ARCELORMITTAL EXPLOITATION MINIÈRE CANADA

PROJET 2045, MINE DE MONT-WRIGHT

PROGRAMME DE COMPENSATION POUR LES PERTES D'HABITAT DU POISSON – VERSION RÉVISÉE (JANVIER 2018)

RÉF. WSP : 171-01375-00

DATE : JANVIER 2018

ARCELORMITTAL EXPLOITATION MINIÈRE CANADA

PROJET 2045, MINE DE MONT-WRIGHT

PROGRAMME DE COMPENSATION POUR LES PERTES D'HABITAT DU POISSON – VERSION RÉVISÉE (JANVIER 2018)

VERSION FINALE

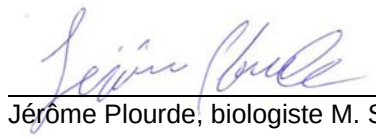
RÉF. WSP : 171-01375-00
DATE : JANVIER 2018

WSP CANADA INC.
1890, AVENUE CHARLES-NORMAND
BAIE-COMEAU (QUÉBEC) G4Z 0A8

WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Jérôme Plourde, biologiste M. Sc.

RÉVISÉ PAR

Jean-François Poulin, biologiste M. Sc.
Chef d'équipe Environnement - Projet 2045

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

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de 10 ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

ARCELORMITTAL EXPLOITATION MINIÈRE CANADA

Denis Desbiens	Directeur Environnement et Développement durable
Julie Gravel	Ingénieure Conseillère III – Protection de l'environnement

WSP CANADA INC.

Martin Larose	Biologiste B. Sc. Directeur de projet
Jean-François Poulin	Biologiste M. Sc. Chef d'équipe Environnement, Projet 2045
Jérôme Plourde	Biologiste M. Sc. Spécialiste en faune aquatique
Jean-François St-Laurent	Ingénieur M. Sc. Spécialiste en géotechnique
Étienne Cormier	Ingénieur M. Sc. Génie des eaux
Steve St-Cyr	Ingénieur M. Sc. Spécialiste en géochimie
François Groux	Ingénieur, Master Génie de l'Eau Génie des eaux
Annie Bérubé	Biologiste B. Sc.
Julie Simard	Géomorphologue
Shelby Malenfant	Technicienne en génie civil
Dominick Cuerrier	Technicien de la faune
Benoît Paquet	Technicien de la faune
Carl Gauthier	Technicien de la faune
Nicolas Rathé	Technicien de la faune
William Rondeau	Technicien de la faune

Gilles Lupien	Technicien de la faune
Martine Leclair	Géomatique
Bernard Chauvette	Géomatique et photo-interprétation
Mélissa Gaudreault	Géomatique
Marie-Michèle Levesque	Géomatique
Nancy Imbeault	Secrétariat

Référence à citer :

WSP. 2018. *Projet 2045, Mine de Mont-Wright, Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson – Version révisée (janvier 2018).* Rapport produit pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 176 p. + annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS 1

2 ESTIMATION DES PERTES 3

3 SECTEUR VISÉ PAR LE PROJET DE COMPENSATION 11

3.1 Ancien site minier du lac jeannine 11

3.2 Exploitation du site minier 11

3.3 Dégradation de l'habitat au site minier 17

3.4 Travaux de compensation déjà réalisés au site 17

4 MÉTHODOLOGIE 21

4.1 Qualité eau, sédiments et benthos 21

4.2 Géochimie 22

4.3 Hydrologie 22

4.4 Faune aquatique 22

4.4.1 Caractéristiques des habitats lacustres 22

4.5 Caractérisation des cours d'eau 28

5 ÉTAT ACTUEL DU SITE MINIER 31

5.1 Résidus miniers 31

5.2 Émissaire du lac Jeannine 32

5.3 Sédimentologie 34

5.3.1 Évolution du réseau hydrographique de 1950 à 2013 34

5.3.2 Dynamique du milieu d'étude depuis 1950 37

5.4 Végétation observée sur le site 37

5.4.1 Secteur du parc à résidus 38

5.4.2 Secteur en aval du parc à résidus 41

5.5 Communautés d'invertébrés benthiques 42

5.6 Qualité de l'eau de surface et des sédiments 43

5.6.1 Eau de surface 43

5.6.2 Sédiments 45

5.7 Géochimie 46

5.8 Hydraulique 46

5.9 Faune aquatique 47

5.9.1 Lac D 47
5.9.2 Lac E....53
5.9.3 Lac G 59
5.9.4 Lac du Gneiss Tacheté 65
5.9.5 Lac J 71
5.9.6 Lac Jeannine 75
5.9.7 Lac M....81
5.9.8 Lac H 87
5.9.9 Lac I....93
5.9.10 Lac L....99
5.9.11 Lac N 105
5.9.12 Lac O 111
5.9.13 Lacs A et C (émissaires) 117
5.9.14 Pêches électriques 117

6 PROPOSITION D'AMÉNAGEMENT AU SITE MINIER DU LAC JEANNINE 119

6.1 Volet initial – Stabilisation et végétalisation du parc à résidus 119

6.1.1 Stabilisation de la surface du parc à résidus miniers et gestion des eaux de surface 119
6.1.2 Végétalisation du parc à résidus 121

6.2 Volet 1 - restauration de l'émissaire du lac Jeannine 127

6.2.1 Conception 127
6.2.2 Aménagement de frayères 127
6.2.3 Gain d'habitat 128

6.3 Volet 2 - aménagement de seuils 131

6.3.1 Conception 131
6.3.2 Amélioration de la Libre circulation du poisson....132
6.3.3 Amélioration de l'habitat 132
6.3.4 Aménagement de frayères 135
6.3.5 Gain d'habitat 135

6.4 Volet 3 - Création d'un plan d'eau de grande superficie..... 137

6.4.1 Projets similaires 137
6.4.2 Conception 137
6.4.3 Caractéristiques du futur lac....138
6.4.4 Transfert d'omble de fontaine 146
6.4.5 Aménagements de frayères 147
6.4.6 Gain d'habitat 147

6.5 Lien avec les principes directeurs 148

7 SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS ET DE LA COMPENSATION 151

8 OBJECTIFS COMPENSATOIRES 153

9 MESURES D'ATTÉNUATION À METTRE EN ŒUVRE LORS DES TRAVAUX 155

10 PROGRAMME DE SUIVI 157

10.1 Volet initial - Stabilisation et végétalisation du parc à résidus 157

10.1.1 Suivi de l'efficience de la stabilisation du parc à résidus 157

10.2 Volet 1 - Restauration de l'émissaire du lac Jeannine 161

10.2.1 Suivi de la libre circulation du poisson 161

10.2.2 Suivi sur les frayères aménagées 161

10.2.3 Suivi de la reconstruction du ponceau 161

10.3 Volet 2 - aménagement de seuils 162

10.3.1 Suivi de la dynamique sédimentaire des bassins ennoyés et du comportement des berges 162

10.3.2 Suivi sur les seuils aménagés 162

10.3.3 Suivi sur les frayères aménagées 163

10.4 Volet 3 - Création d'un lac de grande superficie 163

10.4.1 Suivi de la productivité du nouveau plan d'eau 163

10.4.2 Suivi sur les frayères aménagées 165

10.4.3 Suivi de la rampe de montaison 166

10.5 Calendrier de mise en œuvre des suivis 166

11 ÉCHÉANCIER 169

12 COÛT DE MISE EN ŒUVRE 171

13 CONCLUSION 173

RÉFÉRENCES 175

TABLEAUX

TABLEAU 2-1. RÉCAPITULATIF DES PERTES D'HABITAT DU POISSON EN VERTU DE L'ARTICLE 36(3) DE LA LOI SUR LES PÊCHES – GESTION DES DÉPÔTS DE RÉSIDUS MINIERS À LA MINE DE MONT-WRIGHT 3

TABLEAU 2-2. SYNTHÈSE DE LA SUPERFICIE, DES CAPTURES, DES EFFORTS DE PÊCHE ET DE LA PRODUCTIVITÉ DES PLUS GRANDS PLANS D'EAU IMPACTÉS PAR LE PROJET 4

TABLEAU 3-1. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES COURS D'EAU CIBLÉS PAR LE PROJET DE COMPENSATION..... 11

TABLEAU 5-1. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC D 48

TABLEAU 5-2. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC D..... 49

TABLEAU 5-3. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC E..... 53

TABLEAU 5-4. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC E..... 54

TABLEAU 5-5. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC G 59

TABLEAU 5-6. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC G 61

TABLEAU 5-7. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC DU GNEISS TACHETÉ 66

TABLEAU 5-8. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC DU GNEISS TACHETÉ 67

TABLEAU 5-9. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC J 71

TABLEAU 5-10. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC JEANNINE..... 76

TABLEAU 5-11. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC JEANNINE 77

TABLEAU 5-12. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC M 81
TABLEAU 5-13. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC M 82
TABLEAU 5-14. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC H 87
TABLEAU 5-15. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC H..... 89
TABLEAU 5-16. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC I 94
TABLEAU 5-17. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC I 95
TABLEAU 5-18. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC L 99
TABLEAU 5-19. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC L 100
TABLEAU 5-20. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC N 105
TABLEAU 5-21. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC N..... 106
TABLEAU 5-22. CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DU LAC O 112
TABLEAU 5-23. EFFORT DE PÊCHE, RENDEMENT ET CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES POISSONS CAPTURÉS AU LAC O 113
TABLEAU 5-24. DENSITÉ CALCULÉE SELON LES RÉSULTATS DE PÊCHE ÉLECTRIQUE DE 2015 DANS LE SECTEUR DU LAC JEANNINE 118
TABLEAU 6-1. FONCTIONS D'HABITAT BONIFIÉES PAR LA RESTAURATION DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 128
TABLEAU 6-2. ESTIMATION DE LA SUPERFICIE EN AMONT DE CHACUN DES SEUILS AU DÉBIT D'ÉTIAGE, AU DÉBIT MOYEN ANNUEL ET EN CRUE 2 ANS 136
TABLEAU 6-3. FONCTIONS D'HABITAT BONIFIÉES PAR L'AMÉNAGEMENT DES SEUILS..... 137
TABLEAU 6-4. ESPÈCES PRÉSENTES DANS LE BASSIN VERSANT DU FUTUR LAC PROJETÉ..... 146

TABLEAU 6-5. FONCTIONS D'HABITAT BONIFIÉES PAR LA CRÉATION D'UN LAC DE GRANDE SUPERFICIE 148
TABLEAU 6-6. FONCTIONS D'HABITAT BONIFIÉES DANS LA PORTION EN AVAL DU FUTUR LAC 148
TABLEAU 7-1. SYNTHÈSE DES GAINS D'HABITAT POUR LE PROGRAMME DE COMPENSATION DU LAC JEANNINE 152
TABLEAU 8-1. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES ET MESURES DE SUIVI DU PROGRAMME DE COMPENSATION PROPOSÉ 154
TABLEAU 10-1. CALENDRIER DES ÉTATS DE RÉFÉRENCE ET DES SUIVIS 167
TABLEAU 11-1. CALENDRIER PROPOSÉ POUR LA RÉALISATION DU PROGRAMME DE COMPENSATION 169
TABLEAU 12-1. ESTIMATION DES COÛTS POUR LES DIFFÉRENTS VOLETS DU PROGRAMME DE COMPENSATION PROPOSÉ 171

FIGURES

FIGURE 5-1. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC D 49
FIGURE 5-2. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC E 53
FIGURE 5-3. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) ET LE MULET PERLÉ AU LAC E 55
FIGURE 5-4. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC G 59
FIGURE 5-5. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR L'OMBLE DE FONTAINE AU LAC G 61
FIGURE 5-6. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC DU GNEISS TACHETÉ 65
FIGURE 5-7. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC DU GNEISS TACHETÉ 67
FIGURE 5-8. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC JEANNINE 75
FIGURE 5-9. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MEUNIER ROUGE AU LAC JEANNINE 77
FIGURE 5-10. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC M 81

FIGURE 5-11. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC M 83
FIGURE 5-12. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC H 87
FIGURE 5-13. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC H 89
FIGURE 5-14. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC I 93
FIGURE 5-15. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC I 95
FIGURE 5-16. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR LE MULET PERLÉ AU LAC L 100
FIGURE 5-17. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC N 107
FIGURE 5-18. PROFIL DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE DISSOUS AU LAC O 111
FIGURE 5-19. DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE DE TAILLE POUR A) L'OMBLE DE FONTAINE ET B) LE MULET PERLÉ AU LAC O 113

CARTES

CARTE 2-1. HABITAT DU POISSON TOUCHÉ DIRECTEMENT PAR LES FUTURES INFRASTRUCTURES DE GESTION DES RÉSIDUS MINIERS 5
CARTE 2-2. HABITAT DU POISSON TOUCHÉ DIRECTEMENT PAR L'AMÉNAGEMENT DE NOUVELLES HALDES AU SUD 9
CARTE 3-1. LOCALISATION DU SECTEUR VISÉ PAR LES COMPENSATIONS 13
CARTE 3-2. LOCALISATION DES COURS D'EAU VISÉS PAR LES COMPENSATIONS 15
CARTE 3-3. SÉQUENCE HISTORIQUE DE 1950 À 2013 19
CARTE 4-1. LOCALISATION DES LACS ET COURS D'EAU À L'ÉTUDE ET DES STATIONS DE PÊCHE 25
CARTE 5-1. ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DU COURS D'EAU ENTRE 1950 ET 2013 35
CARTE 5-2. LAC D 51
CARTE 5-3. LAC E 57
CARTE 5-4. LAC G 63
CARTE 5-5. LAC DU GNEISS TACHETÉ 69
CARTE 5-6. LAC J 73
CARTE 5-7. LAC JEANNINE 79
CARTE 5-8. LAC M 85
CARTE 5-9. LAC H 91
CARTE 5-10. LAC I 97

CARTE 5-11. LAC L 103
CARTE 5-12. LAC N 109
CARTE 5-13. LAC O 115
CARTE 6-1. RESTAURATION DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 129
CARTE 6-2. ÉVALUATION DES GAINS PROJETÉS SUR L'HABITAT DU POISSON**ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
CARTE 6-3. CONDITIONS ACTUELLES ET FUTURES DU LAC PROJETÉ 139
CARTE 6-4. ESTIMATION DE L'HABITAT LACUSTRE EN CONDITIONS FUTURES 143
CARTE 10-1. SUIVI HYDROSÉDIMENTAIRE À L'AVAL DU PARC À RÉSIDUS 159

ANNEXES

A ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES, DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS

B CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE SUR LES RÉSIDUS ET STÉRILES DE L'ANCIEN SITE MINIER DU LAC JEANNINE

C AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE SUR L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

D DONNÉES BRUTES - FAUNE AQUATIQUE

E DÉCISION D'ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA CONCERNANT LA NOCIVITÉ DES ROCHES STÉRILES ET DU REMANIEMENT DES RÉSIDUS MINIERS PROVENANT DU SITE MINIER ABANDONNÉ DU LAC JEANNINE

F SURVIE ET CROISSANCE DE VÉGÉTAUX LIGNEUX CULTIVÉS DANS LES RÉSIDUS MINIERS PROVENANT DU PARC DU LAC JEANNINE ET IMPACTS DES AMENDEMENTS SUR LES PROPRIÉTÉS BIO-PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTRATS

G LETTRE D'APPUI ET COMMENTAIRES DES DIVERSES INSTANCES GOUVERNEMENTALES POUR LE PROJET DE COMPENSATION

G-1 Lettre d'appui des innus de Uashat Mak Mani-Utenam
G-2 Commentaires du Centre d'expertise hydrique du Québec
G-3 Commentaires du ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec
G-4 Commentaires du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec

H PRODUCTIVITÉ DES PLANS D'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DU LAC JEANNINE

I LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATIONS COURANTES APPLICABLES AU PROJET

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c. (ci-après AMEM) doit entreprendre divers aménagements ayant trait à la gestion des résidus miniers, de l'eau et des stériles au complexe minier de Mont-Wright près de Fermont dans le but d'assurer la pérennité des opérations jusqu'à la fin du plan minier actuellement en vigueur jusqu'en 2045 (Projet 2045). Dans le cadre du Projet 2045, un agrandissement des aires de stockage est nécessaire puisque les superficies actuellement autorisées pour l'entreposage des stériles et des résidus ne sont pas suffisantes pour maintenir les opérations jusqu'à la fin de vie de la mine de Mont-Wright.

La nature du territoire à l'étude et les contraintes imposées par les milieux naturel et humain font en sorte qu'il est impossible d'éviter un empiètement du nouveau parc à résidus envisagé sur un ou plusieurs cours et plans d'eau naturels abritant des populations de poissons. Par conséquent, l'annexe 2 du Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM) devra être modifiée afin de désigner ces cours et plans d'eau en tant que dépôts de résidus miniers. Une étude visant à présenter et évaluer les différentes variantes pour l'entreposage des résidus a été réalisée conformément au *Guide sur l'évaluation des solutions de rechange pour l'entreposage des déchets miniers* (Environnement Canada 2013) avec comme objectif de cibler le choix le plus approprié sur les plans environnemental, technique, économique et socioéconomique.

Tel que mentionné précédemment, des empiètements dans des plans ou cours d'eau où vivent des espèces de poissons surviendront et les pertes de productivité qui en découleront devront donc être compensées. WSP Canada Inc. (WSP) a donc été mandatée afin d'élaborer un programme de compensation (pour le futur parc ainsi que pour l'agrandissement du parc actuel incluant le bassin d'eau de procédé) pour l'habitat du poisson qui sera déposé auprès du ministère de Pêches et Océans Canada (MPO).

Une campagne de terrain a été menée, à l'été 2014, dans le but de trouver des avenues de compensation locales concernant l'habitat du poisson. Toutefois, les pistes potentielles ne peuvent suffirent pour combler l'ensemble des pertes d'habitat du poisson. L'ancien site minier du lac Jeannine (site orphelin) a donc été ciblé pour répondre à cette exigence et une première série d'observations et de relevés au terrain ont été effectués au cours de ce même été. L'ensemble du bassin versant de ce site minier a été perturbé lors des activités minières et le site continue de se détériorer et à perturber les écosystèmes présents depuis la fermeture de la mine en 1985.

Un projet pilote visant à restaurer l'ancien parc à résidus du site minier du lac Jeannine et compenser les pertes associées au projet du Mont-Wright a été élaboré et présenté au MPO, ainsi qu'à l'actuel propriétaire du site minier, soit le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). Suite aux échanges tenus avec les ministères, un programme de compensation conceptuel a été déposé au MPO en avril 2015 (WSP 2015). Le concept d'aménagement proposé vise la restauration de près 90 ha d'habitat du poisson dans le secteur de l'ancien site minier du lac Jeannine. Plus spécifiquement, les interventions sont :

- la stabilisation du parc à résidus, dans les portions propices à l'érosion, par la mise en place d'empierrement et de végétalisation;
- la restauration de l'émissaire du lac Jeannine sur un tronçon de 968 m (une portion qui s'écoule sous le parc à résidus et la halde à stériles);
- l'aménagement de 18 seuils entre le parc à résidus et la route 389 permettant de recréer des écosystèmes stables et productifs;
- l'aménagement de quatre ouvrages de retenue afin de rehausser le niveau d'eau en amont de la route 389 et ainsi créer un lac de 70 ha.

Des campagnes de terrain additionnelles ont été réalisées en 2015 afin d'acquérir les données et l'information nécessaire pour appuyer l'ingénierie conceptuelle, décrire les communautés de poissons présentes dans le secteur, obtenir des mesures de débits dans l'émissaire du lac Jeannine et procéder à des analyses au niveau de la qualité de l'eau, des sédiments, du benthos et de la géochimie des matériaux présents sur le site.

Les concepts d'aménagement ciblent l'habitat du poisson, toutefois des aménagements pour les milieux humides sont également prévus au site minier. Il s'agit d'un projet conjoint avec la compensation des milieux humides, pour lequel un programme de compensation distinct a été élaboré.

À l'automne 2016, une première version du programme de compensation a été présentée au MPO dans le cadre de la demande d'autorisation (WSP 2016a, 2016b). Dans le cadre du processus d'examen du projet par le MPO, le Ministère a demandé des renseignements supplémentaires (lettre du 7 juin 2017; courriel du 7 décembre 2017). Environnement Canada et Changements climatiques (ECCC) a également demandé certaines informations lors d'un échange courriel le 25 juillet 2017. Les éléments mis à jour sont intégrés au présent document.

Le présent document constitue la version révisée du programme de compensation proposé au site de l'ancienne mine du lac Jeannine afin de compenser pour les pertes d'habitat du poisson en vertu du REMM. Il présente, dans un premier temps, l'estimation des pertes d'habitats associées au projet et le secteur visé. La méthodologie, les résultats des campagnes de terrain, ainsi que l'état actuel du site sont exposés. Une description des interventions, les objectifs compensatoires visés par le projet, le programme de suivi proposé ainsi que les mesures d'atténuation à intégrer sont ensuite présentés. L'échéancier, une estimation du coût de mise en œuvre du projet et une conclusion complètent le rapport.

2 ESTIMATION DES PERTES

Les empiètements dans les eaux où vivent les poissons par des résidus miniers et des eaux de contact ont été récemment mises à jour. L'ensemble du détail concernant ces habitats, les définitions utilisées, les données d'inventaire, les recueils photographiques et les justifications sont présentées dans le document intitulé *Gestion des dépôts de résidus miniers à la mine de Mont-Wright, Phase 2 – Demande d'examen – Réponses à la demande de renseignements supplémentaires du 7 juin 2017* (WSP 2017).

Les pertes au niveau des infrastructures vont survenir d'abord à partir de 2018 pour le bassin B+, les canaux, l'agrandissement du parc Hesse et le bassin Hesse Nord. De plus, pour pallier à la problématique de résurgences, en 2019, les haldes seront prolongées au sud jusqu'au pied du flanc de la montagne. Cette solution entraîne un empiètement des haldes dans l'habitat du poisson. Il est à noter que les infrastructures liées au parc Nord-Ouest feront l'objet d'un processus réglementaire ultérieur. Le tableau 2-1 présente la synthèse des pertes d'habitat du poisson par infrastructure avec l'année de construction projetée et l'année à partir de laquelle des déchets miniers (résidus ou eau de procédé) commenceront à y être déposés. Les cartes 2-1 et 2-2 présentent respectivement les habitats touchés directement par les futures infrastructures de gestion des résidus miniers et des stériles.

Tableau 2-1. Récapitulatif des pertes d'habitat du poisson en vertu de l'article 36(3) de la Loi sur les pêches – gestion des dépôts de résidus miniers à la mine de Mont-Wright

Infrastructure	Perte article 36(3) Superficie empiétée (ha)	Début de construction	Dépôt de déchet minier
Bassin d'eau de procédé B+	40,02	2018	2020
Agrandissement du parc à résidus Hesse	10,89	2018	2020
Bassin Hesse Nord	6,85	2018	2032
Canal d'eaux rouges actuel	4,49	2018	2020
Canal d'eaux rouges Hesse Nord (CERHN)	4,25	2018	2020
Haldes au sud (MS-5)	1,14	2019	2019
Total	**67,64**		

Bien que ces pertes soient importantes en termes de superficie, il faut tout de même les mettre en contexte en fonction de la qualité des habitats qui seront détruits. Les trois principaux plans d'eau impactés par le projet de gestion des résidus (lacs A, B et LL021) couvrent une superficie de 35,6 ha et représentent 53 % des pertes totales appréhendées. Cependant, les relevés au terrain ont démontré que ces plans d'eau étaient des habitats avec un faible potentiel halieutique. Les pêches expérimentales réalisées sur ces plans d'eau ont en effet révélé de très faibles abondances de poissons, notamment d'omble de fontaine qui était absent dans ces lacs (tableau 2-2). Le lac LL021 fait partie du canal d'eaux rouges depuis la fin des années 1970 et est circonscrit entre la digue Hesse 4 et le bassin Hesse Centre. Il s'agit d'un milieu de piètre qualité. De plus, près de 4,5 ha sont attribuables à l'actuel canal d'eaux rouges, structure artificielle de piètre qualité, 5,2 ha sont des habitats considérés de faible qualité (habitat marginal, caractère souterrain, présence de tourbière, gel partiel ou complet en hiver, absence d'omble de fontaine) et 2,2 ha représentent des étangs de tourbière peu productifs. Pour les autres cours et plans d'eau, dans la majeure partie des habitats perdus, soit 20,1 ha, la présence de l'omble de fontaine a été confirmée ou présumée. La qualité de l'habitat y varie entre faible et bonne.

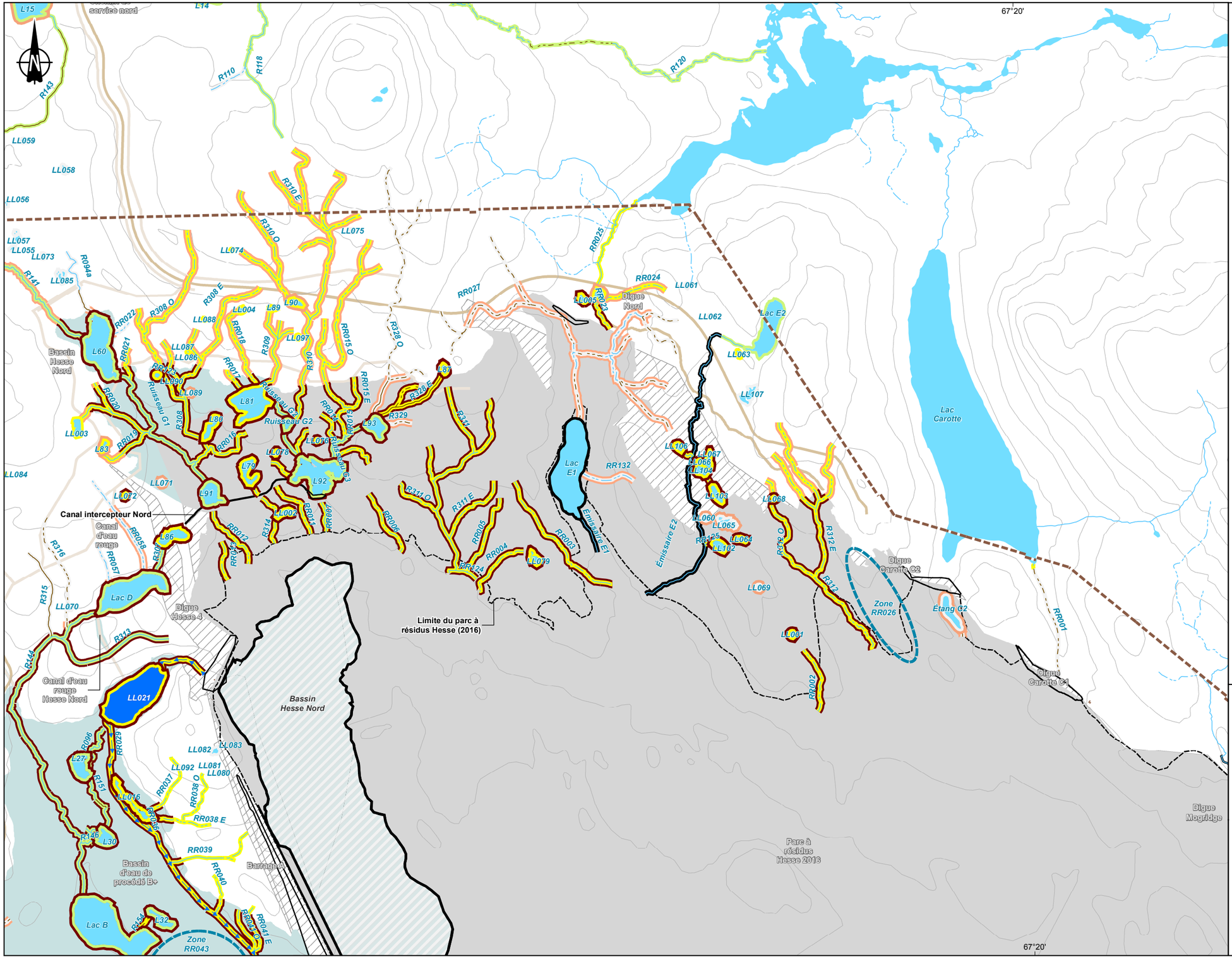
Tableau 2-2. Synthèse de la superficie, des captures, des efforts de pêche et de la productivité des plus grands plans d'eau impactés par le projet

Lac	Superficie (ha)	Capture[1]	Effort[2]	Productivité (kg/ha-an)[3]
A	21,9	2013 : **ESLU** (8), COBA (2), CACA (10) 2015 : **ESLU** (20), CACA (11)	2014 : 3 NF, 4 NV, 12 NB 2015 : 6 NF, 8 NV	ESLU : 4,1 Autres espèces : 0,2
B	7,7	2013 : **ESLU** (2) 2015 : **ESLU** (8), LOLO (2), COBA (1)	2013 : 2 NF, 3 NV, 8 NB 2015 : 4 NF, 8 NV	ESLU : 3,3 Autres espèces : 0,1
LL021	6,0	Aucune pêche réalisée, ce lac fait partie du canal d'eaux rouges		
Total	**35,6**			

[1] *ESLU : grand brochet; COBA : chabot tacheté; CACA : meunier rouge; LOLO : lotte*

[2] *NF : nuit-filet; NV : nuit-verveux; NB : nuit-bourolle*

[3] *Source : WSP (2016b).*



Hydrographie

Cours d'eau

- Habitat du poisson
- Type de cours d'eau
- Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

Plan d'eau

- Habitat du poisson
- Type de plan d'eau
- Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

Type de cours d'eau

- Canal d'eau rouge
- Intermittent
- Intermittent partiellement souterrain
- Permanent
- Permanent partiellement souterrain

Type de plan d'eau

- Lac et étang
- Bassin existant
- Canal d'eau rouge

Habitat du poisson

- Inscrit à l'annexe 2 du REMM
- Aucun potentiel
- Présence de poisson confirmée
- Présence de poisson potentielle

Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

- Déjà inscrit
- Oui
- Non

Composante du site minier

Infrastructure de gestion des résidus

- Bassin et canal d'eau rouge
- Digue
- Parc à résidus

Autre infrastructure

- Chemin et canal intercepteur

Existant

- Canal intercepteur Nord
- Digue
- Limite du parc Hesse (2016)

Infrastructure

- Ligne de transport d'énergie
- Chemin de fer
- Route principale

Limite

- Propriété foncière d'ArcelorMittal

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Variante 7
Secteur parc Hesse Nord

Sources :
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2010
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2007
BNDT, 1/50 000, RNCan, 2007

Cartographie : WSP 2017
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c2-1_hab_touche_wspb_180116.mxd

