 32D01-0102 et 31D01-0202 du MRN Québec)



(Carte extraite du PACES, 2013)

Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo. M.Sc., Hydrogéologue		Titre : FIGURE 3 : CARTE GÉOLOGIQUE			
Date : Juillet 2018	Échelle : 1 : 50 000	Projet : PARTENARIAT CANADIAN MALARTIC – PROJET ODYSSEY ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18			
		<table border="0"> <tr> <td> Archéen S11 Roches métamorphiques : Gneiss, orthogneiss, gneiss quartzifère/épithèque, schiste, quartzite, amphibolite, migmatite S14 Roches intrusives et/ou plutoniques : Felsiques : Granite, granodiorite, tonalite, trondjémite, apélite, pegmatite et veine de quartz S09 Intermédiaires : Syénite quartzifère, syénite, monzonite, monzodiorite quartzifère, monzodiorite, diorite quartzifère et diorite S08 mafiques : Gaboro et diabase S05 Ultramafiques : Hornblende, pyroxène, péridote, dunite </td> <td> Roches sédimentaires S06 Roches sédimentaires (sous-province de l'Abitibi) : Grès, wacke, conglomérat, mudrock et formation de fer S07 Roches métasédimentaires (sous-province du Pontiac) Roches volcaniques S04 Indifférenciées S11 Felsiques : Rhyolite, rhyodacite, dacite et roches pyroclastiques felsiques S02 Intermédiaires et mafiques : Trachyte, andésite, basalte andésitique/andésite basaltique, basalte et roches pyroclastiques intermédiaires et mafiques S03 Ultramafiques : Komatiite </td> </tr> </table>		Archéen S11 Roches métamorphiques : Gneiss, orthogneiss, gneiss quartzifère/épithèque, schiste, quartzite, amphibolite, migmatite S14 Roches intrusives et/ou plutoniques : Felsiques : Granite, granodiorite, tonalite, trondjémite, apélite, pegmatite et veine de quartz S09 Intermédiaires : Syénite quartzifère, syénite, monzonite, monzodiorite quartzifère, monzodiorite, diorite quartzifère et diorite S08 mafiques : Gaboro et diabase S05 Ultramafiques : Hornblende, pyroxène, péridote, dunite	Roches sédimentaires S06 Roches sédimentaires (sous-province de l'Abitibi) : Grès, wacke, conglomérat, mudrock et formation de fer S07 Roches métasédimentaires (sous-province du Pontiac) Roches volcaniques S04 Indifférenciées S11 Felsiques : Rhyolite, rhyodacite, dacite et roches pyroclastiques felsiques S02 Intermédiaires et mafiques : Trachyte, andésite, basalte andésitique/andésite basaltique, basalte et roches pyroclastiques intermédiaires et mafiques S03 Ultramafiques : Komatiite
Archéen S11 Roches métamorphiques : Gneiss, orthogneiss, gneiss quartzifère/épithèque, schiste, quartzite, amphibolite, migmatite S14 Roches intrusives et/ou plutoniques : Felsiques : Granite, granodiorite, tonalite, trondjémite, apélite, pegmatite et veine de quartz S09 Intermédiaires : Syénite quartzifère, syénite, monzonite, monzodiorite quartzifère, monzodiorite, diorite quartzifère et diorite S08 mafiques : Gaboro et diabase S05 Ultramafiques : Hornblende, pyroxène, péridote, dunite	Roches sédimentaires S06 Roches sédimentaires (sous-province de l'Abitibi) : Grès, wacke, conglomérat, mudrock et formation de fer S07 Roches métasédimentaires (sous-province du Pontiac) Roches volcaniques S04 Indifférenciées S11 Felsiques : Rhyolite, rhyodacite, dacite et roches pyroclastiques felsiques S02 Intermédiaires et mafiques : Trachyte, andésite, basalte andésitique/andésite basaltique, basalte et roches pyroclastiques intermédiaires et mafiques S03 Ultramafiques : Komatiite				



Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo. M.Sc., Hydrogéologue		Titre : FIGURE 4 : GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE	
Date : Juillet 2018	Échelle : 1 : 50 000	Projet : PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIIS PE-01-18	
		Légende: <ul style="list-style-type: none"> O DÉPÔTS ORGANIQUES : tourbe, débris végétaux; de 0,5 à 5 m d'épaisseur dans des bassins fermés; les plus grandes étendues recouvrent des sédiments fins mal drainés d'origine glaciaire. A DÉPÔTS ALLUVIAUX : sable siliceux, silt argileux, sable et gravier; de 1 à 5 m d'épaisseur; forment des bourrelets d'accrétion, des deltas et des plaines alluviales. Gx Couverture généralement continue; d'une épaisseur moyenne supérieure à 1 m sur les interfluvés. Tm Couverture discontinu parée ici et là d'affouissements rocheux; d'une épaisseur moyenne inférieure à 1 m sur les interfluvés. LGA Sédiments subglaciaires et sédiments de plage : sable, sable siliceux, blocs et gravier; de 1 à 20 m d'épaisseur; mis en place lors de la régression glaciaire; par endroits, la surface de ces dépôts a été modifiée par l'action éolienne et les formes résultantes sont indiquées par des symboles. LGb Sédiments d'eau profonde : rythmiques d'argile et de silt, varies; de 1 à 60 m d'épaisseur; mis en place dans plus de 50 m d'eau généralement. R Roches métamorphiques du Précambrien : roches intrusives (granitoïdes, intrusions mafiques et ultramafiques), volcaniques (felsiques et mafiques) et sédimentaires. 	



Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc., Hydrogéologue

Titre : FIGURE 5 : CARTE DES PUIITS ET FORAGES RÉPERTORIÉS
DANS LE SIH (rayon de 5 km)

Date : Juillet 2018

Échelle : 1 : 70 000

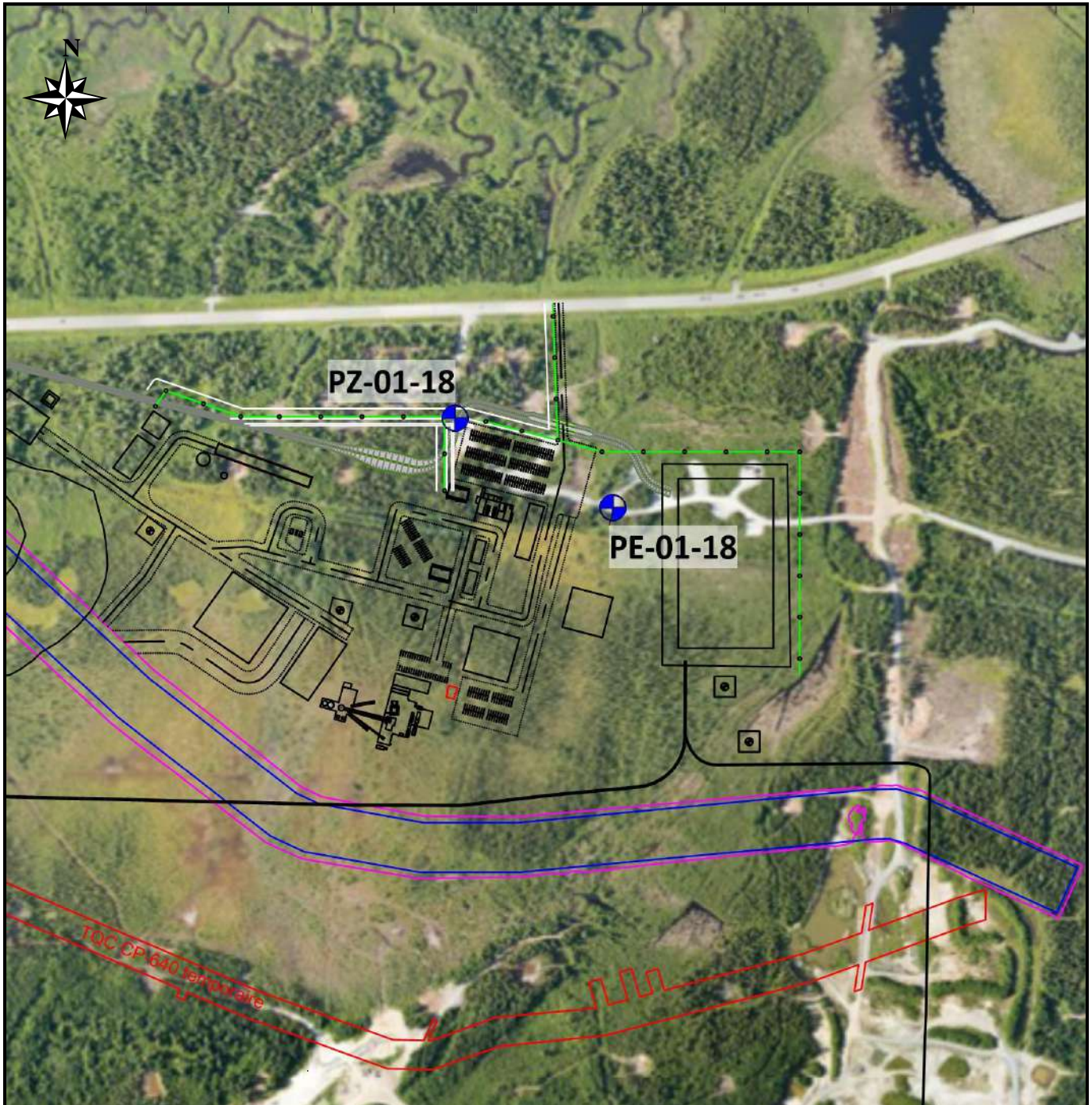
Projet PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18



Légende:

- Forage réalisé dans le cadre du projet
- Forage répertorié dans le SIH

(Carte extraite des feuillets 32D01-0102 et 31D01-0202 du MRN Québec)



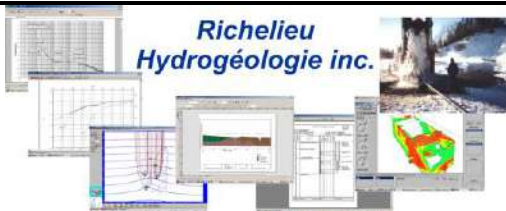
Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc., Hydrogéologue

Titre : FIGURE 6 : LOCALISATION DES FORAGES



Date : Juillet 2018

Échelle : 1 : 5 000

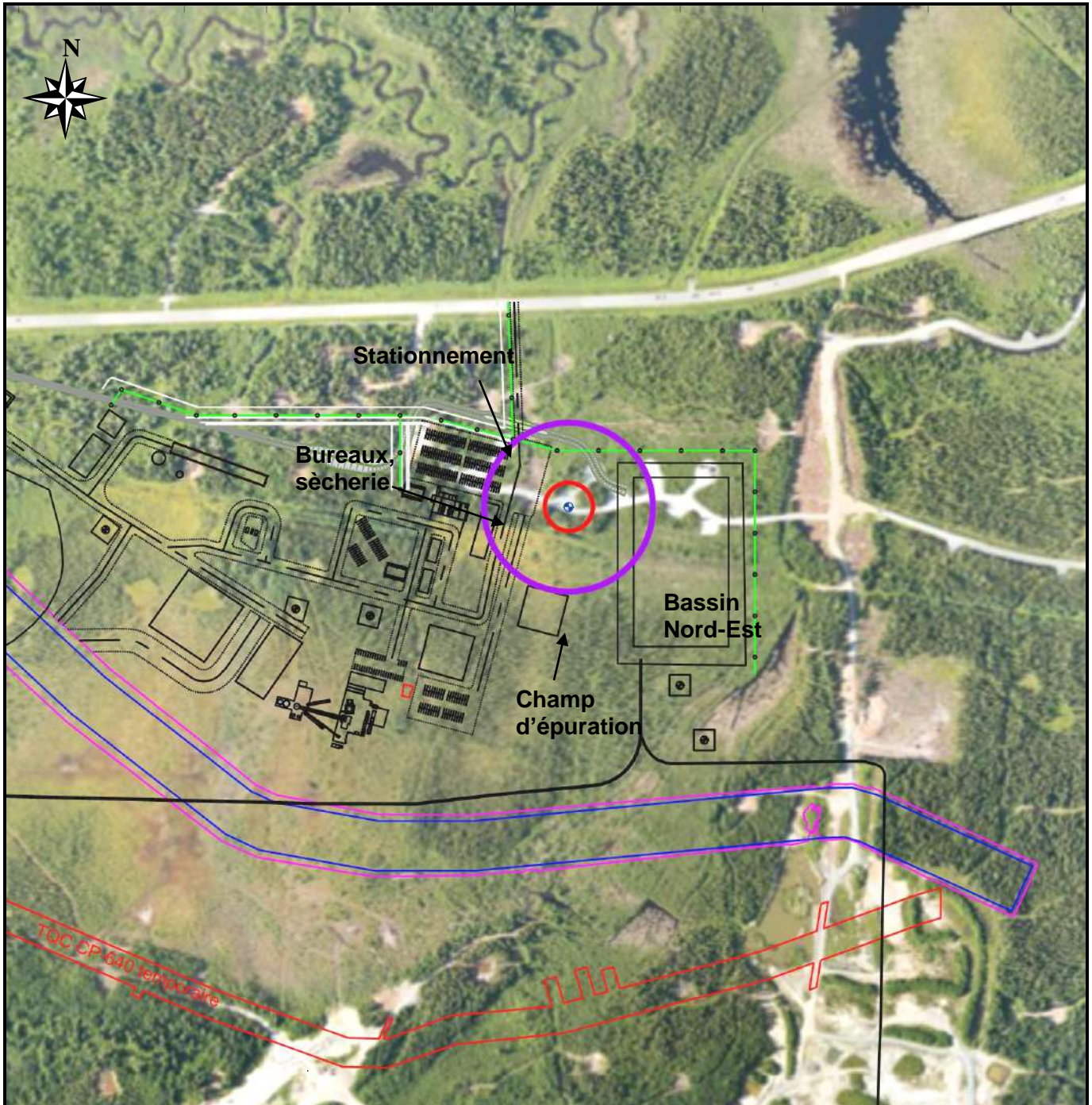
Projet : PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIIS PE-01-18



Légende:

-  Forage
-  Infrastructures prévues

(Photographie aérienne et infrastructures fournies par CMGP)



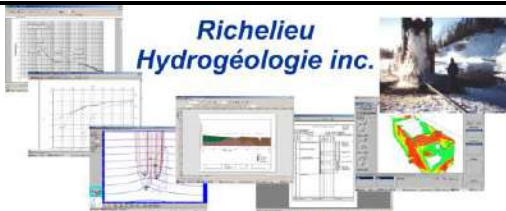
Dessin et interprétation : Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc., Hydrogéologue

Titre : FIGURE 7 : LOCALISATION DES AIRES DE PROTECTION BACTÉRIOLOGIQUE ET VIROLOGIQUE

Date : Juillet 2018

Échelle : 1 : 5 000

Projet : PARTENARIAT CANADIEN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIIS PE-01-18



Légende:

- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologique

(Photographie aérienne et infrastructures fournies par CMGP)

ANNEXE 2 : INVENTAIRE DES FORAGES RÉPERTORIÉS DANS LE SIH

Recherche à 5 km de la latitude 48° 07' 37" Nord et longitude -78° 04' 01" Ouest

#	INFORMATIONS SUR LE PUIS										INFORMATIONS STRATIGRAPHIQUES					
	Coor X (m)	Coor Y (m)	Propriétaire	Diamètre (cm)	Profondeur (m)	Longueur tubage (m)	Niveau eau fin (m)	Date pompage	Durée pompage (hres)	Débit (l/min)	Épaisseur et Description					
1	406518	5336630	██████████	15,2	103,7	27,1	-0,92	2009-09-09	1,5	6,1	16,2	ARGL/SIL	87,5	ROCH		
2	406591	5334760	██████████	20,3	62,5	13,4	Inconnu	2007-08-27	1	37,9	1,8	SABL_AVEC_GRAV	60,7	GRGN		
3	406741	5337000	██████████	5,1	34,1	8,2	-6,1	1977-07-15	3	13,6	8,2	GRAV/FIN	25,9	ROCH		
4	406759	5336850	██████████	5,1	35,1	15,2	-1,52	1977-08-23	5	22,7	9,1	ARGL	6,1	GRAV	19,8	ROCH
5	406865	5331280	██████████	20,3	103,7	6,1	-6,1	2015-08-24	1	151,5	5,9	GRAV	0,2	ROCH	97,6	ROCH
6	406767	5336940	██████████	15,2	61	13,7	Inconnu	2015-11-18	Inconnu	27,3	7,6	ARGL	4,6	GRAV	48,8	ROCH
7	406767	5337300	██████████	5,1	27,4	7,3	-2,44	1977-07-15	2	28,2	6,1	ARGL	1,2	GRAV	20,1	ROCH
8	406797	5336350	██████████	15,2	30,5	19,5	-1,52	2004-06-14	2	60,6	3	TERR	14,9	ARGL/BLO	12,5	ROCH
9	406774	5337650	██████████	5,1	15,2	15,2	-4,27	1977-08-02	5	12,3	6,1	ARGL	9,1	GRAV		
10	406822	5337550	██████████	15,2	39,6	14,6	-1,83	1989-07-06	1	75,8	13,1	ARGL	26,5	ROCH		
11	406843	5336650	██████████	20,3	12,2	11,3	-0,92	2009-10-16	2	75,8	6,1	ARGL/SIL	6,1	GRAV/GRO		
12	406863	5336310	██████████	15,2	42,7	12,2	-4,88	2015-10-30	1,5	109,1	7,6	ARGL	2,1	GRAV/SIL	32,9	ROCH
13	406950	5334900	██████████	15,2	56,4	6,1	-6,1	2007-01-11	1	13,6	4	ARGL	52,4	GRGN		
14	406941	5336800	██████████	15,2	85,4	7,6	-3,66	2013-07-05	1,5	75,8	5,5	ARGL	79,9	ROCH		
15	407385	5328830	██████████	15,2	60,7	8,8	-6,1	2012-10-19	1	11,4	6,4	ARGL_AVEC_GRAV	54,3	GRGN		
16	407301	5335070	██████████	14	154	4	-6,1	2009-01-18	1	8,2	2,4	SABL	151,6	ROCH		
17	407302	5335080	██████████	14	154	6,1	-6,1	2009-02-02	1	6,8	4,3	SABL	149,7	ROCH		
18	407304	5335080	██████████	14	154	6,1	-6,1	2009-01-31	1	5,5	4,6	SABL	149,4	ROCH		
19	407307	5335070	██████████	14	154	6,1	-6,1	2009-01-13	1	638	3	SABL	1,3	GRAV	149,7	ROCH
20	407307	5335080	██████████	14	154	7,3	-6,1	2009-02-03	1	5,5	4,6	SABL	1,2	ARGL	148,2	ROCH
21	407309	5335090	██████████	14	155	5,2	-6,1	2008-12-18	1	2,7	3	SABL	0,7	GRAV	151,3	ROCH
22	407310	5335080	██████████	14	152	8,2	-6,1	2008-08-20	1	4,5	6,7	GRAV	145,3	ROCH		
23	407310	5335080	██████████	14	154	6,1	-6,1	2009-01-28	1	8,2	4	SABL	0,6	ARGL	149,4	ROCH
24	407312	5335080	██████████	14	154	6,4	-6,1	2009-01-08	1	2,3	5,2	SABL	148,8	ROCH		
25	407315	5335090	██████████	14	155	6,4	-6,1	2008-12-15	1	4,5	4,6	SABL	0,6	GRAV	149,8	ROCH
26	407316	5335090	██████████	14	154	6,7	-6,1	2009-01-25	1	8,2	3,7	SABL	1,2	ARGL	149,1	ROCH

INFORMATIONS SUR LE PUIT											INFORMATIONS STRATIGRAPHIQUES							
#	Coor X (m)	Coor Y (m)	Propriétaire	Diamètre (cm)	Profondeur (m)	Longueur tubage (m)	Niveau eau fin (m)	Date pompage	Durée pompage (hres)	Débit (l/min)	Épaisseur et Description							
27	407317	5335080	[REDACTED]	14	154	6,7	-6,1	2009-01-06	1	4,5	5,5	SABL	148,5	ROCH				
28	407319	5335080	[REDACTED]	14	154	7,3	-6,1	2009-01-20	1	5,5	3	SABL	2,8	ARGL	148,2	ROCH		
29	407320	5335090	[REDACTED]	14	155	8	-6,1	2008-12-13	1	9,1	4,9	SABL	1,5	GRAV	148,6	ROCH		
30	407322	5335090	[REDACTED]	14	154	7,3	-6,1	2009-01-11	1	3,6	3,7	SABL	1,8	ARGL	148,5	ROCH		
31	407323	5335080	[REDACTED]	14	154	6,7	-6,1	2009-02-03	1	1,4	4,6	SABL	0,9	ARGL	148,5	ROCH		
32	407325	5335080	[REDACTED]	14	154	9,4	-6,1	2009-01-05	1	9,1	4,9	SABL	1,8	ARGL	1,2	GRAV	146,1	ROCH
33	407326	5335090	[REDACTED]	14	155	9,8	-6,1	2008-12-11	1	9,1	6,1	SABL	1,8	ARGL	0,3	GRAV	146,8	ROCH
34	407329	5335090	[REDACTED]	14	154	9,1	-6,1	2009-01-10	1	2,7	4,6	SABL	0,9	GRAV	0,9	BLOC	147,6	ROCH
35	407331	5335090	[REDACTED]	14	156	10,1	-6,1	2008-12-09	1	9,1	6,1	SABL	1,8	ARGL	0,6	GRAV	147,5	ROCH
36	408218	5335010	[REDACTED]	20,3	42,7	19,2	-5,79	2011-12-13	1	75,8	12,2	ARGL	3,7	SABL	1,8	GRAV	25	GRGN
37	410171	5328230	[REDACTED]	5,1	45,4	1,8	-4,88	1962-08-29	1	15	1,8	ARGL_AVEC_GRAV	43,6	GRGN				
38	410591	5333410	[REDACTED]	25,4	4,6	4,6	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	4,3	ARGL	0,3	BLOC				
39	410592	5333460	[REDACTED]	25,4	13,4	10,1	-2,35	1974-07-02	Inconnu	Inconnu	11,6	ARGL	0,9	BLOC	0,9	SABL_AVEC_GRAV		
40	410642	5333430	[REDACTED]	25,4	8,5	8,5	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	7,9	ARGL	0,6	BLOC				
41	410717	5333180	[REDACTED]	25,4	13,1	11,9	-3,66	1974-07-18	Inconnu	Inconnu	12,2	ARGL	0,9	GRAV				
42	410764	5333330	[REDACTED]	15,2	97,6	7	-24,39	2015-09-15	1	6,1	6,1	GRAV/SAB	91,5	ROCH				
43	410890	5333320	[REDACTED]	25,4	7,6	7,6	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	7,3	ARGL	0,3	ROCH				
44	414793	5333270	[REDACTED]	15,2	53	10,7	-6,1	2009-12-08	1	68,2	7,3	ARGL	1,5	GRAV	44,2	ROCH		
45	416021	5332370	[REDACTED]	15,2	70,1	10,7	-2,44	1990-06-25	1	9,1	9,1	ARGL	61	ROCH				

Le registraire a supprimé ces informations en vertu des articles 53 et 54 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (chapitre A-2.1).