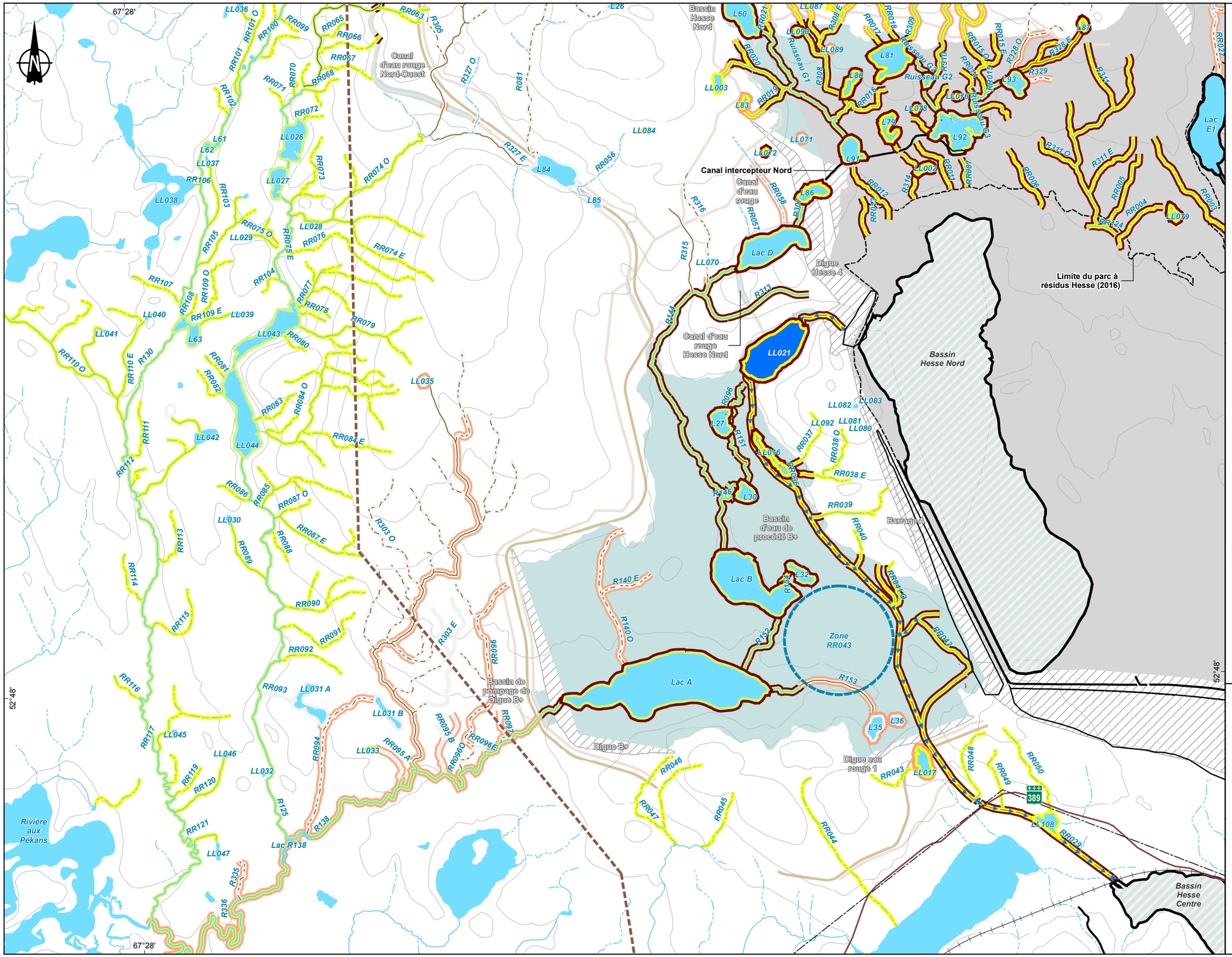
Échelle 1 : 22 000

0 220 440 660 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 2-1
Feuillet 1

Janvier 2018



Hydrographie

Cours d'eau

- Habitat du poisson
- Type de cours d'eau
- Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

Plan d'eau

- Habitat du poisson
- Type de plan d'eau
- Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

Type de cours d'eau

- Canal d'eau rouge
- Intermittent
- Intermittent partiellement souterrain
- Permanent
- Permanent partiellement souterrain

Type de plan d'eau

- Lac et étang
- Bassin existant
- Canal d'eau rouge

Habitat du poisson

- Inscrit à l'annexe 2 du REMM
- Aucun potentiel
- Présence de poisson confirmée
- Présence de poisson potentielle

Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

- Déjà inscrit
- Oui
- Non

Composante du site minier

Infrastructure de gestion des résidus

- Bassin et canal d'eau rouge
- Digue
- Parc à résidus

Autre infrastructure

- Chemin et canal intercepteur

Existant

- Canal intercepteur Nord
- Digue
- Limite du parc Hesse (2016)

Infrastructure

- Ligne de transport d'énergie
- Chemin de fer
- Route principale

Limite

- Propriété foncière d'ArcelorMittal

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Variante 7
Secteur bassin B+

Sources :
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2010
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2007
BNDT, 1/50 000, RNCan, 2007

Cartographie : WSP 2017
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c2-1_hab_touche_wspb_180116.mxd

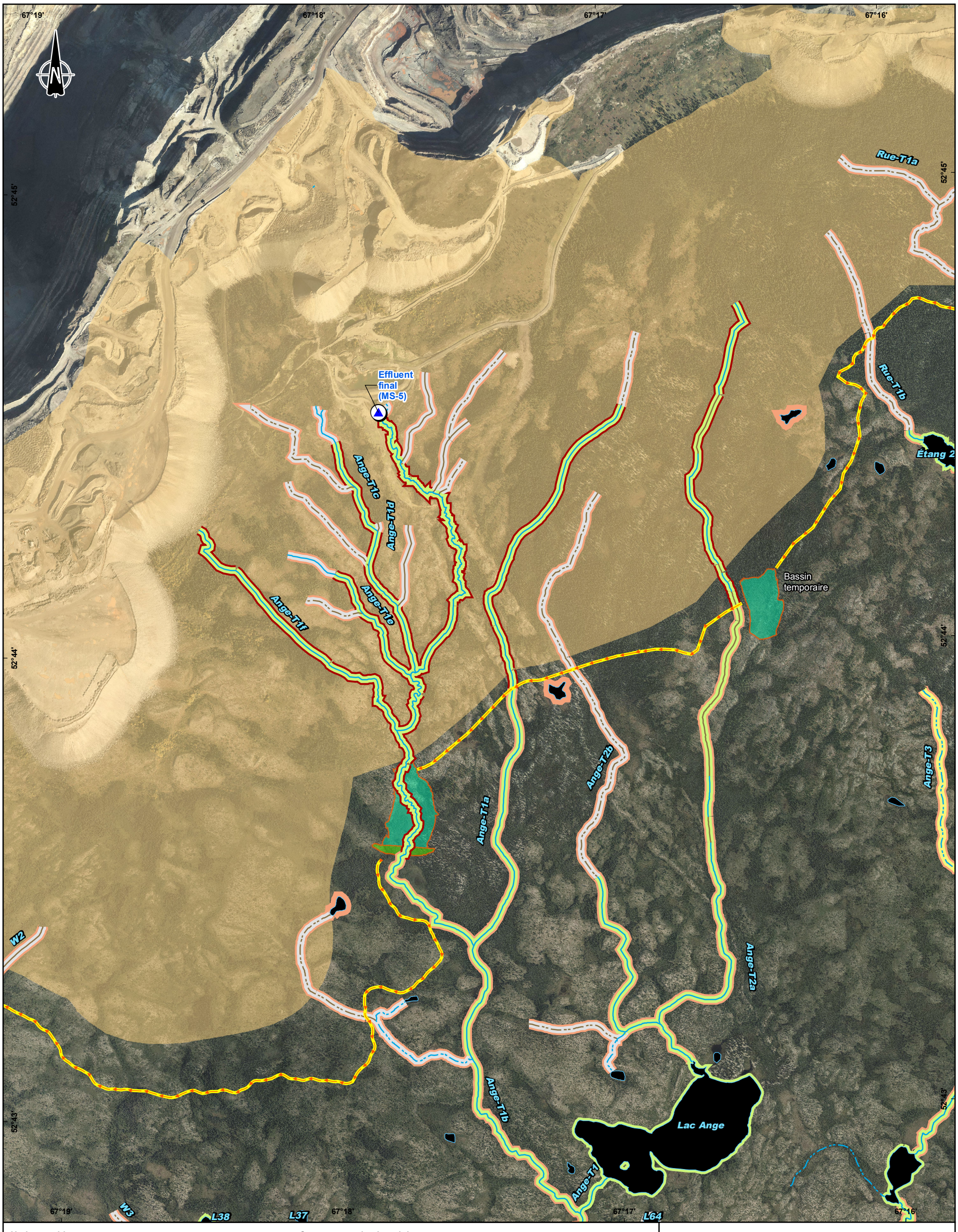
Échelle 1 : 22 000

0 220 440 660 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 2-1
Feuillet 2

Janvier 2018



Hydrographie

Cours d'eau

Présence de poisson
Type de cours d'eau
Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

Type de cours d'eau

- Intermittent
- Intermittent partiellement souterrain
- Permanent
- Permanent partiellement souterrain

Présence de poisson

- Aucun potentiel
- Présence confirmée
- Habitat potentiel

Visé par l'inscription à l'annexe 2 du REMM

- oui
- non

Composante du site minier

Projetée

- Fossé
- Halde à stériles
- Zone entre le pied des haldes et les fossés
- Bassin
- Digue

Existante

- Effluent final

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Habitat du poisson touché directement par l'aménagement de nouvelles haldes au sud

Sources :
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2010
Orthophoto, Aérophoto, 2015

Cartographie : WSP 2017
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c2-2_perte_direct_halde_wspb_180110.mxd

Échelle 1 : 15 000

0 150 300 450 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 2-2

Janvier 2018

wsp

3 SECTEUR VISÉ PAR LE PROJET DE COMPENSATION

L'historique touchant l'exploitation de l'ancien site minier du lac Jeannine est unique au Québec. Il s'agissait pour l'époque d'un projet colossal, qui a nécessité la construction d'une ville (Gagnon), d'installations minières, d'une centrale hydroélectrique, d'un port en eau profonde et d'un chemin de fer. Les événements qui ont suivi la fermeture du site il y a plus de 30 ans (1985) et l'ampleur de la détérioration des habitats fauniques qui s'en est suivie sont tout aussi marquants. Ainsi, la restauration et l'amélioration de l'habitat dégradé à l'ancien site minier du lac Jeannine cadrent précisément dans la Politique d'investissement en matière de productivité des pêches du MPO et présentent un important potentiel pour apporter des améliorations.

Les sections suivantes localisent le secteur de l'ancien site minier du lac Jeannine, présentent un bref historique des faits marquants de l'exploitation du site minier et de la dégradation qui s'en est suivie, puis font état des travaux réalisés sur le site dans le cadre d'un autre programme de compensation touchant l'habitat du poisson.

3.1 ANCIEN SITE MINIER DU LAC JEANNINE

Le secteur visé par les travaux se retrouve sur la Côte-Nord au site de l'ancienne mine du lac Jeannine qui est situé à quelque 160 km de Fermont (accessible via la route 389) et approximativement à 7 km au sud-est de l'ancienne ville de Gagnon. Il s'agit plus précisément de l'ensemble du parc à résidus de l'ancien site minier ainsi que deux cours d'eau, soit l'émissaire du lac Jeannine qui s'écoule à l'ouest du parc à résidus jusqu'au réservoir Manicouagan et un cours d'eau anonyme, nommé tributaire T1, qui s'écoule à l'est du parc à résidus de l'ancien site minier et qui rejoint l'émissaire du lac Jeannine au sud du parc (cartes 3-1 et 3-2). Les coordonnées géographiques de ceux-ci sont présentées ci-dessous (tableau 3-1).

Tableau 3-1. Coordonnées géographiques des cours d'eau ciblés par le projet de compensation

Cours d'eau	Coordonnées géographiques Latitude - Longitude (nad83)	
	Début	Fin
Tributaire T1	51° 52' 13'' N - 68° 02' 21'' O	51° 49' 24'' N - 68° 04' 35'' O
Émissaire lac Jeannine	51° 51' 50'' N - 68° 04' 14'' O	51° 45' 56'' N - 68° 10' 07'' O

3.2 EXPLOITATION DU SITE MINIER

L'histoire de la Compagnie minière Québec Cartier commence le 26 janvier 1957, date à laquelle United States Steel Corporation (US Steel) fonde l'entreprise sous la juridiction de la province de Québec, sous le nom de Québec Cartier Mining Company. Le but est de mettre en valeur le minerai de fer de Lac-Jeannine situé dans la fosse du Québec-Labrador, à 304 km au nord de la ville de Port-Cartier. De fait, l'exploration intensive menée dans cette région au début des années 1950 a révélé l'énorme potentiel de la région, notamment au lac Jeannine, au Mont-Wright et à Fire Lake.

À l'époque, le projet est titanesque : construction des installations minières de Lac-Jeannine, d'une centrale hydroélectrique sur la rivière Hart-Jaune, d'un port de mer en eau profonde à Port-Cartier, d'un chemin de fer et d'infrastructures municipales aux deux extrémités. Les travaux débutent en 1958 et progressent rapidement.

En 1959, l'exploitation minière commence à Lac-Jeannine et, en bordure du Saint-Laurent, le petit village de Shelter Bay devient officiellement la ville de Port-Cartier. L'année suivante, le lien ferroviaire entre Lac-Jeannine et Port-Cartier est achevé, tout comme la construction de la ville de Gagnon, à proximité des installations minières de Lac-Jeannine. Le 5 juillet 1961, le chargement expérimental de la première cargaison de concentré prend la mer.

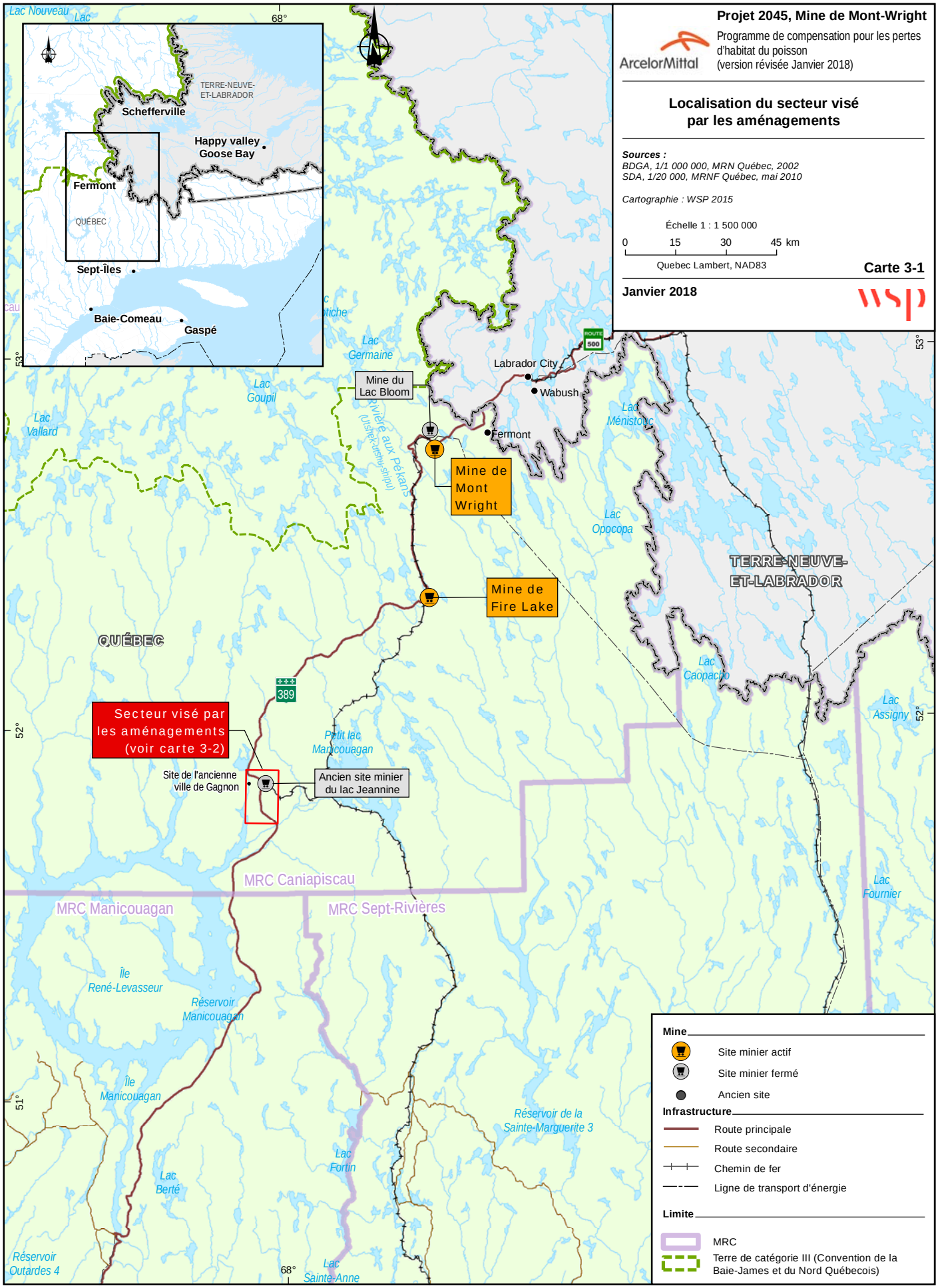
En 1970, afin de pouvoir répondre à la demande croissante du marché et de contrer l'épuisement de la mine du lac Jeannine, Québec Cartier annonce la mise en valeur du gisement du mont Wright. Le projet exige le prolongement de la voie ferrée existante de 138 km vers le nord, le développement d'une nouvelle mine, la construction d'un complexe industriel incluant un concentrateur, des changements majeurs aux installations portuaires de Port-Cartier, ainsi que l'aménagement d'une nouvelle ville (Fermont). Après une demi-décennie de préparatifs, c'est en 1975 que commence la production de concentré de minerai de fer aux installations de Mont-Wright.

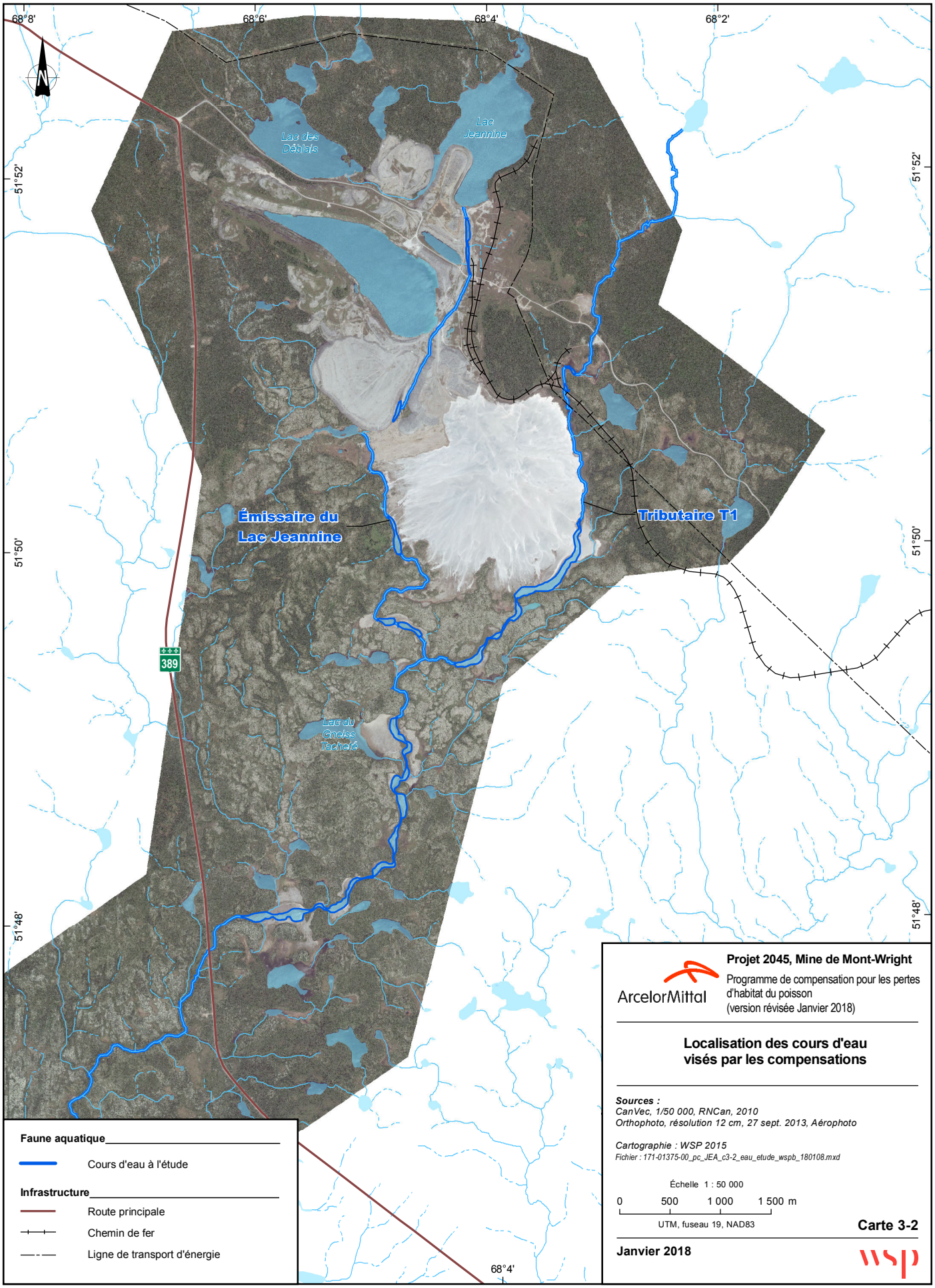
Dès l'année suivante, en 1976, Québec Cartier s'associe officiellement à Sidbec et à British Steel Corporation pour créer Sidbec-Normines. Cette entreprise est mandatée pour exploiter la toute nouvelle usine de bouletage de Port-Cartier ainsi que le gisement de Fire Lake, situé à 55 km au sud de Mont-Wright. L'investissement est partagé entre les intérêts américains de Québec Cartier (9 %), la British Steel (41 %) et Sidbec-Normines, société d'État (50 %).

Alors que ces deux nouvelles mines viennent de naître, celle de Lac-Jeannine livre son dernier bloc de minerai en avril 1977. Le concasseur et le concentrateur y demeurent toutefois en fonction pour traiter le minerai brut en provenance de la mine de Fire Lake jusqu'en 1985. Lors de la fermeture, le gisement du lac Jeannine mesurait 701 m de longueur, 243 m de largeur et 304 m de profondeur; plus de 266 millions de tonnes (Mt) de fer à concentration moyenne de 33 % en ont été extraites.

Les conditions difficiles du marché de l'acier qui sévissent entre 1979 et 1984 touchent durement la Compagnie minière Québec Cartier. S'ensuit la fermeture des installations de Lac-Jeannine, de la ville de Gagnon et de la mine de Fire Lake. De plus, à compter du 1er janvier 1985, Québec Cartier gère l'usine de bouletage de Sidbec-Normines de Port-Cartier et l'approvisionne en concentré à partir de Mont-Wright. Elle en deviendra propriétaire en 1996.

Présentement, le propriétaire du site orphelin du lac Jeannine est le MERN et la compagnie Champion Iron Mines Ltd possède des claims actifs sur une partie du site.


Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)
ArcelorMittal
Localisation du secteur visé par les aménagements
Sources :
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
SDA, 1/20 000, MRNF Québec, mai 2010
Cartographie : WSP 2015
Échelle 1 : 1 500 000
0 15 30 45 km
Quebec Lambert, NAD83
Carte 3-1
Janvier 2018
wsp
TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR
QUÉBEC
Schefferville
Happy valley Goose Bay
Fermont
Sept-Îles
Baie-Comeau
Gaspé
Labrador City
Wabush
Fermont
Mine du Lac Bloom
Mine de Mont Wright
Mine de Fire Lake
Secteur visé par les aménagements (voir carte 3-2)
Site de l'ancienne ville de Gagnon
Ancien site minier du lac Jeannine
ROUTE 500
389
MRC Caniapiscau
MRC Manicouagan
MRC Sept-Rivières
Lac Nouveau
Lac Germaine
Lac Goupil
Lac Vallard
Lac Ménistouc
Lac Opocopa
Lac Caopacho
Lac Assigny
Lac Fournier
Petit lac Manicouagan
Île René-Levasseur
Réservoir Manicouagan
Île Manicouagan
Réservoir de la Sainte-Marguerite 3
Lac Fortin
Lac Berté
Réservoir Outardes 4
Lac Sainte-Anne
Mine
Site minier actif
Site minier fermé
Ancien site
Infrastructure
Route principale
Route secondaire
Chemin de fer
Ligne de transport d'énergie
Limite
MRC
Terre de catégorie III (Convention de la Baie-James et du Nord Québecois)



ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Localisation des cours d'eau visés par les compensations

Sources :
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP 2015
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c3-2_eau_etude_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 50 000

0 500 1 000 1 500 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 3-2

Janvier 2018

WSP

3.3 DÉGRADATION DE L'HABITAT AU SITE MINIER

Tel que mentionné, les activités au site minier du lac Jeannine ont cessé il y plus de 30 ans (1985) et le site est demeuré à l'abandon depuis. La carte 3-3 présente une série d'images chronologiques prises entre 1950 et 2013 permettant de mieux comprendre l'évolution du site avant, pendant et suite à la fermeture de la mine.

On observe dès le début de l'exploitation (planche 1964) que les résidus étaient rejetés dans l'empreinte du parc à résidus et que certains lacs en périphérie ont été ensevelis par ces résidus miniers et que l'ensemble des émissaires (qui recevaient les eaux du parc à résidus) et lacs localisés au sud sont turbides et vraisemblablement de couleur orangée. Il s'agit d'un parc à résidus non confiné par des digues, ainsi les résidus s'écoulent de façon gravitaire dans le bassin versant.

Graduellement, l'ensemble des cours d'eau et plans d'eau présents à l'aval dans le même bassin versant entre le site minier (planches 1976 et 1996) et le réservoir Manicouagan (non visible sur les planches) a été enseveli par les résidus miniers. La crue printanière et automnale (joint à la fonte de la neige et la glace accumulée sur le parc à résidus), ainsi que certains événements hydrauliques particuliers (tel le déluge de 1996), ont accentué le processus d'érosion et de dépôt des résidus miniers dans l'environnement.

Au total, plus de 20 km de cours d'eau et approximativement 35 lacs ont été affectés par les résidus miniers (planche 2013). Certains plans d'eau ont disparu (sous le parc à résidus), d'autres ont été entièrement comblés et quelques-uns ont été isolés suite au sectionnement de leur émissaire ou tributaire.

3.4 TRAVAUX DE COMPENSATION DÉJÀ RÉALISÉS AU SITE

À l'été 2013, plusieurs travaux d'aménagements ont été réalisés dans le cadre d'un programme de compensation touchant l'habitat du poisson pour la compagnie Cliffs (GENIVAR 2013), plus spécifiquement pour l'omble de fontaine. Les travaux se sont déroulés dans le secteur en amont du parc à résidus.

Dans le tributaire T1, un total de 13 frayères (total de 53 m^2), 24 seuils, 6 déflecteurs, 8 sites de nettoyage et 7 abris ont été aménagés dans l'ensemble du cours d'eau. À l'émissaire du lac Jeannine (portion amont) et l'émissaire de la fosse 2, un total de 6 frayères (total de 29 m^2), 9 seuils, 7 déflecteurs et 28 abris ont été aménagés dans l'ensemble du cours d'eau.

À la sortie de la fosse 2, un nouvel ouvrage a été mis en place afin de rétablir le libre passage du poisson entre celle-ci et l'émissaire du lac Jeannine. Deux ponceaux désuets ont été remplacés par un tuyau arqué en tôle ondulée galvanisée (TATOG) de 2,80 m de large par 1,95 m de hauteur et d'une longueur de 24 m. À l'intérieur du ponceau, une reconstruction d'un lit a été effectuée.

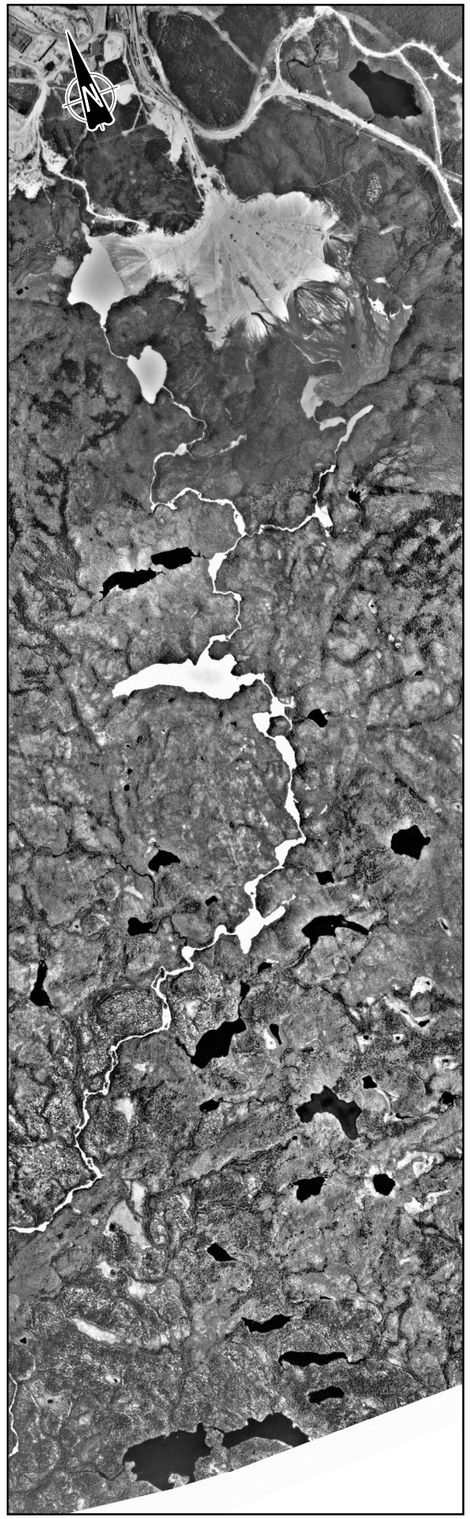
Des interventions ont également été réalisées dans la section amont de l'émissaire du lac Jeannine dans le but d'améliorer le libre passage de l'omble de fontaine aux sites de traversée (ponceau). Ainsi, des seuils et bassins ont été aménagés en aval des ouvrages afin de réduire la chute à la sortie de ceux-ci et ainsi améliorer le libre passage de l'omble de fontaine.

Enfin, une bande riveraine de 20 m de largeur a été implantée au pourtour de la fosse 2. Au total, 4 185 plants (en cavités de 110 cm^3) répartis parmi 5 espèces ont été plantés en bordure de la fosse, soit : l'aulne rugueux, l'aulne crispé, le chalef argenté, le saule brillant et le myrique baumier. À l'été 2016, des travaux supplémentaires destinés à regarnir la bande riveraine ont également été effectués.