**PARTENARIAT CANADIAN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18**

ANNEXE 3 : DOSSIER PHOTOGRAPHIQUE

Photo 1 : Forage exploratoire PZ-01-18



Photo 2 : Forage exploratoire PZ-01-18



Photo 3 : Fragments de roche types rencontrés lors du forage PZ-01-18



Photo 4 : Piézomètre PZ-01-18



Photo 5 : Forage exploratoire PE-01-18



Photo 6 : Venue d'eau rencontrée lors du forage PE-01-18



Photo 7 : Installation de la crépine au PE-01-18



Photo 8 : Puits PE-01-18



Photo 9 : Essai de pompage au puits PE-01-18

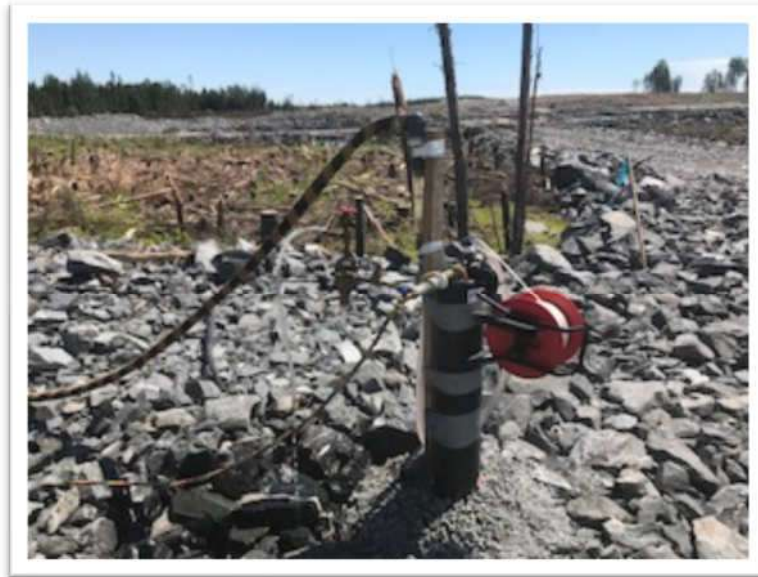
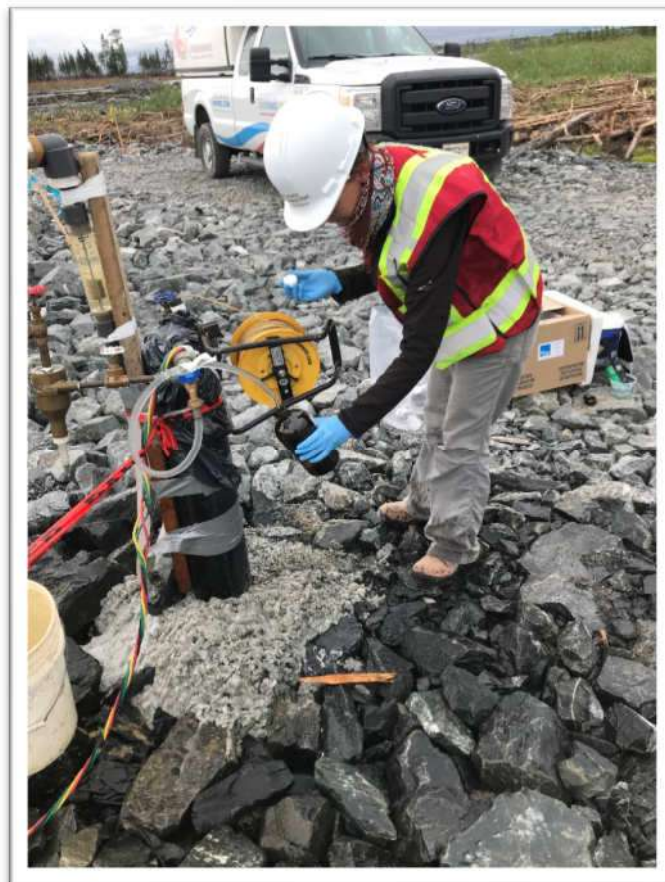


Photo 10 : Échantillonnage du puits PE-01-18



ANNEXE 4 : RAPPORTS DE FORAGE

Coupe géologique et technique

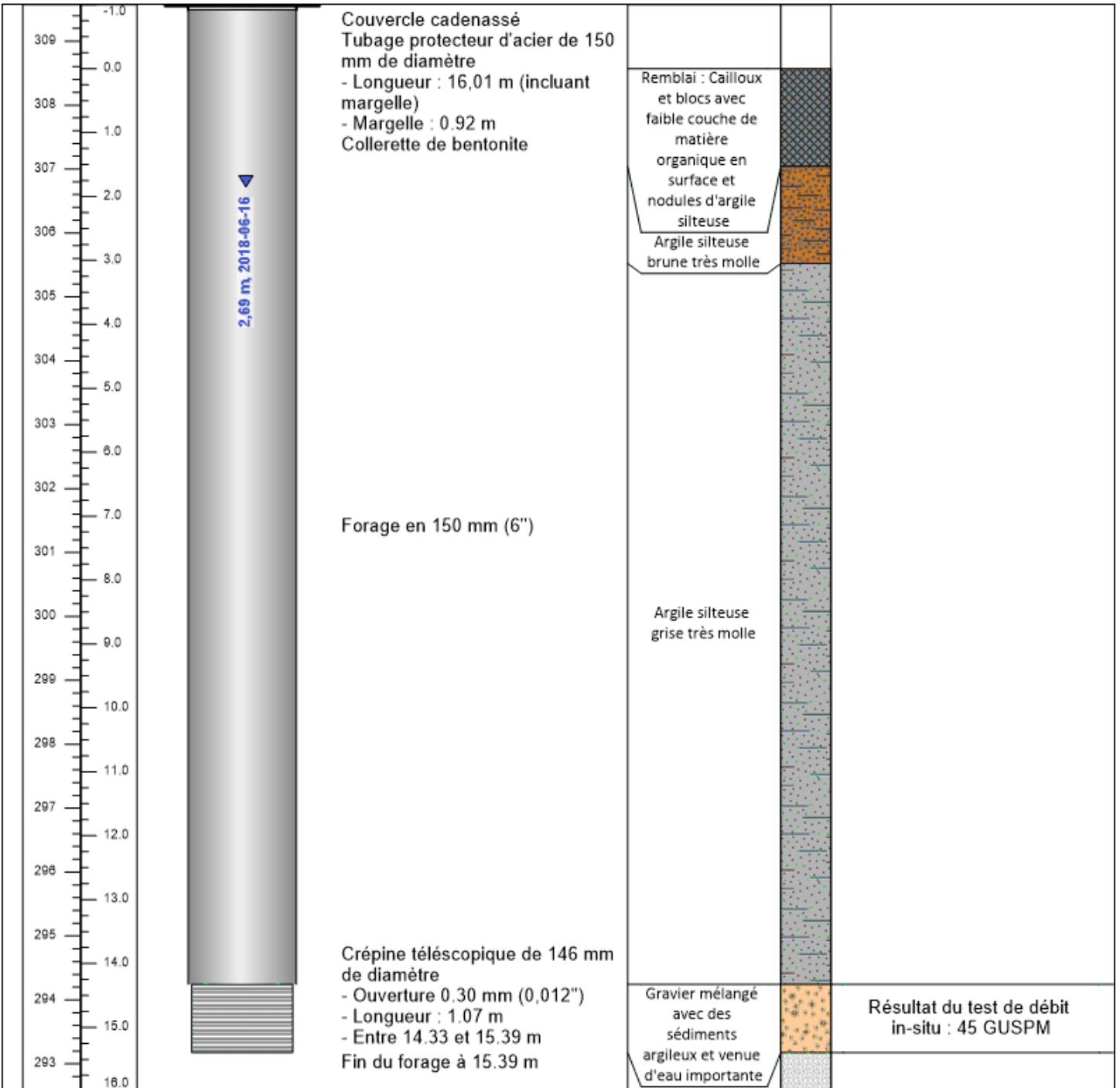


Identification: PE-01-18
 Localisation: Malartic
 Date du forage: 5 juin 2018
 Client: Mine Canadian Malartic
 Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées

X: 718265
 Y: 5334553
 Z: 308.57
 Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17

Élévation/Profondeur (m)	Schéma d'aménagement	Description	Lithologie	Débit
--------------------------	----------------------	-------------	------------	-------

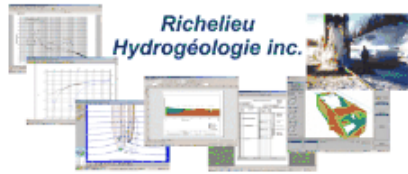


Entrepreneur: Forage Puitbec
 Méthode de forage: Double rotation

Description: Mathieu Dufour
 Vérification: Véronique Fournier

Matériaux			
	Couvercle		Bentonite
	Tubage		Peltonite
	Tout venant		Sable de silice

Coupe géologique et technique

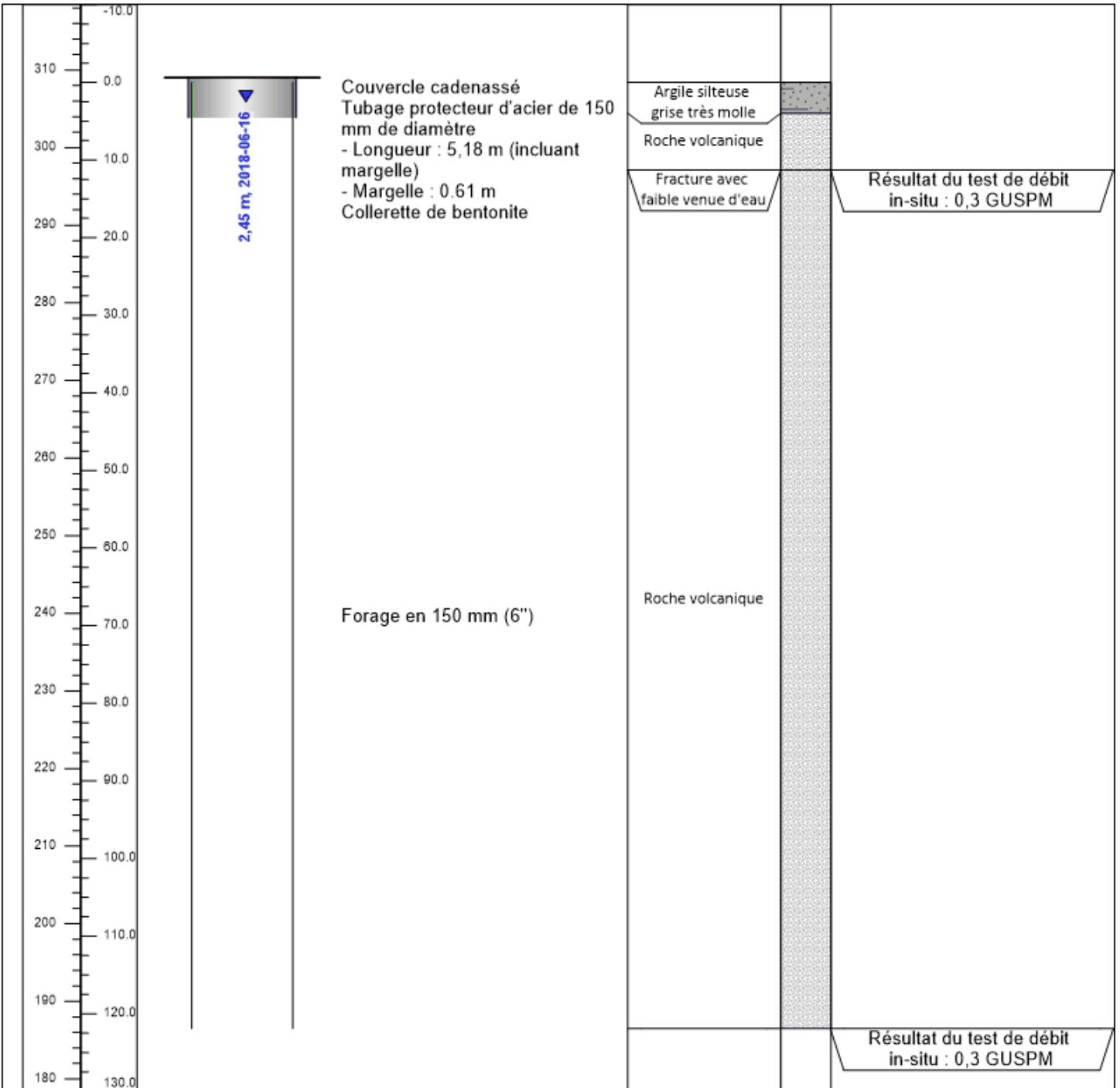


Identification: PZ-01-18
 Localisation: Malartic
 Date du forage: 30 mai 2018
 Client: Mine Canadian Malartic
 Projet: Étude hydrogéologique

Coordonnées

X: 718074
 Y: 5334661
 Z: 308.41
 Système et fuseau: UTM Nad83, Zone 17

Élévation/Profondeur (m)	Schéma d'aménagement	Description	Lithologie	Débit
--------------------------	----------------------	-------------	------------	-------



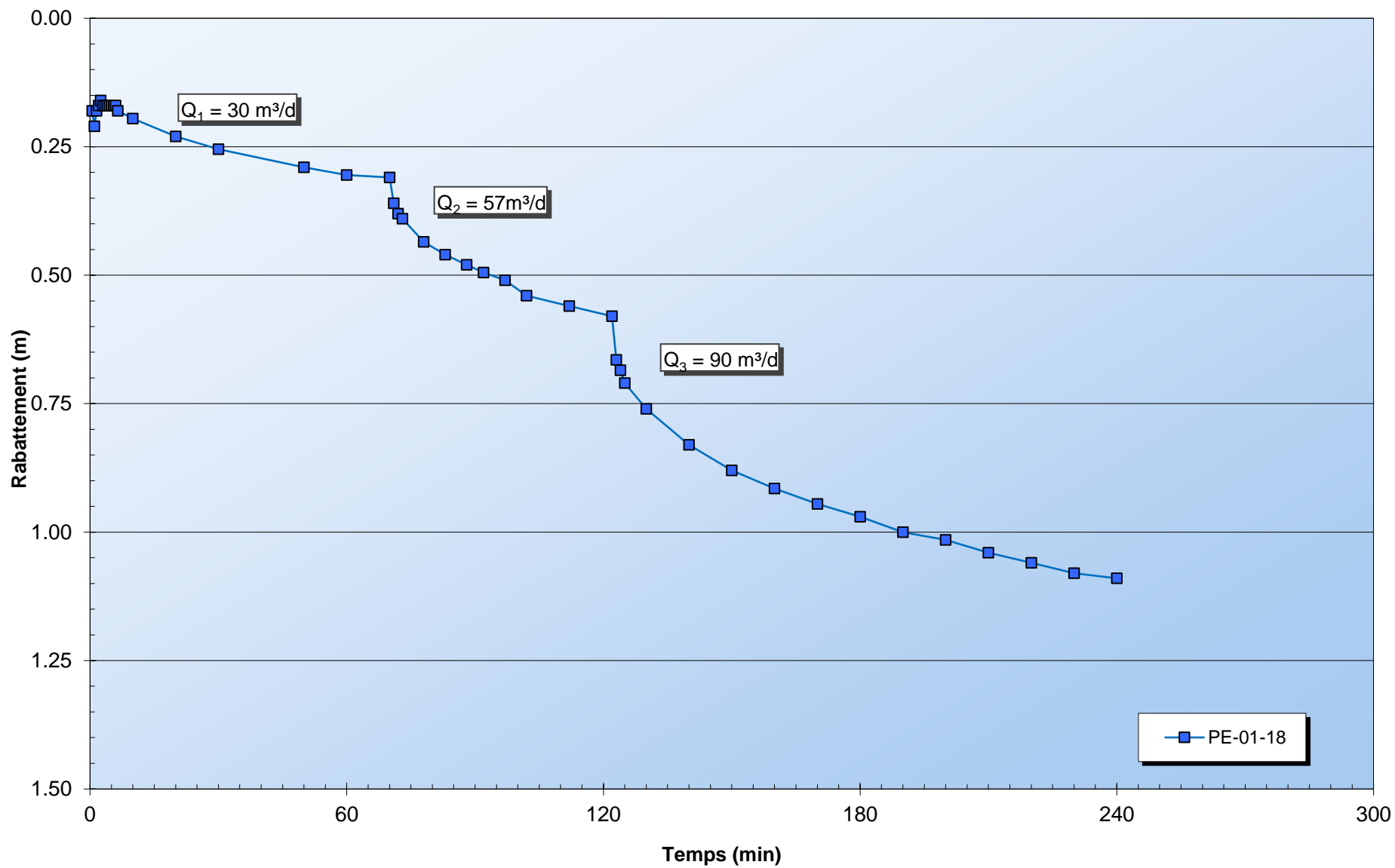
Entrepreneur: Forage Puitbec
 Méthode de forage: Double rotation

Description: Mathieu Dufour
 Vérification: Véronique Fournier

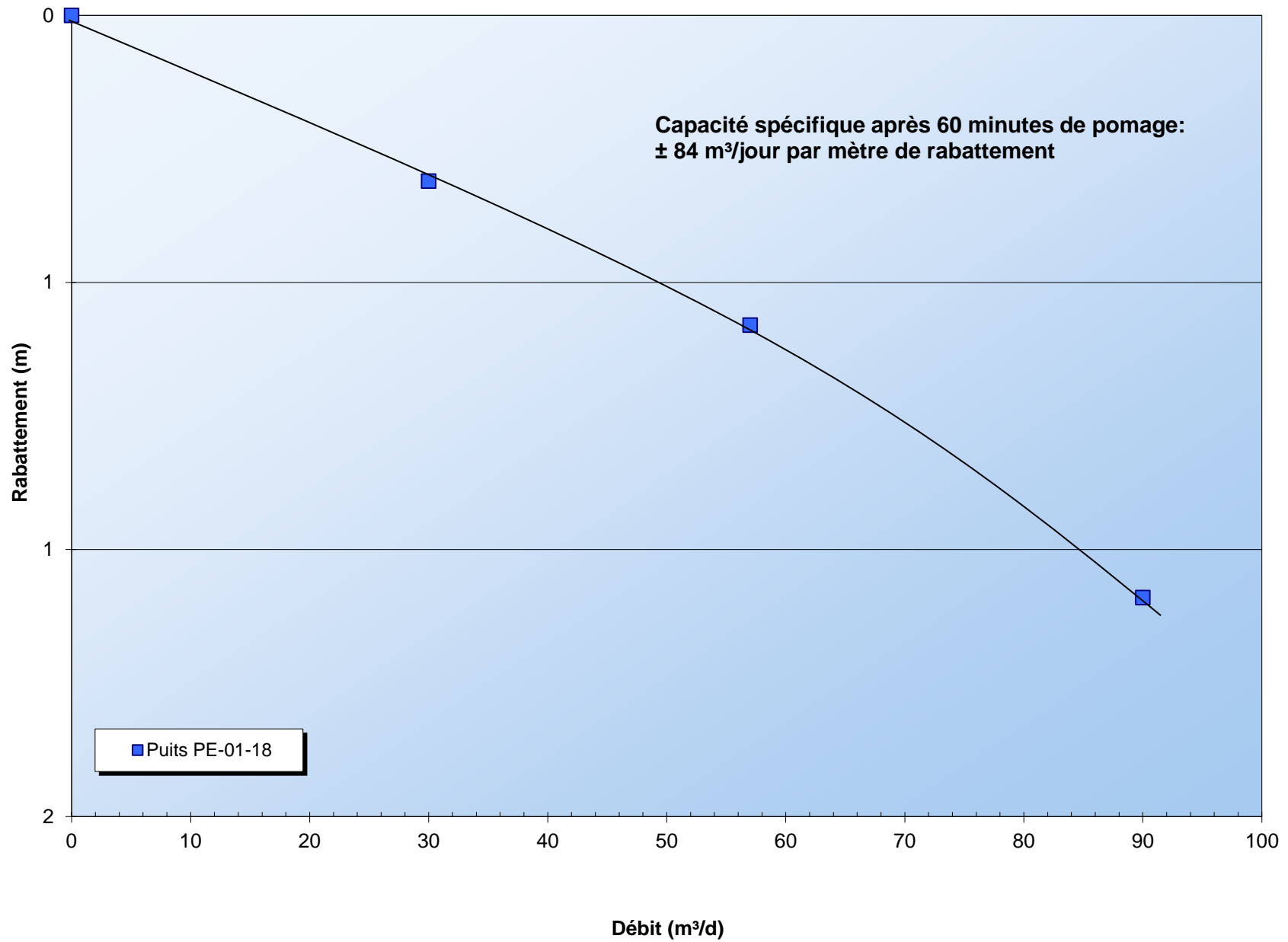
Matériaux		
	Couvercle	
	Tubage	
	Aquaguard	
	Tout venant	

ANNEXE 5 : DONNÉES ET GRAPHIQUES DE L'ESSAI DE POMPAGE PAR PALIERS

Projet Odyssey / Alimentation en eau potable
Essai de pompage par paliers réalisé le 16 juin 2018 au puits PE-01-18
Courbe de rabattement en fonction du temps



Projet Odyssey / Alimentation en eau potable
Essai de pompage par paliers réalisé le 16 juin 2018 au puits PE-01-18
Courbe de performance du puits



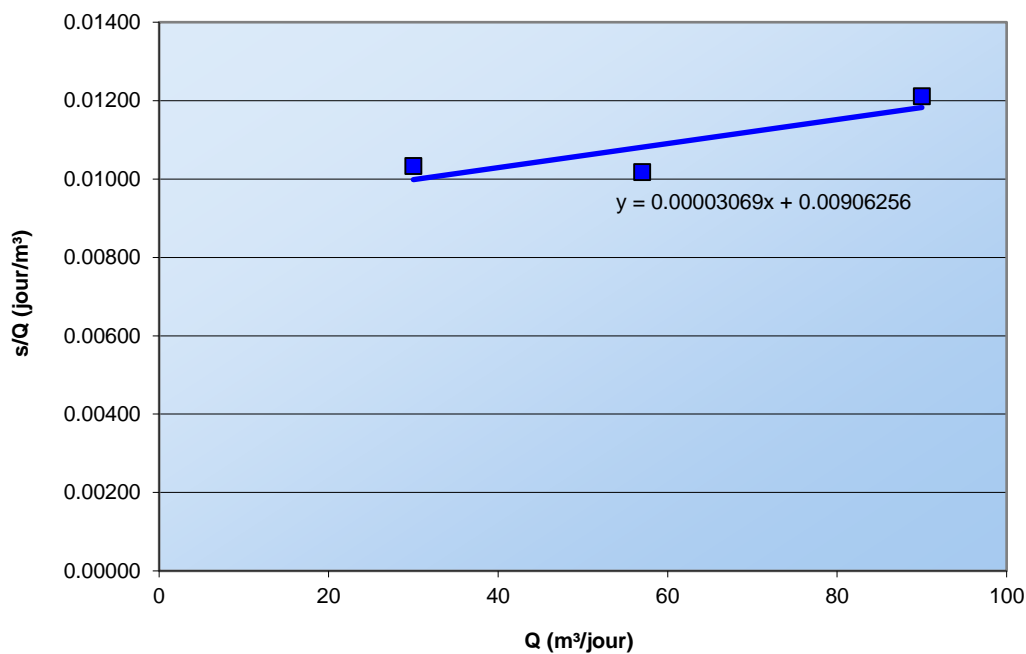
Projet Odyssey / Alimentation en eau potable

Puits PE-01-18

Rabattelements mesurés lors de l'essai de pompage par paliers

Palier	Q (m ³ /d)	Q (GUSPM)	s (m)	Q/s (m ³ /d/m)	s/Q (d/m ²)
0	0	0	0.00	n.a.	n.a.
1	30	5.5	0.31	96.8	0.01033
2	57	10.5	0.58	98.3	0.01018
3	90	16.5	1.09	82.6	0.01211

Puits PE-01/18 / Analyse des pertes de charge



Analyse de la perte de charge

Paramètres obtenus par interprétation du graphique

C 0.00003069

B 0.00906256

Débit simulé

Q 79 m³/jour

Résultats

s_w 0.19 m (perte de charge causée par l'écoulement tu)

E 79% (efficacité théorique)

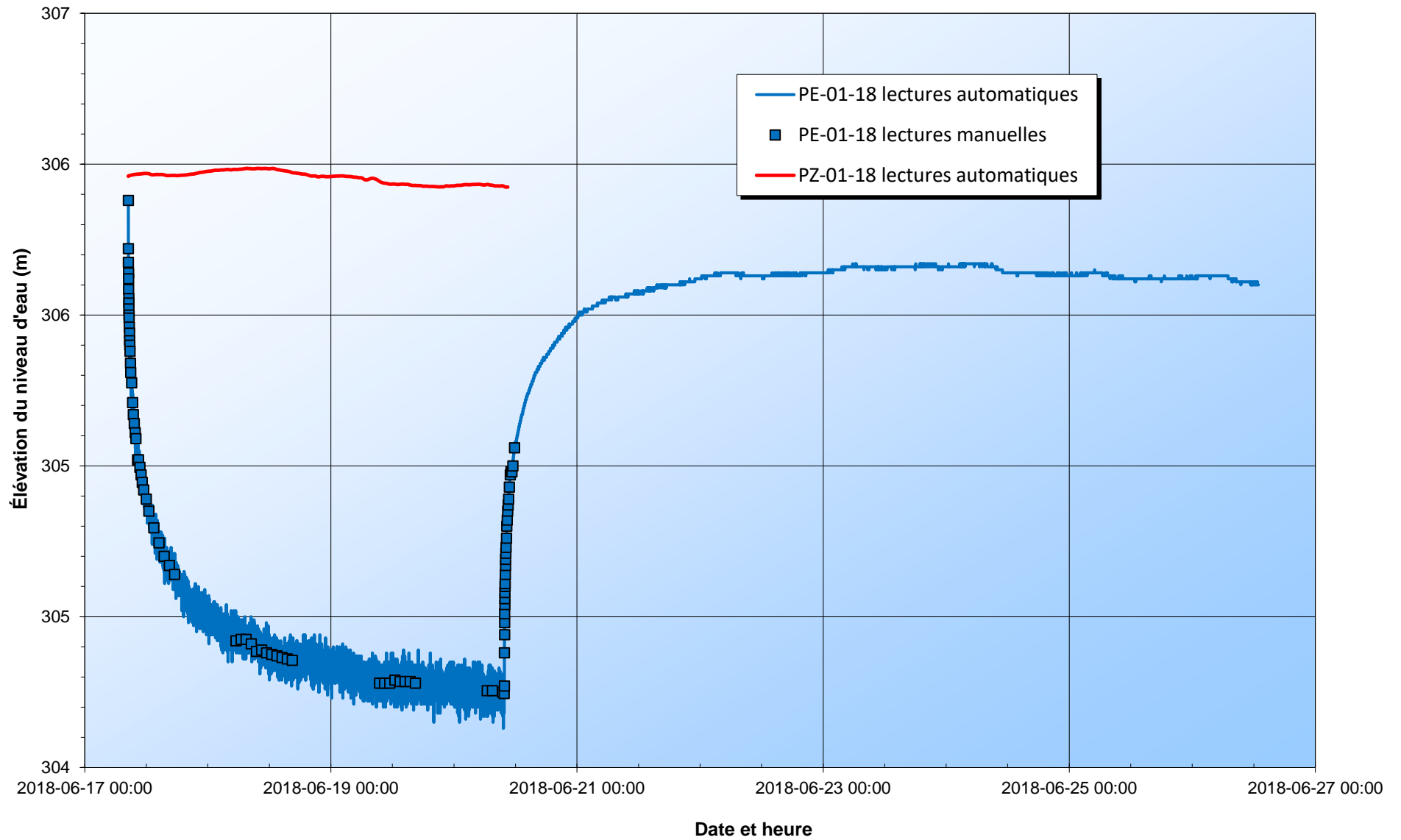
Suivi des niveaux d'eau lors de l'essai en paliers

No du puits observé :	PE-01-18	Distance du puits testé (m):	0.08
No du puits testé :	PE-01-18	Débit du puits pompé (m³/d) :	variable
Client:	Canadian Malartic	Élévation margelle (m/nmm):	308.57
Projet	Puits Odyssey	Profondeur de la pompe (m):	15
Date :	2018-06-18 08:30	Margelle hors sol (m):	0.86
Niveau départ (m):	2.56	Nom observateur :	Véronique Fournier

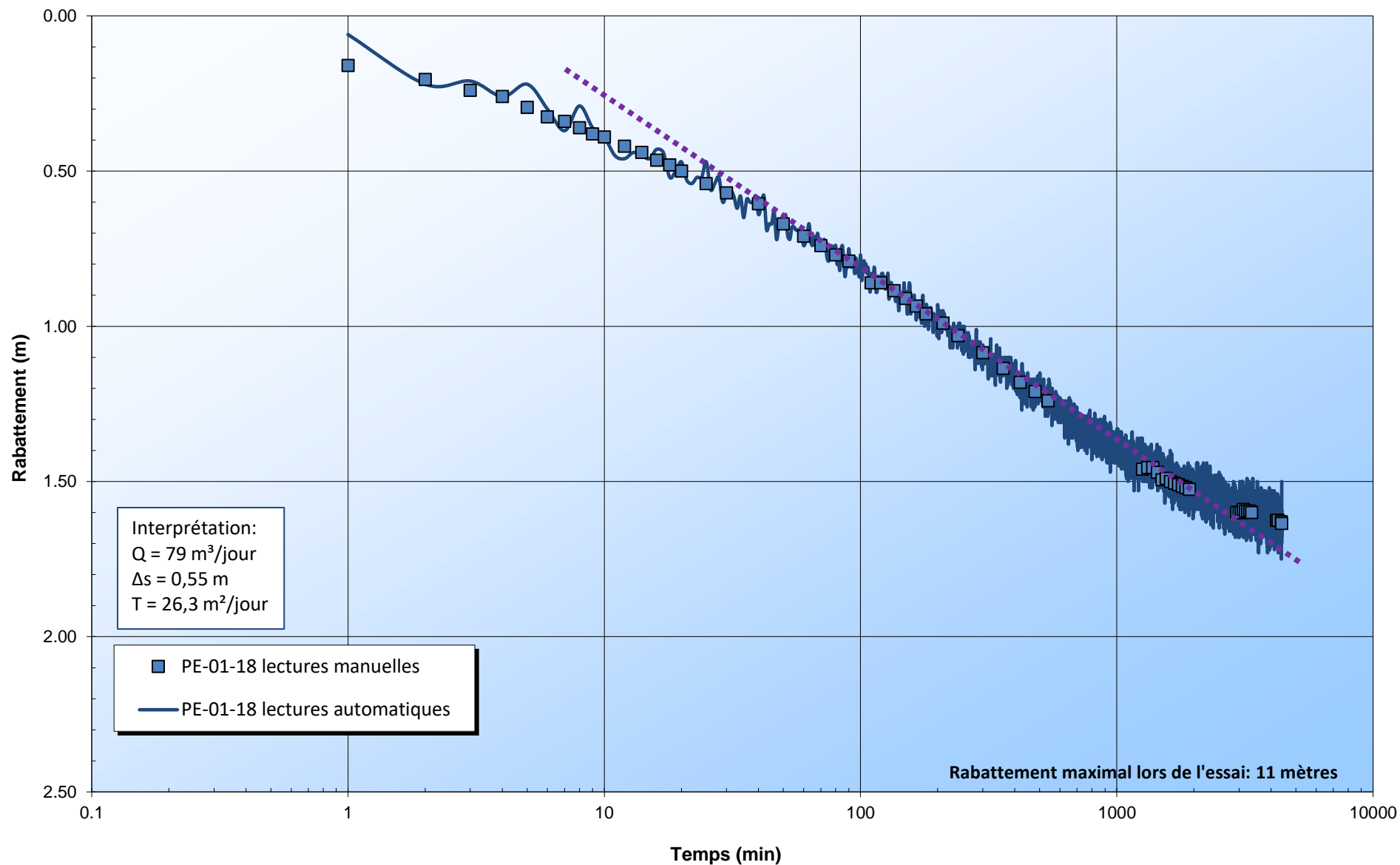
Date & heure	Temps relatif (min)	Temps total (min)	Niveau d'eau (m)	Remarques	Rabattement (m)	Piézométrie (m/nmm)
	0.5	0.5	2.74	Palier 1	0.18	305.83
	1	1	2.77	débit = 29.98 m³/d	0.21	305.80
	1.5	1.5	2.74	(20.82 L/min, 5.5 GUSPM)	0.18	305.83
	2	2	2.73		0.17	305.84
	2.5	2.5	2.72		0.16	305.85
	3	3	2.73		0.17	305.84
	3.5	3.5	2.73		0.17	305.84
	4	4	2.73		0.17	305.84
	4.5	4.5	2.73		0.17	305.84
	5	5	2.73		0.17	305.84
	5.5	5.5	2.73		0.17	305.84
	6	6	2.73		0.17	305.84
	6.5	6.5	2.74		0.18	305.83
	10	10	2.755		0.20	305.82
	20	20	2.79		0.23	305.78
	30	30	2.815		0.26	305.76
	50	50	2.85		0.29	305.72
	60	60	2.865		0.31	305.71
	70	70	2.87		0.31	305.70
	1	71	2.92	Palier 2	0.36	305.65
	2	72	2.94	débit = 57.24m³/d	0.38	305.63
	3	73	2.95	(39.7 L/min, 10.5 GUSPM)	0.39	305.62
	8	78	2.995		0.44	305.58
	13	83	3.02		0.46	305.55
	18	88	3.04		0.48	305.53
	22	92	3.055		0.50	305.52
	27	97	3.07		0.51	305.50
	32	102	3.1		0.54	305.47
	42	112	3.12		0.56	305.45
	52	122	3.14		0.58	305.43
	1	123	3.225	Palier 3	0.67	305.35
	2	124	3.245	débit = 89.9 m³/d	0.69	305.33
	3	125	3.27	(62.5 L/min, 16.5 GUSPM)	0.71	305.30
	8	130	3.32		0.76	305.25
	18	140	3.39		0.83	305.18
	28	150	3.44		0.88	305.13
	38	160	3.475		0.92	305.10
	48	170	3.505		0.95	305.07
	58	180	3.53		0.97	305.04
	68	190	3.56		1.00	305.01
	78	200	3.575		1.02	305.00
	88	210	3.6		1.04	304.97
	98	220	3.62		1.06	304.95
	108	230	3.64		1.08	304.93
	118	240	3.65		1.09	304.92

ANNEXE 6 : DONNÉES ET GRAPHIQUES DE L'ESSAI DE POMPAGE 72 HEURES

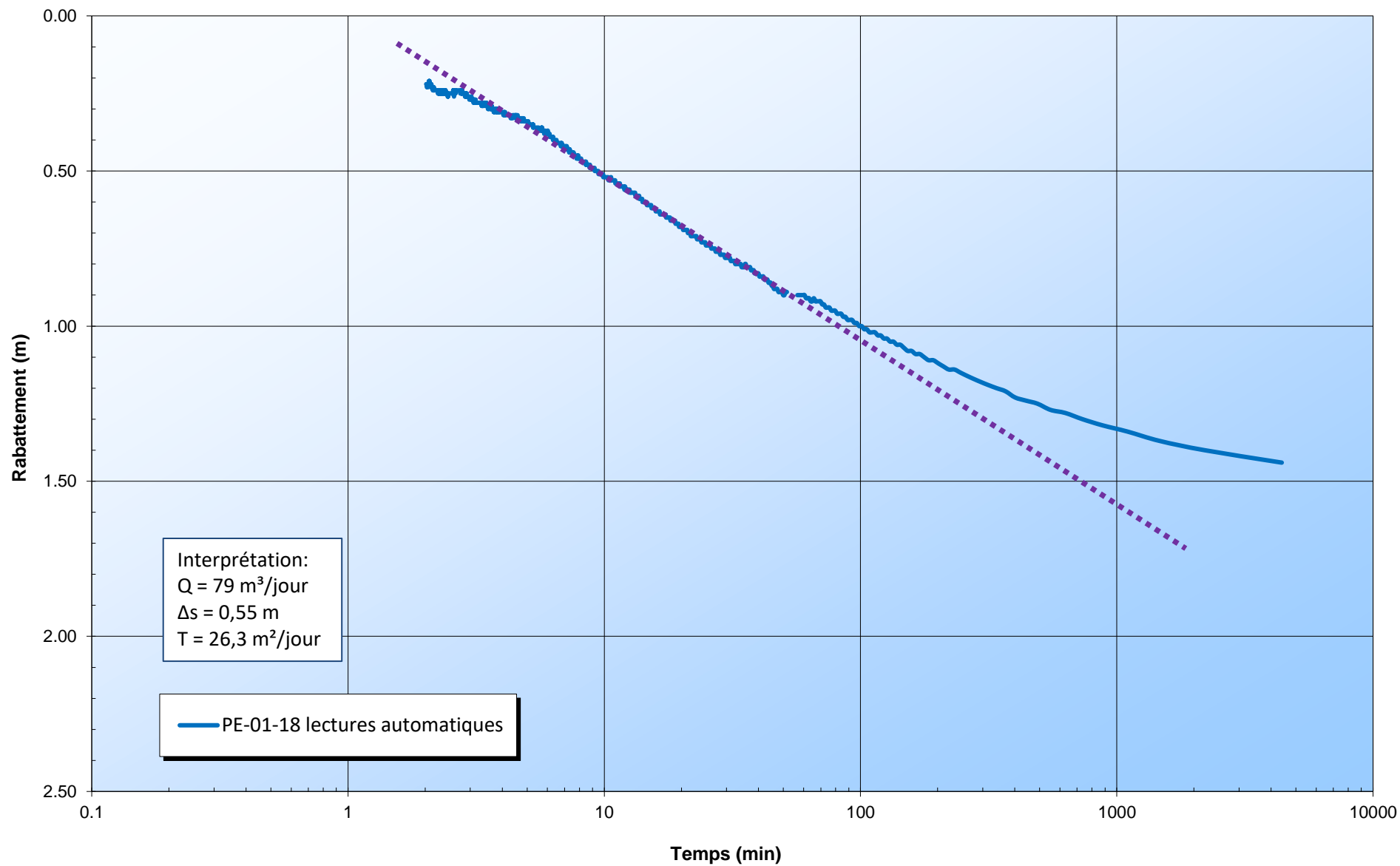
Projet Odyssey/ Alimentation en eau potable
Essai de pompage 72 heures du 17 juin 2018
Courbe de niveau d'eau en fonction du temps



Projet Odyssey/ Alimentation en eau potable
Essai de pompage 72 heures du 17 juin 2018
Courbe du rabattement en fonction du logarithme du temps



Projet Odyssey/ Alimentation en eau potable
Essai de pompage 72 heures du 17 juin 2018
Courbe de la remontée



Suivi des niveaux d'eau lors d'un essai de pompage 72 heures

No du puits observé :	PE-01-18 lectures manuelles	Distance du puits testé (m):	0.08
No du puits testé :	PE-01-18	Débit du puits pompé (m³/d) :	79
Client:	Canadian Malartic	Élévation margelle (m/nmm):	308.57
Lieu	Odyssey	Sommet crépine (m):	15.2
Date :	2018-06-17 08:29	Margelle hors sol (m):	0.92
Niveau départ (m):	2.69	Nom observateur :	Véronique Fournier

Date & heure	Temps total (min)	Temps relatif (min)	Niveau d'eau (m)	Remarques
2018-06-17 08:29:00	0	0.00	2.69	
2018-06-17 08:30:00	1	1.00	2.85	
2018-06-17 08:31:00	2	2.00	2.895	
2018-06-17 08:32:00	3	3.00	2.93	
2018-06-17 08:33:00	4	4.00	2.95	
2018-06-17 08:34:00	5	5.00	2.985	
2018-06-17 08:35:00	6	6.00	3.015	
2018-06-17 08:36:00	7	7.00	3.03	
2018-06-17 08:37:00	8	8.00	3.05	
2018-06-17 08:38:00	9	9.00	3.07	
2018-06-17 08:39:00	10	10.00	3.08	
2018-06-17 08:41:00	12	12.00	3.11	
2018-06-17 08:43:00	14	14.00	3.13	
2018-06-17 08:45:00	16	16.00	3.155	
2018-06-17 08:47:00	18	18.00	3.17	
2018-06-17 08:49:00	20	20.00	3.19	
2018-06-17 08:54:00	25	25.00	3.23	
2018-06-17 08:59:00	30	30.00	3.26	
2018-06-17 09:09:00	40	40.00	3.295	
2018-06-17 09:19:00	50	50.00	3.36	
2018-06-17 09:29:00	60	60.00	3.4	
2018-06-17 09:39:00	70	70.00	3.43	
2018-06-17 09:49:00	80	80.00	3.46	
2018-06-17 09:59:00	90	90.00	3.48	
2018-06-17 10:19:00	110	110.00	3.55	
2018-06-17 10:29:00	120	120.00	3.55	
2018-06-17 10:44:00	135	135.00	3.575	
2018-06-17 10:59:00	150	150.00	3.6	
2018-06-17 11:14:00	165	165.00	3.625	
2018-06-17 11:29:00	180	180.00	3.65	
2018-06-17 11:59:00	210	210.00	3.68	
2018-06-17 12:29:00	240	240.00	3.72	
2018-06-17 13:29:00	300	300.00	3.775	
2018-06-17 14:29:00	360	360.00	3.825	
2018-06-17 15:29:00	420	420.00	3.87	
2018-06-17 16:29:00	480	480.00	3.9	
2018-06-17 17:29:00	540	540.00	3.93	
2018-06-18 05:29:00	1260	1260.00	4.15	
2018-06-18 06:29:00	1320	1320.00	4.145	
2018-06-18 07:29:00	1380	1380.00	4.145	
2018-06-18 08:29:00	1440	1440.00	4.16	
2018-06-18 09:29:00	1500	1500.00	4.185	
2018-06-18 10:29:00	1560	1560.00	4.18	
2018-06-18 11:29:00	1620	1620.00	4.19	

Suivi des niveaux d'eau lors d'un essai de pompage 72 heures

No du puits observé :	PE-01-18 lectures manuelles	Distance du puits testé (m):	0.08
No du puits testé :	PE-01-18	Débit du puits pompé (m ³ /d) :	79
Client:	Canadian Malartic	Élévation margelle (m/nmm):	308.57
Lieu	Odyssey	Sommet crépine (m):	15.2
Date :	2018-06-17 08:29	Margelle hors sol (m):	0.92
Niveau départ (m):	2.69	Nom observateur :	Véronique Fournier

Date & heure	Temps total (min)	Temps relatif (min)	Niveau d'eau (m)	Remarques
2018-06-18 12:29:00	1680	1680.00	4.195	
2018-06-18 13:29:00	1740	1740.00	4.2	
2018-06-18 14:29:00	1800	1800.00	4.205	
2018-06-18 15:29:00	1860	1860.00	4.21	
2018-06-18 16:29:00	1920	1920.00	4.215	
2018-06-19 09:29:00	2940	2940.00	4.29	
2018-06-19 10:29:00	3000	3000.00	4.29	
2018-06-19 11:29:00	3060	3060.00	4.29	
2018-06-19 12:29:00	3120	3120.00	4.28	
2018-06-19 13:29:00	3180	3180.00	4.285	
2018-06-19 14:29:00	3240	3240.00	4.285	
2018-06-19 15:29:00	3300	3300.00	4.285	
2018-06-19 16:29:00	3360	3360.00	4.29	
2018-06-20 06:29:00	4200	4200.00	4.315	
2018-06-20 07:29:00	4260	4260.00	4.315	
2018-06-20 09:29:00	4380	4380.00	4.32	
2018-06-20 09:49:00	4400	4400.00	4.325	Arrêt
2018-06-20 09:50:00	1	4401	4.3	Remontée
2018-06-20 09:51:00	2	4402	4.19	
2018-06-20 09:52:00	3	4403	4.13	
2018-06-20 09:53:00	4	4404	4.09	
2018-06-20 09:54:00	5	4405	4.06	
2018-06-20 09:55:00	6	4406	4.03	
2018-06-20 09:56:00	7	4407	4.01	
2018-06-20 09:57:00	8	4408	3.99	
2018-06-20 09:58:00	9	4409	3.97	
2018-06-20 09:59:00	10	4410	3.96	
2018-06-20 10:01:00	12	4412	3.93	
2018-06-20 10:03:00	14	4414	3.9	
2018-06-20 10:05:00	16	4416	3.88	
2018-06-20 10:07:00	18	4418	3.86	
2018-06-20 10:09:00	20	4420	3.84	
2018-06-20 10:14:00	25	4425	3.81	
2018-06-20 10:19:00	30	4430	3.77	
2018-06-20 10:24:00	35	4435	3.75	
2018-06-20 10:29:00	40	4440	3.72	
2018-06-20 10:34:00	45	4445	3.7	
2018-06-20 10:39:00	50	4450	3.68	
2018-06-20 10:49:00	60	4460	3.64	
2018-06-20 10:59:00	70	4470	3.6	
2018-06-20 11:09:00	80	4480	3.59	
2018-06-20 11:19:00	90	4490	3.59	
2018-06-20 11:29:00	100	4500	3.57	
2018-06-20 11:49:00	120	4520	3.51	

**PARTENARIAT CANADIAN MALARTIC – PROJET ODYSSEY
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE
ALIMENTATION EN EAU POTABLE – PUIITS PE-01-18**

ANNEXE 7 : CERTIFICATS D'ANALYSE D'EAU EN LABORATOIRE



Certificat d'analyse

Client : **Richelieu Hydrogéologie inc.**

Responsable : M. Yves Leblanc
Adresse : 219, 15ième Avenue
Richelieu Québec J3L 3V7
tél.: (514) 894-7303 (---)
fax.: (000) 000-0000

Numéro de projet : C-233958

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Échantillon : 24 H- Odyssey

Heure de prélèvement : 09:30

Nom du préleveur : Véronique Fournier

Date de réception : 18 juin 2018

Type d'échantillon : Eau potable

Réseau : **Puits Odyssey**

Date d'émission : 20 juillet 2018

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Normes	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Absorbance	0.13 /cm		M-ABS-1.0	19 juin 2018
Alcalinité	192 mg CaCO3/L		M-TIT-1.0	18 juin 2018
Antimoine (Sb)	<0.0002 mg/L	0.006	M-MET-3.0	22 juin 2018
Arsenic (As)	0.0006 mg/L	0.01	M-MET-3.0	22 juin 2018
Azote ammoniacal (NH3-NH4)	0.3 mg N/L		M-NH3-2.0	20 juin 2018
Azote Kjeldahl	0.28 mg N/L		M-NTK-1.0	21 juin 2018
Baryum (Ba)	0.2214 mg/L	1	M-MET-3.0	22 juin 2018
Bicarbonate (HCO3)	192 mg CaCO3/L		M-TIT-1.0	18 juin 2018
Bore (B)	0.008 mg/L	5	M-MET-3.0	22 juin 2018
Bromures (Br)	<0.01 mg/L		M-MET-3.0	28 juin 2018
Cadmium (Cd)	<0.00005 mg/L	0.005	M-MET-3.0	22 juin 2018
Calcium (Ca)	56.2 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Carbone organique total (C.O.T.)	7.4 mg/L		Sous-traitance\Multilab Val d'Or	19 juin 2018
Chlorure (Cl)	3.3 mg/L		M-CL-2.0	18 juin 2018
Chrome (Cr)	0.0003 mg/L	0.05	M-MET-3.0	22 juin 2018
Conductivité	441 µmhos/cm		M-TIT-1.0	18 juin 2018
Couleur	11 UCV		M-COUL-1.0	19 juin 2018
Cuivre (Cu)	<0.0005 mg/L	1	M-MET-3.0	22 juin 2018
Cyanures totaux (CNT)	<0.001 mg/L	0.2	M-CN-1.0	20 juin 2018
Demande en Chlore	5.38 mg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	05 juillet 2018
Dureté	198 mg CaCO3/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Fer (Fe)	0.46 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Fer dissous (Fe)	0.3 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Fluorures (F)	0.13 mg/L	1.5	M-CI-1.0	18 juin 2018
Magnésium (Mg)	14.1 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Manganèse (Mn)	0.2968 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Manganèse dissous (Mn)	0.2878 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Mercure (Hg)	<0.00001 mg/L	0.001	M-MET-3.0	22 juin 2018
Nitrites (NO2)	0.01 mg N/L	1	M-NITR-2.0	18 juin 2018
Nitrites-Nitrates	0.01 mg N/L	5	M-NITR-2.0	19 juin 2018
pH	7.93		M-TIT-1.0	18 juin 2018
Plomb (Pb)	<0.0005 mg/L	0.01	M-MET-3.0	22 juin 2018
SDS - THM			Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	
Temps de contact	24 (heures)		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	05 juillet 2018
Chlore résiduel	0.33 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	06 juillet 2018
Température	20 oC		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	06 juillet 2018
pH	7.48		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	05 juillet 2018
Trihalométhanes totaux	86 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	13 juillet 2018
Bromoforme	<1 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	13 juillet 2018
Dibromochlorométhane	<1 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAI)	13 juillet 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Normes	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Bromodichlorométhane	3 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	13 juillet 2018
Chloroforme	83 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	13 juillet 2018
Sélénium (Se)	<0.0006 mg/L	0.01	M-MET-3.0	22 juin 2018
Sodium (Na)	10.5 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Solides dissous	294 mg/L		M-TIT-1.0	18 juin 2018
Solides totaux	304 mg/L		M-SOLI-1.0	22 juin 2018
Sulfate (SO4)	25.4 mg SO4/L		M-SULF-2.0	19 juin 2018
Sulfures	0.1 mg S2-/L		M-SULF-3.0	19 juin 2018
Turbidité	1.13 UTN	5	M-TURB-1.0	18 juin 2018
Uranium (U)	<0.0005 mg/L	0.02	M-MET-3.0	22 juin 2018
Zinc (Zn)	0.0021 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Limite de détection rapportée