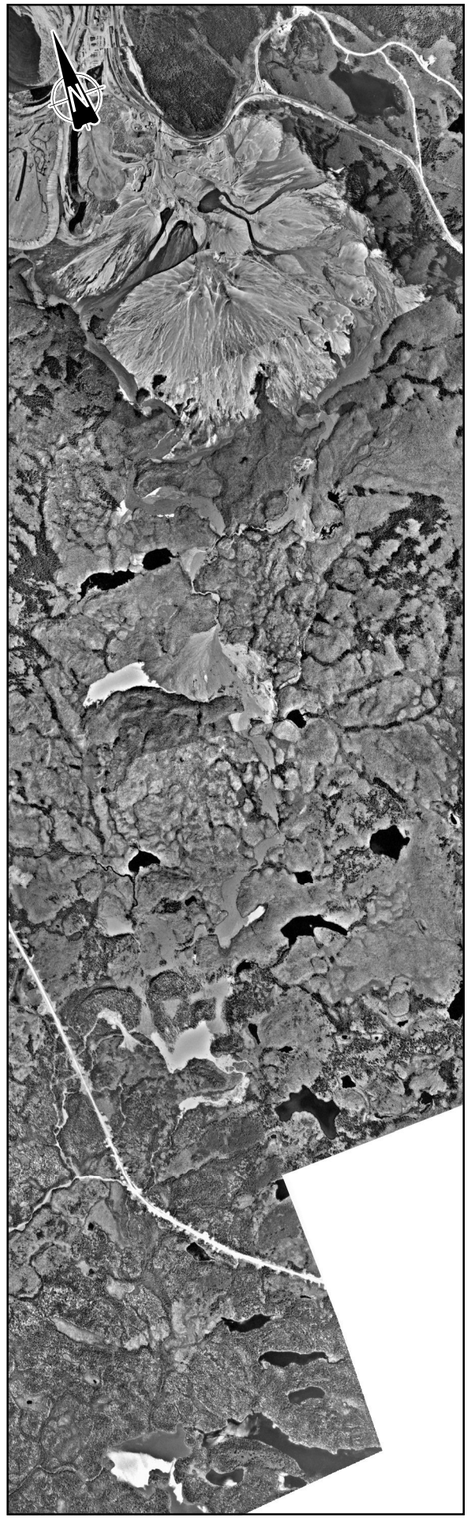
L'ensemble des travaux réalisés à l'ancien site minier du lac Jeannine visait l'amélioration de l'habitat de l'omble de fontaine et touchait tous les aspects du cycle vital de cette espèce.

1950

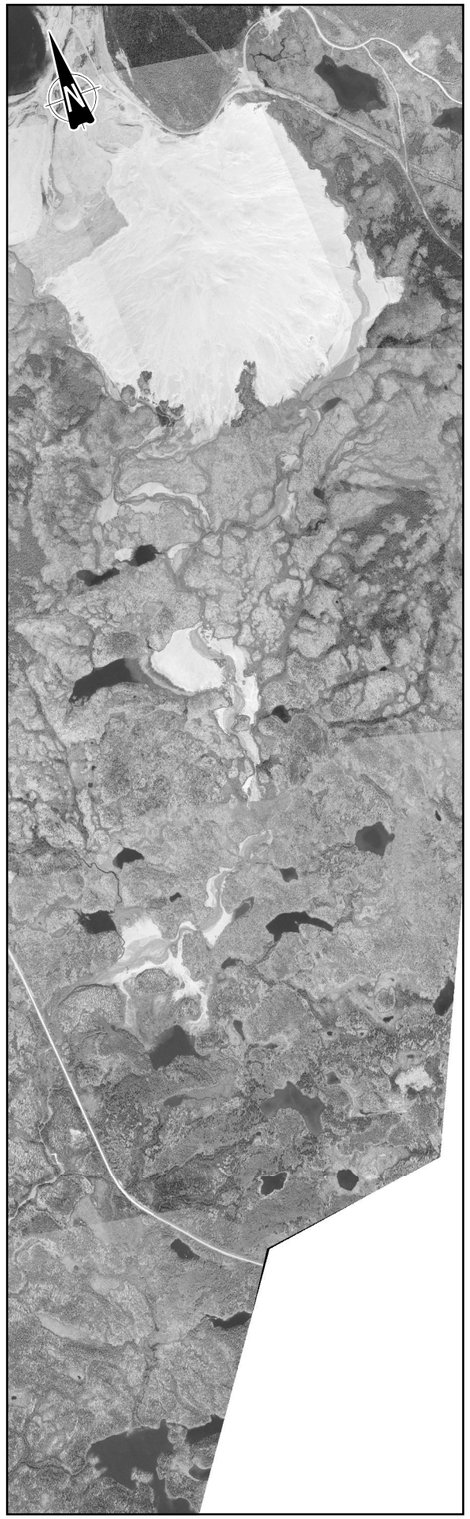
1964



1976



1996



2013

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Séquence historique de 1950 à 2013

Sources :
Orthophoto, Société de cartographie du Québec, 1/15 000, 28 août 1976
Orthophoto, 1/8 000, 6 sept. 2011, Aérophoto
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP 2015
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c3-3_Historique_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 40 000

0 400 800 1 200 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 3-3

Janvier 2018

wsp

4 MÉTHODOLOGIE

Plusieurs campagnes de terrain ont été menées dans le secteur de l'ancien site minier du lac Jeannine jusqu'en 2014, afin de parfaire l'acquisition de connaissances sur le site. Le détail concernant l'ensemble des analyses effectuées ainsi que les résultats obtenus sont présentés dans le programme conceptuel pour la compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides (WSP 2015). Parmi ces travaux, rappelons la réalisation de ceux-ci :

- Une étude concernant la sédimentologie qui évaluait l'impact des activités minières sur le réseau hydrographique.
- Des inventaires de la végétation réalisés en 2011 et 2014 à l'ancien site minier du lac Jeannine. En 2011, deux relevés ont été faits, soit un premier sur le parc à résidus et un second sur une halde à stériles. En 2014, sept relevés ont été effectués sur le parc à résidus ainsi que le long de l'émissaire du lac Jeannine, en amont et en aval du parc à résidus.
- Des analyses de la qualité de l'eau de surface et des sédiments dans le secteur de l'ancien site afin d'évaluer sommairement la qualité du milieu.
- Des inventaires sur les petits plans d'eau peu profonds, notamment les étangs de castor, afin de mesurer l'épaisseur de glace, déterminer la teneur en oxygène dissous et effectuer des pêches pour vérifier si ces petits plans d'eau pouvaient servir de refuge pour le poisson en hiver.

En 2015, des campagnes de terrain supplémentaires ont été réalisées afin d'acquérir des données additionnelles concernant la faune aquatique, la qualité de l'eau, la qualité des sédiments, le benthos, la géochimie, l'hydrologie et pour appuyer l'ingénierie conceptuelle. Les sections suivantes détaillent ces activités.

4.1 QUALITÉ EAU, SÉDIMENTS ET BENTHOS

L'échantillonnage du benthos a pour objectif de décrire sommairement la composition des communautés d'invertébrés benthiques dans la zone d'étude, et ce, dans trois types d'habitats, incluant des sédiments composés de résidus miniers. L'ensemble des procédures et données recueillies lors de ces campagnes de terrain est présenté dans un document distinct à l'annexe A.

L'échantillonnage du benthos a été réalisé du 17 au 19 août 2015. Au total, 19 échantillons ont été prélevés à neuf stations réparties dans trois types d'habitat différents dans la zone d'étude. Les échantillons prélevés dans le substrat meuble ont été récoltés à l'aide d'une petite benne Ponar et ceux dans le substrat grossier à l'aide d'un échantillonneur Hess (diamètre de 0,2 m). Deux échantillons ont été récoltés à chacune des stations échantillonnées à l'aide de la benne alors que ceux en substrat grossier ne comptent qu'un échantillon. Les trois types d'habitats couverts sont le milieu lacustre à substrat meuble, le cours d'eau à substrat meuble ainsi que le cours d'eau à substrat grossier.

Pour le substrat grossier, 20 sous-échantillons ont été prélevés avec l'échantillonneur Hess pour constituer un échantillon composite. Une fois prélevés, les échantillons ont été tamisés (mailles de 500 microns) et déposés dans des bocaux de verre identifiés du numéro de projet, de la station et de l'échantillon. Les échantillons de chaque station ont été couverts d'une solution de formol 10 % tamponnée afin de les conserver jusqu'à leur transport aux bureaux de WSP. Par la suite, ils sont été rincés à l'eau dans un tamis 500 microns, égouttés et conservés dans l'alcool (éthanol 70 %) jusqu'à leur traitement en laboratoire.

4.2 GÉOCHIMIE

Le projet de compensation proposé implique la réutilisation des stériles présents sur le site minier afin de procéder à la stabilisation des zones d'érosion localisées sur le pourtour du parc à résidus actuel et pour la construction de structures de retenue, tels des seuils et barrages. Ainsi, l'objectif principal de la campagne de terrain menée le 2 septembre 2015 était de caractériser les stériles et résidus miniers en fonction de la Directive 019 sur l'industrie minière et des recommandations préliminaires d'ECCC afin de s'assurer que la réutilisation des stériles dans le projet de compensation n'induit pas une augmentation des contaminants dans le milieu récepteur.

Les travaux ont consisté au prélèvement de 12 échantillons de résidus miniers, dont deux duplicatas et quatre échantillons de stériles miniers. Les détails concernant le programme d'échantillonnage et les analyses chimiques sont présentés dans une note technique intitulée « Caractérisation géochimique sur les résidus et stériles de l'ancien site minier du lac Jeannine » (annexe B).

4.3 HYDROLOGIE

Des mesures hydrologiques en continu ont été effectuées sur l'émissaire du lac Jeannine, entre le 20 juin et le 22 octobre 2015 (125 jours) afin d'acquérir les données nécessaires pour la conception des différents ouvrages. Ainsi, trois sondes de niveau d'eau et un pluviomètre ont été mis en place en juin puis récupérés en octobre.

Au total, trois campagnes ont été effectuées dans le secteur de l'émissaire du lac Jeannine. Les activités réalisées lors de ces visites ont été l'installation et l'opération de sondes à niveau et d'un pluviomètre, des mesures ponctuelles du débit du cours d'eau (jaugeages) et des relevés d'arpentage.

La première campagne de mesures a été réalisée en juin 2015. Lors de celle-ci, les sondes à niveau et le pluviomètre ont été installés et des jaugeages ont été effectués au droit de chacune des sondes. Des relevés topographiques ont aussi été réalisés dans le secteur de l'émissaire du lac Jeannine qui nécessite une restauration (où l'écoulement est souterrain) et les ponceaux sous la route 389 ont également été relevés.

La deuxième campagne de terrain s'est déroulée en août 2015. Lors de cette campagne, des jaugeages ont été réalisés au droit des trois sondes et un relevé de la ligne d'eau a été effectué dans l'émissaire du lac Jeannine ainsi que dans le tributaire contournant le parc à résidus (tronçon T1). Les données des sondes ont aussi été récupérées lors de la visite.

La troisième campagne de terrain s'est déroulée en octobre 2015. Lors de celle-ci, des jaugeages ont été effectués au droit des trois sondes et les appareils de mesure (pluviomètre et sondes) ont été récupérés. L'ensemble des procédures et données hydrologiques recueillies lors de ces campagnes de terrain est présenté dans un document distinct à l'annexe C.

4.4 FAUNE AQUATIQUE

4.4.1 CARACTÉRISTIQUES DES HABITATS LACUSTRES

PHYSICOCHIMIE DE L'EAU

Des relevés physicochimiques ont été effectués à l'endroit correspondant à la profondeur maximale des plans d'eau. Les données de température, d'oxygène dissous, de conductivité et de pH ont été recueillies à 0,5 m de profondeur. Par la suite, la température et l'oxygène dissous ont été mesurés à chaque mètre jusqu'à 14 m, puis à tous les 2 m jusqu'à ce que la profondeur maximale du lac soit atteinte. Une sonde multiparamètres de

marque YSI, modèle 556, a été utilisée pour effectuer ces mesures. La transparence de l'eau a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi.

BATHYMÉTRIE

Une bathymétrie a été réalisée à l'aide d'un échosondeur de marque Garmin, modèle GPSMap 521s. Les paramètres dimensionnels (volume, profondeur moyenne, profondeur maximale) ont été calculés à partir des relevés bathymétriques. En complément, la superficie et le périmètre des plans d'eau ont été obtenus à partir des bases de données cartographiques.

CARACTÉRISATION DES RIVES

Les rives des lacs ont été divisées en tronçons (segments) définis par la granulométrie du substrat, laquelle a été décrite à l'aide d'un code de lettres correspondant aux classes granulométriques du tableau 4-1. Selon une évaluation visuelle, la proportion de chaque classe présente est estimée en pourcentage. La pente de la rive et celle de la beine ont été prises en note de même que le recouvrement par la végétation riveraine. Le type d'habitat riverain a été décrit en notant les principaux regroupements de végétation suivants : conifère mature, feuillu mature, arbustif, éricacée, herbacée et tourbière. Des photographies de chaque segment ont aussi été prises.

Tableau 4-1. Classes granulométriques utilisées pour la caractérisation du substrat

Catégorie	Code	Classe	Taille des particules (mm)
Substrat fin	MO	Matière organique	Non applicable
	L	Silt / Limon	< 0,125
	S	Sable	0,125 - 5
Substrat moyen	V	Gravier	5 - 40
	C	Caillou	40 - 80
Substrat grossier	G	Galet	80 - 250
	B	Bloc	250 - 500
	Bx	Gros bloc	> 500
	R	Roc	Non applicable

HERBIER AQUATIQUE ET FRAYÈRE POTENTIELLE

Les principaux herbiers aquatiques ont été identifiés et délimités. Les principales espèces végétales des herbiers aquatiques ont été identifiées et les dimensions approximatives des herbiers ont été prises en note.

Les sites offrant un potentiel de fraie pour l'omble de fontaine, le grand brochet et le grand corégone ont été localisés au GPS et caractérisés en notant, pour chacun : les dimensions, la profondeur d'eau, les caractéristiques du substrat (granulométrie, pente, présence de matière organique ou de périphyton) ou de la végétation (espèce, densité). Les caractéristiques d'habitat recherchées en lac pour ces espèces sont présentées au tableau 4-2.

Tableau 4-2. Caractéristiques de l'habitat de fraie en lac de l'omble de fontaine, du touladi, du grand brochet et du grand corégone

Espèce	Caractéristique
Omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)	Eau peu profonde, froide (5 à 10 °C), claire et bien oxygénée à fond de gravier.
Grand brochet (*Esox lucius*)	Eau peu profonde des plaines inondables à végétation dense des rivières, marécages et baies de lacs.
Grand corégone (*Coregonus clupeaformis*)	Eau peu profonde sur un substrat rocheux (gravier, cailloux, galets et blocs), sable utilisé à l'occasion. Généralement à moins de 8 m de profondeur.

POPULATIONS DE POISSONS EN LAC, EFFORT ET ENGIN DE PÊCHE

Les pêches scientifiques ont été réalisées selon une méthodologie adaptée des guides produits par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), notamment le *Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique* (MEF 1994; Service de la faune aquatique 2011).

Les pêches expérimentales avaient pour objectif d'établir une liste des espèces présentes dans les différents cours et plans d'eau, d'apprécier la densité des poissons à l'aide d'indices d'abondance et d'évaluer la structure des populations. En 2015, les travaux se sont échelonnés sur deux campagnes, soit une première du 16 au 29 juillet et une seconde du 11 au 19 août.

La pêche a été réalisée à l'aide de filets expérimentaux multifilaments à six panneaux, de mini verveux et de bourolles appâtées. Les caractéristiques et les dimensions des engins sont données au tableau 4-3.

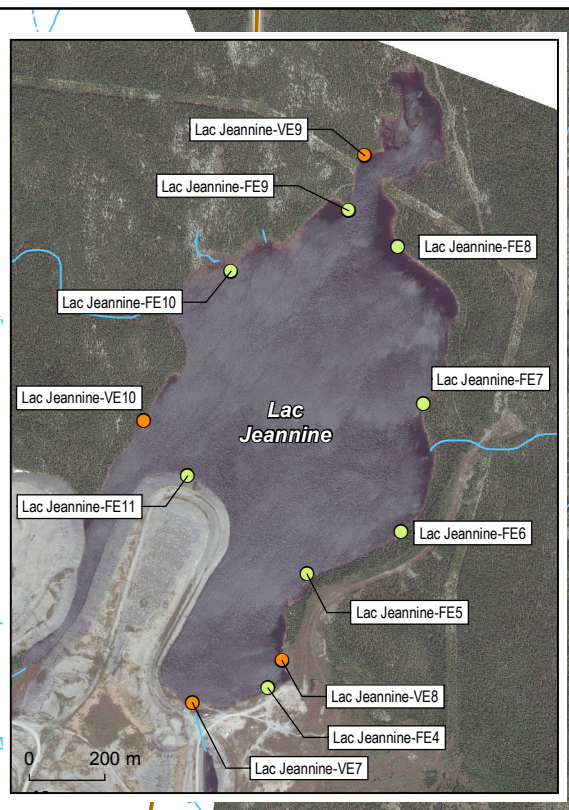
Tableau 4-3. Description des engins de pêche

Engin	Code	Dimensions / Caractéristiques
Filet expérimental 6 panneaux	FE	22,8 m sur 1,8 m, mailles étirées de 25, 32, 38, 51, 64, 76 mm
Verveux	VE	0,6 sur 0,6 m d'ouverture, ailes et guideau avec mailles de 0,6 mm
Bourolle	BO	41 cm de largeur, 21,5 cm de diamètre

Les engins de pêche ont été positionnés près des rives à des profondeurs généralement inférieures à 6 m. Les filets ont été disposés perpendiculairement à la rive et le sens des filets a été inversé en alternance d'une station à l'autre (grandes mailles orientées vers la berge ou vers le centre du lac). Le choix des stations a été fait de manière à échantillonner les différents types d'habitats présents sur l'ensemble du plan d'eau. Dans les lacs profonds (> 6 m), un ou deux filets ont également été installés en eau profonde (> 10 m) afin de favoriser la capture d'espèces préférant des températures d'eau plus froides comme le touladi. Les engins ont été installés de manière à couvrir la période de 18h00 à 9h00. Les lacs et cours d'eau visés ainsi que la localisation des stations de pêches sont présentés sur la carte 4-1.

PRISE DE MESURES

Lors de la levée des filets, les spécimens capturés ont été enregistrés par station et classés dans des sacs identifiés par le numéro de la station et du plan d'eau. L'espèce, la longueur totale et le poids ont été notés pour tous les spécimens. Sur les 50 premiers spécimens morts ou moribonds de chaque espèce, le sexe et le stade de maturité ont été déterminés. De plus, sur tous les spécimens capturés, la présence d'anomalies macroscopiques et de parasites externes a été prise en note. Les stades de maturité utilisés sont ceux décrits par Nikolsky (1963).



Caractéristiques de l'habitat

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Sens d'écoulement

Infrastructures

- Route nationale
- Parc à résidus

Pêches

Lac O-VE01 — Numéro séquentiel; Type d'engin; Nom du cours d'eau

- Pêche électrique (PE)
- Bourolle (BO)
- Filet (FE)
- Verveux (VE)

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Localisation des engins de pêches

Sources :
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2010
Orthophoto, Aérophoto, 2013
Inventaires et cartographie : WSP, 2015

Cartographie : WSP
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c4-1_CoursEauEtude_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 18 000

0 180 360 540 m

UTM, Fuseau 19N, NAD83

Carte 4-1

Janvier 2018

wsp

Les poissons d'une même espèce dont la longueur ne dépasse pas 60 mm ont été pesés en vrac en ne mesurant que le plus petit et le plus grand du groupe et en notant le nombre de poissons pesés.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données ont été saisies dans un chiffrier électronique pour faciliter leur traitement. Pour chaque lac, les informations relatives au substrat des rives, à la bathymétrie, aux herbiers et à la localisation des frayères potentielles ont été présentées sous forme de tableaux. Les données relatives aux caractéristiques morphométriques du lac et à la physicochimie ont été présentées sous la forme d'un tableau synthèse.

MORPHOMÉTRIE DES PLANS D'EAU

Un indice de développement des rives (D_L) et un indice de développement du volume (D_V) ont été calculés pour chaque lac selon les formules suivantes :

$$D_L = \frac{C}{2\sqrt{S * \pi}}$$

$$D_V = \frac{\bar{P}}{Pmax} * 3$$

Où :

D_L	:	indice de développement des rives
D_V	:	indice de développement du volume
C	:	circonférence ou périmètre (m)
S	:	superficie (m²)
$\bar{P}$	:	profondeur moyenne du lac (m)
Pmax	:	profondeur maximale du lac (m)

L'indice de développement du littoral (D_L) est le rapport du périmètre du lac sur le périmètre d'un lac de forme circulaire (indice de 1) ayant la même superficie. La forme découpée des rives du lac fait grimper l'indice de développement des rives à une valeur élevée (> 1). Il traduit l'importance de la zone littorale du lac et constitue un bon indicateur du potentiel de production halieutique.

Quant à l'indice du développement du volume (D_V), il fournit un indice de la forme d'un lac. Ainsi, lorsque D_V est égal à 1, le lac a la forme d'un cône parfait. Un lac concave, soit un lac profond aux pentes abruptes, obtiendra une valeur pour D_V supérieure à 1 alors qu'un lac ayant une forme plutôt convexe, soit un lac peu profond aux pentes plus douces, affichera une valeur inférieure à 1. De façon générale, une forme concave est typique d'un lac peu productif, car les matières nutritives tendent à sédimenter et deviennent inaccessibles aux producteurs primaires. À l'inverse, une forme convexe tend à conserver les matières nutritives disponibles pour les producteurs primaires. Ce type de plans d'eau tend à offrir un meilleur potentiel de production halieutique.

DESCRIPTION DES POPULATIONS DE POISSONS

Le nombre de captures par espèce, par engin et par station a été compilé. Les longueurs et masses moyennes ont été calculées pour chaque espèce de chaque lac de même que le coefficient de Fulton moyen. Ce dernier est déterminé par l'équation suivante :

$$K = \frac{M * 10^5}{L^3}$$

Où :

K	:	coefficient de condition de Fulton
M	:	masse du poisson (g)
L	:	longueur totale du poisson (mm)

Ce coefficient permet de comparer la masse et la longueur sur un spécimen particulier. Plus un poisson est lourd pour une longueur donnée, plus grand sera le coefficient et, par conséquent, meilleure sera sa condition.

Les histogrammes des classes de tailles ont également été construits pour chaque espèce de chaque lac. Les captures et les biomasses par unité d'effort (CPUE et BPUE), les abondances relatives et les biomasses relatives ont été calculées pour les différents engins de chaque lac.

4.5 CARACTÉRISATION DES COURS D'EAU

SEGMENTATION DES COURS D'EAU

Les cours d'eau visés par l'étude ont été caractérisés sur toute leur longueur. Les tronçons ont été divisés en segments homogènes définis par leur faciès d'écoulement et leur composition granulométrique. Pour chaque segment homogène, la longueur, la largeur moyenne, la profondeur moyenne, la vitesse d'écoulement, la granulométrie, la présence de frayères potentielles et toute autre remarque pertinente (obstacle à la circulation des poissons, érosion, etc.) ont été notées. Lorsqu'une frayère potentielle était présente, elle a été caractérisée plus en détail en notant sa localisation, sa superficie, ainsi que la profondeur de l'eau et la vitesse d'écoulement. Les herbiers aquatiques ont également été caractérisés en notant leur pourcentage de recouvrement du lit du cours d'eau ainsi que les espèces les composant.

PÊCHE ÉLECTRIQUE

Au total, 10 stations de pêche électrique ont été effectuées sur l'émissaire du lac Jeannine. Ces stations ont été réparties de façon à couvrir l'ensemble du cours d'eau. Les pêches électriques ont été faites à des stations ouvertes à raison d'un seul passage par station ainsi qu'à des stations fermées à raison de quatre passages. Chaque parcelle avait une superficie d'environ 100 à 200 m². À chacune des stations de pêche électrique, la profondeur, la composition du substrat, la vitesse du courant, la température de l'eau, la présence de végétation aquatique et riveraine en surplomb, la présence de fosse et les coordonnées GPS ont été notées. Chaque spécimen capturé a été identifié à l'espèce. Le nombre de captures par espèce à chaque passage a été noté de même que la longueur totale et le poids de tous les spécimens.

POPULATIONS DE POISSONS

La densité (nombre de poissons par unité de surface) et la biomasse (poids de poissons par unité de surface) brutes sont celles obtenues dans les stations de pêche à l'électricité. Deux types de stations ont été utilisés, soit les stations ouvertes et les stations fermées. Les stations fermées ont été utilisées pour déterminer les densités absolues et les résultats de ces stations sont ensuite appliqués aux stations ouvertes.

Le principe de la station fermée veut, comme tous les poissons dans une parcelle de pêche à l'électricité ne peuvent pas être capturés lors de ce seul passage, que plusieurs balayages consécutifs de la même superficie doivent être répétés en notant le nombre de poissons capturés lors des passes successives et à les retirer du tronçon de ruisseau étudié, ou de l'enclos. La station a alors été préalablement entourée de filets pour empêcher

toute entrée ou sortie de poissons entre les différentes passes (d'où l'expression de station fermée). En pratique, il est presque impossible de retirer tous les poissons contenus à l'intérieur d'une parcelle de pêche à l'électricité même après plusieurs passages. Il faut donc avoir recours à des méthodes mettant en relation la réduction du nombre de captures en fonction du nombre de passages pour estimer le nombre de poissons présents et leur biomasse. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode du maximum de vraisemblance (Carle et Strub 1978) pour évaluer les densités et les biomasses dans les stations fermées. Le logiciel R (R Core Team 2015) incluant le package « FSA »[1] a été utilisé pour effectuer les calculs et les analyses.

Dans les stations ouvertes, la station n'est pas délimitée par des filets et une seule passe est effectuée. L'avantage de ce type de station est sa facilité d'application qui permet une exécution plus rapide. Un plus grand nombre de ruisseaux peuvent ainsi être visités, mais les résultats de ces pêches ne sont pas représentatifs des densités et biomasses réellement présentes. Cette difficulté peut être contournée en appliquant aux données l'efficacité de la première passe obtenue lors de la pêche multipasse dans les stations fermées réalisées à proximité. On obtient ainsi une estimation du nombre de poissons présents dans la station ouverte.

[1] OGLE, D.H. 2015. FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.3.

5 ÉTAT ACTUEL DU SITE MINIER

5.1 RÉSIDUS MINIERS

Présentement, le parc à résidus demeure la principale source de propagation des résidus vers l'aval dans le cours d'eau. La végétation du parc à résidus a colonisé seulement les endroits peu exposés aux vents et elle est plutôt limitée à la base du parc à résidus, où la pente est moins élevée, tel le secteur à l'ouest (photos 1 et 2). Dans ce secteur, les crêtes de talus, à la base du parc à résidus, se sont adoucies peu à peu, sous l'effet des forces érosives (vent, pluie, glace, neige, etc.). Toutefois, les portions de talus, localisées à l'est du parc, demeurent très hautes (entre 15 à 20 m) et abruptes et continuent de s'éroder (photos 3 et 4).

Photo 1. Vue générale du parc à résidus (secteur à l'ouest)

Photo 2. Talus localisé à l'ouest du parc à résidus

Photo 3. Vue générale du parc à résidus (secteur à l'est)

Photo 4. Talus localisé à l'est du parc à résidus

Les résidus miniers sont présents dans l'ensemble des cours et plans d'eau (dont l'écoulement provient du parc à résidus) compris entre le parc à résidus et le réservoir Manicouagan. À la confluence avec le réservoir, on observe un delta de résidus de plus de 10 m de hauteur (photos 5 et 6).

Photo 5. Delta de résidus miniers à l'embouchure du réservoir Manicouagan

Photo 6. Delta de résidus miniers à l'embouchure du réservoir Manicouagan

À partir du parc à résidus jusqu'à l'approche de la route 389 plus en aval, les résidus miniers comblent les plans d'eau et l'émissaire du lac Jeannine. Dans ce secteur, on trouve des résidus au-delà de la ligne naturelle des hautes eaux (LNHE), et ce, sur plusieurs mètres d'épaisseur. En aval de la route 389, les résidus comblent les lacs et le cours d'eau, mais l'épanchement des résidus semble être restreint au lit naturel du cours d'eau et pas au-delà de la LNHE. Toutefois, dans les sections où les vitesses d'écoulement sont plus élevées (tels les rapides), on observe beaucoup moins de dépôt de résidus.

5.2 ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

Lors de l'exploitation du site, les résidus ont été rejetés en partie dans un lac sans nom (localisé à l'ouest du parc à résidus), qui recevait les eaux en provenance de l'émissaire du lac Jeannine. Cet émissaire s'écoulait en direction sud pour rejoindre, plusieurs kilomètres plus loin, le réservoir Manicouagan. Ce lac a été complètement enseveli au début des années 1970 et l'écoulement en provenance du lac Jeannine s'est redirigé graduellement vers un nouveau chenal préférentiel au travers des dépôts de stériles.

Présentement, une section de l'émissaire du lac Jeannine s'écoule de façon souterraine au travers du parc à résidus et en bordure de la halde à stériles, sur plus d'une centaine de mètres, et constitue un obstacle infranchissable pour le poisson (photo 7).

Photo 7. Écoulement souterrain de l'émissaire du lac Jeannine sous le parc à résidus

L’émissaire du lac Jeannine, localisé entre le parc à résidus et la route 389, présente un faciès d’écoulement de type chenal entrecoupé de seuils (écoulement très diffus sur une couche de résidus). Le substrat est composé essentiellement de résidus miniers (photos 8 et 9). Dans les portions avec plus de pente ou correspondant à l’exutoire de lac comblé par les résidus miniers, on observe le façonnement d’un chenal préférentiel au travers des résidus. On retrouve une profondeur moyenne variant de 5 à 20 cm et une largeur moyenne variant entre 5 et 15 m. Les vitesses d’écoulement sont plutôt faibles (moins de 0,1 m/s). La bande riveraine est formée de résidus miniers et la végétation arbustive et herbacée colonise par endroits les sections qui ne subissent pas d’érosion. Actuellement, l’émissaire présente un potentiel presque nul pour l’alevinage et la reproduction (absence de fosse, absence de substrat de fraie, peu d’abris). Le déplacement et l’alimentation sont toujours possibles, mais restreints à plusieurs endroits par la faible profondeur d’eau.

Photo 8. Émissaire du lac Jeannine, substrat composé de résidus miniers

Photo 9. Écoulement diffus de l’émissaire du lac Jeannine

En aval de la route 389, l’émissaire présente toujours un faciès d’écoulement de type chenal et seuils (photo 10) qui évolue progressivement pour devenir un écoulement de type seuil et rapides à l’approche du réservoir Manicouagan (photo 11). Deux chutes s’écoulant sur le roc sont considérées infranchissables (d’une longueur et d’une hauteur approximative variant respectivement entre 5 et 10 m et 3 et 5 m) quelques centaines de mètres de l’embouchure avec le réservoir Manicouagan (photo 12). Le cours d’eau affiche une profondeur moyenne de 40 cm et une largeur moyenne de 5 m. Les vitesses d’écoulement y sont plus élevées (plus de 0,5 m/s) comparativement au secteur à l’amont de la route 389. La bande riveraine, colonisée par les conifères matures, les arbustes et la végétation herbacée, est bien établie. La végétation colonise principalement sur un sol minéral.