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètre	Valeur	Unité	Méthode	Accréditation
Absorbance	0.001	/cm	M-ABS-1.0	
Alcalinité	2	ng CaCO3/l	M-TIT-1.0	
Antimoine (Sb)	0.0002	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Arsenic (As)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Azote ammoniacal (NH3-NH4)	0.01	mg N/L	M-NH3-2.0	Oui
Azote Kjeldahl	0.05	mg N/L	M-NTK-1.0	Oui
Baryum (Ba)	0.0002	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Bicarbonate (HCO3)	2	ng CaCO3/l	M-TIT-1.0	
Bore (B)	0.006	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Bromures (Br)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	
Cadmium (Cd)	0.00005	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Calcium (Ca)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Carbone organique total (C.O.T.)	0.2	mg/L	Sous-traitance	
Chlorure (Cl)	0.5	mg/L	M-CL-2.0	Oui
Chrome (Cr)	0.0001	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Conductivité	1	µmhos/cm	M-TIT-1.0	Oui
Couleur	1	UCV	M-COUL-1.0	Oui
Cuivre (Cu)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Cyanures totaux (CNt)	0.001	mg/L	M-CN-1.0	Oui
Demande en Chlore		mg/L	Sous-traitance	
Dureté	1	ng CaCO3/l	M-MET-3.0 (EP)	
Fer (Fe)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Fer dissous (Fe)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Fluorures (F)	0.02	mg/L	M-CI-1.0	Oui
Magnésium (Mg)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Manganèse (Mn)	0.0003	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Manganèse dissous (Mn)	0.0003	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Mercure (Hg)	0.00001	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Nitrites (NO2)	0.01	mg N/L	M-NITR-2.0	Oui
Nitrites-Nitrates	0.01	mg N/L	M-NITR-2.0	Oui
pH	0.005		M-TIT-1.0	Oui
Plomb (Pb)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
SDS - THM			Sous-traitance	
Temps de contact		(heures)	Sous-traitance	
Chlore résiduel		µg/L	Sous-traitance	
Température		oC	Sous-traitance	
pH			Sous-traitance	Oui
Sélénium (Se)	0.0006	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Sodium (Na)	0.02	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Solides dissous	1	mg/L	M-TIT-1.0	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Limite de détection rapportée

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètre	Valeur	Unité	Méthode	Accréditation
Solides totaux	1	mg/L	M-SOLI-1.0	Oui
Sulfate (SO4)	0.6	mg SO4/L	M-SULF-2.0	Oui
Sulfures	0.03	mg S2-/L	M-SULF-3.0	Oui
Turbidité	0.02	UTN	M-TURB-1.0	Oui
Uranium (U)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Zinc (Zn)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Absorbance /cm	Nom Standard	CQ-Abs trans-2018-06-19
	Valeur obtenue	0.1670
	Justesse	100%
	Intervalle	0.1294 - 0.2046
Alcalinité mg CaCO ₃ /L	Nom Standard	Maison-Alcalinité-2017-12-07
	Valeur obtenue	197
	Justesse	98.5%
	Intervalle	170 - 230
Antimoine (Sb) mg/L	Blanc	<0.0002
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.0101
	Justesse	99%
Arsenic (As) mg/L	Intervalle	0.0080 - 0.0120
	Blanc	<0.0005
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.0972
Azote ammoniacal (NH ₃ -NH ₄) mg N/L	Justesse	97.2%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	DMR-0305-2018-NH ₃ -NH ₄
Azote Kjeldahl mg N/L	Valeur obtenue	3.79
	Justesse	91.3%
	Intervalle	3.53 - 4.77
	Blanc	<0.05
Baryum (Ba) mg/L	Nom Standard	DMR-0305-2018-NTK
	Valeur obtenue	10.4
	Justesse	93.7%
	Intervalle	9.4 - 12.8
Bore (B) mg/L	Blanc	<0.0002
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.1054
	Justesse	94.6%
Bromures (Br) mg/L	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.006
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	1.000
Bromures (Br) mg/L	Justesse	100%
	Intervalle	0.900 - 1.100
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	DMR-0104-2018-Br-2

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres		
Cadmium (Cd) mg/L	Valeur obtenue	5.18
	Justesse	92%
	Intervalle	4.50 - 6.76
	Blanc	<0.00005
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Calcium (Ca) mg/L	Valeur obtenue	0.1004
	Justesse	99.6%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Carbone organique total (C.O.T.) mg/L	Valeur obtenue	1.070
	Justesse	93%
	Intervalle	0.800 - 1.200
	Blanc	<0.2
	Nom Standard	COT 10mg/L
Chlorure (Cl) mg/L	Valeur obtenue	11.7
	Justesse	83%
	Intervalle	8 - 12
	Blanc	<0.5
	Nom Standard	DMR-0305-2018-CL
Chrome (Cr) mg/L	Valeur obtenue	108
	Justesse	100%
	Intervalle	95 - 121
	Blanc	<0.0001
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Conductivité µmhos/cm	Valeur obtenue	0.0964
	Justesse	96.4%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Nom Standard	Dmr-0305-2018-11-Conductivité
	Valeur obtenue	871
Couleur UCV	Justesse	92.1%
	Intervalle	686 - 928
	Blanc	<1
	Nom Standard	Standard maison Couleur 50 UCV
	Valeur obtenue	49
Cuivre (Cu) mg/L	Justesse	98%
	Intervalle	39 - 61
	Blanc	<0.0005
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.1068

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Cyanures totaux (CNt) mg/L	Justesse	93.2%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.001
	Nom Standard	DMR-0210
	Valeur obtenue	1.03
Dureté mg CaCO3/L	Justesse	87.3%
	Intervalle	1.00 - 1.36
	Blanc	<1
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Fer (Fe) mg/L	Valeur obtenue	0.980
	Justesse	98%
	Intervalle	0.800 - 1.200
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Fer dissous (Fe) mg/L	Valeur obtenue	1.080
	Justesse	92%
	Intervalle	0.800 - 1.200
	Blanc	<0.02
	Nom Standard	Controle maison 2 ppm F
Fluorures (F) mg/L	Valeur obtenue	2.01
	Justesse	99.5%
	Intervalle	1.85 - 2.15
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Magnésium (Mg) mg/L	Valeur obtenue	0.970
	Justesse	97%
	Intervalle	0.800 - 1.200
	Blanc	<0.0003
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Manganèse (Mn) mg/L	Valeur obtenue	0.0931
	Justesse	93.1%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.0003
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Manganèse dissous (Mn) mg/L	Valeur obtenue	0.1012
	Justesse	98.8%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.00001
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Mercure (Hg) mg/L	Blanc	<0.00001
	Nitrites (NO2) mg N/L	Blanc

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Nitrites-Nitrates mg N/L	Nom Standard	DMR-0305-2018-NO2
	Valeur obtenue	3.17
	Justesse	98.1%
	Intervalle	2.75 - 3.71
	Blanc	<0.01
pH	Nom Standard	DMR-0305-2018-NO2-NO3
	Valeur obtenue	6.16
	Justesse	98.7%
	Intervalle	5.30 - 7.18
	Nom Standard	pH-7
Plomb (Pb) mg/L	Valeur obtenue	7.01
	Justesse	99.9%
	Intervalle	6.96 - 7.04
	Blanc	<0.0005
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Sélénium (Se) mg/L	Valeur obtenue	0.0889
	Justesse	88.9%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.0006
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Sodium (Na) mg/L	Valeur obtenue	0.1085
	Justesse	91.5%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.02
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
Solides totaux mg/L	Valeur obtenue	0.970
	Justesse	97%
	Intervalle	0.800 - 1.200
	Blanc	<1
	Nom Standard	Dmr-0305-2018-10-Solides totaux
Sulfate (SO4) mg SO4/L	Valeur obtenue	284
	Justesse	94%
	Intervalle	228 - 308
	Blanc	<0.6
	Nom Standard	DMR-0305-2018-SO4
Sulfures mg S2-/L	Valeur obtenue	131
	Justesse	93.5%
	Intervalle	114 - 132
	Nom Standard	Dmr-0305-2018-5-Sulfure
	Valeur obtenue	1.780

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Sulfures mg S ₂ -/L	Justesse	95.3%
	Intervalle	1.190 - 2.210
	Blanc	<0.03
	Nom Standard	Dmr-0305-2018-12-Sulfure
	Valeur obtenue	1.670
Turbidité UTN	Justesse	100%
	Intervalle	1.169 - 2.171
	Blanc	0.05
	Nom Standard	DMR-0305-2018-TURBIDITÉ
	Valeur obtenue	8.81
Uranium (U) mg/L	Justesse	96.5%
	Intervalle	7.76 - 10.50
	Blanc	<0.0005
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.0947
Zinc (Zn) mg/L	Justesse	94.7%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
	Blanc	<0.0005
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.1047
	Justesse	95.3%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Informations supplémentaires

Numéro de projet : C-233958

Échantillon : 24 H- Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Remarque : CONFORME, selon les recommandations sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec pour les paramètres analysés.

Méthode laboratoire	Méthode de référence
M-TIT-1.0	MA.303-Titr Auto 2.0
M-MET-3.0	MA.200-Mét. 1.2
M-NH3-2.0	MA.300-N 2.0
M-CL-2.0	MA.300-Ions 1.3
M-COUL-1.0	MA.103-Col. 2.0
M-CN-1.0	MA.300-CN 1.2
M-CI-1.0	MA.304 - Ions 1.1
M-NITR-2.0	MA.300-NO3 2.0
M-SOLI-1.0	MA.104-S.S. 1.1
M-SULF-2.0	MA.300-Ions 1.3
M-SULF-3.0	MA.300-S 1.1
M-TURB-1.0	MA.103-Tur. 1.0

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Client : **Richelieu Hydrogéologie inc.**

Responsable : M. Yves Leblanc
Adresse : 219, 15ième Avenue
Richelieu Québec J3L 3V7
tél.: (514) 894-7303 (---)
fax.: (000) 000-0000

Numéro de projet : C-234063

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Échantillon : 48 H-Odyssey

Heure de prélèvement : 09:30

Nom du préleveur : Véronique Fournier

Date de réception : 19 juin 2018

Type d'échantillon : Eau potable

Réseau : **Puits Odyssey**

Date d'émission : 24 juillet 2018

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : C-234063

Échantillon : 48 H-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Normes	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Absorbance	0.143 /cm		M-ABS-1.0	19 juin 2018
Alcalinité	169 mg CaCO ₃ /L		M-TIT-1.0	19 juin 2018
Azote ammoniacal (NH ₃)	0.31 mg N/L		M-NH3-2.0	20 juin 2018
Azote Kjeldahl	0.62 mg N/L		M-NTK-1.0	21 juin 2018
Calcium (Ca)	55.7 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Carbone organique total	8.3 mg/L		Sous-traitance\Multilab Val d'Or	20 juin 2018
Couleur	15 UCV		M-COUL-1.0	19 juin 2018
Demande en Chlore	5.6 mg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	17 juillet 2018
Dureté	193 mg CaCO ₃ /L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Fer (Fe)	0.45 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Fer dissous (Fe)	0.27 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Magnésium (Mg)	13.4 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Manganèse (Mn)	0.286 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Manganèse dissous (Mn)	0.2947 mg/L		M-MET-3.0	22 juin 2018
Nitrites (NO ₂)	<0.01 mg N/L	1	M-NITR-2.0	19 juin 2018
Nitrites-Nitrates	0.01 mg N/L	5	M-NITR-2.0	19 juin 2018
pH	8.02		M-TIT-1.0	19 juin 2018
SDS - THM			Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	
Temps de contact	24 (heures)		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
Chlore résiduel	0.38 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
Température	20 °C		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
pH	7.37		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
Trihalométhanes totaux	84 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Bromoforme	<1 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Dibromochlorométhane	<1 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Bromodichlorométhane	2 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Chloroforme	82 µg/L		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Solides dissous	293 mg/L		M-TIT-1.0	19 juin 2018
Solides totaux	298 mg/L		M-SOLI-1.0	22 juin 2018
Sulfures	0.11 mg S ₂ -/L		M-SULF-3.0	19 juin 2018
Turbidité	0.7 UTN	5	M-TURB-1.0	19 juin 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Limite de détection rapportée

Numéro de projet : C-234063

Échantillon : 48 H-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètre	Valeur	Unité	Méthode	Accréditation
Absorbance	0.001	/cm	M-ABS-1.0	
Alcalinité	2	mg CaCO3/L	M-TIT-1.0	
Azote ammoniacal (NH)	0.01	mg N/L	M-NH3-2.0	Oui
Azote Kjeldahl	0.05	mg N/L	M-NTK-1.0	Oui
Calcium (Ca)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Carbone organique tota	0.2	mg/L	Sous-traitance	
Couleur	1	UCV	M-COUL-1.0	Oui
Demande en Chlore		mg/L	Sous-traitance	
Dureté	1	mg CaCO3/L	M-MET-3.0 (EP)	
Fer (Fe)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Fer dissous (Fe)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Magnésium (Mg)	0.01	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	Oui
Manganèse (Mn)	0.0003	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Manganèse dissous (M)	0.0003	mg/L	M-MET-3.0 (EP)	oui
Nitrites (NO2)	0.01	mg N/L	M-NITR-2.0	Oui
Nitrites-Nitrates	0.01	mg N/L	M-NITR-2.0	Oui
pH	0.005		M-TIT-1.0	Oui
SDS - THM			Sous-traitance	
Temps de contact		(heures)	Sous-traitance	
Chlore résiduel		µg/L	Sous-traitance	
Température		oC	Sous-traitance	
pH			Sous-traitance	Oui
Solides dissous	1	mg/L	M-TIT-1.0	
Solides totaux	1	mg/L	M-SOLI-1.0	Oui
Sulfures	0.03	mg S2-/L	M-SULF-3.0	Oui
Turbidité	0.02	UTN	M-TURB-1.0	Oui

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234063

Échantillon : 48 H-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Absorbance /cm	Nom Standard	CQ-Abs Trans
	Valeur obtenue	0.0410
	Justesse	97.5%
	Intervalle	0.0310 - 0.0490
Alcalinité mg CaCO ₃ /L	Nom Standard	Maison-Alcalinité-2017-12-07
	Valeur obtenue	190
	Justesse	95%
	Intervalle	170 - 230
Azote ammoniacal (NH ₃ -NH ₄) mg N/L	Duplicata	169-164
	Blanc	<0.01
	Nom Standard	DMR-0305-2018-NH3-NH4
	Valeur obtenue	3.79
Azote Kjeldahl mg N/L	Justesse	91.3%
	Intervalle	3.53 - 4.77
	Blanc	<0.05
	Nom Standard	DMR-0305-2018-NTK
Calcium (Ca) mg/L	Valeur obtenue	10.4
	Justesse	93.7%
	Intervalle	9.4 - 12.8
	Blanc	<0.01
Carbone organique total (C.O.T.) mg/L	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	1.070
	Justesse	93%
	Intervalle	0.800 - 1.200
Couleur UCV	Blanc	<0.2
	Nom Standard	COT 10mg/L
	Valeur obtenue	11.7
	Justesse	83%
Dureté mg CaCO ₃ /L	Intervalle	8 - 12
	Blanc	<1
	Nom Standard	Standard maison Couleur 50 UCV
	Valeur obtenue	49
Fer (Fe) mg/L	Justesse	98%
	Intervalle	39 - 61
	Blanc	<1
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.980
	Justesse	98%
	Intervalle	0.800 - 1.200

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234063

Échantillon : 48 H-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Fer dissous (Fe) mg/L	Blanc	<0.01
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	1.080
	Justesse	92%
	Intervalle	0.800 - 1.200
Magnésium (Mg) mg/L	Blanc	<0.01
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.970
	Justesse	97%
	Intervalle	0.800 - 1.200
Manganèse (Mn) mg/L	Blanc	<0.0003
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.0931
	Justesse	93.1%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
Manganèse dissous (Mn) mg/L	Blanc	<0.0003
	Nom Standard	C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue	0.1012
	Justesse	98.8%
	Intervalle	0.0800 - 0.1200
Nitrites (NO ₂) mg N/L	Blanc	<0.01
	Nom Standard	DMR-0305-2018-NO2
	Valeur obtenue	3.13
	Justesse	96.9%
	Intervalle	2.75 - 3.71
Nitrites-Nitrates mg N/L	Blanc	<0.01
	Nom Standard	DMR-0305-2018-NO2-NO3
	Valeur obtenue	6.11
	Justesse	97.9%
	Intervalle	5.30 - 7.18
pH	Nom Standard	pH-7
	Valeur obtenue	7.02
	Justesse	99.7%
	Intervalle	6.96 - 7.04
	Duplicata	8.02-8.00
Solides dissous mg/L	Duplicata	293-288
Solides totaux mg/L	Blanc	<1
	Nom Standard	Dmr-0305-2018-10-Solides totaux
	Valeur obtenue	284
	Justesse	94%

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Informations supplémentaires

Numéro de projet : C-234063

Échantillon : 48 H-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Remarque : CONFORME, selon les recommandations sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec pour les paramètres analysés.

Méthode laboratoire	Méthode de référence
M-TIT-1.0	MA.303-Titr Auto 2.0
M-NH3-2.0	MA.300-N 2.0
M-MET-3.0	MA.200-Mét. 1.2
M-COUL-1.0	MA.103-Col. 2.0
M-NITR-2.0	MA.300-NO3 2.0
M-SOLI-1.0	MA.104-S.S. 1.1
M-SULF-3.0	MA.300-S 1.1
M-TURB-1.0	MA.103-Tur. 1.0

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Client : **Richelieu Hydrogéologie inc.**

Responsable : M. Yves Leblanc
Adresse : 219, 15^{ième} Avenue
Richelieu Québec J3L 3V7
tél.: (514) 894-7303 (---)
fax.: (000) 000-0000

Numéro de projet : C-234232

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Échantillon : 72 H-Odyssey

Heure de prélèvement : 09:30

Nom du préleveur : Véronique Fournier

Date de réception : 20 juin 2018

Type d'échantillon : Eau souterraine

Réseau : **Puits Odyssey**

Date d'émission : 24 juillet 2018

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

Les échantillons seront conservés pendant 30 jours à partir de la date du rapport à moins d'avis écrit du client.

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Absorbance	0.1380 /cm	M-ABS-1.0	21 juin 2018
Alcalinité	194 mg CaCO ₃	M-TIT-1.0	20 juin 2018
Antimoine (Sb)	<0.0001 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Arsenic (As)	<0.0005 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Azote ammoniacal (NH ₃ -NH ₄)	0.27 mg N/L	M-NH3-2.0	22 juin 2018
Azote Kjeldahl	0.1 mg N/L	M-NTK-1.0	26 juin 2018
Baryum (Ba)	0.214 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Bicarbonate (HCO ₃)	194 mg CaCO ₃	M-TIT-1.0	20 juin 2018
Bore (B)	<0.01 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Bromures	<0.01 mg/L	M-MET-3.0	28 juin 2018
Cadmium (Cd)	<0.00002 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Calcium (Ca)	49.8 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Carbone organique total (C.O.T.)	8.6 mg/L	Sous-traitance\Multilab Val d'Or	22 juin 2018
Chlorure (Cl)	2.8 mg/L	M-CL-2.0	21 juin 2018
Chrome (Cr)	<0.0006 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Conductivité	440 µmhos/cm	M-TIT-1.0	20 juin 2018
Couleur	15 UCV	M-COUL-1.0	21 juin 2018
Cuivre (Cu)	<0.0005 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Cyanures totaux (CNT)	<0.001 mg/L	M-CN-1.0	22 juin 2018
Demande en Chlore	5.63 mg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	17 juillet 2018
Dureté	179 mg CaCO ₃	M-MET-3.0	27 juin 2018
Fer (Fe)	0.50 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Fer dissous (Fe)	0.29 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Fluorures (F)	0.14 mg/L	M-CI-1.0	22 juin 2018
Magnésium (Mg)	13.3 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Manganèse (Mn)	0.2855 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Manganèse dissous (Mn)	0.3164 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Mercure (Hg)	<0.00001 mg/L	M-MET-3.0	29 juin 2018
Nitrites (NO ₂)	<0.01 mg N/L	M-NITR-2.0	21 juin 2018
Nitrites-Nitrates	<0.01 mg N/L	M-NITR-2.0	22 juin 2018
pH	7.93	M-TIT-1.0	20 juin 2018
Plomb (Pb)	<0.0003 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
SDS - THM		Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	
Temps de contact	24 (heures)	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
Chlore résiduel	0.35 µg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
Température	20 oC	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
pH	7.41	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	18 juillet 2018
Trihalométhanes totaux	88 µg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Bromoforme	<1 µg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Dibromochlorométhane	<1 µg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Bromodichlorométhane	2 µg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Chloroforme	86 µg/L	Sous-traitance\H2Lab Inc (SAM)	20 juillet 2018
Sélénium (Se)	<0.001 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Sodium (Na)	12.5 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Solides dissous	293 mg/L	M-TIT-1.0	20 juin 2018
Solides totaux	270 mg/L	M-SOLI-1.0	04 juillet 2018
Sulfate (SO4)	26.1 mg SO4/L	M-SULF-2.0	21 juin 2018
Sulfures	0.12 mg S2-/L	M-SULF-3.0	21 juin 2018
Turbidité	1.77 UTN	M-TURB-1.0	20 juin 2018
Uranium (U)	<0.001 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
Zinc (Zn)	0.01 mg/L	M-MET-3.0	27 juin 2018
BTEX (Eau)		Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	
- Xylènes Totaux	<0.40 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	28 juin 2018
- Éthylbenzène	<0.10 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	28 juin 2018
- Toluène	0.12 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	28 juin 2018
- Benzène	<0.20 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	28 juin 2018
Hydrocarbures (C10-C50)	<0.10 mg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	
- Naphtalène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Benzo (b,j,k) fluranthène	<0.060 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.0080 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Dibenzo (a,h) anthracène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Chrysène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Benzo (a) anthracène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Acénaphthène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Fluorène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Phénanthrène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Anthracène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Fluoranthène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018
- Pyrène	<0.030 µg/L	Sous-traitance\Maxxam Analytics Inc	03 juillet 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Limite de détection rapportée

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètre	Valeur	Unité	Méthode	Accréditation
Absorbance	0.001	/cm	M-ABS-1.0	
Alcalinité	2	mg CaCO ₃	M-TIT-1.0	
Antimoine (Sb)	0.0001	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Arsenic (As)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Azote ammoniacal (NH ₃ -NH ₄)	0.01	mg N/L	M-NH3-2.0	Oui
Azote Kjeldahl	0.05	mg N/L	M-NTK-1.0	Oui
Baryum (Ba)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Bicarbonate (HCO ₃)	2	mg CaCO ₃	M-TIT-1.0	
Bore (B)	0.01	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Bromures	0.01	mg/L	M-MET-3.0	
Cadmium (Cd)	2E-05	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Calcium (Ca)	0.03	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Carbone organique total (C.O.T.)	0.2	mg/L	Sous-traitance	
Chlorure (Cl)	0.5	mg/L	M-CL-2.0	Oui
Chrome (Cr)	0.0006	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Conductivité	1	µmhos/cm	M-TIT-1.0	Oui
Couleur	1.0	UCV	M-COUL-1.0	Oui
Cuivre (Cu)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Cyanures totaux (CNT)	0.001	mg/L	M-CN-1.0	Oui
Demande en Chlore		mg/L	Sous-traitance	
Dureté	1	mg CaCO ₃	M-MET-3.0	
Fer (Fe)	0.010	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Fer dissous (Fe)	0.01	mg/L	M-MET-3.0	
Fluorures (F)	0.02	mg/L	M-Cl-1.0	Oui
Magnésium (Mg)	0.02	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Manganèse (Mn)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Manganèse dissous (Mn)	0.0005	mg/L	M-MET-3.0	
Mercure (Hg)	0.00001	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Nitrites (NO ₂)	0.01	mg N/L	M-NITR-2.0	Oui
Nitrites-Nitrates	0.01	mg N/L	M-NITR-2.0	Oui
pH	0.005		M-TIT-1.0	Oui
Plomb (Pb)	0.0003	mg/L	M-MET-3.0	Oui
SDS - THM			Sous-traitance	
Temps de contact		(heures)	Sous-traitance	
Chlore résiduel		µg/L	Sous-traitance	
Température		oC	Sous-traitance	
pH			Sous-traitance	Oui
Sélénium (Se)	0.001	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Sodium (Na)	0.05	mg/L	M-MET-3.0	Oui
Solides dissous	1	mg/L	M-TIT-1.0	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Limite de détection rapportée

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètre	Valeur	Unité	Méthode	Accréditation
Solides totaux	1	mg/L	M-SOLI-1.0	Oui
Sulfate (SO4)	0.6	mg SO4/L	M-SULF-2.0	Oui
Sulfures	0.03	mg S2-/L	M-SULF-3.0	Oui
Turbidité	0.02	UTN	M-TURB-1.0	Oui
Uranium (U)	0.001	mg/L	M-MET-3.0	
Zinc (Zn)	0.001	mg/L	M-MET-3.0	Oui
BTEX (Eau)			Sous-traitance	
- Xylènes Totaux		µg/L	Sous-traitance	
- Éthylbenzène		µg/L	Sous-traitance	
- Toluène		µg/L	Sous-traitance	
- Benzène		µg/L	Sous-traitance	
Hydrocarbures (C10-C50)	0.1	mg/L	Sous-traitance	Oui
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)			Sous-traitance	
- Naphtalène		µg/L	Sous-traitance	
- Benzo (b,j,k) fluranthène		µg/L	Sous-traitance	
- Indéno (1,2,3-cd) pyrène		µg/L	Sous-traitance	
- Dibenzo (a,h) anthracène		µg/L	Sous-traitance	
- Chrysène		µg/L	Sous-traitance	
- Benzo (a) anthracène		µg/L	Sous-traitance	
- Acénaphène		µg/L	Sous-traitance	
- Fluorène		µg/L	Sous-traitance	
- Phénanthrène		µg/L	Sous-traitance	
- Anthracène		µg/L	Sous-traitance	
- Fluoranthène		µg/L	Sous-traitance	
- Pyrène		µg/L	Sous-traitance	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Absorbance /cm	Nom Standard CQ-Abs trans-2018-06-19
	Valeur obtenue 0.1710
	Justesse 97.6%
	Intervalle 0.1294 - 0.2046

Alcalinité mg CaCO ₃ /L	Nom Standard Maison-Alcalinité-2017-12-07
	Valeur obtenue 191
	Justesse 95.5%
	Intervalle 170 - 230

Antimoine (Sb) mg/L	Blanc <0.0001
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.0093
	Justesse 93%
	Intervalle 0.0080 - 0.0120

Arsenic (As) mg/L	Blanc <0.0005
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.0903
	Justesse 90.3%
	Intervalle 0.0700 - 0.1300

Azote ammoniacal (NH ₃ -NH ₄) mg N/L	Blanc <0.01
	Nom Standard DMR-0305-2018-NH ₃ -NH ₄
	Valeur obtenue 4.11
	Justesse 99%
	Intervalle 3.53 - 4.77

Azote Kjeldahl mg N/L	Blanc <0.05
	Nom Standard DMR-0305-2018-NTK
	Valeur obtenue 10.4
	Justesse 93.7%
	Intervalle 9.4 - 12.8

Baryum (Ba) mg/L	Blanc <0.0005
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.1010
	Justesse 99%
	Intervalle 0.0800 - 0.1200

Bore (B) mg/L	Blanc <0.01
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 1.010
	Justesse 99%
	Intervalle 0.800 - 1.200

Bromures mg/L	Nom Standard DMR-0104-2018-Br-2
	Valeur obtenue 5.24

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Cadmium (Cd) mg/L	Justesse 93.1%
	Intervalle 4.50 - 6.76
	Blanc <0.00002
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
Valeur obtenue 0.0950	
Calcium (Ca) mg/L	Justesse 95%
	Intervalle 0.0800 - 0.1200
	Blanc <0.03
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
Valeur obtenue 1.000	
Carbone organique total (C.O.T.) mg/L	Justesse 100%
	Intervalle 0.800 - 1.200
	Blanc <0.2
	Nom Standard COT 10mg/L
Valeur obtenue 12.0	
Chlorure (Cl) mg/L	Justesse 80%
	Intervalle 8 - 12
	Blanc <0.5
	Nom Standard DMR-0305-2018-CL
Valeur obtenue 100	
Chrome (Cr) mg/L	Justesse 92.6%
	Intervalle 95 - 121
	Blanc <0.0006
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
Valeur obtenue 0.1182	
Conductivité µmhos/cm	Justesse 81.8%
	Intervalle 0.0800 - 0.1200
	Nom Standard Dmr-0210-2018-11-Conductivité
	Valeur obtenue 850
Couleur UCV	Justesse 94.7%
	Intervalle 686 - 928
	Nom Standard Standard maison Couleur 50 UCV
	Valeur obtenue 49
Cuivre (Cu) mg/L	Justesse 98%
	Intervalle 39 - 61
	Blanc <0.0005
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
Valeur obtenue 0.1016	
Justesse 98.4%	
Intervalle 0.0800 - 0.1200	

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Cyanures totaux (CNT) mg/L	Blanc <0.001 Nom Standard DMR-0210 Valeur obtenue 1.090 Justesse 92.4% Intervalle 1.003 - 1.357
Fer (Fe) mg/L	Blanc <0.01 Nom Standard C00-046-705_X_1000 Valeur obtenue 1.100 Justesse 90% Intervalle 0.800 - 1.200
Fer dissous (Fe) mg/L	Blanc <0.01 Nom Standard C00-046-705_X_1000 Valeur obtenue 1.100 Justesse 90% Intervalle 0.800 - 1.200
Fluorures (F) mg/L	Duplicata 0.29-0.28 Blanc <0.02 Nom Standard Controle maison 2 ppm F Valeur obtenue 2.03 Justesse 98.5% Intervalle 1.85 - 2.15
Magnésium (Mg) mg/L	Blanc <0.02 Nom Standard C00-046-705_X_1000 Valeur obtenue 0.990 Justesse 99% Intervalle 0.800 - 1.200
Manganèse (Mn) mg/L	Blanc <0.0005 Nom Standard C00-046-705_X_1000 Valeur obtenue 0.1138 Justesse 86.2% Intervalle 0.0800 - 0.1200
Manganèse dissous (Mn) mg/L	Blanc <0.0005 Nom Standard C00-046-705_X_1000 Valeur obtenue 0.0957 Justesse 95.7% Intervalle 0.0800 - 0.1200
Mercure (Hg) mg/L	Duplicata 0.3164-0.3018 Blanc <0.00001 Nom Standard QC HgEu-226890-S140102033 Valeur obtenue 0.004

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Nitrites (NO ₂) mg N/L	Justesse 66.7%
	Intervalle 0.002 - 0.004
	Blanc <0.01
	Nom Standard DMR-0305-2018-NO ₂
	Valeur obtenue 3.22
Nitrites-Nitrates mg N/L	Justesse 99.7%
	Intervalle 2.75 - 3.71
	Blanc <0.01
	Nom Standard DMR-0305-2018-NO ₂ -NO ₃
	Valeur obtenue 6.66
pH	Justesse 93.3%
	Intervalle 5.30 - 7.18
	Nom Standard pH-7
	Valeur obtenue 7.01
Plomb (Pb) mg/L	Justesse 99.9%
	Intervalle 6.96 - 7.04
	Blanc <0.0003
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.0863
Sélénium (Se) mg/L	Justesse 86.3%
	Intervalle 0.0800 - 0.1200
	Blanc <0.001
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.0950
Sodium (Na) mg/L	Justesse 95%
	Intervalle 0.0800 - 0.1200
	Blanc <0.05
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 1.060
Solides totaux mg/L	Justesse 94%
	Intervalle 0.800 - 1.200
	Blanc <1
	Nom Standard Dmr-0305-2018-10-Solides totaux
	Valeur obtenue 300
Sulfate (SO ₄) mg SO ₄ /L	Justesse 88.1%
	Intervalle 228 - 308
	Blanc <0.6
	Nom Standard DMR-0305-2018-SO ₄
	Valeur obtenue 127
	Justesse 96.7%

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat contrôle qualité

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres

Sulfures mg S ₂ -/L	Intervalle 114 - 132
	Duplicata 26.1-26.2
	Nom Standard Dmr-0305-2018-5-Sulfure
	Valeur obtenue 1.700
	Justesse 100%
Sulfures mg S ₂ -/L	Intervalle 1.190 - 2.210
	Blanc <0.03
	Nom Standard Dmr-0305-2018-12-Sulfure
	Valeur obtenue 1.620
	Justesse 97%
Turbidité UTN	Intervalle 1.169 - 2.171
	Blanc 0.06
	Nom Standard DMR-0305-2018-TURBIDITÉ
	Valeur obtenue 8.99
	Justesse 98.5%
Uranium (U) mg/L	Intervalle 7.76 - 10.50
	Blanc <0.001
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.1060
	Justesse 94%
Zinc (Zn) mg/L	Intervalle 0.0800 - 0.1200
	Blanc <0.001
	Nom Standard C00-046-705_X_1000
	Valeur obtenue 0.0960
	Justesse 96%
	Intervalle 0.0800 - 0.1200

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Informations supplémentaires

Numéro de projet : C-234232

Échantillon : 72 H-Odyssey

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Heure de prélèvement : 09:30

<u>Méthode laboratoire</u>	<u>Méthode de référence</u>
M-TIT-1.0	MA.303-Titr Auto 2.0
M-MET-3.0	MA.200-Mét. 1.2
M-NH3-2.0	MA.300-N 2.0
M-CL-2.0	MA.300-Ions 1.3
M-COUL-1.0	MA.103-Col. 2.0
M-CN-1.0	MA.300-CN 1.2
M-CI-1.0	MA.304 - Ions 1.1
M-NITR-2.0	MA.300-NO3 2.0
M-SOLI-1.0	MA.104-S.S. 1.1
M-SULF-2.0	MA.300-Ions 1.3
M-SULF-3.0	MA.300-S 1.1
M-TURB-1.0	MA.103-Tur. 1.0

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Client : **Richelieu Hydrogéologie inc.**

Responsable : M. Yves Leblanc
Adresse : 219, 15ième Avenue
Richelieu Québec J3L 3V7
tél.: (514) 894-7303 (---)
fax.: (000) 000-0000

Numéro de projet : M-126793

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Échantillon : 24h - Odyssey

Heure de prélèvement : 09:30

Nom du préleveur : Véronique Fournier

Date de réception : 18 juin 2018

Type d'échantillon : Eau potable

Réseau : **N/A**

Date d'émission : 21 juin 2018

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : M-126793

Échantillon : 24h - Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Normes	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Coliformes totaux	8 UFC/100 mL	10	M-COLI-4.0	19 juin 2018
Colonies atypiques	14 UFC/100 ml	200	M-COLI-4.0	19 juin 2018
<i>Escherichia coli</i>	1 UFC/100 ml	0	M-COLI-4.0	19 juin 2018
Température	12.5 °C		M-TEMP-1.0	18 juin 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Informations supplémentaires

Numéro de projet : M-126793

Échantillon : 24h - Odyssey

Date de prélèvement : 18 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Remarque : NON-POTABLE, selon les recommandations sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec pour les paramètres analysés.

État de l'échantillon à la réception : Température supérieure à 12°C.

Paramètre(s) non-conforme(s): Escherichia coli

Méthode laboratoire

Méthode de référence

M-COLI-4.0

MA. 700 - Ecctmi 1.0

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Client : **Richelieu Hydrogéologie inc.**

Responsable : M. Yves Leblanc
Adresse : 219, 15ième Avenue
Richelieu Québec J3L 3V7
tél.: (514) 894-7303 (---)
fax.: (000) 000-0000

Numéro de projet : M-126825

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Échantillon : 48 hre-Odyssey

Heure de prélèvement : N/D

Nom du préleveur : Véronique Fournier

Date de réception : 19 juin 2018

Type d'échantillon : Eau potable

Réseau : **N/A**

Date d'émission : 22 juin 2018

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : M-126825

Échantillon : 48 hre-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : N/D

Paramètres	Résultats	Normes	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Coliformes totaux	10 UFC/100 mL	10	M-COLI-4.0	12 juin 2018
Colonies atypiques	3 UFC/100 ml	200	M-COLI-4.0	22 juin 2018
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/100 ml	0	M-COLI-4.0	19 juin 2018
Température	9 °C		M-TEMP-1.0	19 juin 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Informations supplémentaires

Numéro de projet : M-126825

Échantillon : 48 hre-Odyssey

Date de prélèvement : 19 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : N/D

Remarque : CONFORME, selon les recommandations sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec pour les paramètres analysés.

État de l'échantillon à la réception : Température inférieure à 12°C.

Méthode laboratoire

Méthode de référence

M-COLI-4.0

MA. 700 - Ecctmi 1.0

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Client : **Richelieu Hydrogéologie inc.**

Responsable : M. Yves Leblanc
Adresse : 219, 15ième Avenue
Richelieu Québec J3L 3V7
tél.: (514) 894-7303 (---)
fax.: (000) 000-0000

Numéro de projet : M-126895

Lieu de prélèvement : Malartic

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Échantillon : 72 heures- Odyssey

Heure de prélèvement : 09:30

Nom du préleveur : Véronique Fournier

Date de réception : 20 juin 2018

Type d'échantillon : Eau potable

Réseau : **Puits Odyssees**

Date d'émission : 27 juin 2018

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.
Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Certificat d'analyse

Numéro de projet : M-126895

Échantillon : 72 heures- Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Paramètres	Résultats	Normes	Méthode d'analyse	Date d'analyse
Coliformes totaux	5 UFC/100 mL	10	M-COLI-4.0	20 juin 2018
Colonies atypiques	3 UFC/100 ml	200	M-COLI-4.0	20 juin 2018
Entérocoques	0 UFC/100 mL	0	M-ENTE-1,0	20 juin 2018
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/100 ml	0	M-COLI-4.0	20 juin 2018
Température	9 °C		M-TEMP-1.0	20 juin 2018
Virus Coliphage	ABS /100ml	ABS /100ml	Sous-traitanceMaxxam	21 juin 2018

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Informations supplémentaires

Numéro de projet : M-126895

Échantillon : 72 heures- Odyssey

Date de prélèvement : 20 juin 2018

Lieu de prélèvement : Malartic

Heure de prélèvement : 09:30

Remarque : CONFORME, selon les recommandations sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec pour les paramètres analysés.

État de l'échantillon à la réception : Température inférieure à 12°C.

Méthode laboratoire

Méthode de référence

M-COLI-4.0

MA. 700 - Ecctmi 1.0

M-ENTE-1,0

MA.700-Ent 1.0

Sauf indication contraire, tous les échantillons ont été reçus en bon état.

Toute reproduction, sinon en entier, est interdite sans l'autorisation écrite du laboratoire.



180 boul. Norbert-Morin
Sainte-Agathe-des-Monts (Québec) J8C 2W5
Tél.. : 819 326-8690
Sans frais: 1 877 326-8690
www.h2lab.ca

N° certificat : 412239
N° client : 30997
Réf. Client : 233958

CERTIFICAT D'ANALYSES

H2Lab RN (chimie)

M. Jean-François Bouffard
Rouyn Noranda
Québec J9X 6P2
N° téléphone : 819-797-0550
Email : comptabilite@h2lab.ca

N° échantillon : 461811 (233958)

Matrice : Eau potable
Reçu le : 2018-06-19
Prélevé le : 2018-06-18
Etat de l'éch. à la réception : Conforme
Lieu de prélèvement : (Voir identification)
Préleveur : non applicable

Paramètre (méthode)	Résultat	Unité	Norme/Recommandation	Date d'analyse
SDS-THM (Standard) 3	Voir annexe	Voir annexe	N/A	2018-07-05
Demande en chlore (LBS-DEM-402-N) 3	Voir annexe	Voir annexe	N/A	2018-07-05

Légende :

3 : analyse effectuée au laboratoire H2Lab à Sainte-Agathe-des-Monts

Référence :

(N): c.Q-2, r-40, annexe 1 (RQEP)

(R): Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Santé Canada

Remarques :

SDS-THM: Analyse effectuée sur un échantillon qui a été congelé le 18.06.19 et décongelé le 18.07.05.

Demande en chlore: Analyse effectuée sur un échantillon qui a été congelé le 18.06.19 et décongelé le 18.07.05.

L'appréciation de l'échantillon et sa conformité aux normes sont établies dans la limite des paramètres analysés, si applicable. Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.

ANNEXE

PRÉCURSEUR DE TRIHALOMÉTHANES(SDS-THM)

Détermination de la demande en chlore, ajout de chlore, incubation, dosage des THM

N° échantillon: 461811	
Projet	233958

	Unité	Résultat	Date d'analyse
Demande en chlore(en Cl₂)⁽¹⁾	mg/L Cl ₂	5,38	2018-07-05 à 2018-07-06
Chlore ajouté (en Cl₂)⁽¹⁾	mg/L Cl ₂	5,7	2018-07-05
Température d'incubation⁽¹⁾	°C	20	---
Temps d'incubation⁽¹⁾	heures	24	---
Chlore libre(en Cl₂) final⁽¹⁾	mg/L	0,33	2018-07-06
pH final⁽¹⁾	UpH	7,48	2018-07-06
Dibromochlorométhane⁽²⁾	µg/L	<1	2018-07-13
Chloroforme⁽²⁾	µg/L	83	2018-07-13
Bromoforme⁽²⁾	µg/L	<1	2018-07-13
Bromodichlorométhane⁽²⁾	µg/L	3	2018-07-13

Légende:⁽¹⁾ Analyse effectuée au H2Lab de Ste-Agathe-des-Monts. suivant la méthode LBS-DEM-402-N

⁽²⁾Paramètre effectuer en sous-traitance

Remarque: THM Hors normes (RQEP)

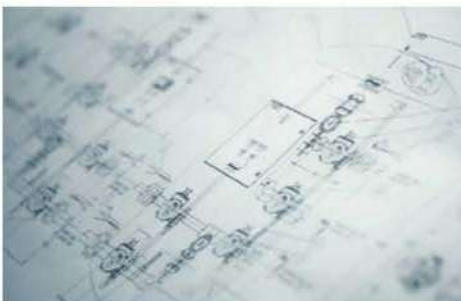
ANNEXE

H

SYSTÈME DE
TRAITEMENT DES EAUX
POTABLES DE MAGNOR

DESSINS D'ATELIER

PM10589
Mine Canadian Malartic
91004-Odyssey UPEP





1.1 Enlèvement du fer, du manganèse et sulfure

1.1.1 Oxydation

- Une (1) Unité d'injection d'hypochlorite de sodium avec deux pompes Grundfos Série DDA auto-dégazante, un ensemble de vanne de contre pression et de relâche, une tuyauterie d'interconnexion assemblée sur un panneau mural, un agitateur manuel et un réservoir de 200 litres avec bac de confinement ;
- Un (1) mélangeur statique 38 mm (1-1/2") avec point d'injection intégré;

1.1.2 Filtration sur média catalytique

- Un (1) Filtre sur média catalytique duplex Magnor modèle FCAT 2465-D3150NXT comprenant :
 - Deux (2) Réservoirs de fibre de verre (Composite) de Ø24" x 65" de hauteur (100 PSI), incluant chacun:
 - Une (1) Vanne de contrôle électronique automatique à régénération au temps;
 - Un (1) Ensemble de tuyauterie externe en PVC ;
 - Un (1) Ensemble de robinets à bille motorisée pour effectuer le lavage avec l'eau traitée en provenance d'une pompe de lavage dédiée;
 - Médias de filtration ;
 - Un (1) boîtier de raccordement électrique pour la gestion des vannes motorisées;

1.2 Enlèvement du chlore

- Un (1) filtre au charbon duplex Magnor modèle FAC-2465-D2850NXT comprenant :
 - Deux (2) Réservoirs de fibre de verre de Ø24" x 65" de hauteur (100 PSI), incluant chacun:
 - Une (1) Vanne de contrôle électronique automatique à régénération au temps;



- Les médias de filtration;
- Un (1) Ensemble de distribution interne en PVC;
- Un (1) Ensemble de robinets à bille motorisée pour effectuer le lavage avec l'eau traitée en provenance d'une pompe de lavage dédiée;
- Un (1) boîtier de raccordement électrique pour la gestion des vannes motorisées.

1.3 Enlèvement de la matière organique

- Un (1) Échangeur anionique duplex Magnor modèle EA252-D2750NXT comprenant :
 - Deux (2) Réservoirs de fibre de verre de Ø24" x 65" de hauteur (100 PSI), incluant chacun:
 - Une (1) Vanne de contrôle électronique automatique à régénération au temps;
 - Lot de résine anionique;
 - Un (1) Ensemble de distribution interne en PVC;
 - Un (1) Réservoir à saumure avec double fond et vanne à saumure;
 - Un (1) Ensemble de robinets à bille motorisée pour effectuer le lavage avec l'eau traitée en provenance d'une pompe de lavage dédiée;
 - Un (1) boîtier de raccordement électrique pour la gestion des vannes motorisées.

1.4 Enlèvement de la dureté

- Un (1) Échangeur cationique duplex Magnor modèle F196-D2900NXT comprenant :
 - Deux (2) Réservoirs de fibre de verre de Ø24" x 65" de hauteur (100 PSI), incluant chacun:
 - Une (1) Vanne de contrôle électronique automatique à régénération au volume;



- Lot de résine cationique échangeuse d'ion à haute capacité/anionique;
- Un (1) Ensemble de distribution interne en PVC;
- Un (1) Réservoir à saumure avec double fond et vanne à saumure;
- Un (1) Ensemble de robinets à bille motorisée pour effectuer le lavage avec l'eau traitée en provenance d'une pompe de lavage dédiée;
- Un (1) boîtier de raccordement électrique pour la gestion des vannes motorisées.

1.5 **Enlèvement bactéries et virus**

- Deux (2) Filtres à cartouche fonctionnant en parallèle comprenant :
 - Deux (2) Boîtiers à cartouche;
 - Quatre (4) Robinets manuels d'isolation;
 - Deux (2) Manomètres;
 - Tuyauterie de raccordement en PVC classe 80.
- Un (1) assemblage de réacteurs UV triplex comprenant :
 - Trois (3) Réacteurs UV Modèle UVMAX PRO 30 de Viqua (en parallèle) avec moniteur UV et vanne d'isolation automatique;
 - Un (1) lot d'équipement de diagnostic comprenant manomètres et prise d'échantillonnage;
- Le tout pré assemblé sur une base d'acier et testé en usine.

1.6 **Post-chloration**

- Une (1) Unité d'injection d'hypochlorite de sodium avec deux pompes Grundfos Série DDA auto-dégazante, un ensemble de vanne de contre pression et de relâche, une tuyauterie d'interconnexion assemblée sur un panneau mural, un agitateur manuel et un réservoir de 200 litres avec bac de confinement ;
- Un (1) mélangeur statique 38 mm (1-1/2") avec point d'injection intégré;



1.7 Analyse en continu

- Un (1) Analyseur de chlore, pH et température en continu Magnor modèle ACD-C5T0E0A0 comprenant :
 - Un (1) Analyseur de chlore de marque Endress & Hauser;
 - Une (1) Chambre de passage avec cellule de chlore de marque Endress & Hauser;
 - Une (1) sonde de pH et de température de marque Endress & Hauser;
 - Un (1) Réducteur de pression de marque Watts;
 - Assemblés dans un panneau de contrôle et monté sur une plaque murale avec la tuyauterie d'échantillonnage en PVC prêt à être raccordé au système.