Photo 10. Émissaire du lac Jeannine (tout juste en aval de la route 389)

Photo 11. Émissaire du lac Jeannine (en aval de la route 389, près du réservoir Manicouagan)

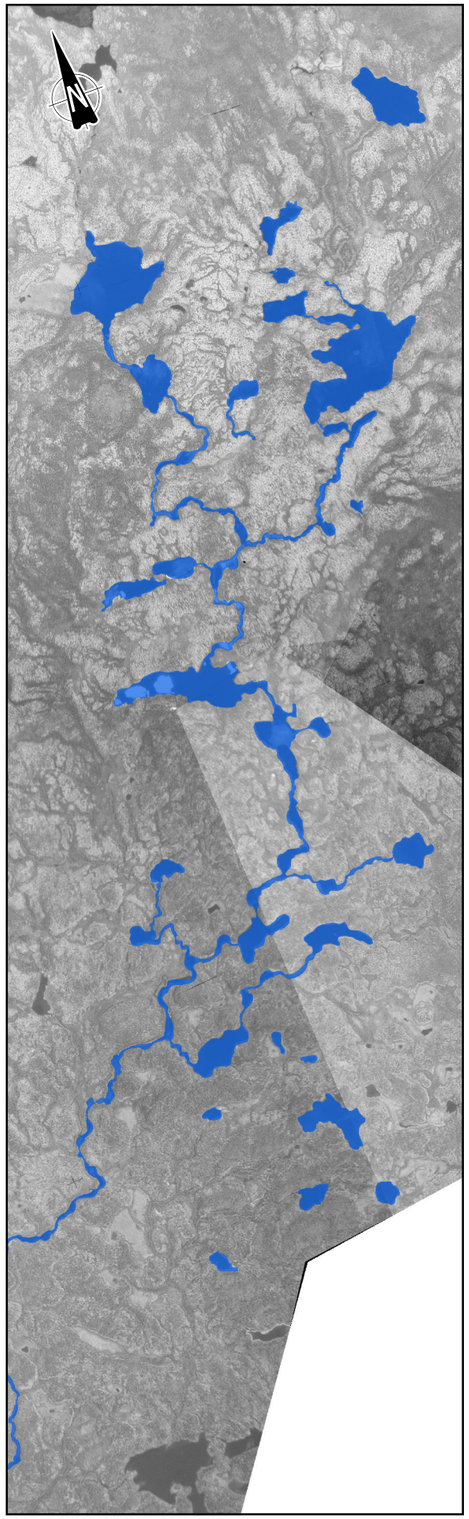
Photo 12. Chute infranchissable (émissaire du lac Jeannine, en aval de la route 389)

5.3 SÉDIMENTOLOGIE

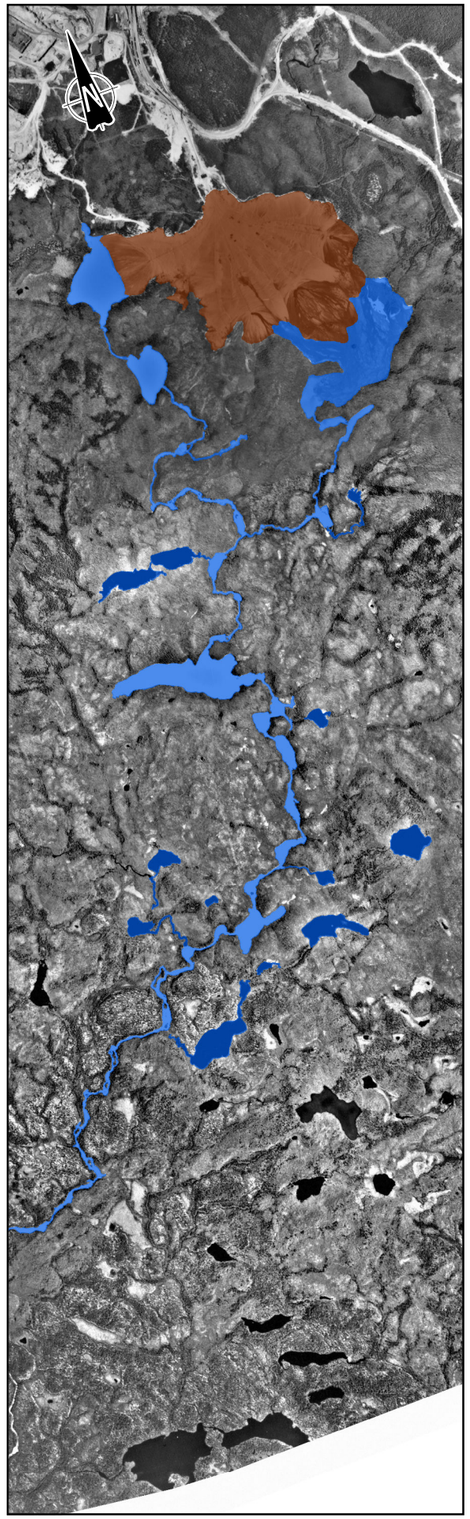
5.3.1 ÉVOLUTION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DE 1950 À 2013

En 1950, le réseau hydrographique se caractérisait principalement par un écoulement fluvial encaissé dans un fond de vallée et traversant quelques lacs localisés dans des zones plus élargies. En 1964, le réseau hydrographique reste inchangé, hormis le comblement de quatre lacs de petite superficie situés au même emplacement que le cône d'accumulation de débris miniers (carte 5-1, lit mineur 1950, année 1964). Cependant, une couleur anormalement blanche du cours d'eau sur les orthophotographies de 1964 montre que la rivière est colorée et fortement chargée en sédiments (carte 5-1, année 1964).

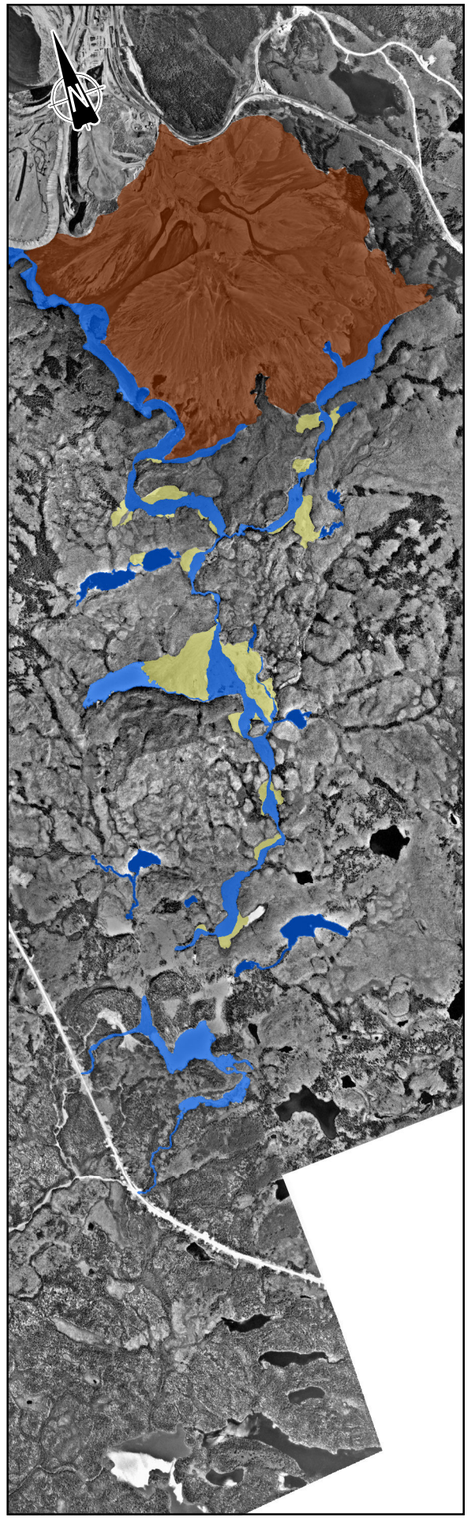
1950



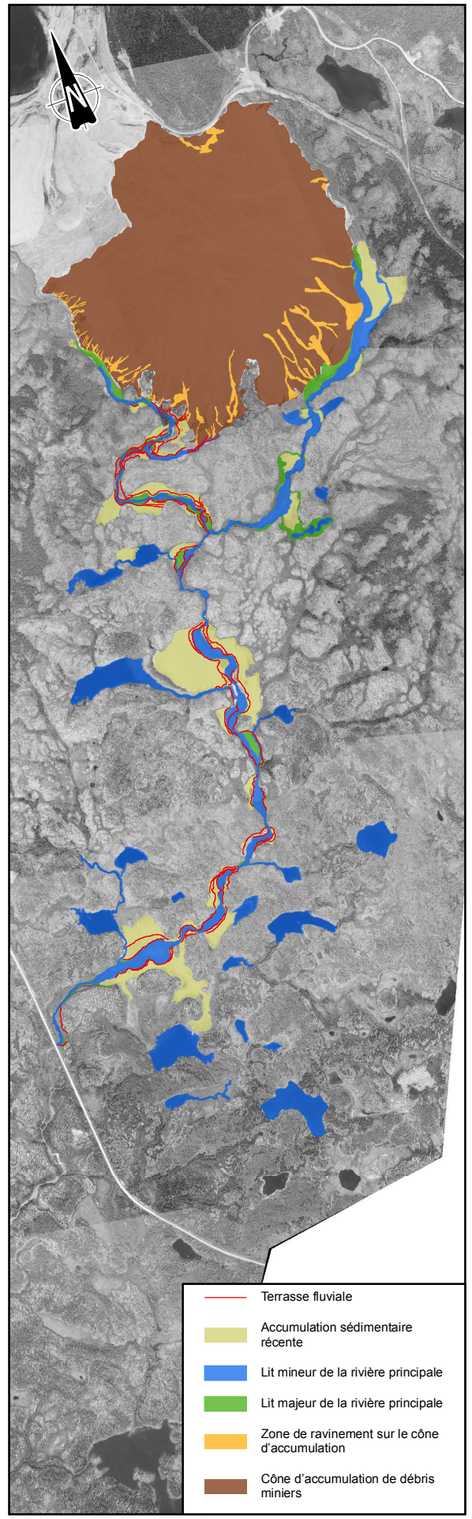
1964



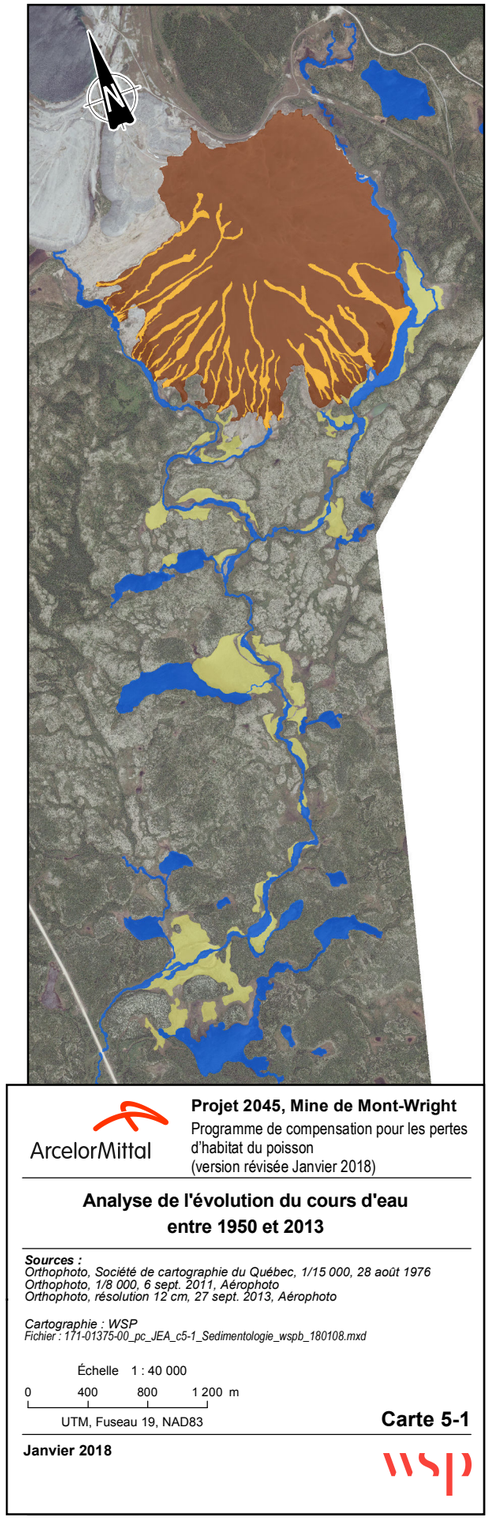
1976



1996



2013



Terrasse fluviale

Accumulation sédimentaire récente

Lit mineur de la rivière principale

Lit majeur de la rivière principale

Zone de ravinement sur le cône d'accumulation

Cône d'accumulation de débris miniers

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Analyse de l'évolution du cours d'eau entre 1950 et 2013

Sources :
Orthophoto, Société de cartographie du Québec, 1/15 000, 28 août 1976
Orthophoto, 1/8 000, 6 sept. 2011, Aérophoto
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-1_Sedimentologie_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 40 000

0 400 800 1 200 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 5-1

Janvier 2018

wsp

En 1976, le lit de la rivière a faiblement migré, mais le principal changement observable est le comblement par endroits de la vallée fluviale, par de grandes accumulations sédimentaires (carte 5-1, sédiments 1976, lit mineur 1976, année 1976). Il est à noter que le cône d'accumulation de résidus miniers a pris beaucoup d'expansion en amont de la rivière et la route 389 a été construite en aval (carte 5-1, cône d'accumulation 1964, cône d'accumulation 1976). Une digue et un canal ont également été construits à cette époque à l'est de la route 389, ce qui a considérablement modifié l'écoulement de l'émissaire du lac Jeannine. En effet, l'écoulement de l'émissaire du lac Jeannine emprunte, sur près de 500 m, un nouveau tracé localisé plus au nord.

En 1996, le volume d'eau de la rivière est beaucoup moins important, s'illustrant par un lit mineur plus étroit. La rivière n'a pas migré depuis 1976, mais s'est plutôt encaissée dans les épais dépôts sédimentaires. Ceci s'observe par les différents niveaux de terrasses fluviales présentes dans les accumulations sédimentaires en marge de la vallée (carte 5-1, sédiments 1996, lit mineur 1996, lit majeur 1996, terrasses). Les limites du cône d'accumulation de résidus miniers sont très comparables à celles de 1976; il a donc pris peu d'expansion. Cependant, la marge externe du cône d'accumulation est affectée par du ravinement.

Un portrait identique à celui de 1996 est observé en 2013 (carte 5-1, lit mineur 2013, sédiments 2013, année 2013). La rivière possède un faible volume d'eau, elle est encaissée dans d'épais dépôts sédimentaires et le cône d'accumulation de résidus miniers n'a pas pris d'expansion, mais le ravinement a progressé.

5.3.2 DYNAMIQUE DU MILIEU D'ÉTUDE DEPUIS 1950

Les principaux changements observés dans le réseau hydrographique sont la sédimentation d'une importante quantité de dépôts dans la vallée fluviale et l'incision de ceux-ci par le lit de la rivière. Une faible migration du cours d'eau s'en est suivie à quelques endroits, mais il s'agit de cas isolés non représentatifs.

La période comprise entre 1964 et 1976 semble être une période charnière ayant fortement affecté la dynamique du milieu. C'est à cette période que la vallée fluviale a été comblée par endroits par d'épais dépôts sédimentaires et que le lit de la rivière a faiblement migré. Sur la photo de 1964, la rivière était très fortement chargée en sédiments et sur la photo de 1976, le cône d'accumulation de débris miniers avait pris énormément d'expansion, atteignant presque son expansion actuelle. On peut donc en déduire qu'une intense activité de la mine à cette époque a causé une perturbation du réseau hydrographique par comblement sédimentaire de la vallée fluviale. Les dépôts sont associés à une forte charge sédimentaire continue de la rivière et non à des dépôts de crues épisodiques puisqu'aucune levée n'est observée; ces accumulations sédimentaires ont une surface à topographie plane. Aussi, à cette même époque, la rivière a migré dans la portion aval de la zone d'étude, mais cela est attribué à l'implantation d'une digue lors de la construction de la route.

Après 1976, la rivière s'est encaissée dans les épais dépôts sédimentaires. Une succession de terrasses fluviales sont ainsi observables sur le jeu de données de 1996. La rivière semble avoir atteint un nouveau niveau d'équilibre puisqu'elle n'a pas ou peu migré depuis 1996, tout comme le cône d'accumulation de résidus miniers qui n'a pas pris d'expansion.

5.4 VÉGÉTATION OBSERVÉE SUR LE SITE

Cette section a pour objectif de présenter un portrait sommaire des groupements végétaux qui ont recolonisé naturellement les résidus miniers. La description des observations vise dans un premier temps le parc à résidus et les zones d'accumulation de résidus en rive du cours d'eau en aval de ce dernier.

5.4.1 SECTEUR DU PARC À RÉSIDUS

D'entrée de jeu, il importe de mentionner que le site a servi de banc d'essai pour des travaux de végétalisation dans les années 1980 pour le compte de la Compagnie minière Québec Cartier qui désirait approfondir ses connaissances sur la restauration des parcs à résidus. À l'époque, à l'aide de fertilisants, des plantes fourragères (seigle, orge, etc.) et des légumineuses ont été semées sur une superficie d'environ 81 ha. L'opération demande plusieurs années de support en termes de fertilisation et d'entretien et s'est soldée par la quasi-disparition des espèces non indigènes qui furent semées. Ce secteur est maintenant recouvert de mousses et de lichens qui ont profité des essais de végétalisation pour s'implanter plus rapidement sur les résidus. Le même phénomène de colonisation est observable en périphérie des îlots boisés qui sont entourés de résidus. Ces îlots, tout comme le banc d'essai, facilitent la reprise naturelle de la végétation en périphérie.

COMMUNAUTÉ VÉGÉTALE PRÉSENTE SUR LE PARC À RÉSIDUS

En 2011, deux relevés ont été effectués à l'ancien site minier du lac Jeannine, soit sur une halde à stériles en périphérie de la fosse principale ainsi que sur le sommet du parc à résidus. Ces relevés ont permis de démontrer que, bien que le recouvrement global de la végétation soit faible et que le nombre d'espèces rencontrées soit restreint, la reprise de la végétation s'effectue un peu partout sur le site, et ce, même au sommet du parc à résidus où il n'y a eu aucun amendement ou ensemencement de plantes. Par ailleurs, on note la présence du carex de glaces à la fois sur les haldes à stériles et sur le parc à résidus (photo 13). Cette espèce est désignée menacée au Québec depuis 2010. De plus, la présence de la dryade de Drummond (photo 14) à différents endroits sur l'ancien site minier représente une extension nordique de la répartition de l'espèce qui n'était connue qu'en Gaspésie, à Anticosti et en Minganie (Cossette et Blondeau 2006). La présence de cette espèce, ainsi que d'autres plantes basiphiles dans la région de Gagnon, serait liée à l'extraction minière et aux aménagements connexes (ville de Gagnon, routes, centrale hydroélectrique Hart-Jaune) qui ont rendu disponibles les roches carbonatées composant l'assise rocheuse.

Photo 13. Colonie de carex des glaces sur le parc à résidus

Photo 14. Plant de dryade de Drummond

Bien que quelques spécimens non indigènes à la région persistent sur le site, les résidus sont colonisés par les mousses (principalement *Racomitrium canescens*) et les lichens (du genre *Cladonia*) (photos 15 et 16). Par la suite, les éricacées et les saules se sont implantés graduellement, ce qui permet de recréer progressivement une couche de sol organique par-dessus les résidus. On note également de jeunes plants de pin gris qui ont vraisemblablement germé directement dans les résidus. En été, il semble que la chaleur à la surface des résidus soit suffisamment élevée pour que les cônes de pins gris éclatent et libèrent leurs graines. En effet, une température de 50 °C est suffisante pour que les cônes s'ouvrent, tel qu'observé dans les peuplements naturels sur sable. Par ailleurs, les graines voyagent généralement sur moins de 100 m par rapport au site où le cône est

tombé. Somme toute, sur l'ensemble du parc à résidus, la mousse pionnière *Racomitrium canescens* est à la base de la recolonisation de la végétation sur le site. Dans les secteurs à l'abri du vent, au sommet du parc, des saules et des aulnes peuvent atteindre des hauteurs plus élevées qu'en terrain dénudé (photo 17). Dans les secteurs plus éloignés des sites de colonisation, la végétation est plus éparse, mais les espèces présentes sont similaires. Le patron de colonisation commence par *Racomitrium canescens* et se poursuit par l'implantation du lichen, des saules et des éricacées (photo 18).

Photo 15. Secteur végétalisé naturellement suite au banc d'essai

Photo 16. Résidus recouverts par un tapis de *Raccomitrium canescens*

Photo 17. Reprise de la végétation dans les secteurs à l'abri du vent

Photo 18. Reprise de la végétation naturelle dans un secteur où il n'y a pas eu d'intervention

COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES PRÉSENTES EN PÉRIPHÉRIE DU PARC À RÉSIDUS

Les communautés végétales présentes en périphérie du parc à résidus peuvent être scindées en deux groupes, soit :

- étangs de castor et marais périphériques;
- marécages et rivages de résidus miniers.

La présence du castor dans le secteur du parc à résidus agit comme catalyseur à la recolonisation des berges de l'émissaire du lac Jeannine et du ruisseau T1. En effet, le rehaussement du niveau de l'eau permet de maintenir les résidus humides et favoriser la germination des graines. Les rives du cours d'eau sont alors colonisées par

le carex vésiculeux, la prêle panachée et le scirpe à nœuds rouges (photos 19 et 20). De plus, la présence des digues de castor, en ralentissant l'écoulement de l'eau, permet à la matière organique qui provient de l'amont de sédimenter et d'améliorer la recolonisation du substrat. Les photos 21 et 22 montrent une vue similaire en 2007 et en 2014. Il est possible d'observer que la présence d'un barrage de castor a permis à la végétation du marais de s'étendre vers l'aval et de recouvrir les résidus tel qu'on le voit sur les photos 23 et 24.

La présence de végétation au pied du talus du parc à résidus améliore également la colonisation des talus par des espèces pionnières comme la prêle des champs, l'aulne crispé et les saules (photos 17 et 18).

Photo 19. Colonisation des résidus par le carex vésiculeux et le scirpe à nœuds rouges

Photo 20. Marais ayant colonisé les rives de l'émissaire du lac Jeannine en amont d'une digue de castor abandonnée

Photo 21. Vue vers l'aval de l'émissaire du lac Jeannine bordant le parc à résidus avant l'implantation des castors (2007)

Photo 22. Vue vers l'aval de l'émissaire du lac Jeannine bordant le parc à résidus après l'implantation des castors (2014)

Photo 23. Colonisation des talus du parc à résidus, vue du bassin en amont de la digue

Photo 24. Colonisation des talus du parc à résidus, vue de la digue de castor

5.4.2 SECTEUR EN AVAL DU PARC À RÉSIDUS

En aval du parc à résidus, une recolonisation lente des berges s'observe avec des espèces similaires à ce qui est présent en bordure des étangs de castor. En amont de la route 389, on retrouve un vaste talus de résidus miniers qui est aujourd'hui stabilisé en raison du détournement de l'émissaire du lac Jeannine à l'aide notamment d'une digue. À partir du haut de talus en berge de l'émissaire du lac Jeannine, la séquence de végétation débute par le marécage arbustif (photo 25), une friche herbacée et arbustive basse (photo 26) puis un marais en bordure du lac qui borde la digue (photos 27 et 28).

Photo 25. Marécage arbustif en bordure de l'émissaire du lac Jeannine, en amont de la route 389

Photo 26. Friche arbustive et herbacée en haut de talus près du lac bordant la digue

Photo 27. Marais bordant le lac près de la digue, vue vers l'exutoire

Photo 28. Marais bordant le lac près de la digue, vue vers la digue

En aval du parc à résidus, tout comme en périphérie de celui-ci, les divers relevés démontrent qu'il est possible de végétaliser ces derniers à l'aide d'espèces indigènes adaptées au milieu nordique qui prévaut au lac Jeannine. De plus, la présence d'eau à proximité des résidus accélère la colonisation de ceux-ci et les plantes, lorsqu'installées, favorisent à leur tour l'implantation des végétaux dans les portions de résidus plus sèches.

5.5 COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

L'échantillonnage du benthos a pour objectif de décrire sommairement la composition des communautés d'invertébrés benthiques dans la zone d'étude, et ce, dans trois types d'habitats. Ceux-ci étant le milieu lacustre à substrat meuble, le cours d'eau à substrat meuble ainsi que le cours d'eau à substrat grossier. L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le document « Étude des communautés d'invertébrés benthiques, de la qualité de l'eau et des sédiments » (annexe A).

En somme, les insectes correspondent à la classe d'organismes la plus représentée, tous milieux confondus, suivis de loin par les oligochètes et les bivalves. Dans la classe des insectes, l'ordre des diptères domine dans tous les milieux. Les éphéméroptères sont plus abondants en milieu lotique où la vitesse de l'eau est supérieure et l'oxygène dissous légèrement plus élevé. Parmi les diptères observés, les chironomides dominent les substrats meubles. À l'opposé, les simulidés dominent le substrat grossier. Il s'agit en effet de l'habitat préférentiel pour ces insectes dont les larves se développement en milieu lotique. En ce qui a trait aux oligochètes, les Enchytraeidés dominent dans le cours d'eau et les Tubificidés le milieu lacustre.

La densité de micro-organismes benthiques ainsi que la diversité des taxons observés sont plus élevées en milieu lacustre comparativement à l'émissaire du lac Jeannine et son tributaire T1. La quantité des éphéméroptères, des plécoptères et des trichoptères (EPT) est nettement plus élevée en substrat grossier (lotique) qu'en milieu lacustre. La vitesse d'écoulement de l'eau plus élevée favorise une quantité plus élevée d'oxygène dissous. Ces caractéristiques procurent un habitat plus propice à ce groupe d'insectes (Thorp et Covich 2010). Par contre, la quantité d'EPT est nulle dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine et faible où la teneur en matières en suspension est très élevée. Il ne semble pas y avoir de lien entre la présence de métaux est la faible abondance d'organismes.

Comme le parc à résidus est susceptible de provoquer la mise en suspension de résidus miniers dans l'eau, il est probable qu'il affecte davantage la composition des communautés benthiques de l'émissaire que celles en lac. De plus, l'émissaire du lac Jeannine est constitué de multiples chenaux d'écoulement, notamment dans les sections à substrat meuble. Ces chenaux affichent de faibles profondeurs d'eau, sont exposés au soleil

(variation importante de la température) et susceptibles d'être remaniés (érosion/déposition) en raison de l'instabilité des résidus qui constituent le lit du cours d'eau. Ces éléments en font un habitat précaire pour le benthos, pouvant expliquer la plus faible densité d'organismes et l'absence de taxons sensibles, notamment dans les résidus miniers. La tolérance des chironomides à la présence de substrat meuble minéral, aux matières organiques et à une faible concentration en oxygène dissous, explique leur dominance en milieu lacustre et dans les résidus miniers (Thorp et Covich 2010). La moyenne du rapport EPT/C (soit la somme des éphéméroptères, des plécoptères et des trichoptères divisée par le nombre de chironomides), plus élevée dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine, révèle une qualité d'eau relativement bonne.

Bien que l'indice de diversité de Simpson soit relativement similaire dans tous les milieux, l'équitabilité est légèrement plus basse en milieu lacustre. Ces résultats indiquent que même si le milieu lacustre observe les plus hautes densités d'organismes benthiques, ceux-ci sont majoritairement répartis dans un petit nombre de taxons adaptés à ce type de milieu et aux conditions ambiantes.

5.6 QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE ET DES SÉDIMENTS

5.6.1 EAU DE SURFACE

Lors de l'échantillonnage en 2015, la température en surface a varié de 14,20 à 21,30 °C. L'oxygène dissous était relativement similaire entre toutes les stations et a varié entre 8,06 et 10,35 mg/L. Le pH présentait un dépassement du critère d'effet chronique de la protection de la vie aquatique ainsi que du critère d'effet à long terme du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) à trois stations situées dans les lacs N (ST04), I (ST07) et H (ST08). Ces pH sont associés aux apports en acides humiques des tourbières environnantes.

En 2015, les concentrations de matières en suspension étaient, de façon générale, faibles avec des valeurs variant entre 0,6 et 18 mg/L. Toutefois, deux stations ont révélé des concentrations pouvant causer des effets à la faune aquatique, soit dans l'émissaire du lac Jeannine en amont de la route 389 (ST02) (50 mg/L) et dans son tributaire T1 (ST13), affichant respectivement des valeurs de 50 mg/L et 130 mg/L. Ces deux stations se retrouvent dans un secteur propice à l'accumulation de sédiments qui peuvent être remis en suspension lors d'épisodes de fortes précipitations ou de crues. La turbidité affichait des valeurs entre 0,6 et 3,1 UTN à l'exception du tributaire T1 (ST13) qui affichait 18 UTN, une valeur considérée comme pouvant causer un effet chronique à la faune aquatique. En 2014, une station échantillonnée à proximité de ST13 (site 6) affichait également une concentration élevée en matières en suspension (73 mg/L) et en turbidité (6,7 UTN; WSP 2015).

Comme il a été observé en 2014 dans l'émissaire du lac Jeannine, les chlorures et les sulfates sont présents en très faibles concentrations, très en dessous du critère d'effet chronique et de celui du CCME. Les bromures et le chrome hexavalent (IV) n'ont pas été détectés dans les échantillons.

Les composés azotés, notamment les nitrates, sont généralement abondants dans l'eau des effluents des mines de fer et dans leur milieu récepteur. Dans le cas de l'ancien site minier du lac Jeannine, les activités minières ont cessé depuis longtemps et il n'y a aucune problématique liée aux composés azotés selon les résultats d'analyse. En 2014, l'azote ammoniacal n'avait été détecté qu'à la station site 6 du tributaire T1 alors que les nitrites n'avaient pas été détectés, ni l'azote total Kjeldahl. Les nitrates étaient également présents à de faibles concentrations inférieures à 0,1 mg/L. En 2015, l'azote ammoniacal a été détecté à 6 stations, mais ce paramètre a présenté des concentrations relativement faibles et en dessous des critères de protection de la vie aquatique. La valeur la plus élevée (0,75 mg/L) a été obtenue dans le lac N, à proximité de la route 389 (ST04). L'azote total Kjeldahl et les nitrates ont été détectés à de faibles concentrations alors que les nitrites ont présenté des concentrations sous la limite de détection.

En ce qui a trait au phosphore, tous les échantillons récoltés en 2015 dans l'émissaire du lac Jeannine, à partir du lac jusqu'au réservoir Manicouagan, ont présenté un dépassement du critère chronique de protection de la vie aquatique. Les valeurs obtenues sont cependant relativement faibles et varient entre 0,032 et 0,073 mg/L. La valeur la plus élevée a été obtenue dans le tributaire T1 à proximité de l'ancien parc à résidus (ST13). Notons qu'une fraction importante du phosphore est transportée par les matières en suspension, ce qui peut expliquer l'importance du phosphore dans ce cours d'eau. En 2014, tous les échantillons affichaient des concentrations inférieures à 0,03 mg/L. Cette divergence entre les deux années laisse supposer que les concentrations de phosphore sont variables et qu'un effet chronique potentiel est peu probable au niveau de la vie aquatique. De plus, comme mentionné précédemment, de faibles concentrations des composés azotés ont été observées et n'offrent pas des conditions d'eutrophisation optimales. En effet, l'azote est un élément essentiel pour la croissance algale au même titre que le phosphore. Étant donné que l'enrichissement en azote est beaucoup plus faible que celui en phosphore, une eutrophisation de l'émissaire est peu probable. D'ailleurs, il n'y a aucun signe de prolifération d'algues ou de plantes aquatiques dans l'émissaire du lac Jeannine. En ce qui a trait au carbone organique total et au carbone organique dissous, les valeurs étaient similaires à celles observées en 2014 et varient respectivement entre 4,6 et 12 mg/L ainsi qu'entre 2,8 et 12 mg/L.

En ce qui a trait aux métaux, il est important de mentionner qu'un essai de lixiviation a été réalisé en 2015 sur des échantillons de roches stériles et de résidus miniers (WSP 2015). Les résultats démontrent que certains métaux ont une tendance plus élevée à la lixiviation, tels que l'aluminium, le baryum, le cuivre, le fer, le manganèse, le plomb et le zinc (selon la Directive 019 du MDDEP [2012]). Toutefois, la concentration de ces métaux observée dans le lixiviat ne représente pas un risque élevé selon la Directive 019. Ces résultats peuvent expliquer la présence de certains métaux dans les stations échantillonnées en 2015. Soulignons toutefois la présence de cuivre, de plomb et de zinc dans le lac H où il n'y a aucun apport de résidus miniers ni apport d'eau en provenance de l'ancienne mine.

Les concentrations de fer observées ont dépassé le critère d'effet à long terme du CCME dans 9 stations sur 14 au total (incluant le duplicata). Selon le test de lixiviation (WSP 2015), le fer se retrouve en effet en grande quantité dans les eaux de lixiviation et peut représenter un risque de lixiviation (WSP 2015). Toutefois, la présence du fer peut être influencée par le potentiel d'oxydo-réduction, la pénétration de la lumière, le pH et la quantité de matière organique (Belles-Isles et Bérubé 2014). Selon les critères provinciaux pour la protection de la vie aquatique, les concentrations de fer ne seraient pas problématiques pour la faune aquatique, à l'exception de taxons plus sensibles d'invertébrés benthiques, comme les éphémères.

Le cuivre a présenté des dépassements dans le lac O (ST03), le lac H (ST08), l'émissaire du lac Jeannine, en aval du lac du Gneiss Tacheté (ST09) et près du parc à résidus (ST15). Les valeurs obtenues variaient entre 0,004 et 0,110 mg/L. La concentration mesurée au lac H correspond à une valeur d'origine naturelle, car il n'y a aucun résidu minier à cet endroit. Il est à noter que la toxicité du cuivre dépend de plusieurs facteurs incluant la température, le carbone organique dissous, les matières en suspension, le pH, certains cations et anions.

L'aluminium a également présenté une concentration au-dessus des critères dans le tributaire T1 (ST13). À l'exception de ce dépassement, tous les dépassements enregistrés se sont avérés sous le critère après avoir effectué la correction recommandée selon les *Critères de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique* (MDDELCC 2015). La valeur la plus élevée de concentration en aluminium a été détectée dans le tributaire T1 (ST13). Étant donné la dureté relativement élevée de plus de 30 mg/L obtenue à cette station, le critère utilisé pour l'aluminium doit être interprété avec prudence. En effet, ce critère de qualité a été défini pour des eaux de faible dureté (< 10 mg/L) et dont le pH est d'environ 6,5. Étant donné le non-respect des conditions d'application du critère, il est difficile d'évaluer si l'aluminium présente réellement un effet toxique chronique sur la vie aquatique. Par ailleurs, en utilisant le facteur de correction proposée de 0,33, la valeur obtenue pour l'aluminium se rapproche du critère. En 2014, une station d'échantillonnage (site 6) réalisée à proximité de ce site n'avait détecté aucune concentration de ce métal. Cette absence de détection suggère que la concentration plus élevée en 2015 est due à un épisode occasionnel et qu'elle est insuffisante pour provoquer un effet observable sur les populations de poissons de l'émissaire.

Le plomb et le zinc ont également obtenu une concentration supérieure au critère d'effet aigu dans l'échantillon, le lac H (ST08; respectivement 0,0024 et 0,034 mg/L) et dans l'émissaire du lac Jeannine, en aval du lac du Gneiss Tacheté (ST09; respectivement 0,0044 et 0,069 mg/L), ainsi qu'un dépassement du critère d'effet à long terme du CCME pour le plomb. En 2014, une concentration supérieure au critère d'effet chronique a été détectée dans la fosse 1 pour le plomb (0,006 mg/L) alors que le zinc avait seulement été détecté. Il est possible que ces métaux soient issus des résidus miniers en place, mais leur présence dans le lac H, où il n'y a aucun résidu ni apport d'eau de l'ancienne mine, suggère qu'il pourrait aussi s'agir de teneur naturelle.

5.6.2 SÉDIMENTS

Une campagne d'échantillonnage a été effectuée afin de déterminer, de façon sommaire, la qualité des sédiments de la zone d'étude. L'évaluation de la qualité des sédiments a été réalisée en regard des *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration* (Environnement Canada et MDDEP 2007). Deux des paramètres analysés, soit l'arsenic et le chrome, présentent des dépassements des critères.

Le chrome affichait un dépassement des critères dans 2 des 14 échantillons (incluant un duplicata) analysés en 2015, soit deux dépassements de la concentration seuil produisant un effet (CSE) dans les lacs N (ST04) et H (ST08) où le sédiment ne contenait pas de trace de résidus miniers et dont la concentration atteint respectivement 48 et 45 mg/kg. De plus, sans dépasser aucun critère, le lac I (ST07) et le lac du Gneiss Tacheté (ST10) présentent également une concentration élevée en chrome (respectivement 13 et 20 mg/kg). Des concentrations similaires de chrome ont déjà été observées dans des sédiments lacustres (lacs Mogridge et Daigle), non influencés par des activités minières, dans la région de Fermont en 2013 (Belles-Isles et Bérubé 2014). Le chrome semble présent naturellement en concentration non négligeable dans la région de Fermont. Il pénètre dans les systèmes aquatiques par voie de dépôt atmosphérique ou de ruissellement puis s'associe à des particules pour ensuite se déposer dans les sédiments. De plus, sous la forme trivalente (Cr(III)), le chrome crée des complexes aux liens forts avec le soufre et des composés organiques. Cette affinité avec des ligands pourrait expliquer la quantité plus élevée de soufre et de carbone organique total dans ces quatre stations (CCME 1999b).

L'arsenic affiche un dépassement de la concentration d'effets occasionnels (CEO) dans l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine. Toutefois, le lac L (ST05) présente une CSE en arsenic. L'arsenic présente une forte affinité avec les particules en suspension et particulièrement avec l'oxyde de fer, présent dans l'eau de surface et dans les sédiments de la zone d'étude, ce qui peut expliquer la présence de l'arsenic dans les sédiments meubles échantillonnés, à l'exception de la station ST08 du lac H (CCME 1999a). Bien qu'en faible concentration, l'arsenic a été mesuré dans les échantillons de résidus soumis aux essais de lixiviation (WSP 2015b). L'arsenic subit un changement au niveau de l'oxydation lorsque des particules d'oxyde de fer sont présentes dans l'environnement, ce qui a pour conséquence de lier les deux particules (EPA 1998). L'arsenic serait ainsi absorbé par les sédiments miniers (oxyde de fer), ce qui expliquerait pourquoi on ne détecte pas sa présence dans les échantillons d'eau de surface.

En ce qui a trait aux autres paramètres analysés, aucune station ne se démarque des autres par des concentrations de paramètres très faibles ou très élevées. Les concentrations mesurées sont relativement homogènes dans les sédiments de la zone d'étude. Toutefois, trois stations, soit le lac N (ST04), le lac H (ST08) et celle dans l'émissaire du lac Jeannine en amont du lac du Gneiss Tacheté (ST10) présentent quelques paramètres dont les concentrations sont plus importantes. Il s'agit du carbone organique total, du soufre, du chrome et de plusieurs métaux (aluminium, baryum, cuivre, molybdène, nickel, mercure, potassium, plomb, silicium, sodium et zinc). La concentration particulièrement élevée en carbone organique total suggère la présence d'une décomposition avancée de la matière organique dans les sédiments. Le mercure possède également une grande affinité avec la matière organique en formant des complexes se déposant au fond du

milieu aquatique (CCME 1999c). La présence de carbone organique favorise également le dépôt de certains métaux présents dans l'eau de surface, lorsque mis en suspension.

5.7 GÉOCHIMIE

L'objectif principal du mandat était de caractériser les stériles et les résidus miniers en fonction de la Directive 019 et des recommandations d'Environnement Canada afin de s'assurer que la réutilisation des stériles dans le projet de compensation n'induit pas une augmentation des contaminants dans le milieu récepteur.

Les analyses chimiques ont montré que les stériles et les résidus miniers du lac Jeannine sont non générateurs d'acide en regard de la Directive 019, quoique certains métaux (aluminium, baryum, cuivre, fer, manganèse, plomb, zinc) lixivient lorsque mis à l'essai CTEU-9 (pH neutre).

Afin de vérifier la lixiviabilité des stériles et des résidus miniers *in situ*, des résultats analytiques obtenus sur des échantillons d'eau de surface prélevés en 2014 et 2015 dans le secteur du lac Jeannine ont été comparés aux critères de protection de la vie aquatique du CCME comme proposé par Environnement Canada. À la lumière des concentrations moyennes observées au cours des deux dernières années, les eaux de surface prélevées dans le secteur du lac Jeannine indiquent des concentrations en cuivre et en fer supérieures aux critères de protection de la vie aquatique du CCME. Toutefois, les résultats obtenus sur les échantillons d'eau de surface sont attribuables à la minéralogie des résidus présents dans les différents points d'eau échantillonnés ainsi que leur grande surface spécifique et leur granulométrie fine, ce qui explique que des concentrations moyennes en cuivre et en fer ont été retrouvées à des distances appréciables du site. Aucun dépassement des critères n'a été observé pour l'aluminium, le baryum et le manganèse.

Il est peu probable que les concentrations en cuivre et en fer retrouvées dans les points d'eau soient grandement attribuables à la présence de stériles miniers sur le site du lac Jeannine. Les résultats obtenus à partir des essais de lixiviation en laboratoire l'ont été sur des stériles miniers broyés finement afin de respecter le protocole d'essai. La surface spécifique du matériel testé est beaucoup plus grande que celle du matériel en place sur le site. Il est donc envisagé que le stérile présent contribue de façon moindre à la présence de fer et de cuivre dans les points d'eau échantillonnés en 2014 et 2015. Les résultats obtenus lors de l'analyse de l'échantillon E13 nous indiquent que cette hypothèse est plus que probable étant donné que l'eau du lac Jeannine est constamment en contact avec les stériles miniers, et ce, depuis plusieurs années. L'utilisation des stériles pourrait alors être bénéfique dans un ouvrage de retenue des résidus miniers afin de réduire leur propagation dans le milieu récepteur. Mentionnons également que les stériles qui seraient utilisés dans le cadre des travaux de compensation sont actuellement positionnés dans le bassin versant, de sorte que leur utilisation pour les travaux ne peut qu'améliorer la situation en permettant une stabilisation du milieu (bande riveraine et lit de cours d'eau) et éventuellement une revégétalisation du site. À la lumière des résultats analytiques, de la physiographie et de l'hydrographie du site, l'utilisation des stériles pour les travaux de stabilisation et d'aménagement de seuils dans le cadre des travaux de compensation est adéquate.

Toutefois, compte tenu des inquiétudes soulevées par Environnement Canada concernant la nocivité des stériles lors de leur utilisation dans le milieu aquatique pour la stabilisation du parc à résidus, il a été décidé que la stabilisation du parc à résidus serait effectuée à l'aide de matériaux provenant d'une source extérieure, soit un banc d'emprunt local. Des analyses complémentaires seront entre temps effectuées sur les stériles en place (ex. test de toxicité) afin de démontrer que leur utilisation est appropriée dans le cadre de ce projet.

5.8 HYDRAULIQUE

Les relevés hydrauliques effectués sur l'ancien site minier du lac Jeannine ont permis d'évaluer le débit moyen annuel à plusieurs stations réparties le long de l'émissaire du lac Jeannine. Les analyses complémentaires

concernant la superficie drainée, le débit d'étiage, la crue 2 ans ainsi que la capacité des ponceaux au droit de la route 389 ont été utilisées afin de pouvoir concevoir des ouvrages adaptés au projet de compensation.

Le détail complet (incluant les plans des ouvrages type) des concepts des seuils de retenue dans l'émissaire du lac Jeannine, des digues de retenue et ouvrages d'évacuation pour la réalisation du lac projeté et le reprofilage et la restauration de l'émissaire du lac Jeannine au pied de la halde à stériles sont présentés dans le document intitulé « Aménagement hydraulique sur l'émissaire du lac Jeannine » (annexe C).

5.9 FAUNE AQUATIQUE

Au total, 12 lacs ont été pêchés à l'aide de filets, de verveux et de bourolles et 10 stations de pêche électrique ont été réalisées sur l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine. L'ensemble des données recueillies et analyses effectuées se retrouve synthétisé pour chacun des plans d'eau et cours d'eau dans les sections suivantes. Les données brutes concernant la caractérisation des plans d'eau et cours d'eau, les efforts de pêche ainsi que les relevés effectués sur les spécimens capturés sont présentés à l'annexe D. À l'exception des lacs G, H, J et M, tous les plans d'eau visités ont subi des dommages importants lors de l'exploitation du site minier (remplissage par les résidus miniers, modification au niveau de leurs tributaires/émissaires, etc.).

5.9.1 LAC D

Le lac D est situé à une centaine de mètres de l'ancien parc à résidus miniers. Il s'agit d'un lac de tête qui s'écoule dans le tributaire T1.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac D est un petit plan d'eau d'une superficie de 0,9 ha. La profondeur maximale est de 2,8 m alors que la profondeur moyenne est de 0,9 m (tableau 5-1; carte 5-2).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,3, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. Au moment de l'inventaire, le plan d'eau présentait une couleur verdâtre et la présence d'une forte abondance de phytoplancton a été observée, témoignant de la bonne productivité du plan d'eau.

Au moment de l'inventaire réalisé en juillet 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 2,70 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 8,02 et une conductivité relativement élevée de 133,1 µS/cm. Cette conductivité élevée témoigne de la présence de l'ancien parc à résidus miniers à proximité qui a laissé des résidus miniers au fond et en rive du lac. L'oxygène dissous variait entre 9,19 et 9,43 entre la surface et le fond de l'eau (2 m).

Tableau 5-1. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac D

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	0,9	
Périmètre (km)	0,4	
Volume (m³)	8 452	
Profondeur maximale (m)	2,8	
Profondeur moyenne (m)	0,9	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,3	
Indice de développement du volume (D_V)	1,0	
Tributaires/émissaires	0/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 17 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 133,1
Température de l'eau (°C) : 20,30		pH : 8,02
Oxygène dissous (mg/L) : 9,19		Transparence de l'eau (m) : 2,70

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant une nuit-filet et deux nuits-bourolle a été déployé au lac D (tableau 5-2; annexe D). Au total, deux espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (36,0 %) et le mulet perlé (64,0 %). Les rendements de pêche représentent 9 captures par nuit-filet et 8 captures par nuit-bourolle. Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 1,3 kg et elle provient à plus de 95 % des ombles de fontaine capturés.

Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 1,07. Le plus petit spécimen mesurait 131 mm et le plus long 302 mm, pour une moyenne de 220,4 mm. Les mulets perlés capturés avaient une longueur moyenne de 96,5 mm, le plus petit et le plus grand spécimen ayant des longueurs respectives de 82 mm et 144 mm. La distribution de fréquence de taille est présentée pour les deux espèces à la figure 5-1.

L'abondance de poissons dans ce lac est relativement faible, mais les poissons présentent un indice de condition relativement élevé. Le meunier rouge n'a pas été capturé dans le plan d'eau, mais il est susceptible de s'y retrouver en raison de la connexion avec le tributaire T1.

Tableau 5-2. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac D

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	1	SAFO	9	1 194	9,0	1 194,4
Bourolle	2	MAMA	16	107	8,0	53,6

	MAMA	SAFO					
Longueur moy. (mm; é.-t.)	96,5	220,4					
	(18,6)	(54,3)					
Longueur minimale (mm)	82	131					
Longueur maximale (mm)	144	302					
Masse moy. (g; é.-t.)	8,2	132,7					
	(6,9)	(87,8)					
Masse minimale (g)	3,7	20,7					
Masse maximale (g)	28,3	292,9					
Fulton moyen	0,79	1,07					
	(0,09)	(0,08)					
Ratio (mâle/femelle)	-	63					

[a] *SAFO : omble de fontaine; MAMA : mulet perlé*

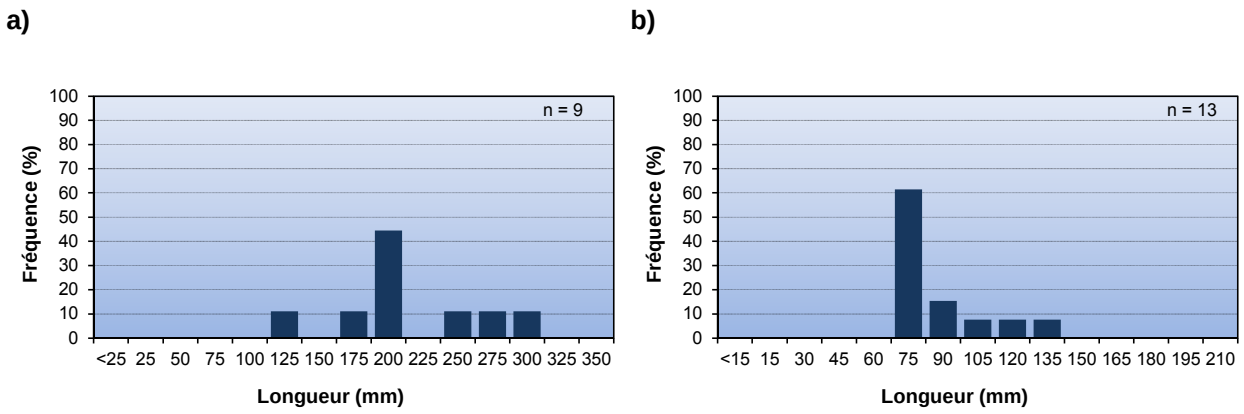


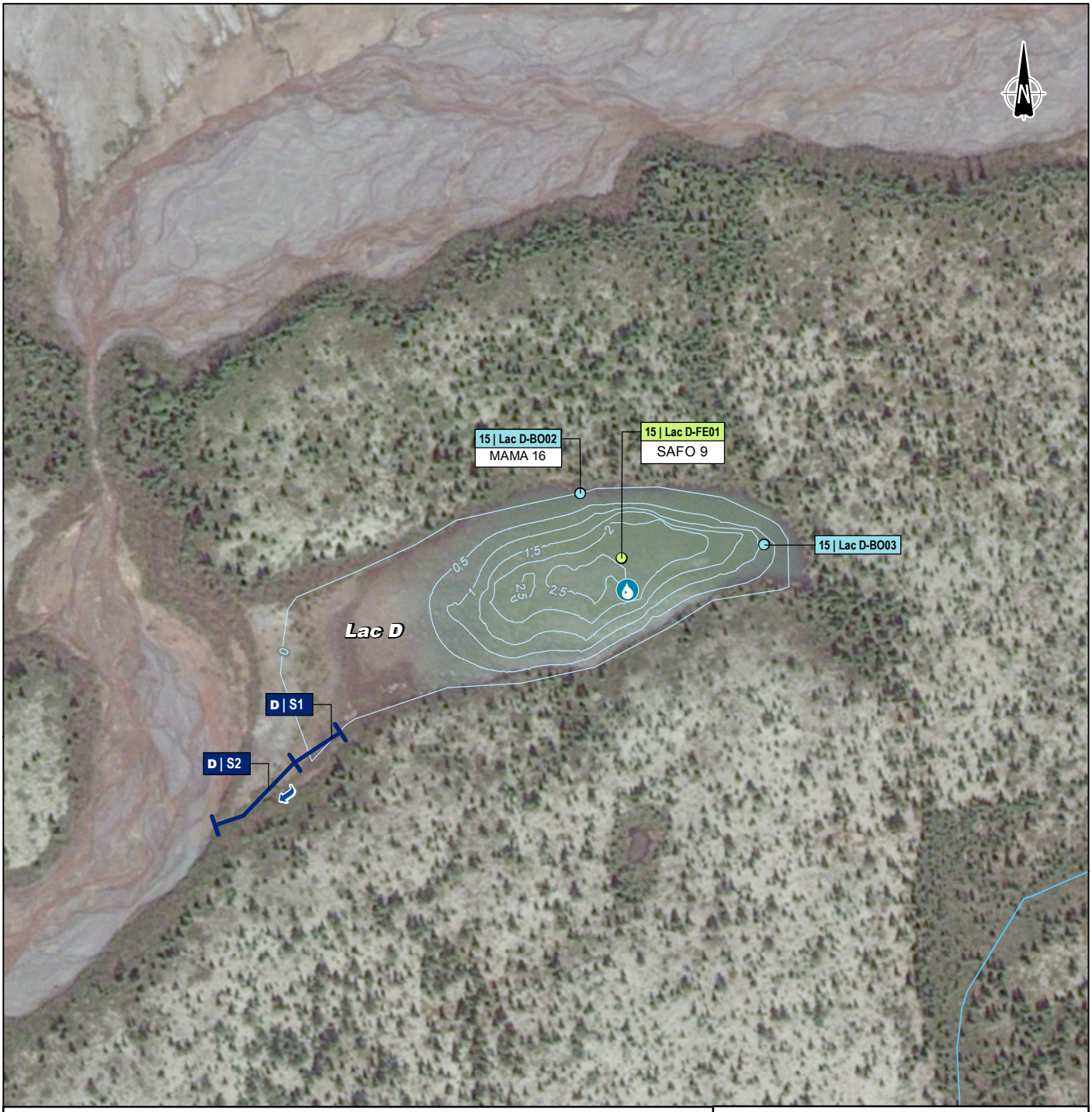
Figure 5-1. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac D

Émissaire du lac D

L'émissaire du lac D s'écoule en chenal lentique dans un milieu tourbeux composé de végétation herbacée sur une courte distance avant de rejoindre le tributaire T1 (photos 29 et 30). La rive droite est constituée d'une accumulation de résidus miniers. La végétation ligneuse composée majoritairement d'aulne est présente et forme la bande riveraine du cours d'eau et du lac D. Les rives ne présentent pas de signe d'érosion. Le substrat est composé majoritairement de résidus miniers. La profondeur moyenne du cours d'eau est faible et varie entre 0,3 et 0,5 m. Une superficie d'environ 15 m² est recouverte de cypéracée dans la portion amont du cours d'eau. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 29. Émissaire du lac du D (vue aérienne)

Photo 30. Émissaire du lac du D (vue aérienne)



Type d'écoulement

Permanent

Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

Isobathe (m)

Segmentation

Limite des segments

D | S2 — Numéro du segment

Nom du cours d'eau

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01 — Année, lac et type d'engin

Numéro de l'engin

SAFO 1 — Nombre de spécimens capturé

Espèce de poisson

Engin de pêche

Bourolle (BO)

Filet (FE)

Espèce

MAMA Mulet perlé

SAFO Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Lac D

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-2_LacD_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 2 000

0 20 40 60 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-2

Janvier 2018

5.9.2 LAC E

Le lac E est situé à environ 600 m au sud de l'ancien parc à résidus miniers. Il reçoit les eaux d'un lac plus en amont et s'écoule vers l'émissaire du lac Jeannine.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac E couvre une superficie de 2,3 ha sur une longueur d'environ 0,3 km. Ce plan d'eau est relativement profond pour sa superficie avec une profondeur moyenne de 2,2 m et une profondeur maximale de 6,8 m (tableau 5-3; carte 5-3).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,5, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 1,0 indique que le lac est de forme parfaitement conique, ce qui n'est pas particulièrement favorable ou défavorable à la productivité.

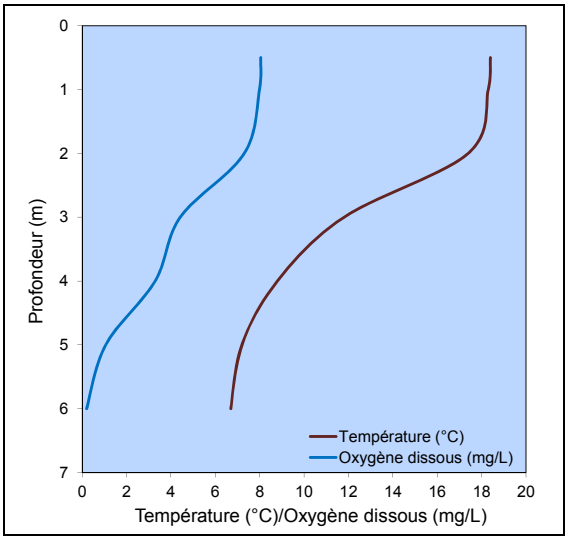


Figure 5-2. Profil de température et d'oxygène dissous au lac E

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 2,0 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 6,82 et une conductivité de 24,3 µS/cm. Le lac présentait une stratification thermique avec une thermocline estimée à une profondeur entre 2 et 3 m. L'oxygène dissous en surface était de 8,05 mg/L et diminuait rapidement en fonction de la profondeur (figure 5-2). À environ 5 m de profondeur, l'oxygène dissous atteignait 1,06 mg/L.

Tableau 5-3. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac E

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	2,3	
Périmètre (km)	0,8	
Volume (m³)	23 071	
Profondeur maximale (m)	6,8	
Profondeur moyenne (m)	2,2	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,5	
Indice de développement du volume (D_V)	1,0	
Tributaires/émissaires	1/1	

Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface	
Date : 18 août 2015	Conductivité (µS/cm) : 24,3
Température de l'eau (°C) : 18,40	pH : 6,82
Oxygène dissous (mg/L) : 8,05	Transparence de l'eau (m) : 2,00

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 2 nuits-filet et 4 nuits-bourolle a été déployé au lac E (tableau 5-4; annexe D). Au total, trois espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (63,2 %), le meunier rouge (5,3 %) et le mulet perlé (31,6 %). Les rendements de pêche représentent 15,5 captures par nuit-filet et 1,75 capture par nuit-bourolle. Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 2 441 g et elle provient à plus de 91 % des ombles de fontaine capturés.

Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,88. Le plus petit spécimen mesurait 124 mm et le plus long 293 mm, pour une moyenne de 206,0 mm. Les meuniers rouges capturés avaient une longueur moyenne de 179,5 mm, le plus petit et le plus grand spécimen ayant des longueurs respectives de 167 mm et 192 mm. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 83 mm et le plus grand 126 mm, pour une moyenne de 99,5 mm. Globalement, l'omble de fontaine est relativement en bonne condition dans le lac E comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. De plus, la population est relativement peu abondante avec un CPUE de 11,5 malgré la présence du meunier rouge. Les ombles de fontaine retrouvés dans ce plan d'eau sont composés d'une variété de gammes de tailles allant de 124 à 293 mm (figure 5-3).