1.8 Réservoir d'eau traitée et pompes

- Quatre (4) réservoirs d'eau potable en HDPE de 4500 L (Ø1 778 mm x 2 082 mm) pour un total de 18 000 L;
- Un Ballon hydrodynamiques;
- Une pompe de re pressurisation pour le rétro-lavage des filtres et échangeurs à vitesse fixe activée sur la demande d'un lavage;
- Flottes de niveau;

1.9 Autres inclusions

- Pré assemblé et testé en usine;
- Deux (2) compteurs d'eau à pulse;
- Les produits chimiques de départ et les trousse d'analyse;
- Mise en marche et formation par technicien Magnor (en sus);
- Manuel d'instruction;

1.10 Options Assemblage dans conteneur

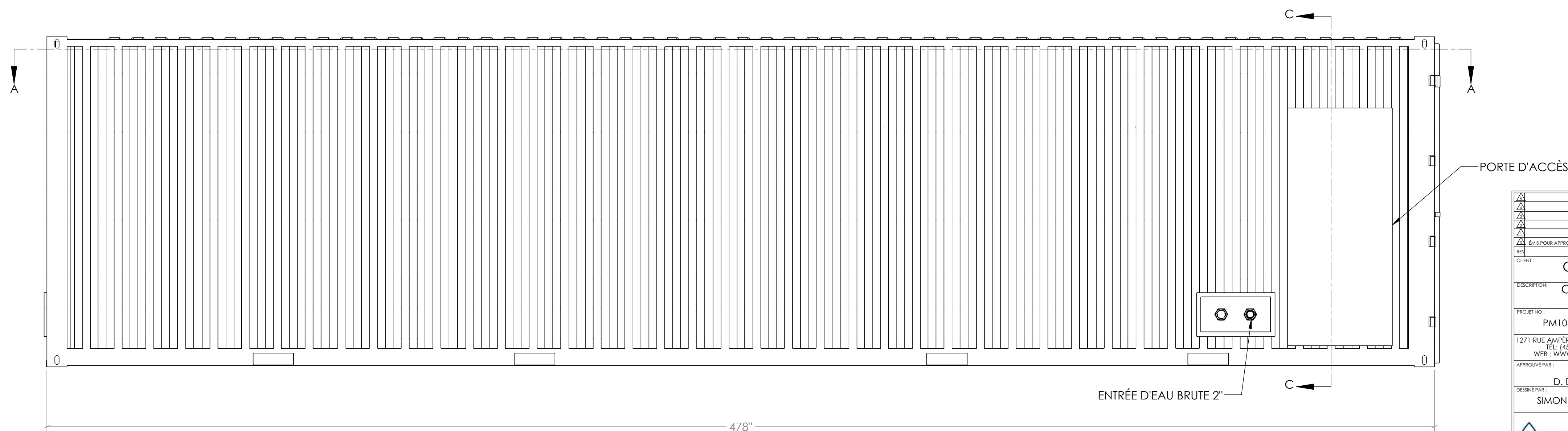
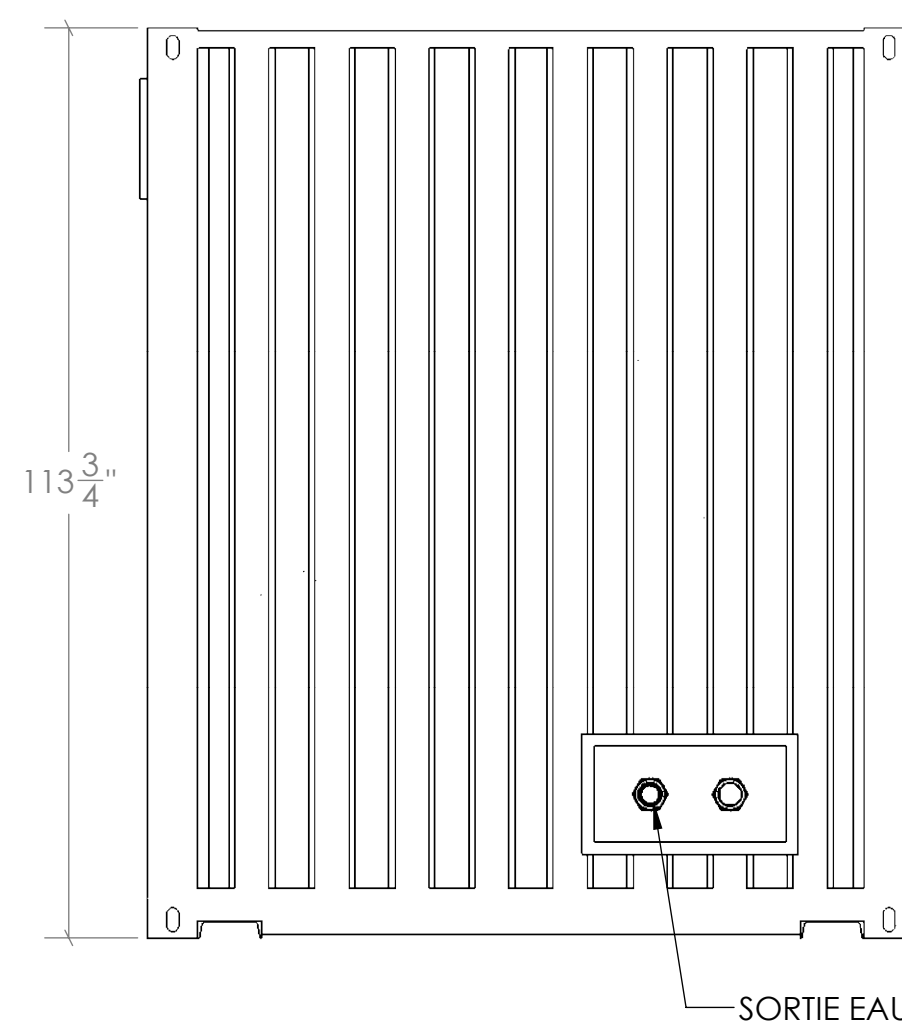
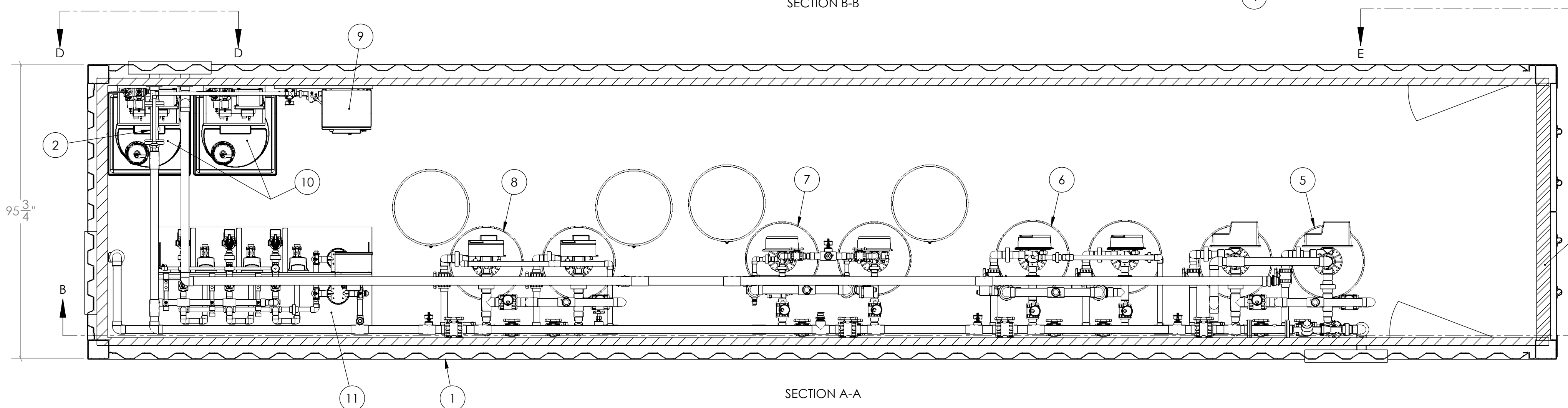
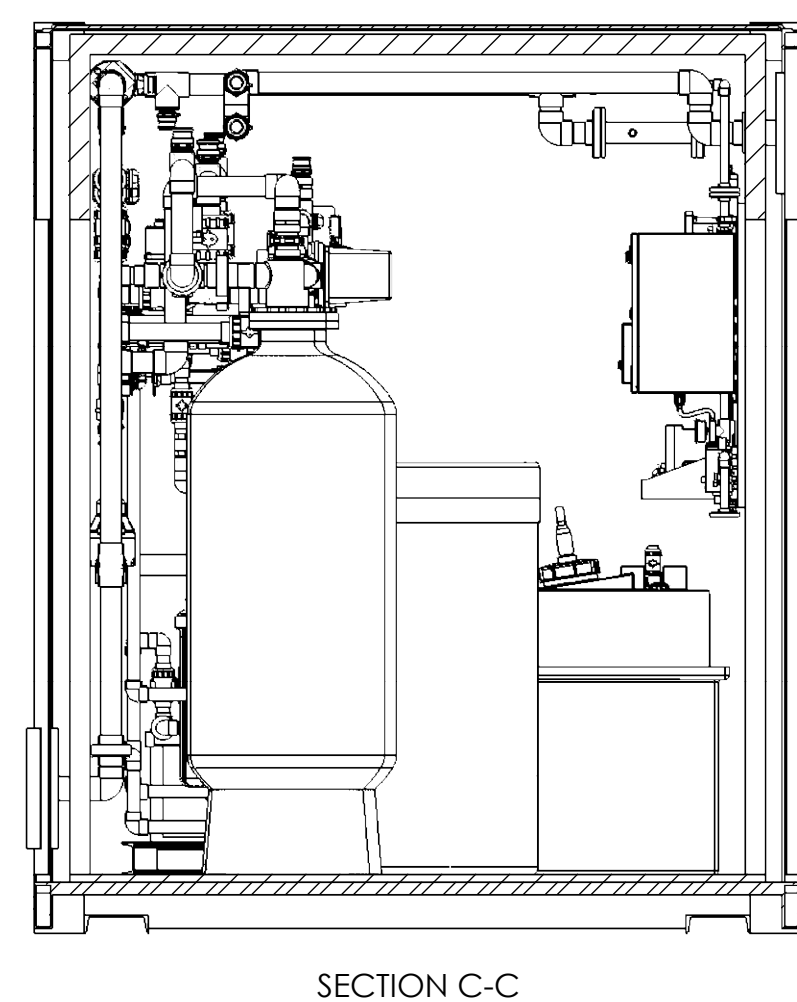
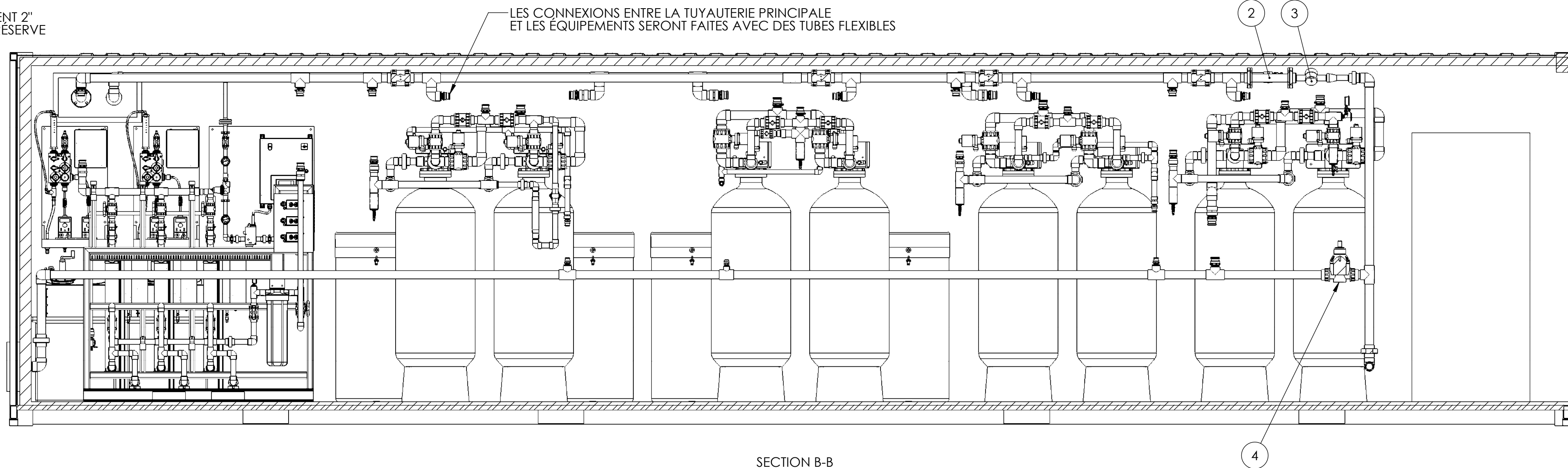
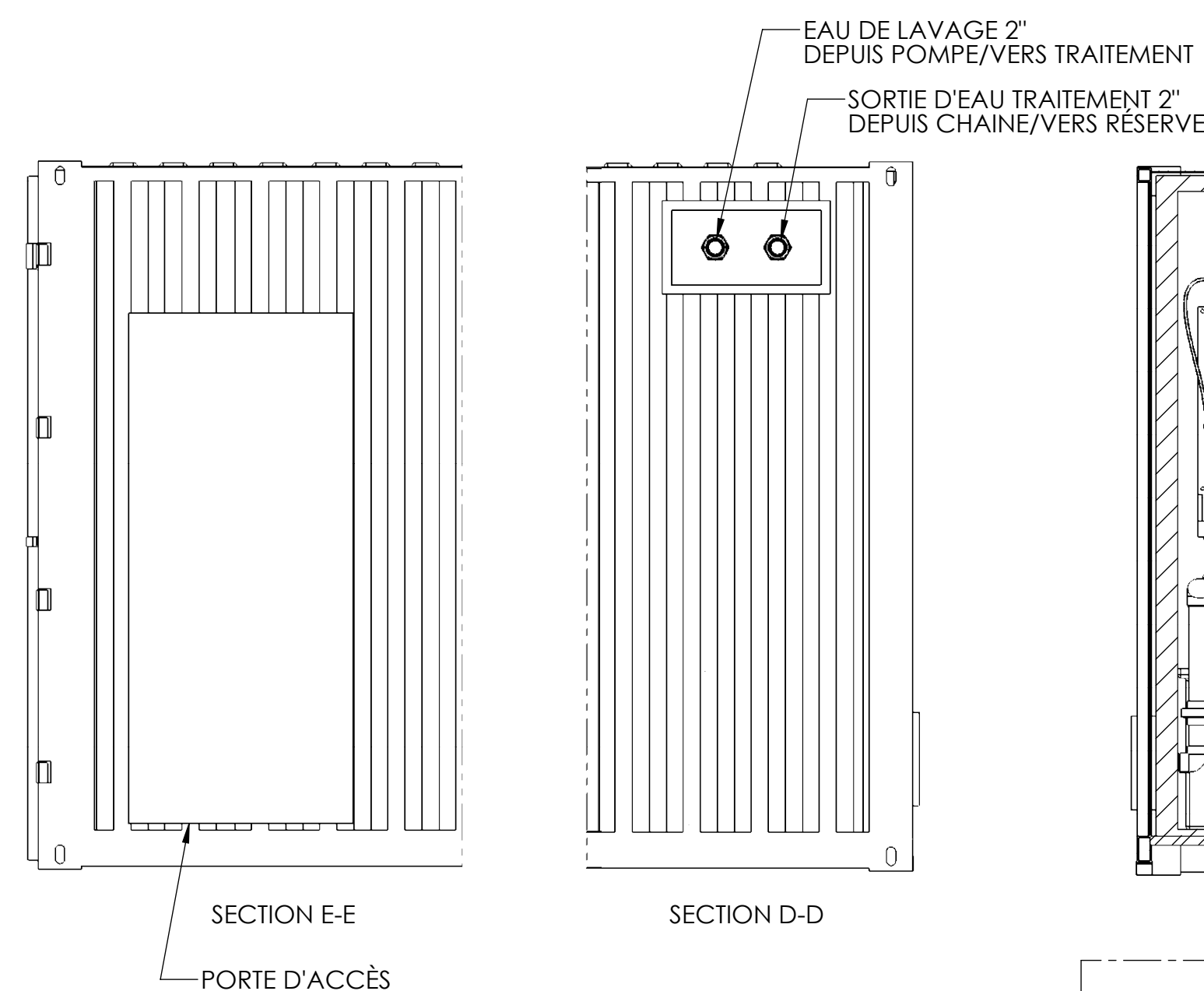


Les équipements seront directement fixés dans les conteneurs. Aussi par contrainte de hauteur, la hauteur de tous réservoirs sera diminuée à 65 po et ce sans affecter la performance de la chaîne de traitement. Le prix de cette option tiens compte de ces modifications.

- Toute la chaîne de traitement préassemblée dans deux (2) conteneurs de 40 pieds high cube, incluant:
 - Isolation thermique des murs en uréthane et finition en panneaux laminé avec plastic NRP blanc;
 - Isolation du plancher en uréthane;
 - Plancher en polyuréthane antidérapant;
 - Ouverture renforcée;
 - Porte industrielle 36po;
 - Un système de ventilation et entrée d'air frais ;
 - Ensemble électrique 240 V pour l'ensemble des équipements (éclairage, panneau 100A, interrupteur, prises 120V et chauffage;
 - Peinture extérieure;

ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	CONTENEUR 40' MARITIME HIGH CUBE	1
2	MELANGEUR STATIQUE KOFLO 2", KD 1026, PVC, 6 ELEMENTS, PORT D'INJECTION	2
3	COMPT. D'EAU FROIDE 1 1/2"	1
4	VANNE DE RELÂCHE CHEMLINE SERIE SB11 2" #SB11A020VU	1
5	FILTRE CATALYTIQUE DUPLEX FCAT-2465-D3150NXT	1

ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
6	FILTRE AU CHARBON DUPLEX FAC-2465-D2850NXT	1
7	ECHANGEUR ANIONIQUE DUPLEX EA252 2465-D2750NXT	1
8	FILTRE SABLE ET ANTHRACITE DUPLEX FAAS-2165-2850	1
9	ANALYSEUR DE CHLORE ET pH EN CONTINU SANS ENREGISTREUR ACC-C50E0A0	1
10	UNITÉ INJECTION HYPOCHLORITE DE SODIUM	2
11	DÉSINFECTION U.V. MAXPRO-30 TRIPLEX	1

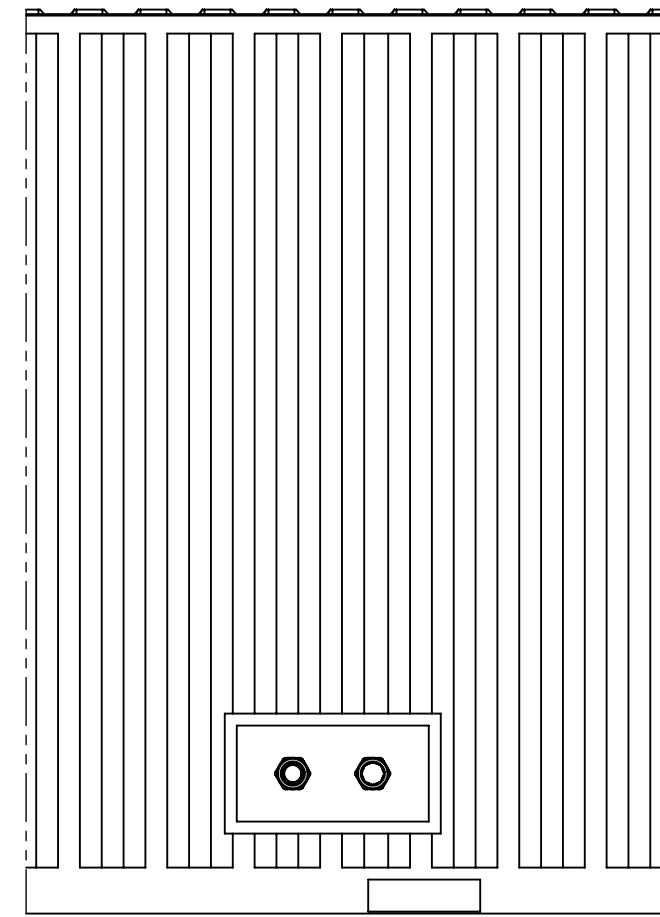


CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION.

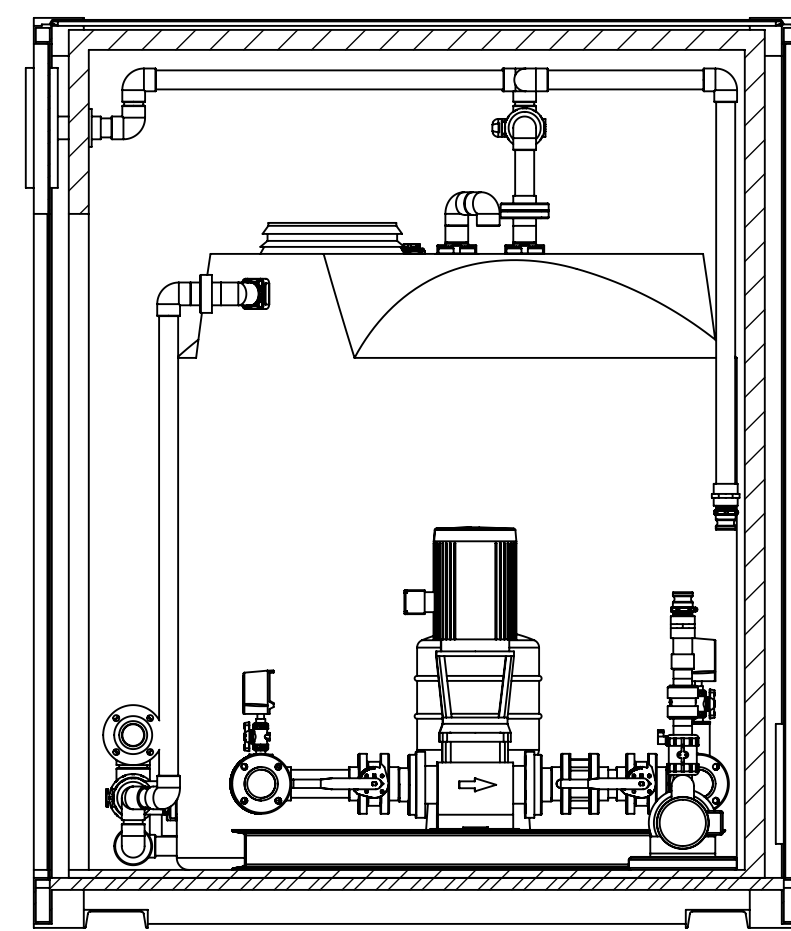
CLIENT: CANADIAN MALARTIC	
DESCRIPTION: CONTENEUR POUR CHAÎNE DE TRAITEMENT	
PROJET NO: PM10589	USAGE INTERNE: EGOFF
1271 RUE AMPÈRE BOUCHERVILLE QC J0V 1A0 TEL: (450) 655-1711 WEB: WWW.MAGNOR.CA	
APPROUVÉ PAR: D. DUMAIS: x DD	CONTRÔLE QUALITÉ PAR: x
DESINÉ PAR: SIMON PELOQUIN	ASSEMBLÉ PAR: x
DATE: 30/09/2019	SCHEMÉ PAGE: 1/1
NO DESSIN: PM10589-00-02	REV: A00

E:\img\magnor\PROJET\MAGNOR\PM10589 - Canadian Malartic CA - (coproducteur)

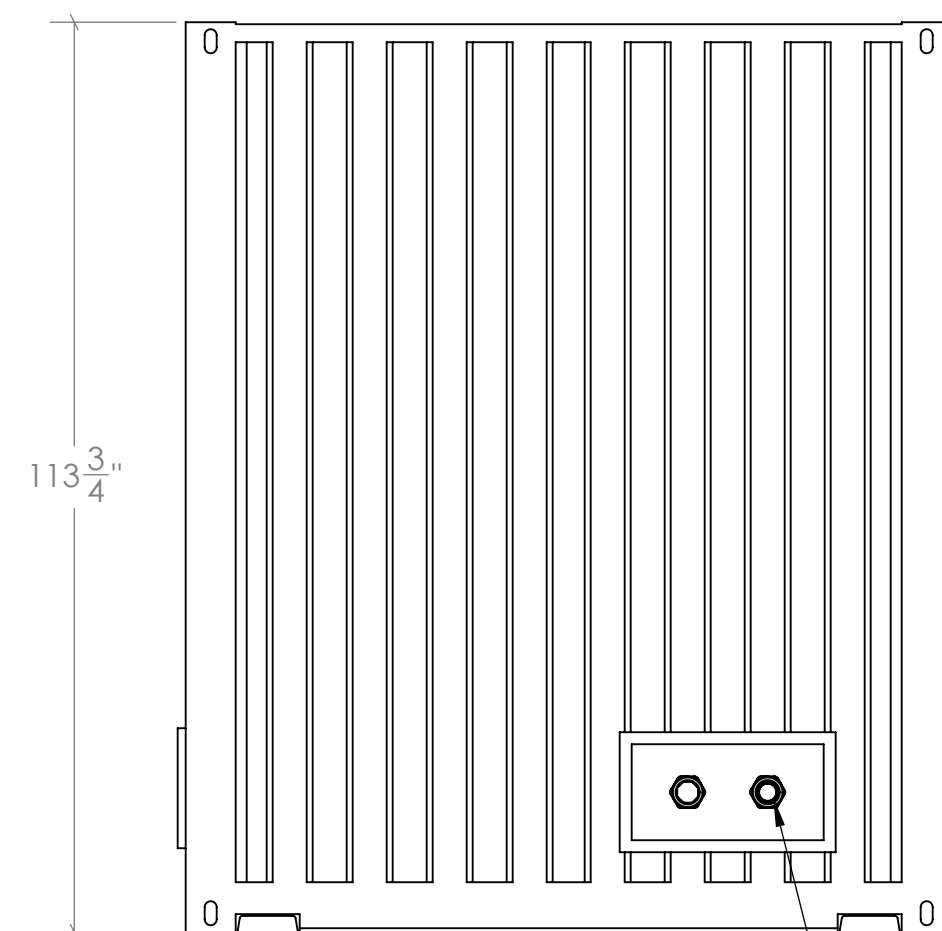
ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	CONTENEUR 40' MARITIME HIGH CUBE	1
2	RÉSERVE D'EAU POTABLE 4x4500L	1
3	SYSTEME DE POMPE DE DISTRIBUTION	1
4	SYSTEME DE POMPE DE LAVAGE	1



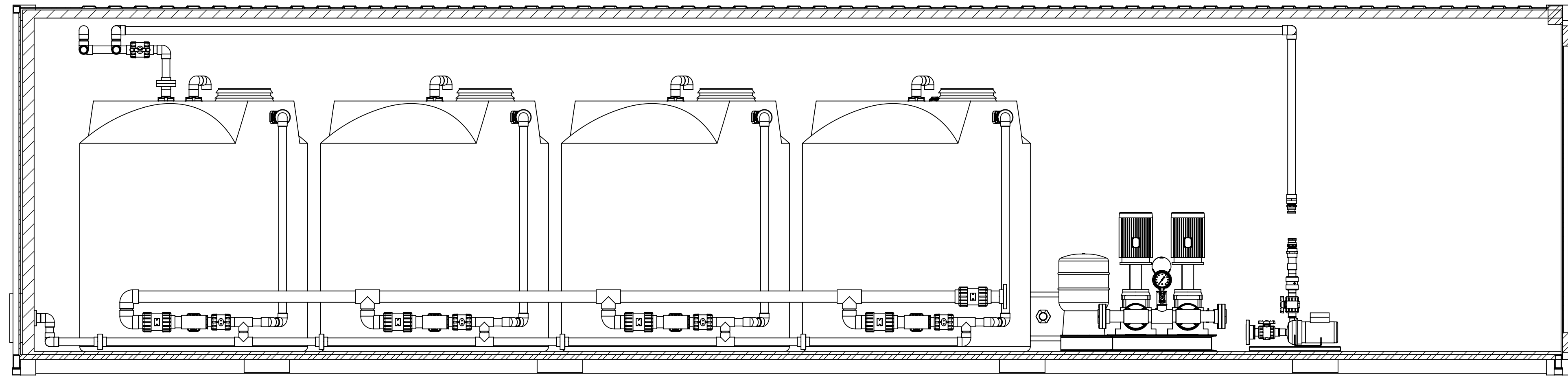
SECTION D-D
SORTIE D'EAU TRAITÉE 2"



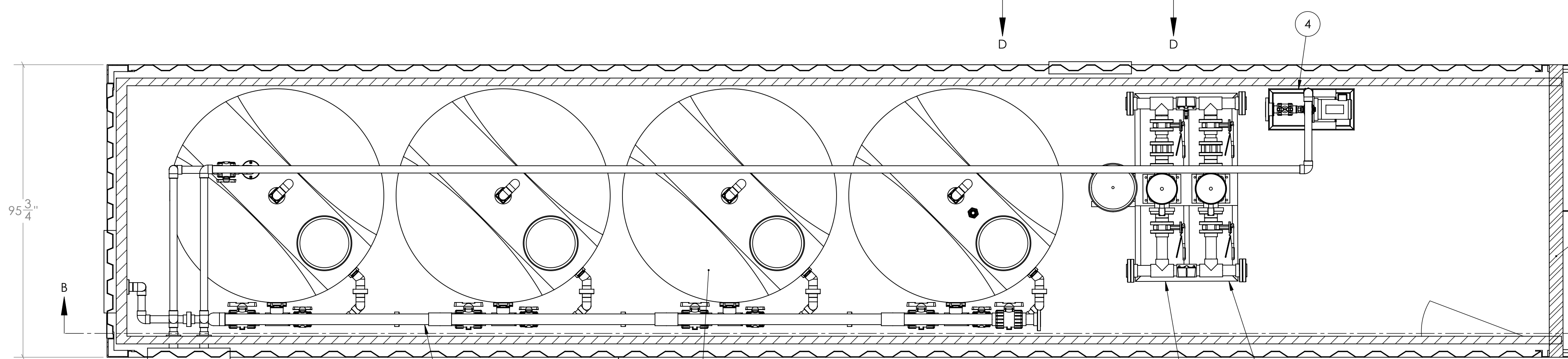
SECTION C-C



SORTIE D'EAU USÉE 2"



SECTION B-B



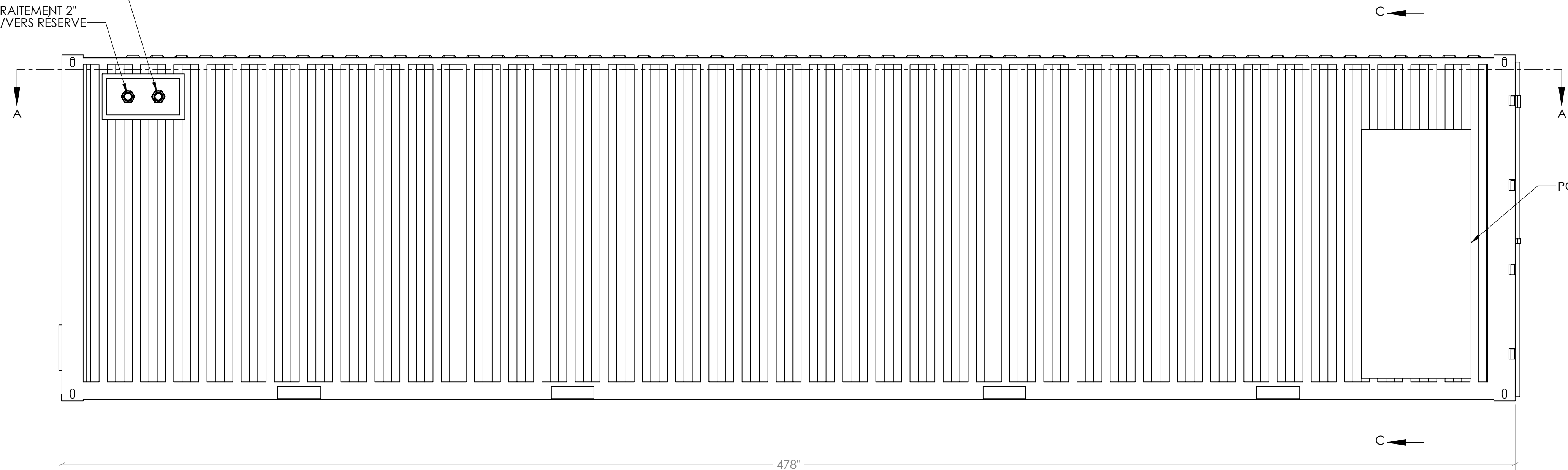
SECTION A-A

EAU DE LAVAGE 2"
DEPUIS POMPE/VERS TRAITEMENT

ENTRÉE D'EAU TRAITEMENT 2"
DEPUIS CHAÎNE/VERS RÉSERVE

UN PLANCHER SERA PRÉVUE
POUR FINS DE DÉPLACEMENT
DEVANT LES RÉSERVOIRS

SÉLECTION À DÉTERMINER
SELON DÉBIT D'UTILISATION

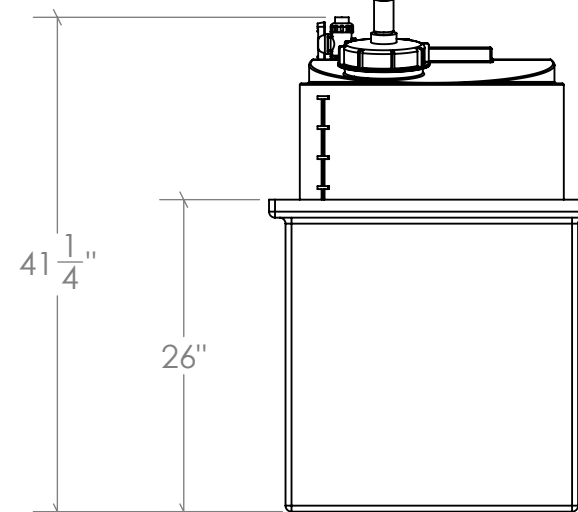
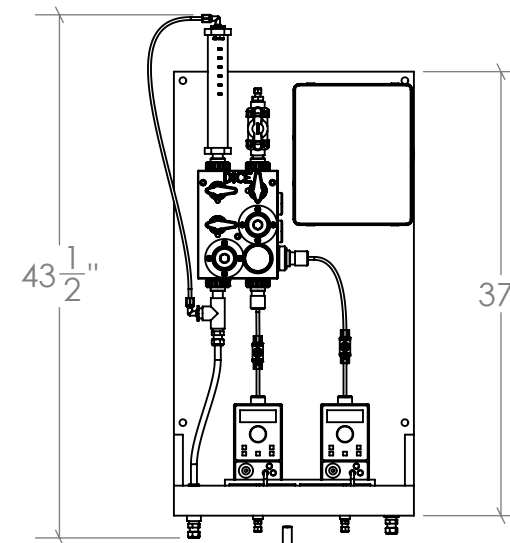
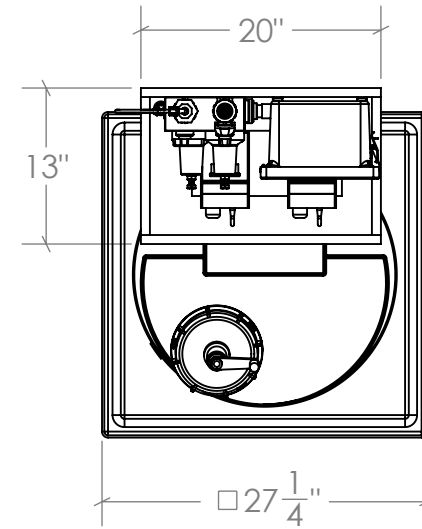
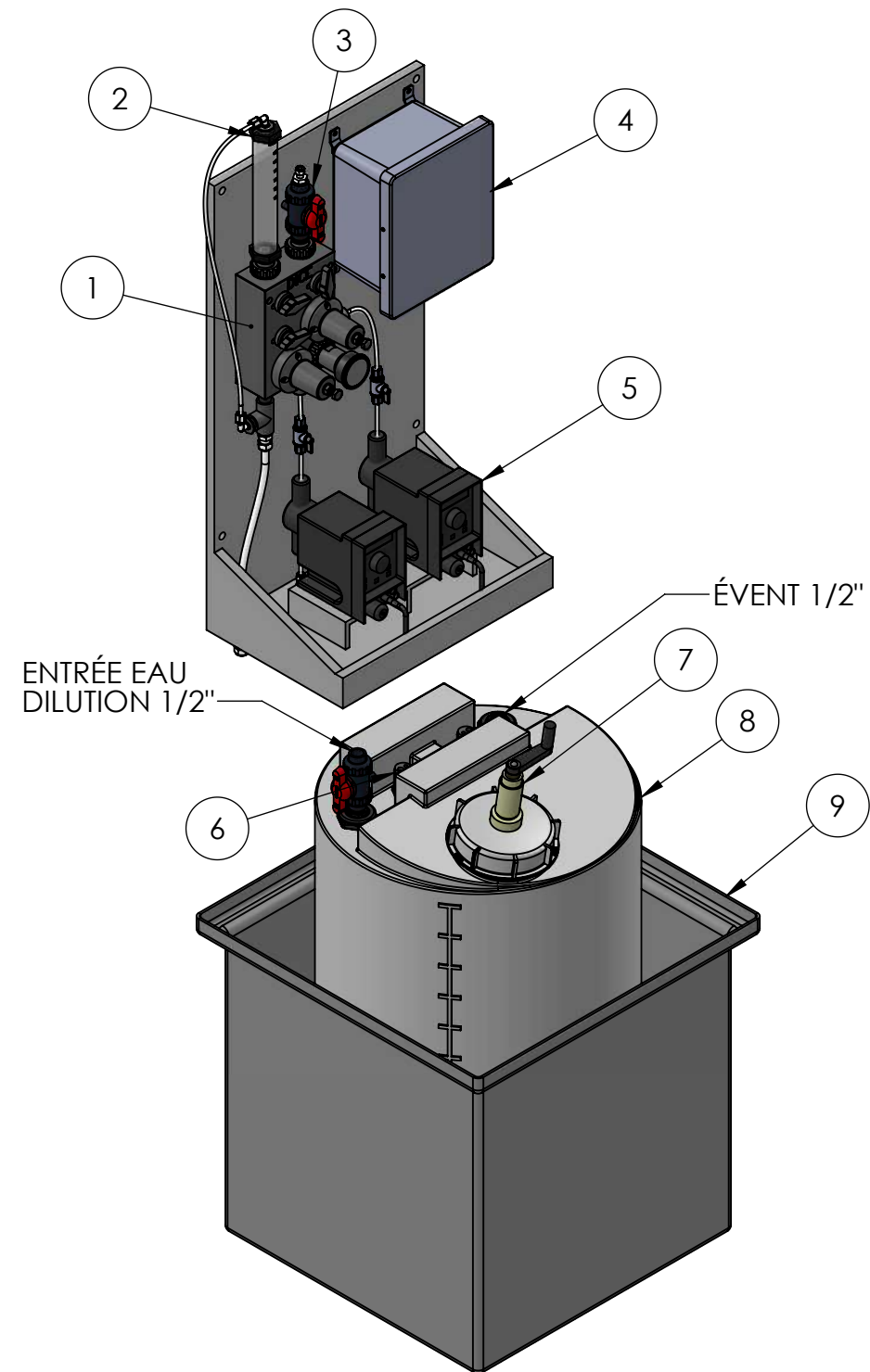


PORTE D'ACCÈS

REV.	DESCRIPTION	DATE	PAR
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

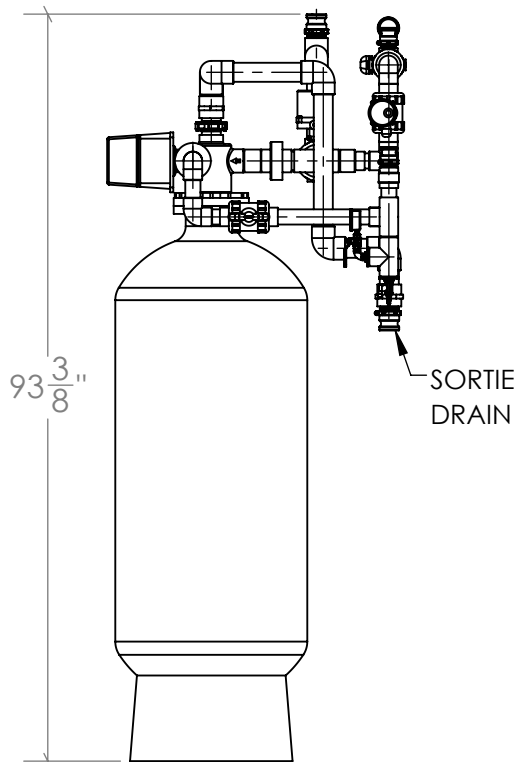
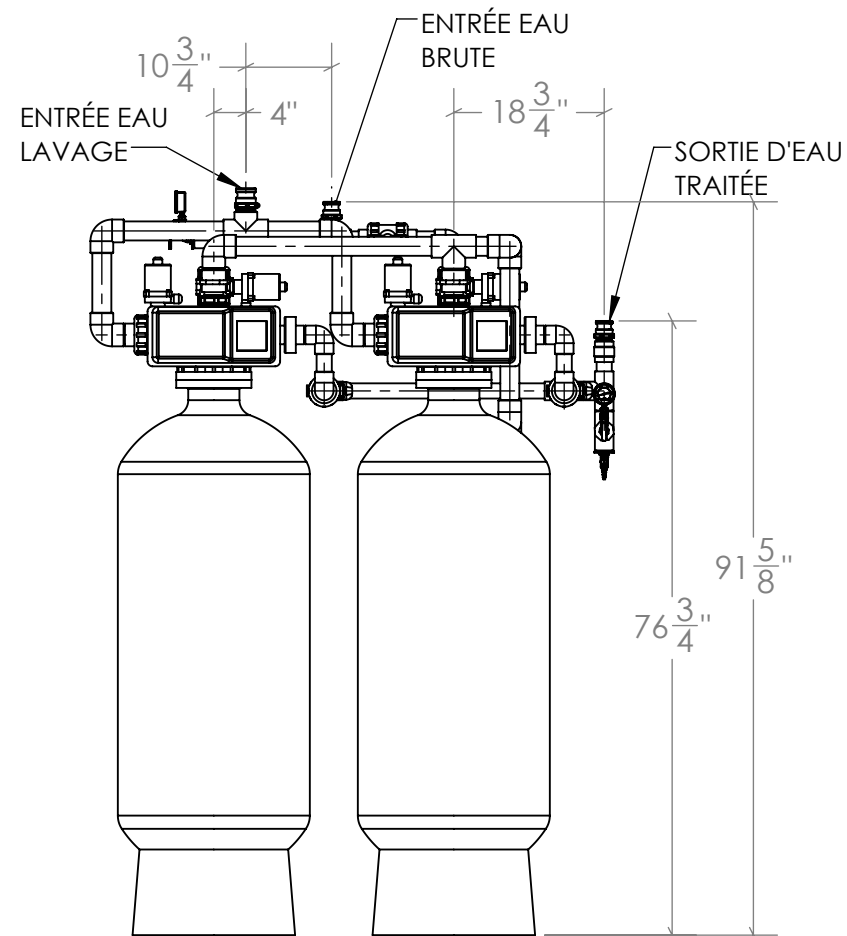
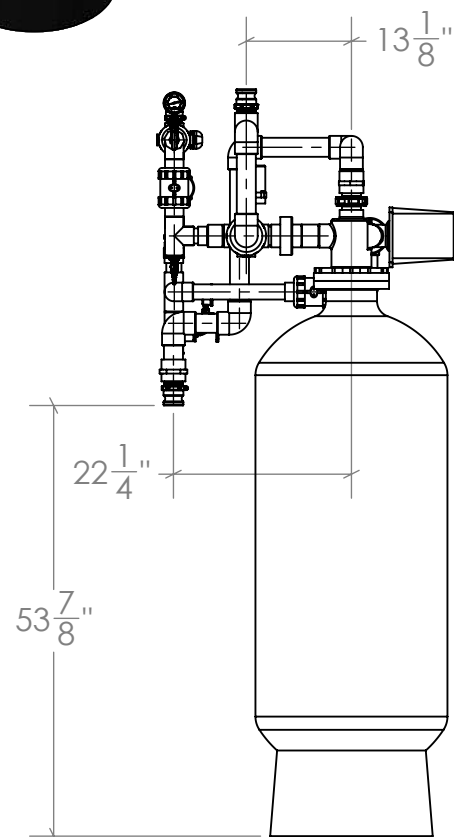
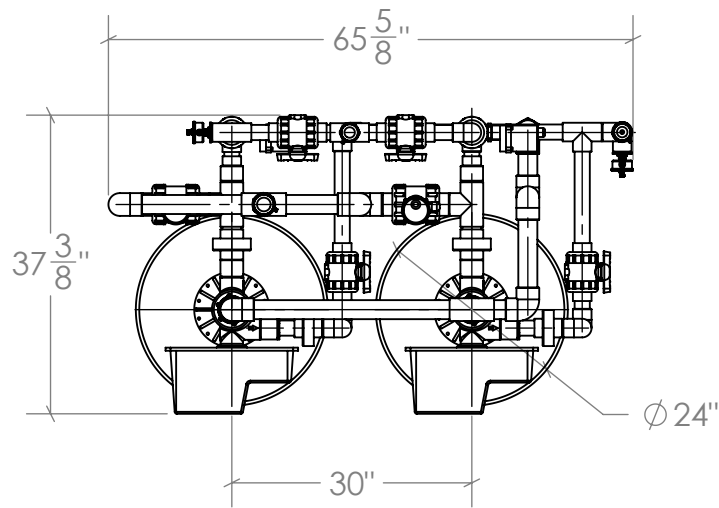
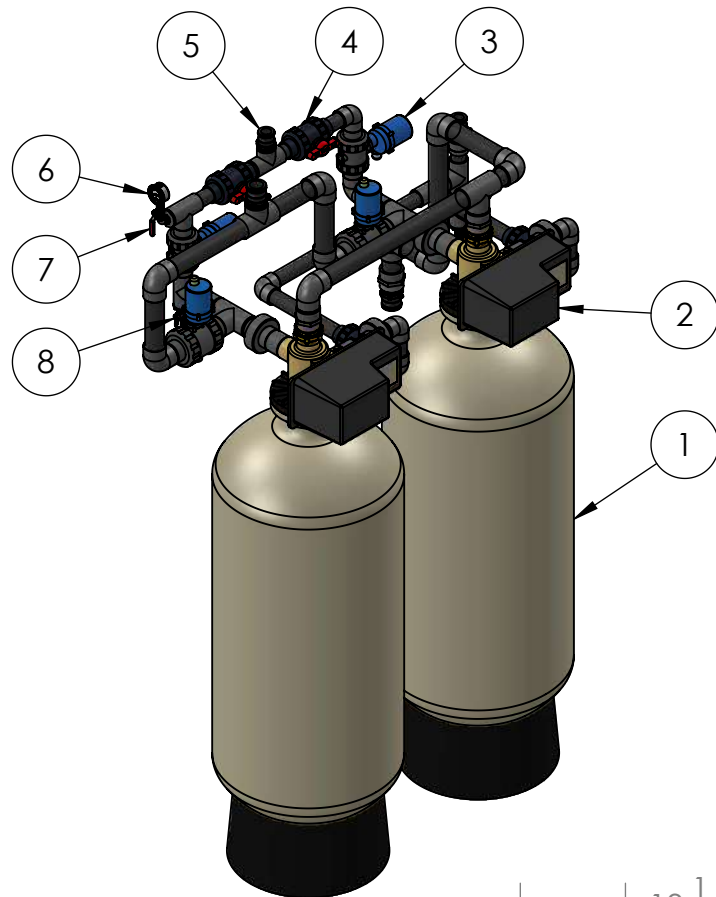
CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION.

ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	SYSTÈME DE DOSAGE DICE-DS / DOSING SYSTEM DICE-DS	1
2	CYLINDRE CALIBRATION 250ML PVC 1/2" NPT #PV#2-250 BTC/ 250ML PVC CALIBRATION CYLINDER 1/2" NPT #PV#2-250 BTC	1
3	ROB. SPHERIQUE. 1/2" PVC JOINTS EPDM / BALL VALVE 1/2" PVC GASKET EPDM	1
4	BOITE JONCTION PVC HAMMOND4X POUR PANNEAU INJECTION / PVC HAMMOND4X JUNCTION BOX FOR INJECTION PANEL	1
5	POMPE GRUNDFOS DDA 7.5-16 / GRUNDFOS PUMP DDA 7.5-16	2
6	SUCCION BAS NIVEAU À 1/4" / LOW LEVEL SUCTION 1/4"	2
7	AGITATEUR MANUEL PP AVEC MANIVELLE ARBRE 30" / MANUAL MIXER PP WITH HANDLE 30" SHAFT	1
8	RESERVOIR POLY PTB-200 44 G. 22"x 39" / POLY. PTB TANK 44 GAL. 22"x39"	1
9	RES. POLY RT-50, 50 IGal, SANS COUVERCLE, 24"x24"x24"H / TANK POLY RT-50, 50 IGal, NO LID, 24"x24"x24"H	1



CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION.