Tableau 5-4. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac E

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	2	CACA	2	110	1,0	54,9
		MAMA	6	64	3,0	32
		SAFO	23	2 173	11,5	1 086,7
		Total	**31**	**2 347**	**15,5**	**1 173,6**
Bourolle	4	MAMA	6	36	1,5	9
		SAFO	1	58	0,25	14,6
		Total	**7**	**94**	**1,75**	**23,6**

	CACA	MAMA	SAFO				
Longueur moy. (mm; é.-t.)	179,5	99,5	206,0				
	(17,7)	(17,6)	(53,7)				
Longueur minimale (mm)	167	83	124				
Longueur maximale (mm)	192	126	293				
Masse moy. (g; é.-t.)	54,9	10,0	93,0				
	(16,5)	(5,8)	(64,9)				
Masse minimale (g)	43,2	5,1	15,9				
Masse maximale (g)	66,5	20,6	212				
Fulton moyen	0,93	0,93	0,88				
	(0,01)	(0,11)	(0,06)				
Ratio (mâle/femelle)	-	-	44 %				

[a] *CACA : meunier rouge; MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

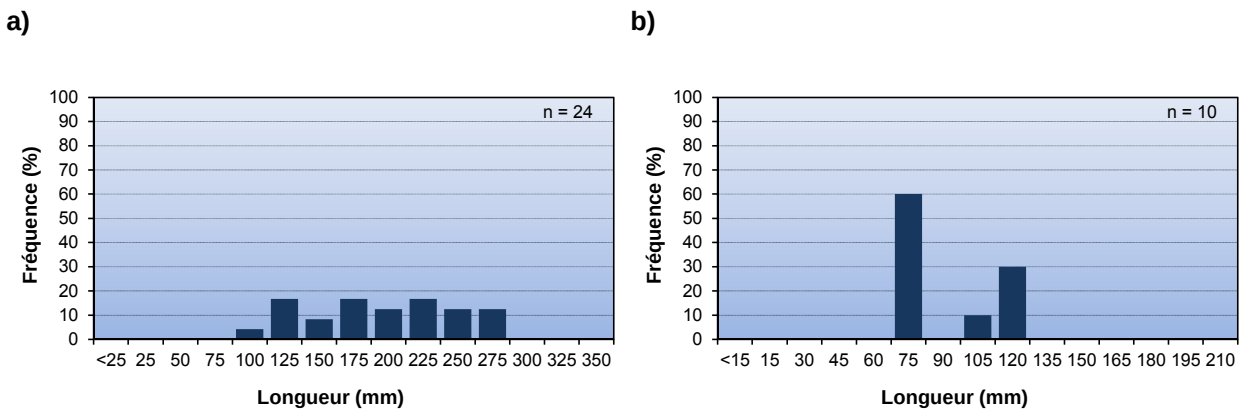


Figure 5-3. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) et le mulet perlé au lac E

Émissaire du lac E

L'émissaire du lac E présente un faciès d'écoulement de type chenal lentique et s'écoule dans un milieu tourbeux avec faible couverture forestière avant de rejoindre l'émissaire du lac Jeannine (photo 31). La portion aval de la rive gauche est constituée d'une accumulation de résidus miniers. Le substrat du cours d'eau est composé de sable et de limon, à l'exception du bassin créé par le barrage de castor qui est constitué essentiellement de matière organique. Une seule fosse a été observée et elle se situe dans le segment S2 avec une profondeur d'environ 1,5 m. Les autres portions du cours d'eau présentent une profondeur variant entre 0,3 et 0,6 m et une largeur entre 1,5 et 3 m. Trois barrages de castor jugés franchissables ont été observés à l'exutoire du lac E (photo 32). Ceux-ci peuvent limiter la libre circulation des poissons. Le barrage le plus en amont de l'émissaire a créé un bassin d'une profondeur de 1,5 m avec une largeur d'environ 15 m. Des herbiers composés majoritairement de cypéracée et de prêle recouvrent des petites superficies dans la portion chenal du cours d'eau. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 31. Émissaire du lac du E (vue aérienne)

Photo 32. Présence d'ouvrage de castor dans l'émissaire du lac du E (vue aérienne)

Tributaire du lac E

Le tributaire du lac E provient de l'écoulement du lac F. Le lac F n'a pas été caractérisé, mais en raison de la connectivité avec le lac E, il est probable que les mêmes populations de poissons s'y retrouvent. Le tributaire du lac E s'écoule dans un chenal lentique relativement large (largeur variant entre 2 et 8 m; photos 33 et 34). Le substrat se caractérise par la matière organique (80 %) et le limon (20 %). Un vieux barrage de castor jugé

franchissable se retrouve dans la portion aval à proximité du lac F. La rive droite est constituée de résidus miniers avec une végétation en régénération. Les rives ne présentent pas de signe d'érosion. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 33. Tributaire du lac du E (vue aérienne)

Photo 34. Chenal lentique dans le segment S1 (vue aérienne)

Type d'écoulement

- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Herbier aquatique
- Barrage de castor
- Isobathe (m)

Segmentation

- Limite des segments
- D | S2 — Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01 — Année, lac et type d'engin
Numéro de l'engin
SAFO 1 — Nombre de spécimens capturé
Espèce de poisson

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)

Espèce

CACA Meunier rouge
MAMA Mulet perlé
SAFO Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

- Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac E

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-3_LacE_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 2 500

0 20 40 60 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-3

Janvier 2018

5.9.3 LAC G

Le lac G est situé à environ 600 m au sud de l'ancien parc à résidus miniers. Il reçoit les eaux d'un lac plus en amont et s'écoule vers l'émissaire du lac Jeannine.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac G couvre une superficie de 1,0 ha sur une longueur d'environ 0,1 km. Ce plan d'eau est peu profond avec une profondeur moyenne de 1,1 m et une profondeur maximale de 3,9 m (tableau 5-5; carte 5-4).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,4, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 0,9 indique que le lac est de forme légèrement convexe, ce qui est davantage favorable à la productivité biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était relativement élevée avec 3,25 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 6,05 et une conductivité de 19,7 µS/cm. Le lac ne présentait pas de stratification thermique claire. L'oxygène dissous en surface était de 9,42 mg/L et diminuait jusqu'à 7,19 mg/L au fond (figure 5-4). La température de l'eau était plutôt froide avec 12,0 °C en surface, soit environ 5 degrés de moins que les autres plans d'eau du secteur.

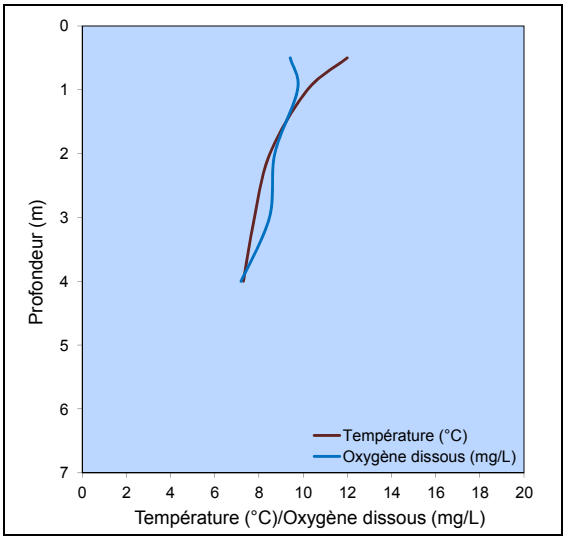


Figure 5-4. Profil de température et d'oxygène dissous au lac G

Tableau 5-5. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac G

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	1,0	
Périmètre (km)	0,5	
Volume (m³)	27 733	
Profondeur maximale (m)	3,9	
Profondeur moyenne (m)	1,1	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,42	
Indice de développement du volume (D_V)	0,86	
Tributaires/émissaires	1/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 14 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 19,7
Température de l'eau (°C) : 12,00		pH : 6,05
Oxygène dissous (mg/L) : 9,42		Transparence de l'eau (m) : 3,25

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 1 nuit-filet, 1 nuit-verveux et de 2 nuits-bourolle a été déployé au lac G (tableau 5-6; annexe D). Au total, une seule espèce a été capturée, soit l'omble de fontaine. Les rendements de pêche représentent 28 captures par nuit-filet et 6 captures par nuit-verveux. Aucun poisson n'a été capturé dans les bourolles. Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 1 339 g.

Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,87, ce qui est plutôt faible considérant que seul l'omble de fontaine a été capturé dans ce plan d'eau. Le plus petit spécimen mesurait 122 mm et le plus long 207 mm, pour une moyenne de 162,6 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine est présentée à la figure 5-5.

La population de ce plan d'eau est relativement abondante et est représentée par des petits individus. Le meunier rouge n'a pas été capturé dans le plan d'eau, mais il est susceptible de s'y retrouver en raison de la connexion avec l'émissaire du lac Jeannine. Cependant, le barrage de castor pourrait limiter la libre circulation du poisson.

Émissaire du lac G

L'émissaire du lac G présente des sections de rapides et d'eaux vives et un bassin créé par deux barrages de castor dont un est plus contraignant pour le poisson (celui en aval) (photos 35 et 36). En aval de ces barrages et en amont du bassin, le cours d'eau est de type lotique avec un substrat dominé par les blocs et les galets avec une largeur d'environ 0,7 m. Le segment S2 représente essentiellement le bassin formé par ces barrages et présente une largeur d'environ 10 m. Le substrat dans cette portion est dominé par la matière organique avec la présence de résidus miniers. Des poissons non identifiés ont été observés en aval du barrage de castor. En amont du bassin, le cours d'eau est très diffus et s'écoule via plusieurs embranchements secondaires. La profondeur d'eau est faible avec seulement 0,2 m. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 35. Émissaire du lac du G (segment S1)

Photo 36. Bassin formé par un barrage de castor dans l'émissaire du lac du G (segment S2)

Tableau 5-6. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac G

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	1	SAFO	28	1 096	28	1 096
Verveux	1	SAFO	6	243	6	243
Bourolle	2	**Aucune capture**				

	SAFO						
Longueur moy. (mm; é.-t.)	162,6						
	(20,3)						
Longueur minimale (mm)	122						
Longueur maximale (mm)	207						
Masse moy. (g; é.-t.)	39,4						
	(15,9)						
Masse minimale (g)	15,3						
Masse maximale (g)	80,6						
Fulton moyen	0,87						
	(0,06)						
Ratio (mâle/femelle)	29%						

[a] *SAFO : omble de fontaine*

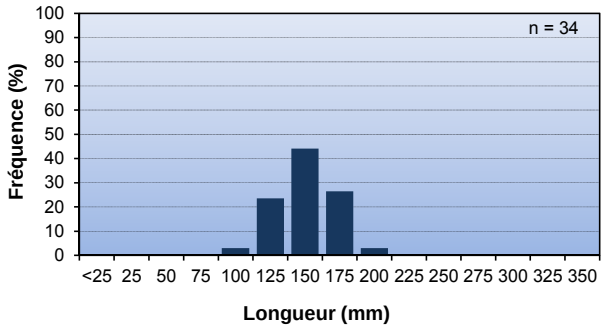


Figure 5-5. Distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine au lac G

Type d'écoulement

- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Herbier aquatique
- Barrage de castor
- Isobathe (m)

Segmentation

- Limite des segments
- D | S2 — Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Station d'échantillonnage

- 15 | L01-PE01 — Année, lac et type d'engin
- Numéro de l'engin
- SAFO 1 — Nombre de spécimens capturé
- Espèce de poisson

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)

Espèce

SAFO Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

- Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Lac G

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-4_LacG_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 1 350

0 — 13,5 — 27 — 40,5 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-4

Janvier 2018

WSP

5.9.4 LAC DU GNEISS TACHETÉ

Le lac du Gneiss Tacheté est situé au sud du lac E et s'écoule vers l'est dans l'émissaire du lac Jeannine. Il est alimenté par deux petits tributaires intermittents. La modification de l'écoulement de l'émissaire du lac Jeannine depuis les années 1960 a créé une forte accumulation de sédiments provenant de l'ancien site minier dans la portion est du plan d'eau. Cette accumulation a enseveli plus de la moitié du plan d'eau.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac du Gneiss Tacheté couvre une superficie de 10,7 ha sur une longueur d'environ 1,0 km. Ce plan d'eau est relativement peu profond avec une profondeur moyenne de 1,4 m et une profondeur maximale de 5,3 m (tableau 5-7; carte 5-5).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,9, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 0,8 indique que le lac est de forme légèrement convexe, ce qui est davantage favorable à la productivité biologique.

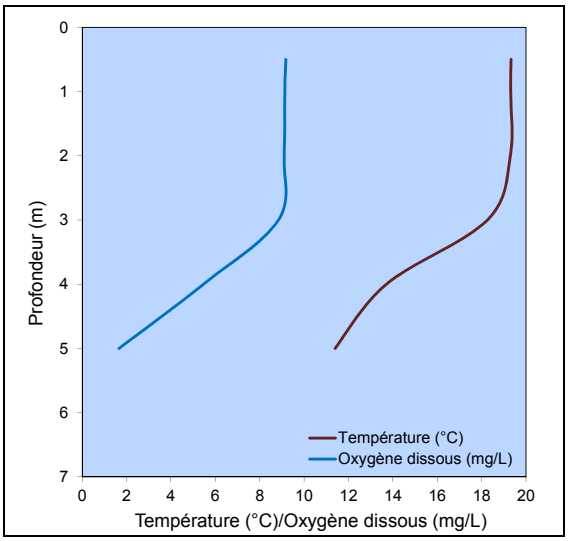


Figure 5-6. Profil de température et d'oxygène dissous au lac du Gneiss tacheté

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 3,1 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 7,84 et une conductivité de 22 µS/cm. Le pH est légèrement basique, ce qui le distingue des autres plans d'eau du secteur qui sont normalement légèrement acides. Le lac présentait une stratification thermique avec une thermocline estimée à une profondeur entre 3 et 4 m. La température présentait une différence d'environ 8 °C entre la surface et le fond de l'eau à 5 m. L'oxygène dissous en surface était de 9,18 mg/L et diminuait rapidement en fonction de la profondeur. À environ 5 m de profondeur, l'oxygène dissous atteignait 1,66 mg/L (figure 5-6).

Tableau 5-7. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac du Gneiss Tacheté

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	10,7	
Périmètre (km)	2,2	
Volume (m³)	410 540	
Profondeur maximale (m)	5,3	
Profondeur moyenne (m)	1,4	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,9	
Indice de développement du volume (D_V)	0,8	
Tributaires/émissaires	2/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 17 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 22
Température de l'eau (°C) : 19,33		pH : 7,84
Oxygène dissous (mg/L) : 9,18		Transparence de l'eau (m) : 3,10

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

Une large portion du plan d'eau a été impactée par la sédimentation provenant de l'émissaire du lac Jeannine. Des résidus miniers ont été observés sur la portion est du plan d'eau. La superficie du plan d'eau a diminué en raison de la création de cet important delta de sédiment.

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 2 nuits-filet, 1 nuit-verveux et 4 nuits-bourolle a été déployé au lac du Gneiss Tacheté (tableau 5-8; annexe D).

Trois espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (13,6 %), le meunier rouge (0,3 %) et le mulet perlé (86,1 %). Les rendements de pêche représentent 22 captures par nuit-filet et 294 captures par nuit-verveux. Aucun individu n'a été capturé dans les bourolles.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 9 652 g et elle provient à plus de 87 % des ombles de fontaine capturés. Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,96, ce qui est légèrement plus élevé comparativement aux autres plans d'eau du secteur. Le plus petit spécimen mesurait 124 mm et le plus long 340 mm, pour une moyenne de 260,7 mm. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 34 mm et le plus grand 183 mm, pour une moyenne de 118,4 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine est présentée à la figure 5-7.

Globalement, l'omble de fontaine est en très bonne condition dans le lac du Gneiss Tacheté comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. La population dans le plan d'eau est relativement abondante par rapport à la superficie du plan d'eau avec un CPUE de 16,0 dans les filets maillants. Plusieurs gros individus (> 300 mm) et très peu de petits individus (< 200 mm) ont été capturés dans le lac suggérant que le recrutement est faible dans ce plan d'eau.

Tableau 5-8. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac du Gneiss Tacheté

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	2	CACA	1	202	0,5	101,2
		MAMA	11	205	5,5	102,5
		SAFO	32	6 020	16,0	3 009,8
		Total	**44**	**6 427**	**22,0**	**3 213,4**
Verveux	1	MAMA	280	781	280,0	780,5
		SAFO	14	2 444	14,0	2 444,0
		Total	**294**	**3 225**	**294,0**	**3 224,5**
Bourolle	4	**Aucune capture**				

	CACA	MAMA	SAFO				
Longueur moy. (mm; é.-t.)	272,0	118,4	260,7				
	(-)	(32,7)	(48,5)				
Longueur minimale (mm)	272	34	124				
Longueur maximale (mm)	272	183	340				
Masse moy. (g; é.-t.)	202,3	17,7	188,1				
	(-)	(13,3)	(94,2)				
Masse minimale (g)	202,3	0,5	16,8				
Masse maximale (g)	202,3	55,6	420,7				
Fulton moyen	1,01	0,88	0,96				
	(-)	(0,09)	(0,10)				
Ratio (mâle/femelle)	-	-	43%				

[a] *CACA : meunier rouge; MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

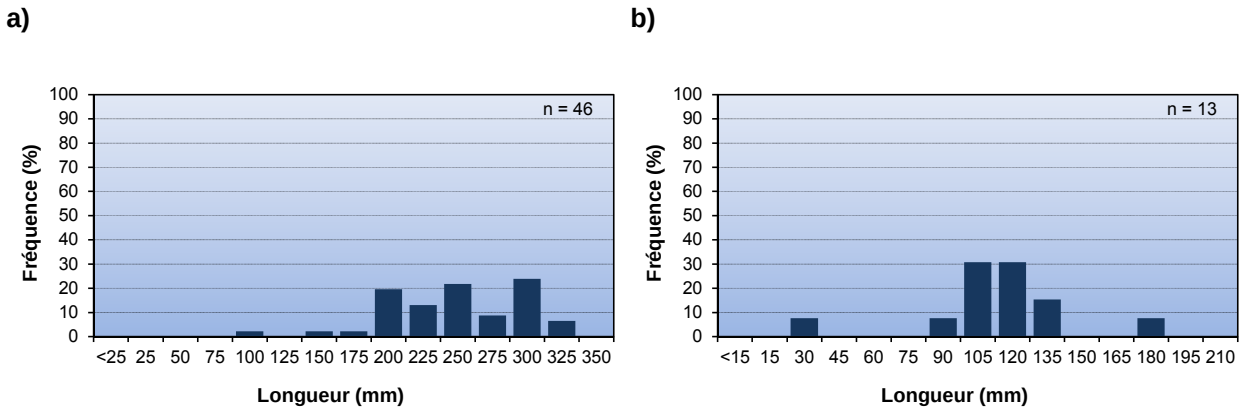


Figure 5-7. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac du Gneiss Tacheté

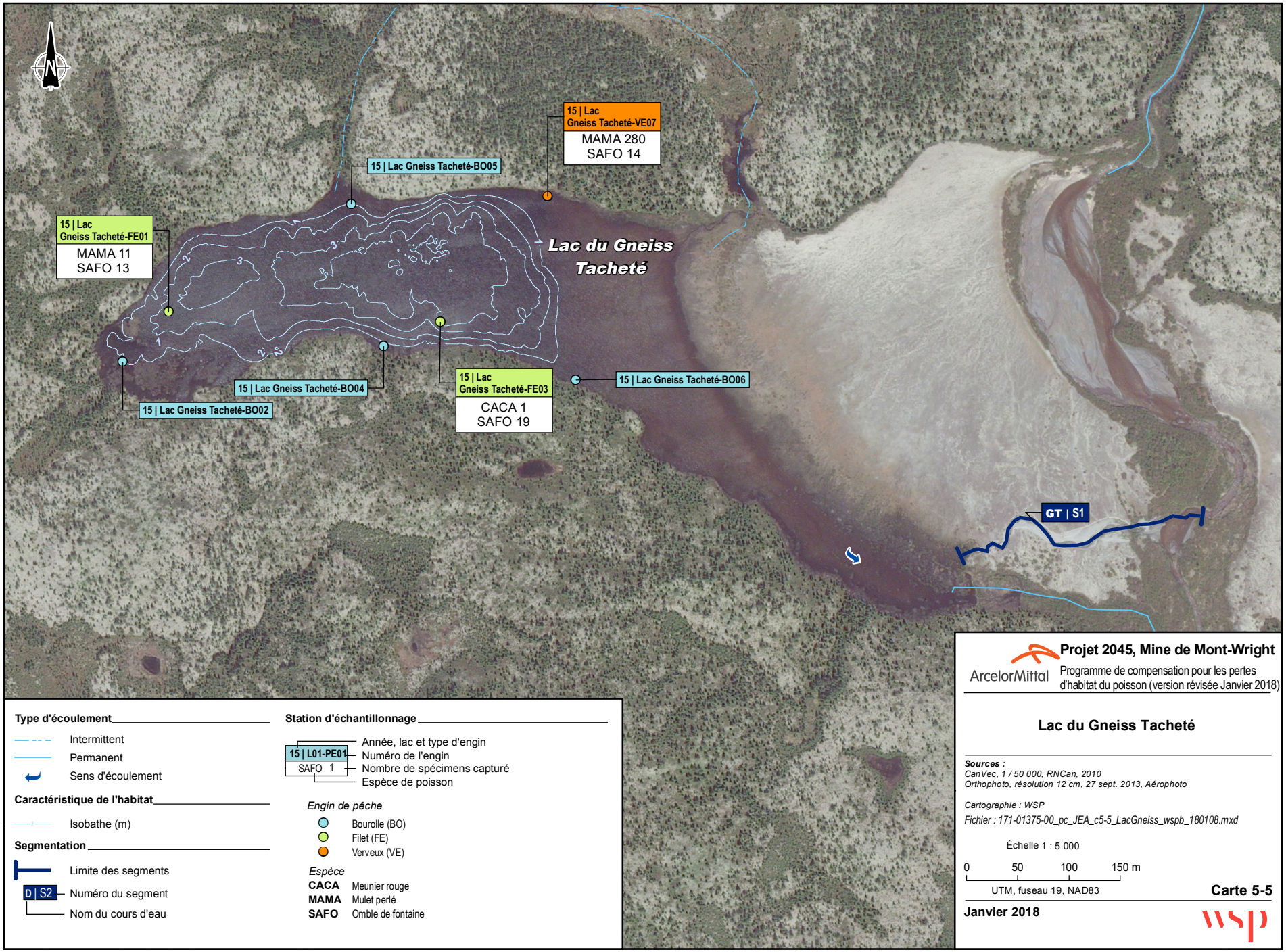
Émissaire du lac du Gneiss Tacheté

L'émissaire du lac du Gneiss Tacheté a considérablement été enseveli par les sédiments, ce qui peut limiter la libre circulation des poissons. Lors de l'inventaire de ce cours d'eau, une profondeur de moins de 5 cm et un substrat composé uniquement de sable et de résidus miniers ont été observés pour l'ensemble de l'exutoire jusqu'à l'émissaire du lac Jeannine (photo 37). Le talus composé de sable et de sédiments provenant de l'ancien site minier est d'une hauteur de plus de 2 m par endroits (photo 38) et subit une forte érosion tout au long du tracé jusqu'à son embouchure (photo 39). Des poissons aux stades alevin et juvénile ont été observés à quelques endroits soulevant la possibilité que l'omble de fontaine fraie directement dans le substrat de résidus miniers. Des poissons non identifiés ont été observés à quelques endroits où de la végétation en surplomb était présente. Un émissaire secondaire, non caractérisé, est présent à la sortie du lac du Gneiss Tacheté. Il s'agit d'un émissaire moins perturbé où l'on retrouve une végétation arbustive en surplomb plus abondante. L'exutoire du lac empruntait ce tronçon avant que l'émissaire actuel ne se creuse au travers des résidus miniers.

Photo 37. Émissaire du lac du Gneiss Tacheté (substrat et écoulement lentique)

Photo 38. Émissaire du lac du Gneiss Tacheté (talus en érosion)

Photo 39. Émissaire du lac du Gneiss Tacheté (vue capturée en hélicoptère)



Type d'écoulement

- Intermittent
- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Isobathe (m)

Segmentation

- Limite des segments
- D | S2 — Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Station d'échantillonnage

- 15 | L01-PE01 — Année, lac et type d'engin
- Numéro de l'engin
- SAFO 1 — Nombre de spécimens capturé
- Espèce de poisson

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Espèce

CACA Meunier rouge
MAMA Mulet perlé
SAFO Omble de fontaine

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac du Gneiss Tacheté

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-5_LacGneiss_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 5 000

0 — 50 — 100 — 150 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-5

Janvier 2018

wsp

5.9.5 LAC J

Le lac J est un lac de tête situé au sud du lac G et qui s'écoule vers l'ouest dans l'émissaire du lac Jeannine (carte 5-6).

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac J est un petit plan d'eau qui couvre une superficie de 2,8 ha sur une longueur d'environ 0,3 km. La bathymétrie de ce plan d'eau n'a pas été effectuée, mais selon les données préliminaires, ce lac serait peu profond avec une profondeur maximale de 2,4 m (tableau 5-9; carte 5-6).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,5, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en juillet 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi équivalait à la profondeur maximale du plan d'eau, soit 2,4 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 7,78 et une conductivité de 21 µS/cm. Le pH est légèrement basique, ce qui le distingue des autres plans d'eau du secteur qui sont normalement légèrement acides. L'absence de lien hydrique en lien avec l'ancien site minier pourrait expliquer cette différence. L'oxygène dissous était au-dessus de 9 mg/L entre la surface et une profondeur de 2 m.

Tableau 5-9. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac J

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	2,8	
Périmètre (km)	0,9	
Volume (m³)	-	
Profondeur maximale (m)	2,4	
Profondeur moyenne (m)	-	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,5	
Indice de développement du volume (D_V)	-	
Tributaires/émissaires	0/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 17 juillet 2015		Conductivité (µS/cm) : 21
Température de l'eau (°C) : 21,04		pH : 7,78
Oxygène dissous (mg/L) : 9,28		Transparence de l'eau (m) : 2,40

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 2 nuits-filet, 1 nuit-verveux et 4 nuits-bourolle a été déployé au lac J. Aucun poisson n'a été capturé dans les engins de pêche.

Émissaire du lac J

L'émissaire du lac J s'écoule en chenal lentique. À l'exception des extrémités aval et amont, la végétation arbustive constituée d'éricacées recouvre presque entièrement le cours d'eau (photos 40 et 41). Le substrat est dominé par la matière organique avec la présence de sable et de limon. Ce cours d'eau présente une largeur variant entre 0,3 et 1 m et une profondeur variant entre 0,25 et 0,5 m. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 40. Portion amont de l'émissaire du lac J (vue aérienne)

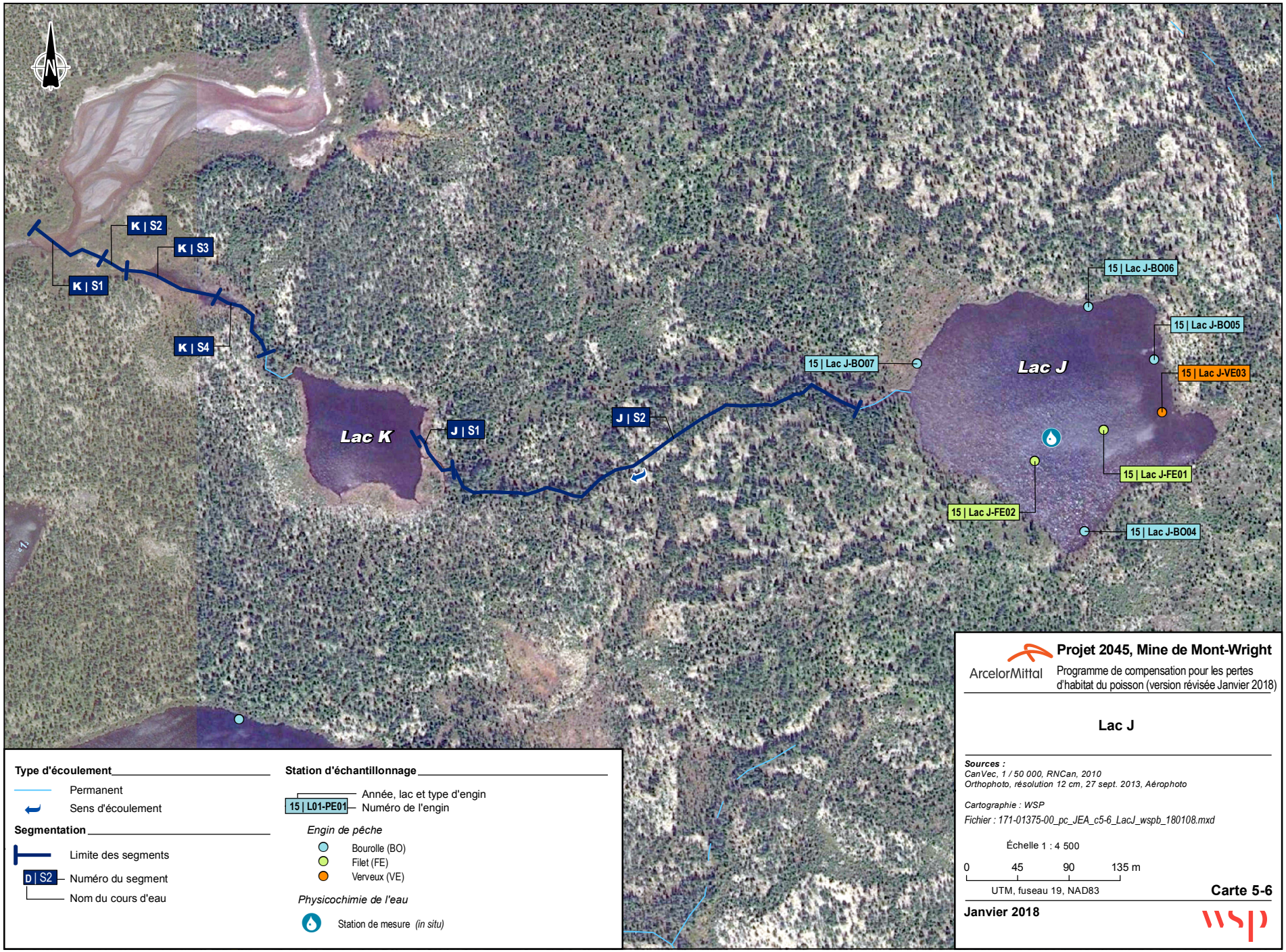
Photo 41. Écoulement sous la végétation arbustive dense

Émissaire du lac K

Le lac K est situé en aval du lac J. L'émissaire du lac K s'écoule dans l'émissaire du lac Jeannine. L'écoulement s'effectue principalement en milieu forestier avec la présence de conifères matures sur les deux rives. Le cours d'eau présente des portions de chenaux lentiques entrecoupés de bassins traversant un milieu humide s'apparentant à une tourbière (photos 42 et 43). Les portions composées de chenaux présentent une largeur d'environ 1 à 1,5 m avec une profondeur moyenne d'environ 0,3 m. D'autre part, les bassins présentent une largeur moyenne entre 4 et 7 m avec une profondeur variant entre 0,5 et 0,75 m. Sur l'ensemble du cours d'eau, le substrat est dominé par la matière organique avec présence de sable. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 42. Portion aval de l'émissaire du lac K (vue aérienne)

Photo 43. Portion amont de l'émissaire du lac K (vue aérienne)



Type d'écoulement

- Permanent
- Sens d'écoulement

Segmentation

- Limite des segments
- D | S2 — Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Station d'échantillonnage

- 15 | L01-PE01 — Année, lac et type d'engin / Numéro de l'engin

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Physicochimie de l'eau

- Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac J

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-6_LacJ_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 4 500

0 — 45 — 90 — 135 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-6

Janvier 2018

wsp

5.9.6 LAC JEANNINE

Le lac Jeannine est situé à proximité de l'ancien site minier et s'écoule vers l'ancien parc à résidus. Il prend sa source de deux tributaires principaux en dehors des anciennes installations minières, soit au nord via le lac de la Monzonite et à l'ouest via un petit lac sans nom. Un autre tributaire à caractère intermittent est présent à l'est du plan d'eau. Le lac des Déblais, servant de réserve d'eau lors de l'exploitation du site minier, se déverse également dans le lac Jeannine via un émissaire considérablement modifié (écoulement confiné à l'intérieur d'une structure de bois tapissée d'une membrane plastique), qui limite actuellement la circulation du poisson. Le lac Jeannine a vu sa superficie réduire significativement suite aux activités minières. Le lac a été remblayé avec des stériles miniers pendant plusieurs années, formant une imposante jetée de pierres au centre du plan d'eau.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac Jeannine couvre une superficie de 74,4 ha sur une longueur d'environ 1,8 km. Ce plan d'eau est relativement profond avec une profondeur moyenne de 6,2 m et une profondeur maximale de 31,1 m (tableau 5-10; carte 5-7).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 2,1, ce qui est représentatif d'un lac relativement bien découpé et qui offre un bon potentiel de productivité biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 0,6 indique que le lac est de forme convexe, ce qui est également favorable à la productivité biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en juillet 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 1,80 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 8,74 et une conductivité de 17 µS/cm. Le lac présentait une stratification thermique avec une thermocline estimée à une profondeur entre 4 et 7 m. L'oxygène dissous variait entre 8,7 et 6,7 entre la surface et une profondeur de 20 m (figure 5-8).