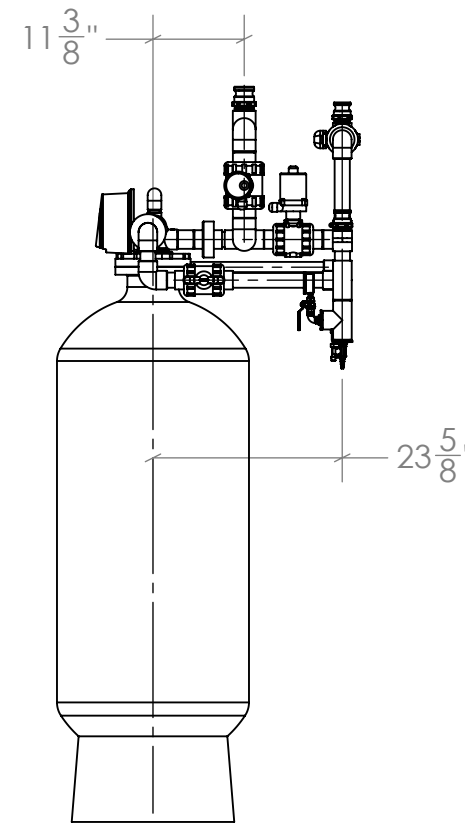
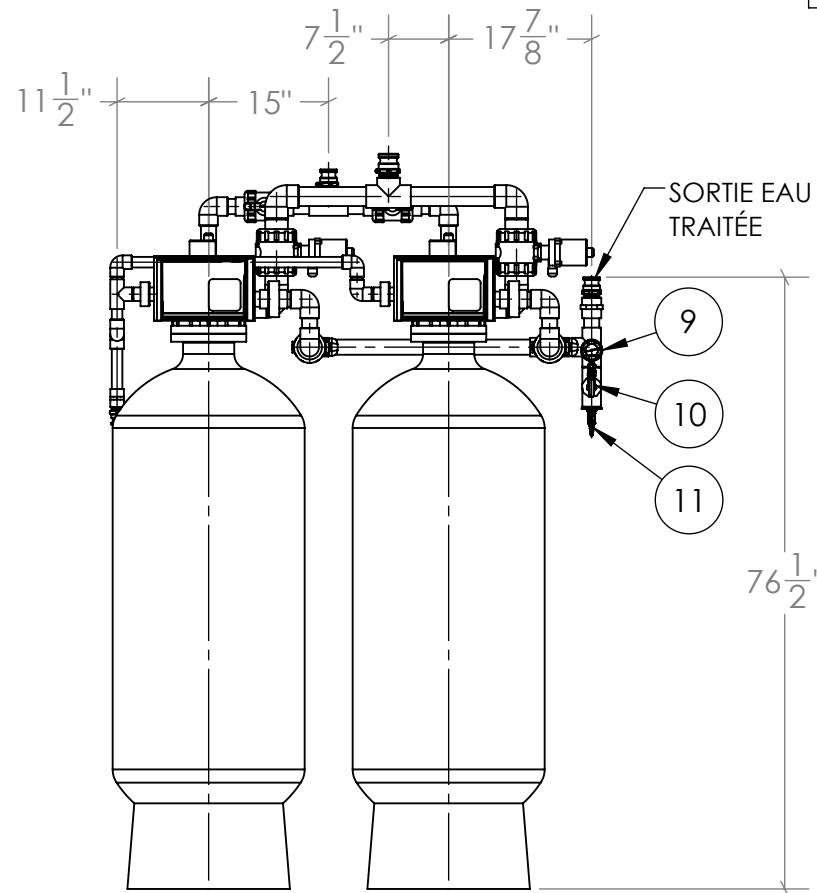
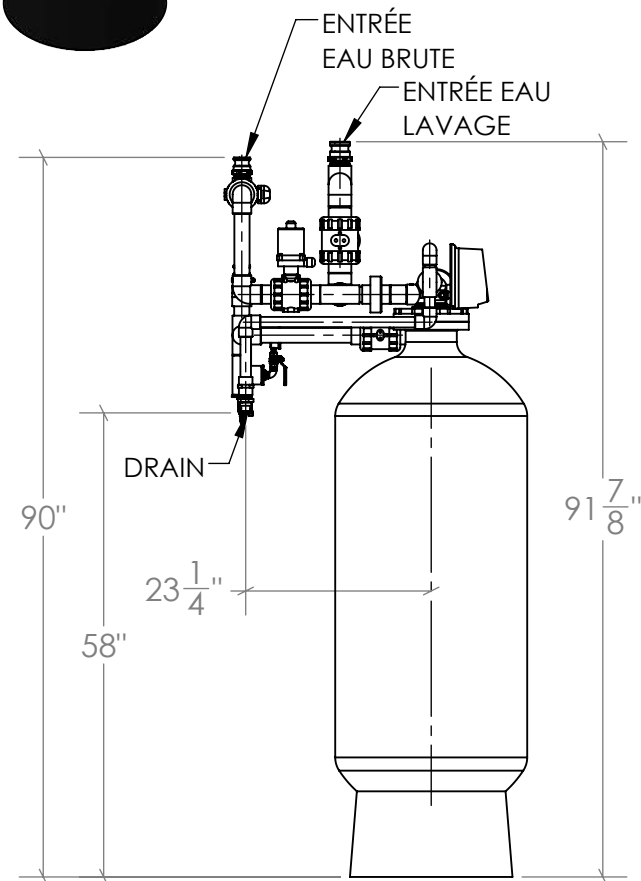
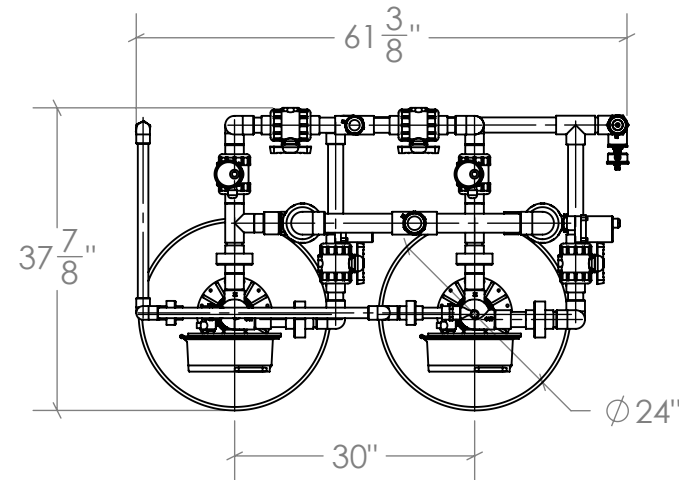
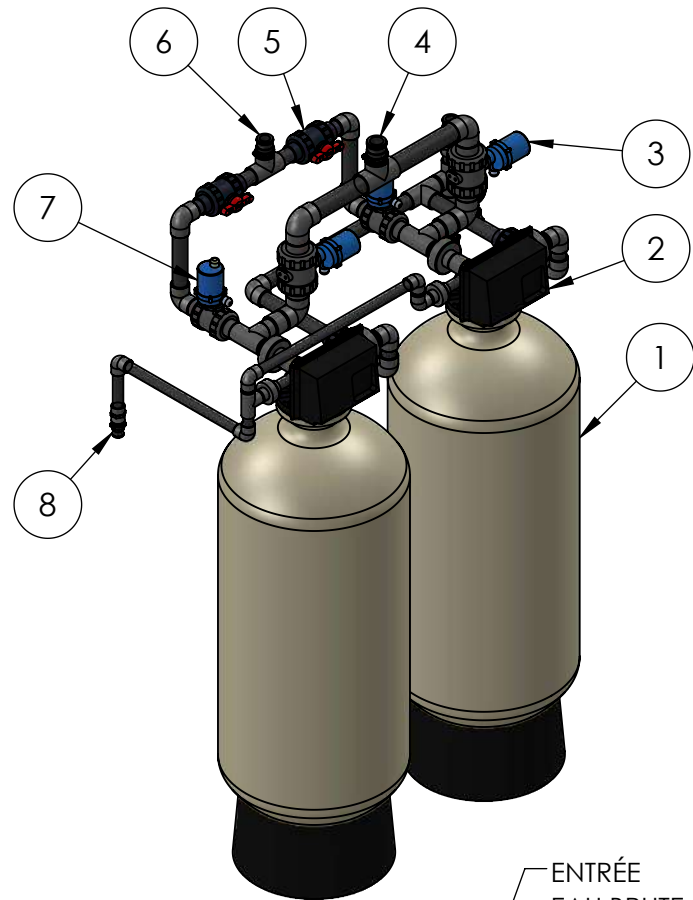
REV	DESCRIPTION	DATE	PAR
△	ÉMIS POUR APPROBATION	25/09/2019	S.P.
CLIENT : CANADIAN MALARTIC			
DESCRIPTION: INJECTION HYPOCHLORITE DUPLEX			
PROJET NO :	USAGE INTERNE :	EGOF :	
PM10589			
1271 RUE AMPÈRE BOUCHERVILLE QC TEL: (450)-655-1711 WEB : WWW.MAGNOR.CA		L'USAGE NON-AUTORISÉ DE CE DESSIN, LA DIVULGATION DES INFORMATIONS TECHNIQUES QU'IL CONTIENT OU LA REPRODUCTION EN TOUT OU EN PARTIE POUR UTILISATION PAR D'AUTRES EST INTERDIT SANS LA PERMISSION ÉCRITE DE MAGNOR	
APPROUVÉ PAR :	D. DUMAIS: x DD :x		
DESSINÉ PAR :	SIMON PELOQUIN :x		
DATE:	ÉCHELLE:	PAGE:	FORMAT:
25/09/2019	1:16	1/1	B
NO DESSIN : PM10589-09-A			REV: A00



ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	RES. COMPOSITE 24"X65" 6" TFLG STD BA 32129 / COMPOSITE TANK 24"X65" 6" TFLG STD BASE P/N32129	2
2	VANNE FILTRE FLECK 3150, ELECTRONIQUE NXT, #315066 / FLECK 3150 FILTER VALVE, ELECTRONIC NXT, #315066	2
3	ROB. BILLE 1.5" PVC JOINTS EPDM ACTUATEUR GQ-004-1122 / BALL VALVE 1.5" PVC EPDM SEAL GQ-004-1122 ACTUATOR	2
4	ROB. SPHERIQUE 1 1/2" PVC JOINTS EPDM / TRUE UNION 1 1/2" PVC BALL VALVE EPDM SEAL	4
5	RACCORD BANJO 150F 1 1/2" F POLYPROPYLENE / BANJO CONNECTOR 150F 1 1/2" F	2
6	MANOMETRE WINTERS Q805 0-160 PSI SERIE LF / WINTERS PRESSURE GAUGE Q805 0-160 PSI LF S	2
7	ROB. SPHERIQUE 1/4" NPT, SS316 / BALL VALVE 1/4" NPT, SS316	2
8	ROB. TOURNANT 1/4" PVC N/O LCTHE MALE BOYAU / LAB COCK 1/4" PVC N/O LCTHE MALE HOSE	2

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION.

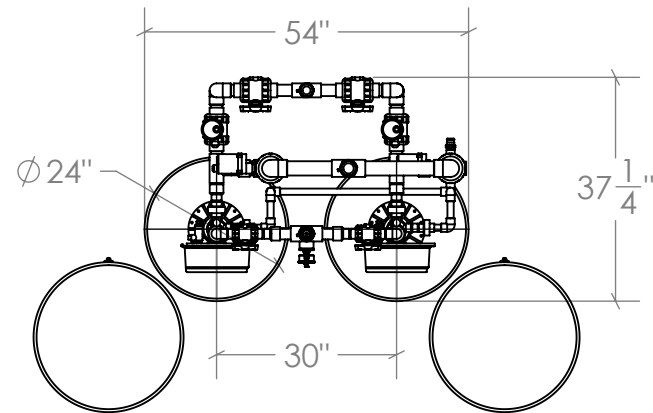
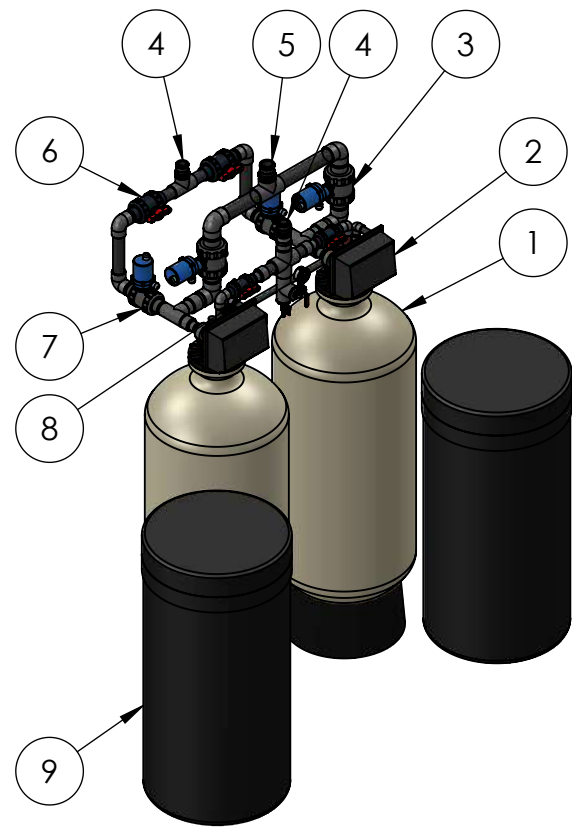
△			
△			
△			
△			
△	ÉMIS POUR APPROBATION	27/09/2019	AMI
REV	DESCRIPTION	DATE	PAR
CLIENT : CANADIAN MALARTIC			
DESCRIPTION: FILTRE CATALYTIQUE DUPLEX FCAT 2465-D3150NXT			
PROJET NO :	USAGE INTERNE :	EGOF :	
PM10589	9100-2137		
1271 RUE AMPÈRE BOUCHERVILLE QC TEL: (450)-655-1711 WEB: WWW.MAGNOR.CA		L'USAGE NON-AUTORISÉ DE CE DESSIN, LA DIVULGATION DES INFORMATIONS TECHNIQUES QU'IL CONTIENNE OU LA REPRODUCTION EN TOUT OU EN PARTIE POUR UTILISATION PAR D'AUTRES EST INTERDIT SANS LA PERMISSION ÉCRITE DE MAGNOR	
APPROUVÉ PAR :	D. DUMAIS:x DD		
DESSINÉ PAR :	ANDREEA MILESAN		
DATE:	ÉCHELLE:	PAGE:	FORMAT:
27/09/2019	1:16	1/1	B
NO DESSIN :	PM10589-04-A		REV: A00



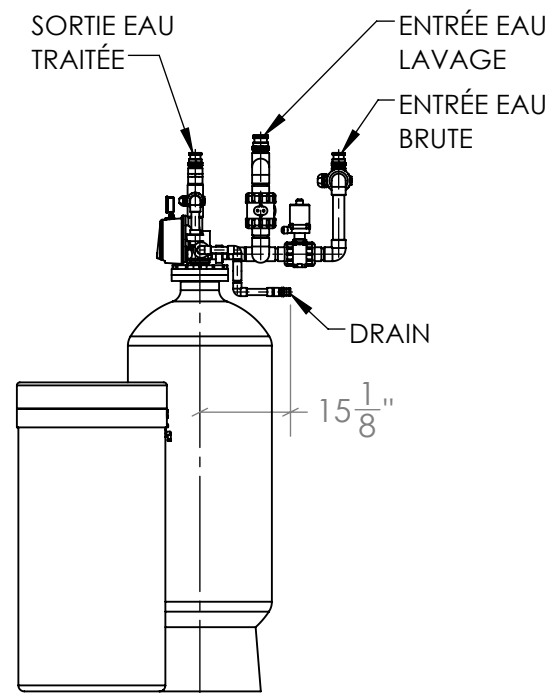
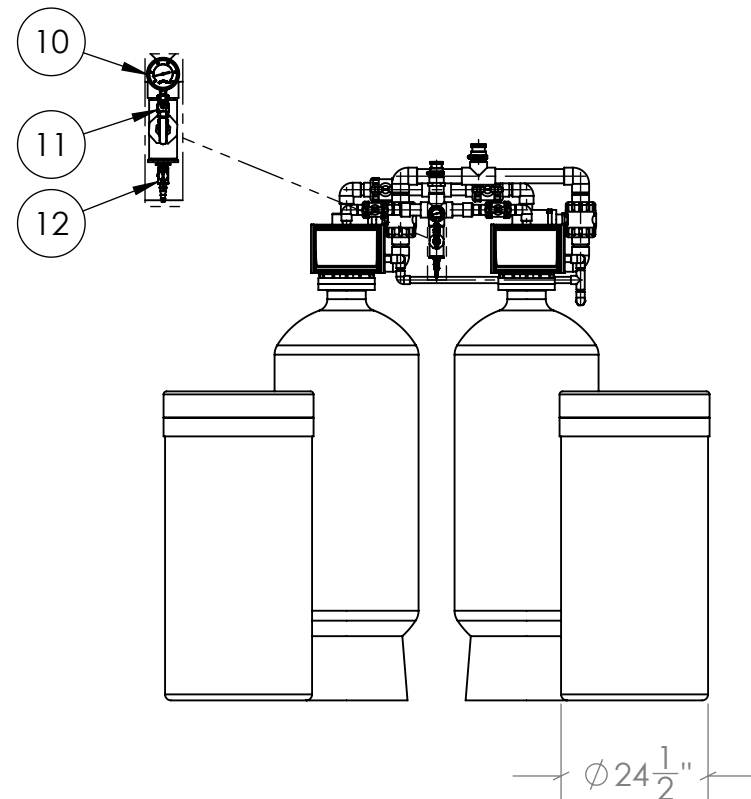
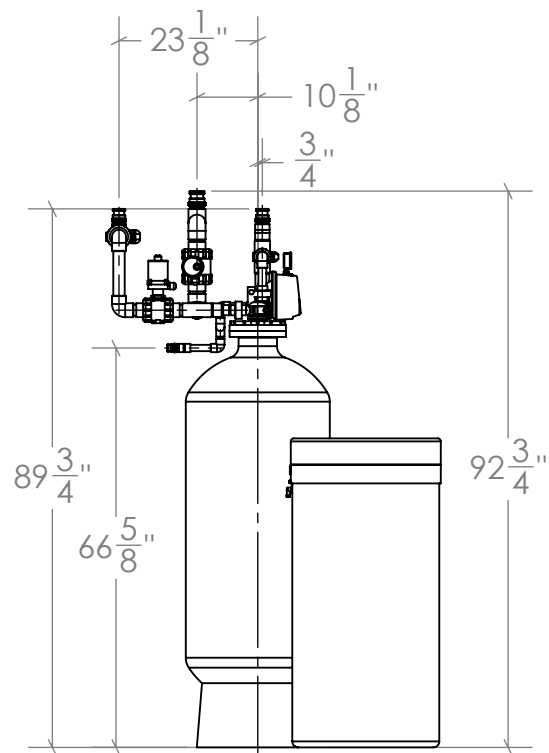
ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	RES. COMPOSITE 24"X65" 6" TFLG STD BA 32129 / COMPOSITE TANK 24"X65" 6" TFLG STD BASE P/N32129	2
2	VANNE FLECK 1.5" SÉRIE 2850-NXT ÉLECT. #285066 POUR FILTRE/ELECT. 1.5" FLECK VALVE 2850-NXT SERIE #285066 FOR FILTER	2
3	ROB. BILLE 2" PVC JOINTS EPDM ACTUATEUR GQ-004-1122 / BALL VALVE 2" PVC EPDM SEAL GQ-004-1122 ACTUATOR	2
4	RACCORD BANJO 200F 2" ADAPTEUR MALE MALE FI / BANJO CONNECTOR 200F2" M-T POLYPRO.	1
5	ROB. SPHERIQUE 1 1/2" PVC JOINTS EPDM / TRUE UNION 1 1/2" PVC BALL VALVE EPDM SEAL	4
6	RACCORD BANJO 150F 1 1/2" F POLYPROPYLENE / BANJO CONNECTOR 150F 1 1/2" F	2
7	ROB. BILLE 1.5" PVC JOINTS EPDM ACTUATEUR GQ-004-1122 / BALL VALVE 1.5" PVC EPDM SEAL GQ-004-1122 ACTUATOR	2
8	RACCORD BANJO 100F 1" ADAPTEUR MALE MALE FI / BANJO CONNECTOR 100F 1" (M-T) POLYPRO.	1
9	MANOMETRE WINTERS Q805 0-160 PSI SERIE LF / WINTERS PRESSURE GAUGE Q805 0-160 PSI LF S	1
10	ROB. SPHERIQUE 1/4" NPT, SS316 / BALL VALVE 1/4" NPT, SS316	1
11	ROB. TOURNANT 1/4" PVC N/O LCTHE MALE BOYAU / LAB COCK 1/4" PVC N/O LCTHE MALE HOSE	1

ÉMIS POUR APPROBATION		27/09/2019	AMI
REV	DESCRIPTION	DATE	PAR
CLIENT : CANADIAN MALARTIC			
DESCRIPTION: FILTRE AU CHARBON DUPLEX FAC-2465-D2850NXT			
PROJET NO :	USAGE INTERNE :	EGOF :	
PM10589	9100-2138		
1271 RUE AMPÈRE BOUCHERVILLE QC TEL: (450)-655-1711 WEB : WWW.MAGNOR.CA		L'USAGE NON-AUTORISÉ DE CE DESSIN, LA DIVULGATION DES INFORMATIONS TECHNIQUES QU'IL CONTIENT OU LA REPRODUCTION EN TOUT OU EN PARTIE POUR UTILISATION PAR D'AUTRES EST INTERDIT SANS LA PERMISSION ÉCRITE DE MAGNOR	
APPROUVÉ PAR : D. DUMAIS:x DD		CONTRÔLE QUALITÉ PAR : :x	
DESSINÉ PAR : ANDREEA MILESAN		ASSEMBLÉ PAR : :x	
DATE:	ÉCHELLE:	PAGE:	FORMAT:
27/09/2019	1:16	1/1	B
NO DESSIN : PM10589-05-A			REV: A00

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION.



ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	RES. COMPOSITE 24"X65" 6" TFLG STD BA 32129 / COMPOSITE TANK 24"X65" 6" TFLG STD BASE P/N32129	2
2	VANNE 2750 ELECTRONIQUE / ELECTRONIC VALVE 2750	2
3	ROB. BILLE 2" PVC JOINTS EPDM ACTUATEUR GQ-004-1122 / BALL VALVE 2" PVC EPDM SEAL GQ-004-1122 ACTUATOR	2
4	RACCORD BANJO 150F 1 1/2" F POLYPROPYLENE / BANJO CONNECTOR 150F 1 1/2" F	2
5	RACCORD BANJO 200F 2" ADAPTEUR MALE MALE FI / BANJO CONNECTOR 200F2" M-T POLYPRO.	1
6	ROB. SPHERIQUE 1 1/2" PVC JOINTS EPDM / TRUE UNION 1 1/2" PVC BALL VALVE EPDM SEAL	2
7	ROB. BILLE 1.5" PVC JOINTS EPDM ACTUATEUR GQ-004-1122 / BALL VALVE 1.5" PVC EPDM SEAL GQ-004-1122 ACTUATOR	2
8	ROB. SPHERIQUE 1" PVC JOINTS EPDM / TRUE UNION 1" PVC BALL VALVE EPDM SEAL	2
9	ASSEMBLAGE RÉSERVOIR SAUMURE 24" / BRINE TANK 24" ASSEMBLY	2
10	MANOMETRE WINTERS Q805 0-160 PSI SERIE LF / WINTERS PRESSURE GAUGE Q805 0-160 PSI LF S	1
11	ROB. SPHERIQUE 1/4" NPT, SS316 / BALL VALVE 1/4" NPT, SS316	1
12	ROB. TOURNANT 1/4" PVC N/O LCTHE MALE BOYAU / LAB COCK 1/4" PVC N/O LCTHE MALE HOSE	1



CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION.

POUR APPROBATION		30/09/2019	AMI
REV	DESCRIPTION	DATE	PAR
CLIENT : CANADIAN MALARTIC			
DESCRIPTION: ECHANGEUR ANIONIQUE DUPLEX EA252 2465-D2750NXT			
PROJET NO :	USAGE INTERNE :	EGOF :	
PM10589	9100-2139		
1271 RUE AMPÈRE BOUCHERVILLE QC TEL: (450)-655-1711 WEB : WWW.MAGNOR.CA		L'USAGE NON-AUTORISÉ DE CE DESSIN, LA DIVULGATION DES INFORMATIONS TECHNIQUES QUI IL CONTIENT OU LA REPRODUCTION EN TOUT OU EN PARTIE POUR UTILISATION PAR D'AUTRES EST INTERDIT SANS LA PERMISSION ÉCRITE DE MAGNOR	
APPROUVÉ PAR :		CONTRÔLE QUALITÉ PAR :	
D. DUMAIS:x DD		:x_____	
DESSINÉ PAR :		ASSEMBLÉ PAR :	
ANDREEA MILESAN		:x_____	
DATE:	ÉCHELLE:	PAGE:	FORMAT:
30/09/2019	1:16	1/1	B
NO DESSIN :		REV:	
PM10589-06-A		A00	