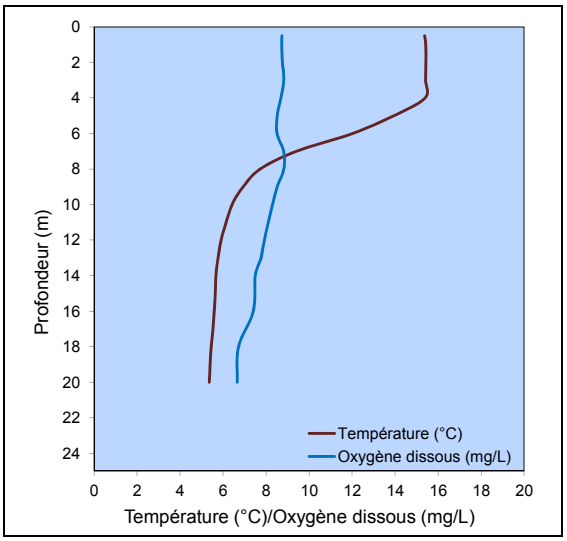


Figure 5-8. Profil de température et d'oxygène dissous au lac Jeannine

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

Les rives du lac Jeannine présentent une pente forte au sud près de l'ancien site minier. Les rives sont constituées d'aulne sur le substrat de stériles miniers. La pente de la rive est faible ou moyenne pour le reste du plan d'eau. Des blocs et des arbres morts procurent des abris à plusieurs endroits le long de la rive. Une zone peu profonde comprenant des herbiers a été observée dans la portion au nord-ouest du lac. Une hutte de castor abandonnée est présente complètement au sud du lac dans la baie de la portion est.

Tableau 5-10. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac Jeannine

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	74,4	
Périmètre (km)	6,2	
Volume (m³)	745 560	
Profondeur maximale (m)	31,1	
Profondeur moyenne (m)	6,2	
Indice de développement du littoral (D_L)	2,05	
Indice de développement du volume (D_V)	0,6	
Tributaires/émissaires	3/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 20 juillet 2015		Conductivité (µS/cm) : 17
Température de l'eau (°C) : 15,38		pH : 8,37
Oxygène dissous (mg/L) : 8,74		Transparence de l'eau (m) : 1,80

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 8 nuits-filet et 4 nuits-verveux a été déployé au lac Jeannine (tableau 5-11; annexe D). Au total, trois espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (45,7 %), le meunier rouge (28,6 %) et le méné de lac (25,7 %). Les rendements de pêche sont relativement élevés avec 67,9 captures par nuit-filet et 14,8 captures par nuit-verveux. Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 35 936 g et elle provient à plus de 60 % des ombles de fontaine capturés.

Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,94. Le plus petit spécimen mesurait 110 mm et le plus long 380 mm, pour une moyenne de 202,9 mm. Les meuniers rouges capturés avaient une longueur moyenne de 179,6 mm, le plus petit et le plus grand spécimen ayant des longueurs respectives de 101 mm et 354 mm. En ce qui a trait aux menés de lac, ils affichaient une longueur moyenne de 128,3 mm; le plus petit spécimen ayant été capturé avait une longueur de 104 mm et le plus long mesurait 159 mm.

Globalement, l'omble de fontaine est en bonne condition dans le lac Jeannine comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. De plus, la population est relativement abondante avec un CPUE de 30,1 malgré la présence du meunier rouge. Les ombles de fontaine retrouvés dans ce plan d'eau sont en majorité composés de petits individus principalement entre 150 et 225 mm (figure 5-9). Une compétition intraspécifique (population abondante) et interspécifique (meunier rouge et méné de lac) pour les ressources alimentaires pourrait expliquer ces observations.

Tableau 5-11. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac Jeannine

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE[b]	BPUE[c]
Filet maillant	8	CACA	172	11 486	21,5	1 435,8
		COPL	136	2 549	17,0	318,6
		SAFO	241	21 700	30,1	2 712,5
		Total	**549**	**35 736**	**68,6**	**4 466,9**
Verveux	4	CACA	5	125	1,3	31,3
		COPL	19	256	4,8	64,0
		SAFO	33	1 494	8,3	373,4
		Total	**57**	**1 875**	**14,3**	**468,7**

	CACA	COPL	SAFO				
Longueur moy. (mm; é.-t.)	179,6	128,3	202,9				
	(45,0)	(10,9)	(44,0)				
Longueur minimale (mm)	101	104	110				
Longueur maximale (mm)	354	159	380				
Masse moy. (g; é.-t.)	66,8	19,7	88,5				
	(60,8)	(5,3)	(58,9)				
Masse minimale (g)	12,1	11,4	12,3				
Masse maximale (g)	508,5	39,7	446,7				
Fulton moyen (é.-t.)	0,96	0,92	0,94				
	(0,13)	(0,10)	(0,09)				
Ratio (mâle/femelle)	-	-	40 % / 60 %				

[a] *CACA : meunier rouge; COPL : méné de lac; SAFO : omble de fontaine*
[b] *CPUE : Capture par unité d'effort*
[c] *BPUE : Biomasse par unité d'effort*

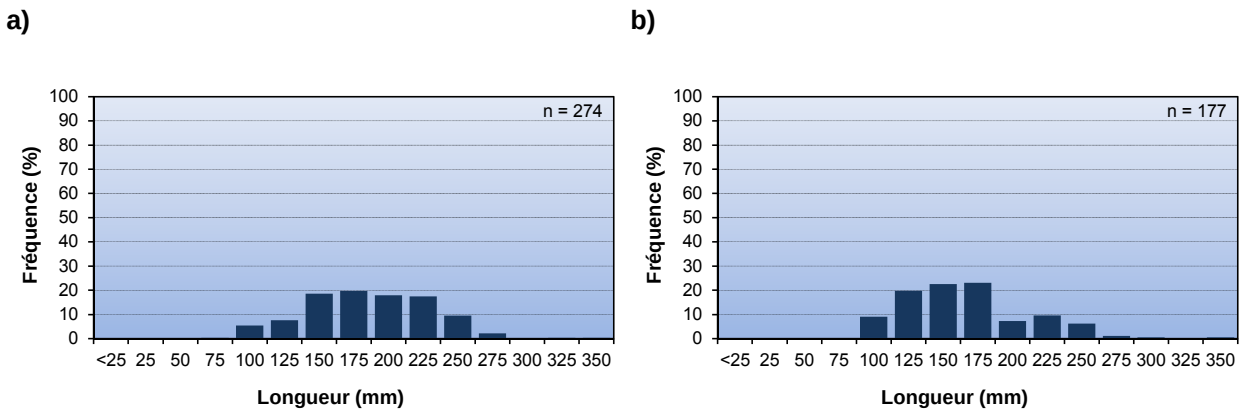
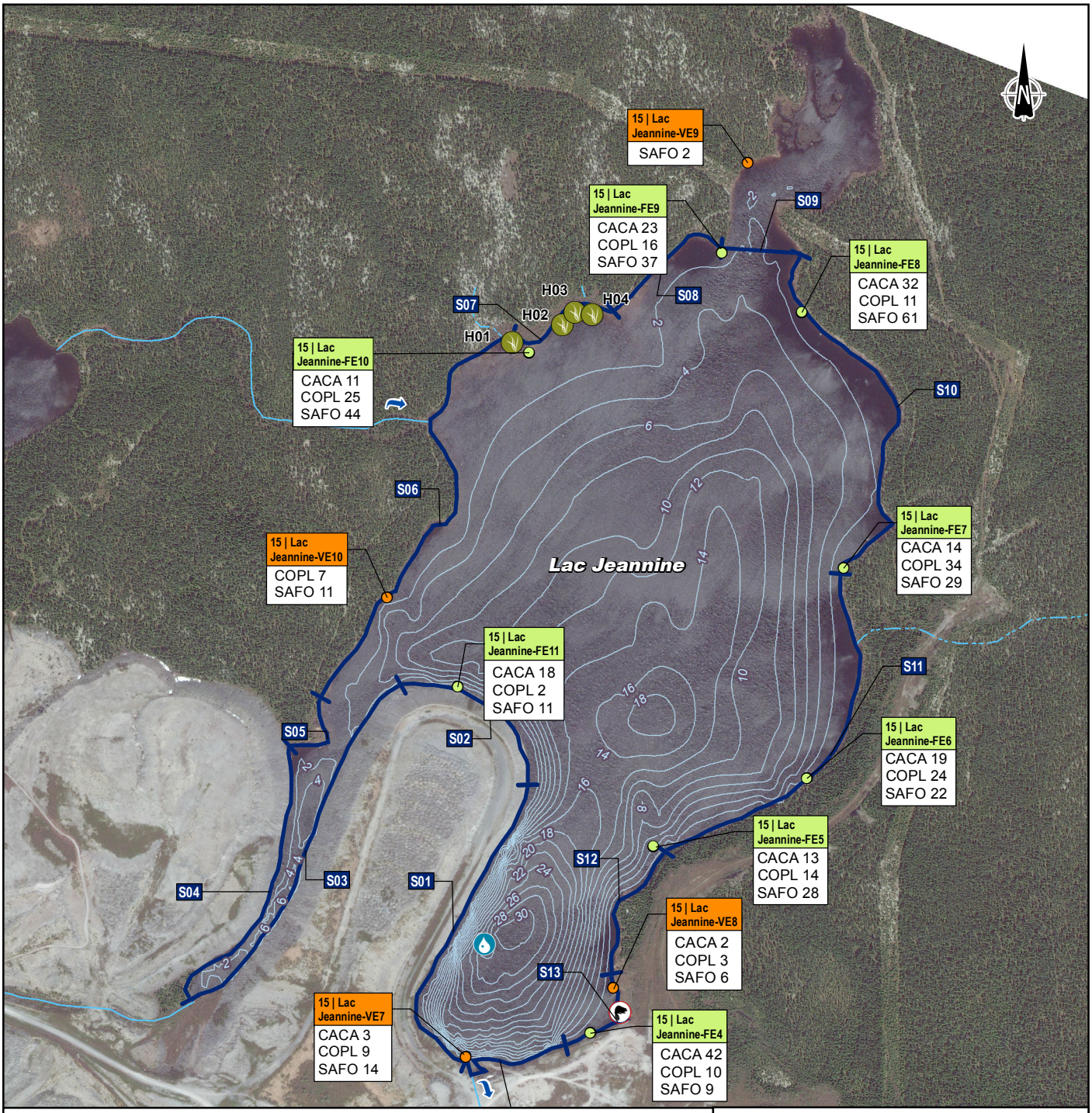


Figure 5-9. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le meunier rouge au lac Jeannine



Type d'écoulement

- Intermittent
- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Isobathe (m)
- Herbier aquatique
- Hutte de castor inactive

Segmentation

- Limite des segments
- S1 — Numéro du segment

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01 — Année, lac et type d'engin; Numéro de l'engin
SAFO 1 — Nombre de spécimens capturé; Espèce de poisson

Engin de pêche

- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Espèce

- **CACA** Meunier rouge
- **COPL** Méné de lac
- **SAFO** Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

- Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac Jeannine

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-7_LacJeanine_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 9 500

0 — 95 — 190 — 285 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-7

Janvier 2018

WSP

5.9.7 LAC M

Le lac M est situé au sud-est du lac L et s'écoule vers l'ouest dans le lac N. Il est alimenté par un petit tributaire provenant d'un petit étang en amont.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac M couvre une superficie de 4,1 ha sur une longueur d'environ 0,3 km. Ce plan d'eau est relativement peu profond avec une profondeur moyenne de 1,8 m et une profondeur maximale de 6,5 m (tableau 5-12; carte 5-8).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,8, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 0,81 indique que le lac est de forme légèrement convexe, ce qui est davantage favorable à la productivité biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 2,25 m. Le pH mesuré en surface était de 7,3, ce qui est différent comparativement à d'autres plans d'eau plus en amont qui présentent un pH légèrement acide. La conductivité mesurée était de 17 µS/cm. Le lac présentait une stratification thermique avec une thermocline estimée à une profondeur entre 2 et 3 m. La température présentait une différence d'environ 10 °C entre la surface et le fond de l'eau à 6 m (figure 5-10).

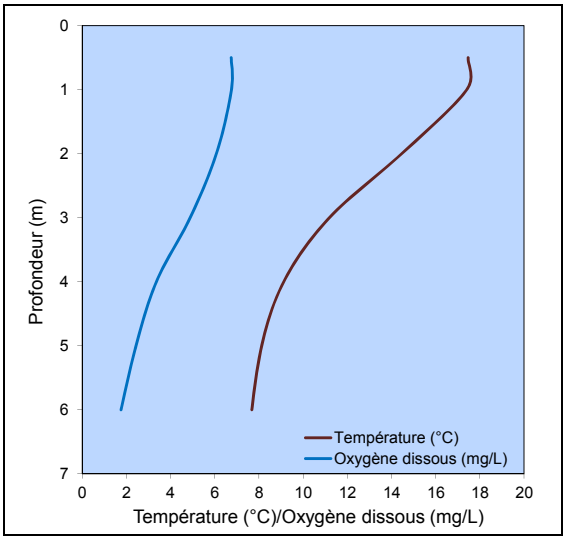


Figure 5-10. Profil de température et d'oxygène dissous au lac M

Tableau 5-12. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac M

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	4,1	
Périmètre (km)	1,3	
Volume (m³)	188 724	
Profondeur maximale (m)	6,5	
Profondeur moyenne (m)	1,8	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,8	
Indice de développement du volume (D_V)	0,81	
Tributaires/émissaires	1/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 16 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 17
Température de l'eau (°C) : 17,47		pH : 7,30
Oxygène dissous (mg/L) : 6,75		Transparence de l'eau (m) : 2,25

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 2 nuits-filet, 1 nuit-verveux et 4 nuits-bourolle a été déployé au lac M (tableau 5-13; annexe D).

Au total, deux espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (31,0 %) et le mulet perlé (69,0 %). Les rendements de pêche représentent 18 captures par nuit-filet, 30 captures par nuit-verveux et 8,5 captures par nuit-bourolle.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 3 347 g et elle provient à plus de 84 % des ombles de fontaine capturés. Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,93, ce qui est similaire aux autres plans d'eau du secteur. Le plus petit spécimen mesurait 121 mm et le plus long 291 mm, pour une moyenne de 202,2 mm. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 66 mm et le plus grand 130 mm, pour une moyenne de 95,6 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine et le mulet perlé est présentée à la figure 5-11.

Globalement, l'omble de fontaine est relativement en bonne condition dans le lac M comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. La population dans le plan d'eau est modérément abondante avec un CPUE de 14,5 dans les filets maillants. Le meunier rouge n'a pas été capturé dans le plan d'eau, mais il est susceptible de s'y retrouver en raison de la connexion avec l'émissaire du lac Jeannine. Contrairement à la plupart des plans d'eau du secteur, plus de 35 % des ombles de fontaine mesuraient plus de 225 mm.

Tableau 5-13. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac M

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	2	MAMA	7	107	3,5	53,5
		SAFO	29	2 836	14,5	1 418,2
		Total	**36**	**2 943**	**18,0**	**1 471,7**
Verveux	1	MAMA	28	147	28,0	147,3
		SAFO	2	61	2,0	60,5
		Total	**30**	**208**	**30,0**	**207,8**
Bourolle	4	MAMA	34	196	8,5	49,0

	MAMA	SAFO					
Longueur moy. (mm; é.-t.)	95,6	202,2					
	(20,8)	(51,1)					
Longueur minimale (mm)	66	121					
Longueur maximale (mm)	130	291					
Masse moy. (g; é.-t.)	8,8	93,4					
	(5,2)	(66,6)					
Masse minimale (g)	2,3	15,9					
Masse maximale (g)	18,6	232,4					
Fulton moyen	0,89	0,93					
	(0,12)	(0,06)					
Équation Masse-Longueur							
Ratio (mâle/femelle)	-	35 %					

[a] *MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

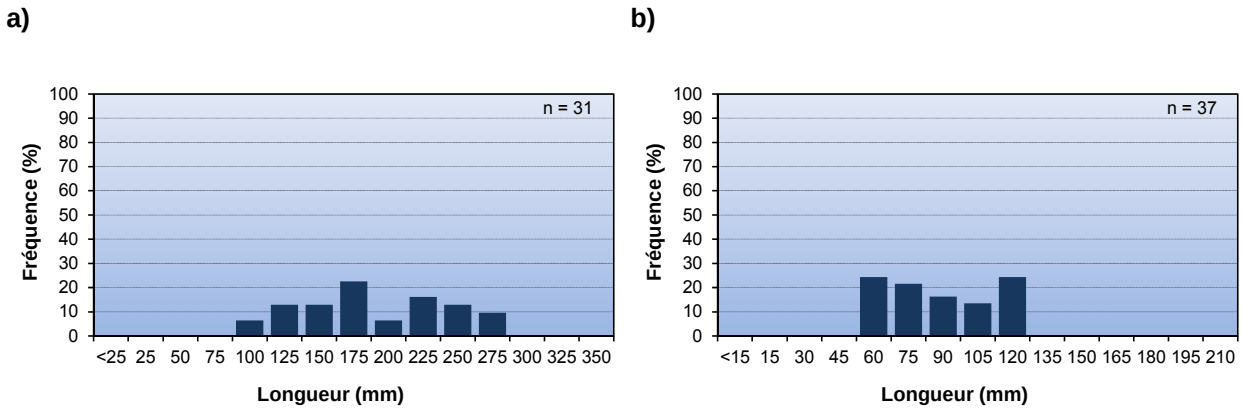


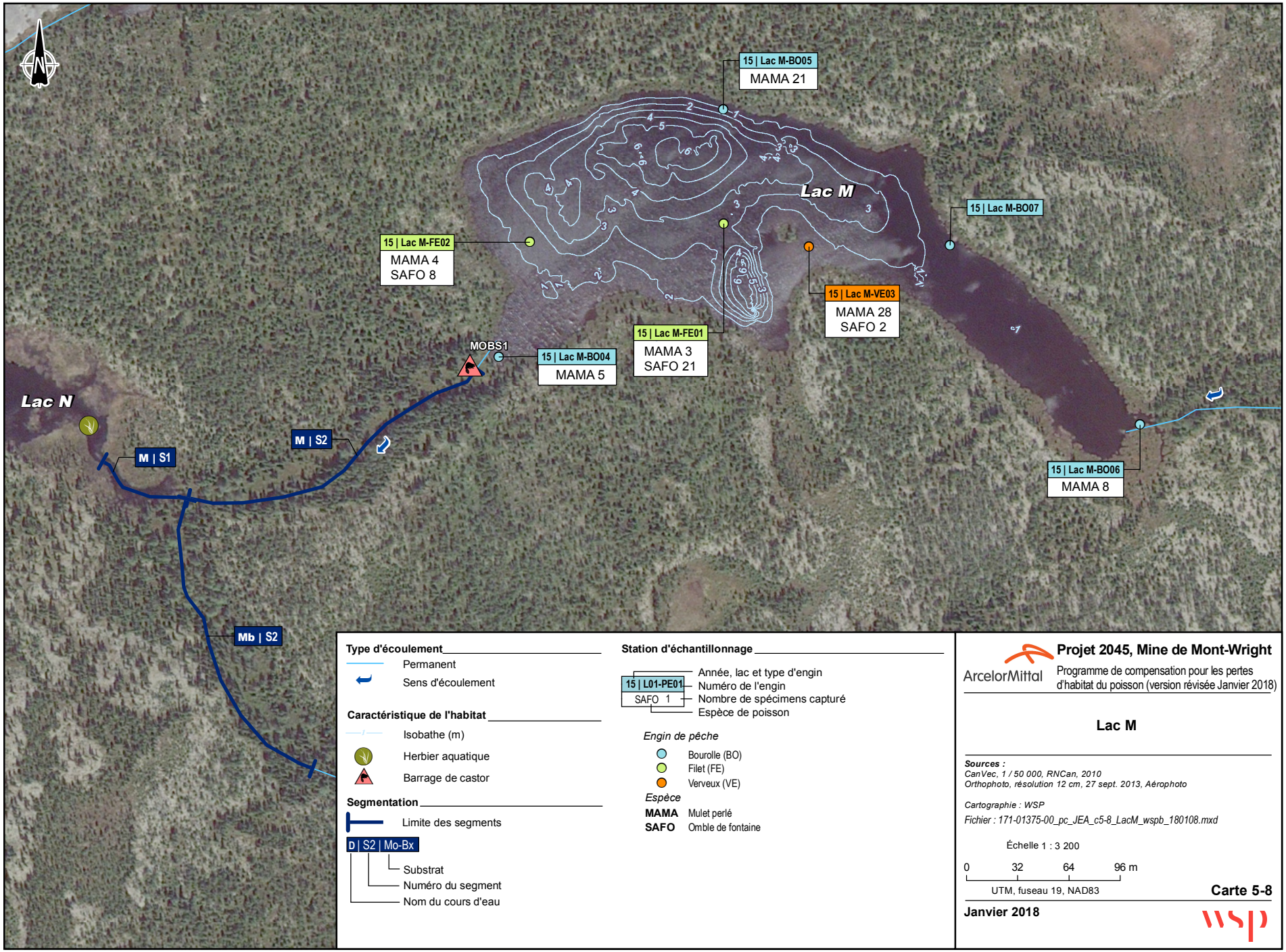
Figure 5-11. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac M

Émissaire du lac M

L'émissaire du lac M s'écoule vers le lac N et constitue son principal tributaire. Le cours d'eau se caractérise par un chenal lentique (photo 44). En aval, la largeur du cours d'eau est d'environ 3 m et celui-ci s'écoule dans une tourbière alors qu'en amont, le cours d'eau s'écoule plutôt en milieu forestier avec une largeur beaucoup plus faible (photo 45). Dans le segment S2, un vieux barrage de castor a été jugé infranchissable avec réserve. L'eau s'écoule à travers la végétation qui s'est implantée sur le barrage de castor abandonné. La végétation riveraine constituée d'éricacées recouvre presque entièrement le cours d'eau. La section en aval, à proximité du lac N, présente quelques portions composées de végétation dominée par le nénuphar (4 m²) et les cypéracées (2 m²). Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 44. Émissaire du lac M

Photo 45. Émissaire du lac M



ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac M

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-8_LacM_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 3 200

0 32 64 96 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-8

Janvier 2018

wsp

5.9.8 LAC H

Le lac H est situé à l'ouest de l'émissaire du lac Jeannine. Il reçoit les eaux de petits étangs en amont et s'écoule vers le tributaire du lac I.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac H est un petit plan d'eau qui couvre une superficie de 1,7 ha sur une longueur d'environ 0,6 km. Ce plan d'eau est relativement profond pour sa superficie avec une profondeur moyenne de 1,9 m et une profondeur maximale de 5,6 m (tableau 5-14; carte 5-9).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,3, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 1 indique que le lac est de forme parfaitement conique, ce qui n'est pas particulièrement favorable ou défavorable à la productivité.

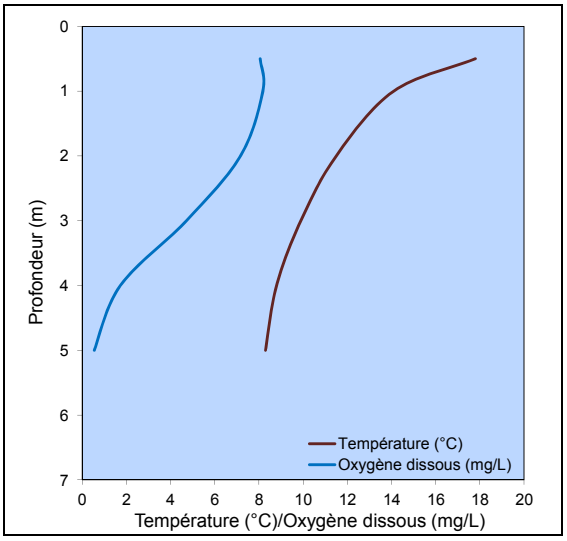


Figure 5-12. Profil de température et d'oxygène dissous au lac H

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 2,3 m. Les paramètres mesurés en surface présentaient un pH de 6,46 et une conductivité de 15,4 µS/cm. Ces deux résultats sont communs pour les plans d'eau du secteur. Le lac ne présentait pas de stratification thermique claire. L'oxygène dissous en surface était de 8,06 mg/L et diminuait rapidement en fonction de la profondeur. À environ 4 m de profondeur, l'oxygène dissous atteignait 1,73 mg/L. La température présentait une différence d'environ 10 °C entre la surface et le fond de l'eau (figure 5-12).

Tableau 5-14. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac H

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	1,7	
Périmètre (km)	0,6	
Volume (m³)	62 634	
Profondeur maximale (m)	5,6	
Profondeur moyenne (m)	1,9	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,3	
Indice de développement du volume (D_V)	1,0	
Tributaires/émissaires	1/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 13 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 15,4
Température de l'eau (°C) : 17,80		pH : 6,46
Oxygène dissous (mg/L) : 8,06		Transparence de l'eau (m) : 2,30

La rive du lac H est faible près de son exutoire vers le tributaire T1. Cette portion représente essentiellement un marais rattaché directement au plan d'eau. Un herbier est également présent à proximité. Ailleurs dans le lac, la pente de la rive et de la benne est moyenne et est dominée presque exclusivement par la matière organique. Dans chacun des herbiers, trois frayères potentielles à grand brochet ont été observées, toutefois aucune capture de cette espèce n'a été effectuée sur l'ensemble du bassin versant.

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 1 nuit-filet, 1 nuit-verveux et 2 nuits-bourolle a été déployé au lac H (tableau 5-15; annexe D).

Au total, trois espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (72,2 %), le meunier rouge (9,2 %) et le mulet perlé (18,6 %). Les rendements de pêche représentent 33 captures par nuit-filet, 127,0 captures par nuit-verveux et 0,5 capture par nuit-bourolle.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 2 383 g et elle provient à plus de 72 % des ombles de fontaine capturés. Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,88. Le plus petit spécimen mesurait 135 mm et le plus long 226 mm, pour une moyenne de 169,6 mm. Les meuniers rouges capturés avaient une longueur moyenne de 221,5 mm, le plus petit et le plus grand spécimen ayant des longueurs respectives de 185 et 258 mm. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 60 mm et le plus grand 138 mm, pour une moyenne de 87,6 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine et le mulet perlé est présentée à la figure 5-13.

Globalement, l'omble de fontaine est relativement en bonne condition dans le lac H comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. De plus, la population est relativement abondante avec un CPUE de 27,0 dans les filets maillants malgré la présence du meunier rouge. Les ombles de fontaine retrouvés dans ce plan d'eau sont en majorité composés de petits individus principalement entre 125 et 200 mm. Une compétition intraspécifique (population abondante) et interspécifique (meunier rouge et méné de lac) est probablement présente dans ce plan d'eau, mais n'affecte pas la productivité de l'omble de fontaine.

Tableau 5-15. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac H

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	1	CACA	2	219	2,0	218,5
		MAMA	4	37	4,0	37,4
		SAFO	27	1 043	27,0	1 043,3
		Total	**33**	**1 299**	**33,0**	**1 299,2**
Verveux	1	MAMA	115	382	115,0	381,9
		SAFO	12	678	12,0	678,0
		Total	**127**	**1 060**	**127,0**	**1 059,9**
Bourolle	2	MAMA	1	24	0,5	12,0

	CACA	MAMA	SAFO				
Longueur moy. (mm; é.-t.)	221,5	87,6	169,6				
	(51,6)	(22,9)	(21,9)				
Longueur minimale (mm)	185	60	135				
Longueur maximale (mm)	258	138	226				
Masse moy. (g; é.-t.)	109,3	7,5	45,3				
	(63,1)	(6,7)	(20,0)				
Masse minimale (g)	64,6	1,5	20,1				
Masse maximale (g)	153,9	24	107,1				
Fulton moyen	0,96	0,89	0,88				
	(0,09)	(0,13)	(0,08)				
Ratio (mâle/femelle)	-	-	35 %				

[a] *CACA : meunier rouge; MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

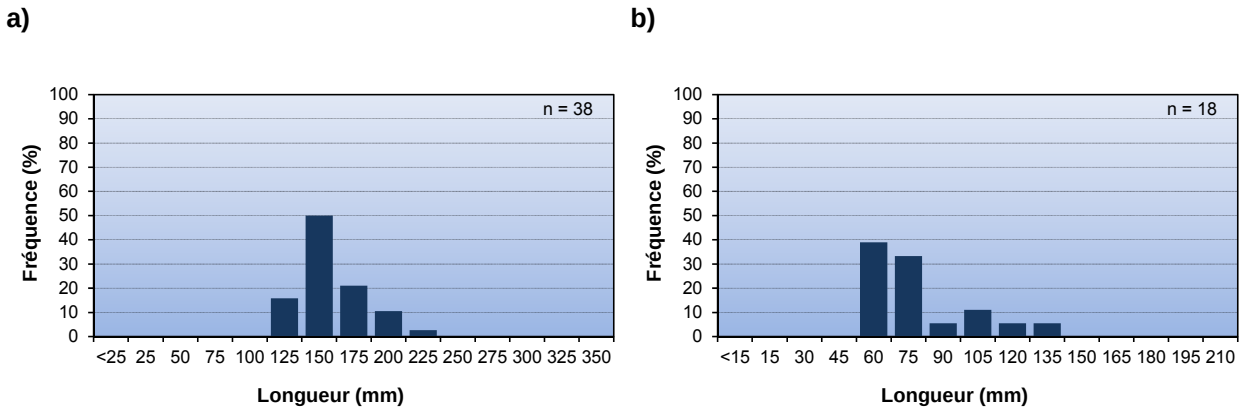


Figure 5-13. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac H

Émissaire du lac H

Le barrage de castor présent dans le tributaire du lac I a inondé l'émissaire du lac H qui est à présent indissociable du tributaire du lac I (photo 46). Deux barrages de castor jugés franchissables avec réserve ont été observés dans l'émissaire. Un premier ouvrage est présent à environ 60 m en amont du lac I. Cette portion entre le lac I et le barrage s'apparente à un chenal entrecoupé de rapides par endroits (photo 47). L'écoulement s'effectue en milieu forestier avec la présence de conifères matures sur les deux rives. En amont de ce barrage de castor, l'écoulement de type chenal lentique traverse un milieu humide s'apparentant à une tourbière (photos 48 et 49). Sur l'ensemble du cours d'eau, le substrat est dominé par le sable dans les portions lentiques et par des blocs dans les portions lotiques. La fraie de l'omble de fontaine est possible un peu partout où il y a

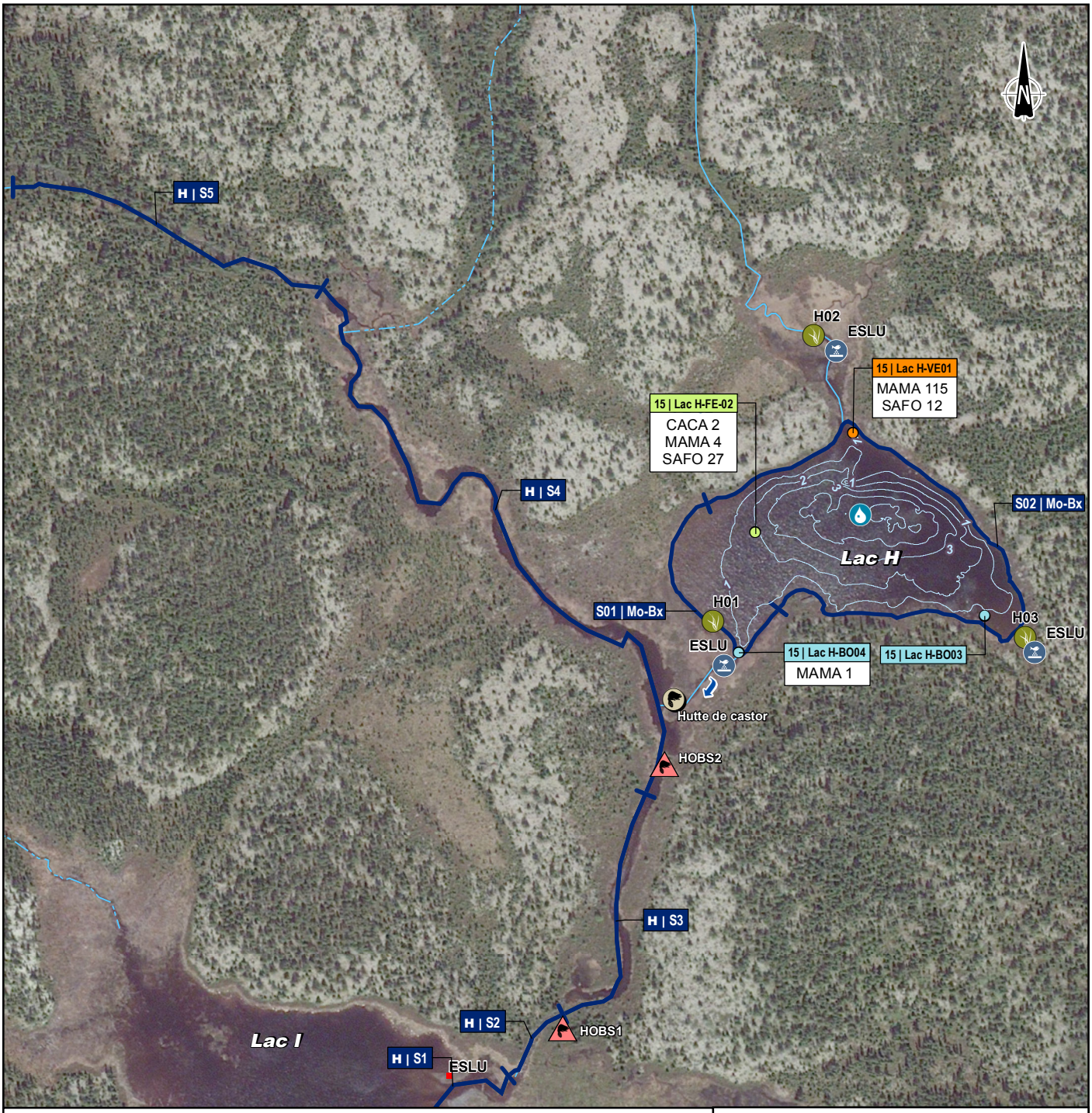
ralentissement du courant et présence de gravier. En effet, la présence de gravier avec des vitesses d'environ 0,3 m/s et une profondeur variant entre 0,2 et 0,3 m a été notée à plusieurs endroits sur des petites superficies variant entre 1 et 1,5 m² dans les segments S2 et S5.

Photo 46. Portion aval de l'émissaire du lac H (vue aérienne)

Photo 47. Faciès de type rapide en aval du premier barrage de castor (vue aérienne)

Photo 48. Portion en amont du premier barrage de castor (vue aérienne)

Photo 49. Zone inondée par la présence d'un deuxième barrage de castor près du lac H (vue aérienne)



Type d'écoulement

- Intermittent
- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Isobathe (m)
- Herbier aquatique
- Frayère potentielle
- Hutte de castor
- Barrage de castor

Segmentation

- Limite des segments

D | S2 | Mo-Bx

- Substrat
- Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Substrat

Bx Bloc (> 250 mm)
Mo Matière organique

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01
SAFO 1

- Année, lac et type d'engin
- Numéro de l'engin
- Nombre de spécimens capturé
- Espèce de poisson

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Espèce

CACA Meunier rouge
ESLU Grand brochet
MAMA Mulet perlé
SAFO Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac H

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-9_LacH_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 3 600

0 36 72 108 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-9

Janvier 2018

5.9.9 LAC I

Le lac I est situé au sud du lac H et s'écoule vers le sud dans l'émissaire du lac Jeannine. Il est alimenté par un petit tributaire à caractère intermittent et un tributaire permanent provenant d'un réseau hydrographique de petits plans d'eau et d'étangs en amont dont fait partie le lac H. L'émissaire du lac H présente deux barrages de castor jugés franchissables avec réserve qui peuvent limiter sous certaines conditions la libre circulation du poisson entre ces deux plans d'eau.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac I couvre une superficie de 2,8 ha sur une longueur d'environ 0,3 km. En raison d'un problème technique, il n'y a pas de données bathymétriques pour ce plan d'eau, mais selon les données fragmentaires, ce plan d'eau aurait une profondeur maximale d'environ 5,3 m (tableau 5-16; carte 5-10).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,5, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 2,15 m. Le pH mesuré en surface était de 5,8, ce qui est relativement faible comparativement à d'autres plans d'eau du secteur qui sont normalement légèrement acides. La conductivité mesurée était de 22,2 µS/cm. Le lac ne présentait pas de stratification thermique claire. L'oxygène dissous variait entre 8,6 et 5,1 mg/L entre la surface et une profondeur de 5 m (figure 5-14). La température présentait une différence d'environ 7 °C entre la surface et le fond de l'eau.

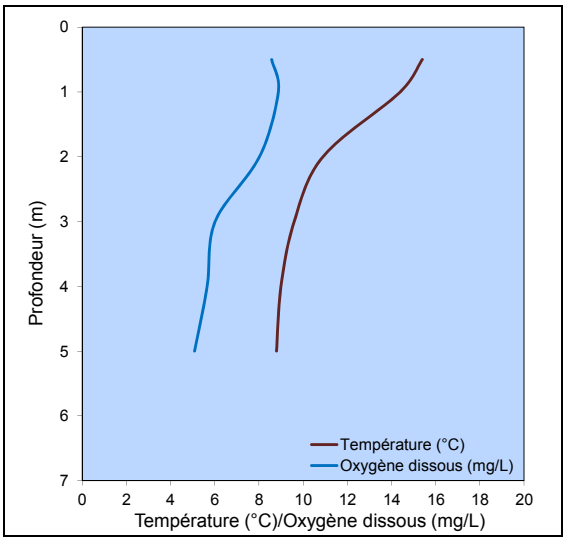


Figure 5-14. Profil de température et d'oxygène dissous au lac I

Tableau 5-16. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac I

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	2,8	
Périmètre (km)	0,9	
Volume (m^3)		
Profondeur maximale (m)	5,3	
Profondeur moyenne (m)		
Indice de développement du littoral (D_L)	1,5	
Indice de développement du volume (D_V)		
Tributaires/émissaires	2/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 12 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 22,2
Température de l'eau (°C) : 15,40		pH : 5,80
Oxygène dissous (mg/L) : 8,58		Transparence de l'eau (m) : 2,15

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

La pente de la rive au sud du plan d'eau est forte et composée d'un substrat dominé par la matière organique. La portion ouest et nord-ouest se caractérise par la présence d'un milieu humide de type marais avec une pente faible. La rive du côté de l'exutoire est composée exclusivement de résidus miniers avec une pente très faible. La présence de quelques herbiers a été observée à plusieurs endroits près des rives du lac, particulièrement près du tributaire et de l'émissaire ainsi qu'au sud du lac. Ces secteurs sont propices à la fraie du grand brochet. Toutefois, aucune capture de cette espèce n'a été effectuée sur l'ensemble du bassin versant.

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 2 nuits-filet, 4 nuits-verveux et 6 nuits-bourolle a été déployé au lac I (tableau 5-17; annexe D).

Au total, trois espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (11,7 %), le meunier rouge (4,5 %) et le mulet perlé (83,8 %). Les rendements de pêche représentent 9,5 captures par nuit-filet, 57,5 captures par nuit-verveux et 7,2 captures par nuit-bourolle.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 3 626 g et elle provient à plus de 57 % des ombles de fontaine capturés. Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,91, ce qui est similaire aux autres plans d'eau du secteur. Le plus petit spécimen mesurait 75 mm et le plus long 260 mm, pour une moyenne de 182,8 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine et le mulet perlé est présentée à la figure 5-15. Les meuniers rouges capturés avaient une longueur moyenne de 142,4 mm, le plus petit et le plus grand spécimen ayant des longueurs respectives de 98 mm et 198 mm. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 41 mm et le plus grand 131 mm, pour une moyenne de 92,8 mm.

En somme, l'omble de fontaine est relativement en bonne condition dans le lac I comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. Par contre, la population dans le plan d'eau n'est pas très abondante avec un CPUE de seulement 7,5 dans les filets maillants et de 12,3 au total pour tous les engins. Une compétition intraspécifique (population abondante) et interspécifique (meunier rouge et méné de lac) pour les ressources alimentaires pourrait expliquer ces observations. La présence de barrage de castor dans le tributaire principal

pourrait également expliquer la faible productivité halieutique de ce plan d'eau en limitant partiellement l'accès à des sites de fraie de qualité pour l'omble de fontaine et le meunier rouge.

Tableau 5-17. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac I

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	2	MAMA	3	36	1,5	18,1
		SAFO	15	981	7,5	490,6
		Total	**18**	**1 054**	**9,0**	**527,2**
Verveux	4	CACA	13	352	3,3	88,0
		MAMA	198	848	49,5	212,0
		SAFO	19	1 116	4,8	279,0
		Total	**230**	**2 316**	**57,5**	**579,0**
Bourolle	6	MAMA	43	256	7,2	42,6
		Total	**43**	**256**	**7,2**	**42,6**

	CACA	MAMA	SAFO				
Longueur moy. (mm; é.-t.)	142,4	92,8	182,8				
	(29,3)	(25,4)	(32,8)				
Longueur minimale (mm)	98	41	75				
Longueur maximale (mm)	198	131	260				
Masse moy. (g; é.-t.)	27,8	8,7	61,7				
	(15,9)	(5,5)	(31,2)				
Masse minimale (g)	8,0	0,5	4,0				
Masse maximale (g)	66,0	21,0	160,0				
Fulton moyen	0,86	0,86	0,91				
	(0,07)	(0,12)	(0,08)				
Ratio (mâle/femelle)	-	-	36 %				

[a] *CACA : meunier rouge; MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

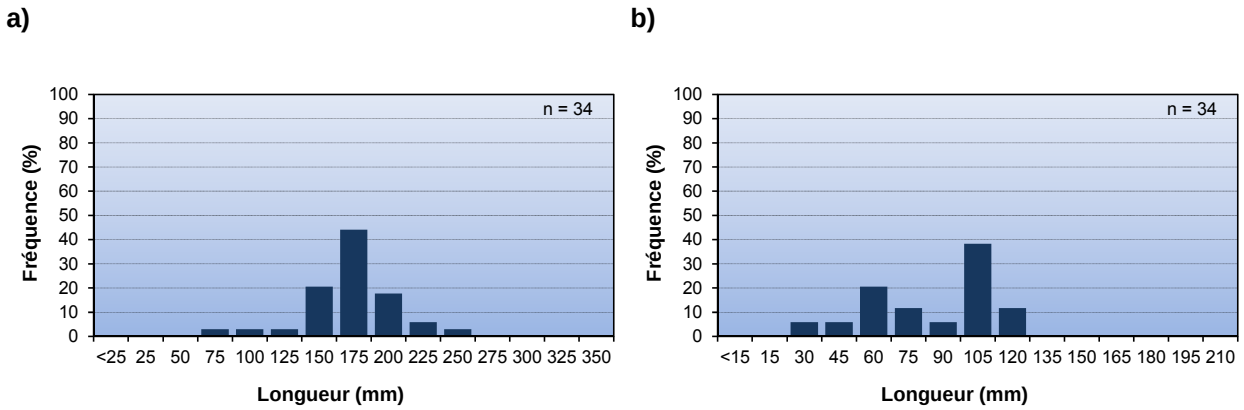


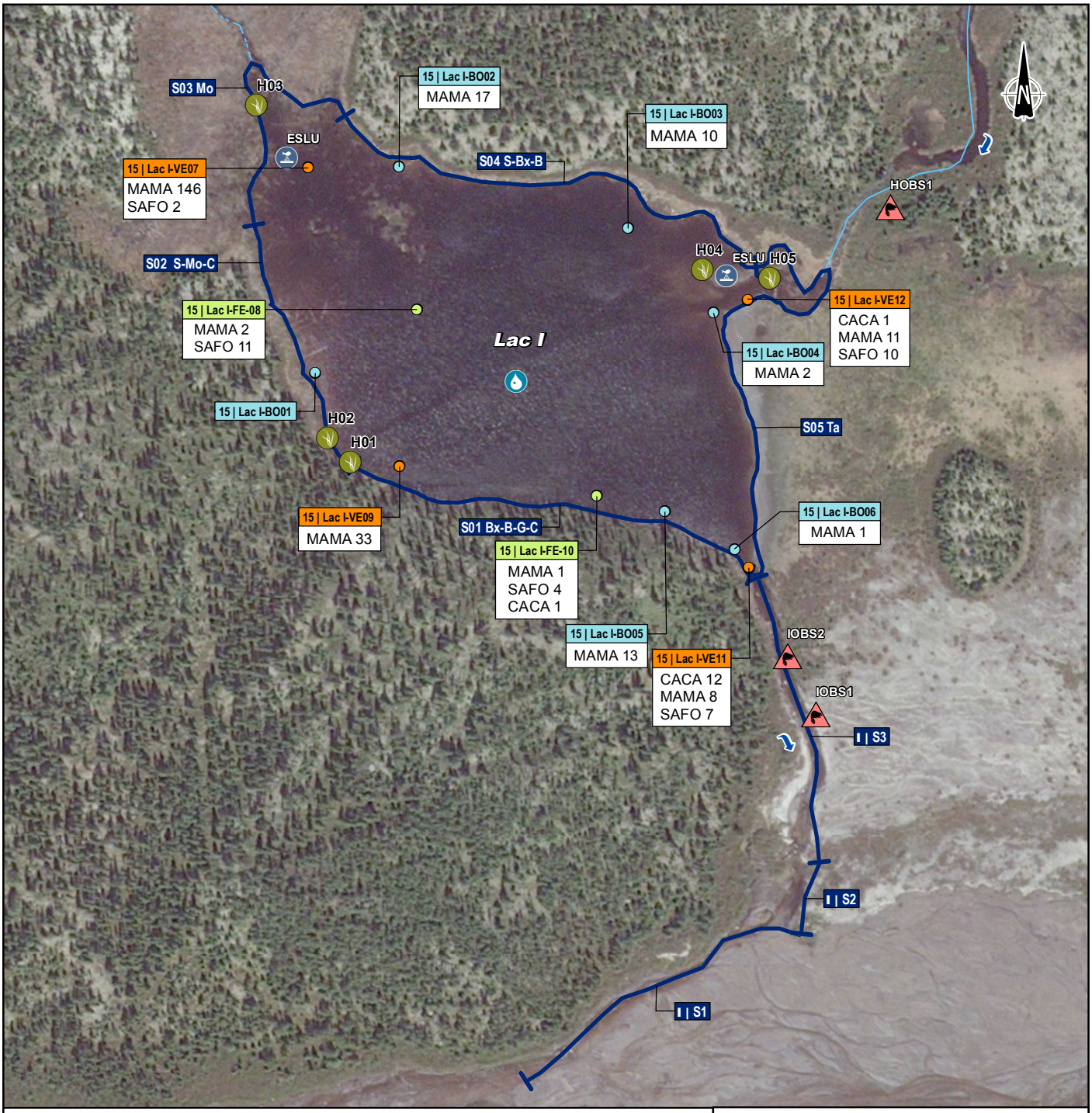
Figure 5-15. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac I

Émissaire du lac I

L'émissaire du lac I s'écoule principalement en chenal lentique (photos 50 et 51). Une courte portion est caractérisée par un faciès d'écoulement de type seuil. Le cours d'eau présente un substrat dominé par les résidus miniers avec présence de blocs. Des herbiers composés de rubaniers sont présents dans plusieurs portions du cours d'eau. Les rives présentent des signes d'érosion étant donné l'instabilité causée par la présence de résidus miniers. La rive gauche présente une section presque totalement dépourvue de végétation. La largeur du cours d'eau représente environ 5 à 7 m alors que la profondeur moyenne varie entre 0,25 et 0,4 m. Deux barrages de castor jugés franchissables sont présents dans la portion amont de l'émissaire. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 50. Jonction de l'émissaire du lac I avec l'émissaire du lac Jeannine (vue aérienne)

Photo 51. Émissaire du lac I (vue aérienne)



Caractéristique de l'habitat

- Herbier aquatique
- Frayère potentielle
- Barrage de castor

Segmentation

- Limite des segments

D | S2 | Mo-Bx

- Substrat
- Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Substrat

Bx	Bloc métrique
B	Bloc (> 250 mm)
G	Galet (80 à 250 mm)
C	Cailloux (40 à 80 mm)
Mo	Matière organique
Ta	Tailing (Stérile, résidus miniers)

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01
SAFO 1

- Année, lac et type d'engin
- Numéro de l'engin
- Nombre de spécimens capturé
- Espèce de poisson

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Espèce

CACA	Meunier rouge
MAMA	Mulet perlé
SAFO	Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

- Station de mesure *(in situ)*

Type d'écoulement

- Intermittent
- Permanent
- Sens d'écoulement

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac I

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-10_LacI_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 2 500

0 25 50 75 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-10

Janvier 2018

wsp

5.9.10 LAC L

Le lac L est un lac de tête situé à l'ouest du lac J et qui s'écoule vers l'ouest dans l'émissaire du lac Jeannine.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac L est un petit plan d'eau qui couvre une superficie de 1,4 ha sur une longueur d'environ 0,2 km. Ce plan d'eau est peu profond avec une profondeur moyenne de 1,0 m et une profondeur maximale de 2,7 m (tableau 5-18; carte 5-11).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,3, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 1,2 indique que le lac est de forme légèrement concave, ce qui est également peu favorable à la productivité biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en août 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi était de 2,6 m, soit l'équivalent de la profondeur maximale. Le pH mesuré en surface était de 7,0, ce qui est similaire comparativement à d'autres plans d'eau du secteur. La conductivité mesurée était de 26,7 µS/cm. Étant donné la faible profondeur du plan d'eau, le lac ne présentait pas de stratification thermique. L'oxygène dissous variait entre 8,9 et 8,5 mg/L entre la surface et une profondeur de 2,5 m. La température variait très peu entre la surface et le fond de l'eau avec des mesures variant entre 18,4 et 18,8 °C.

Tableau 5-18. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac L

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	1,4	
Périmètre (km)	0,6	
Volume (m³)	22 006	
Profondeur maximale (m)	2,7	
Profondeur moyenne (m)	1,0	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,3	
Indice de développement du volume (D_V)	1,2	
Tributaires/émissaires	0/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 14 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 26,7
Température de l'eau (°C) : 18,80		pH : 7,00
Oxygène dissous (mg/L) : 8,90		Transparence de l'eau (m) : 2,60

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

La rive du lac L est très faible près de son exutoire vers le tributaire T1. Cette portion représente essentiellement un milieu humide rattaché directement au plan d'eau où le substrat est dominé par les résidus miniers. Ailleurs dans le plan d'eau, la pente de la rive et de la benne est moyenne avec la présence de matière organique, de blocs et de sable. Plusieurs îlots de végétation sont présents dans ce plan d'eau. Un herbier recouvre une bande d'environ 5 m sur la rive du lac.

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 1 nuit-filet, 1 nuit-verveux et 2 nuits-bourolle a été déployé au lac L (tableau 5-19; annexe D).

Une seule espèce de poisson a été capturée, soit le mulet perlé. Les rendements de pêche représentent 3 captures par nuit-filet, 580 captures par nuit-verveux et 12,5 captures par nuit-bourolle.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 1 494 g. Le plus petit spécimen mesurait 27 mm et le plus grand 123 mm, pour une moyenne de 79,4 mm. La distribution de fréquence de taille pour le mulet perlé est présentée à la figure 5-16. L'indice de condition de Fulton pour le mulet perlé était de 0,97, ce qui est relativement élevé comparativement aux autres populations de cette espèce que l'on retrouve dans le secteur.

L'absence de compétition ou de prédation pour cette espèce pourrait expliquer la raison pour laquelle on retrouve une forte population en bonne condition.

Tableau 5-19. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac L

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	1	MAMA	3	45	3,0	44,8
Verveux	1	MAMA	580	1363	580,0	1 363,1
Bourolle	2	MAMA	25	86	12,5	43,05

	MAMA						
Longueur moy. (mm; é.-t.)	79,4						
	(27,4)						
Longueur minimale (mm)	27						
Longueur maximale (mm)	123						
Masse moy. (g; é.-t.)	6,8						
	(6,3)						
Masse minimale (g)	0,5						
Masse maximale (g)	(18,9)						
Fulton moyen	0,97						
	(0,14)						
Ratio (mâle/femelle)	-						

[a] *MAMA : mulet perlé*

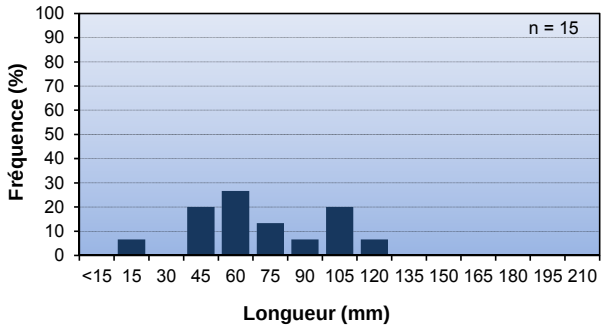


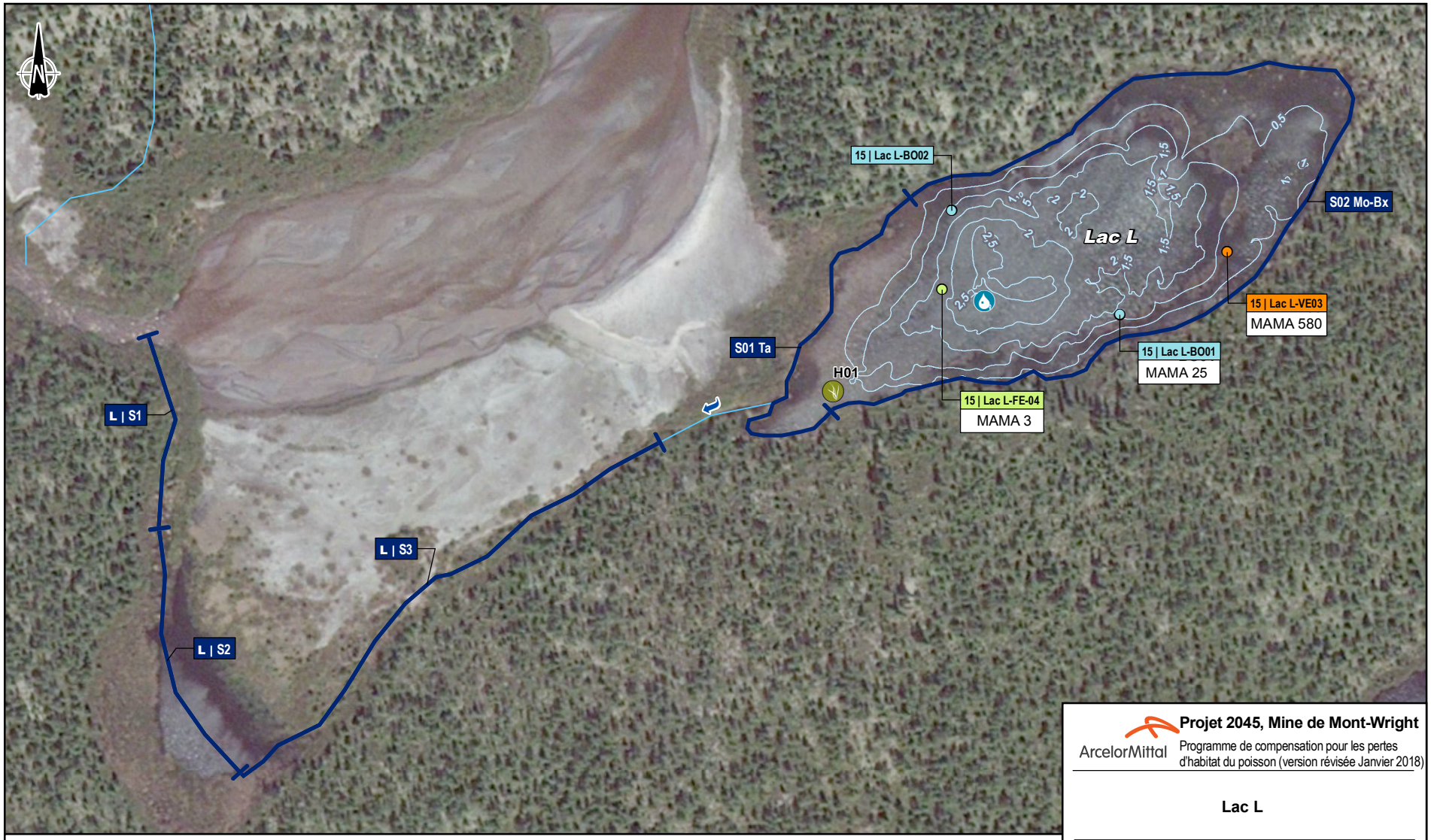
Figure 5-16. Distribution de fréquence de taille pour le mulet perlé au lac L

Émissaire du lac L

Le faciès d'écoulement de l'émissaire du lac L est constitué principalement d'un chenal lentique variant entre 0,5 et 0,75 m de largeur entrecoupé d'un bassin recouvert de végétation (cypéracée) d'une largeur d'environ 20 m. Le substrat du cours d'eau est dominé essentiellement par les résidus miniers. Le bassin retrouvé dans le segment S2 pourrait représenter une frayère potentielle à grand brochet puisque la présence de végétation (élodée) a été observée à plusieurs endroits dans ce secteur, toutefois aucune capture de cette espèce n'a été effectuée sur l'ensemble du bassin versant (photo 52). La végétation recouvre presque entièrement le segment en amont du bassin près de l'exutoire du lac L (photo 53).

Photo 52. Émissaire du lac L (vue aérienne du bassin de la portion aval; segments S1 et S2)

Photo 53. Cours d'eau recouvert de végétation aquatique dans le segment S3



Type d'écoulement

- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Isobathe (m)
- Herbier aquatique

Segmentation

D | S2 | Mo-Bx
- Substrat
- Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Substrat

Bx	Bloc métrique
Mo	Matière organique
Ta	Tailing (Stérile, résidus miniers)

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01
- Année, lac et type d'engin
- Numéro de l'engin

Engin de pêche

- Bourolle (BO)
- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Espèce

MAMA Mulet perlé

Physicochimie de l'eau

Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac L

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-11_LacL_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 2 000

0 20 40 60 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-11

Janvier 2018

wsp

5.9.11 LAC N

Le lac N est situé au sud-ouest du lac M et s'écoule vers l'ouest dans le lac O. Il est alimenté par l'émissaire du lac M.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac N est un petit plan d'eau représentant un élargissement du cours d'eau rejoignant le lac O. Il couvre une superficie de 0,7 ha sur une longueur d'environ 0,2 km. Ce plan d'eau est peu profond avec une profondeur moyenne de 0,7 m et une profondeur maximale de 1,4 m (tableau 5-20; carte 5-12).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,5, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 1,5 indique que le lac est de forme concave, ce qui est également peu favorable à la productivité biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en juillet 2015, la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi équivalait à la profondeur maximale, soit 1,4 m. Le pH mesuré en surface était de 5,7, ce qui est relativement faible comparativement à d'autres plans d'eau du secteur qui ont présenté un pH légèrement acide. La conductivité mesurée était de 21,7 µS/cm et l'oxygène dissous était au-dessus de 8,5 mg/L en surface.

Tableau 5-20. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac N

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	0,7	
Périmètre (km)	0,4	
Volume (m³)	6 807	
Profondeur maximale (m)	1,4	
Profondeur moyenne (m)	0,7	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,5	
Indice de développement du volume (D_V)	1,5	
Tributaires/émissaires	1/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 17 juillet 2015		Conductivité (µS/cm) : 21,7
Température de l'eau (°C) : 14,20		pH : 5,70
Oxygène dissous (mg/L) : 8,70		Transparence de l'eau (m) : 1,40

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES

Un large herbier couvrant les premiers mètres de la rive a été observé sur le pourtour du lac N, principalement en rives sud et nord-est dans le lac N. L'herbier était composé par le carex *sp.*, le potamot *sp.* et le nénuphar *sp.* Un tapis flottant d'éricacées a également été observé sur ce plan d'eau. La faible pente de la rive est uniforme sur le pourtour du lac et le substrat est composé presque exclusivement de matière organique (95 %) avec présence de blocs (5 %).

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 1 nuit-filet et 2 nuits-verveux a été déployé au lac N (tableau 5-21; annexe D).

Tout comme le lac M plus en amont, deux espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (3,0 %) et le mulet perlé (97,0 %). Les rendements de pêche représentent 12 captures par nuit-filet et 164 captures par nuit-verveux.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 2 462 g et elle provient à plus de 62 % des mulets perlé capturés. Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 0,94, ce qui est similaire aux autres plans d'eau du secteur. Le plus petit spécimen mesurait 140 mm et le plus long 292 mm, pour une moyenne de 197,3 mm. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 36 mm et le plus grand 115 mm, pour une moyenne de 66,5 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine et le mulet perlé est présentée à la figure 5-17.

Globalement, l'omble de fontaine est relativement en bonne condition dans le lac N comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. La population dans le plan d'eau est modérément abondante par rapport à la superficie du plan d'eau avec un CPUE de 11 dans les filets maillants. Selon les résultats obtenus, la population du lac N est similaire à celle qui a été observée dans le lac M. La faible profondeur d'eau et l'absence de fosse limitent actuellement la productivité de ce plan d'eau.

Tableau 5-21. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac N

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	1	MAMA	1	14	1,0	14,1
		SAFO	11	942	11,0	942,2
		Total	**12**	**956**	**12,0**	**956,3**
Verveux	2	MAMA	328	1 506	164,0	753,0

	MAMA	SAFO					
Longueur moy. (mm; é.-t.)	66,5	197,3					
	(19,9)	(46,0)					
Longueur minimale (mm)	36	140					
Longueur maximale (mm)	115	292					
Masse moy. (g; é.-t.)	3,2	85,7					
	(2,7)	(71,2)					
Masse minimale (g)	0,5	24,2					
Masse maximale (g)	14,1	270,0					
Fulton moyen	0,94	0,94					
	(0,31)	(0,11)					
Ratio (mâle/femelle)		27%					

[a] *MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

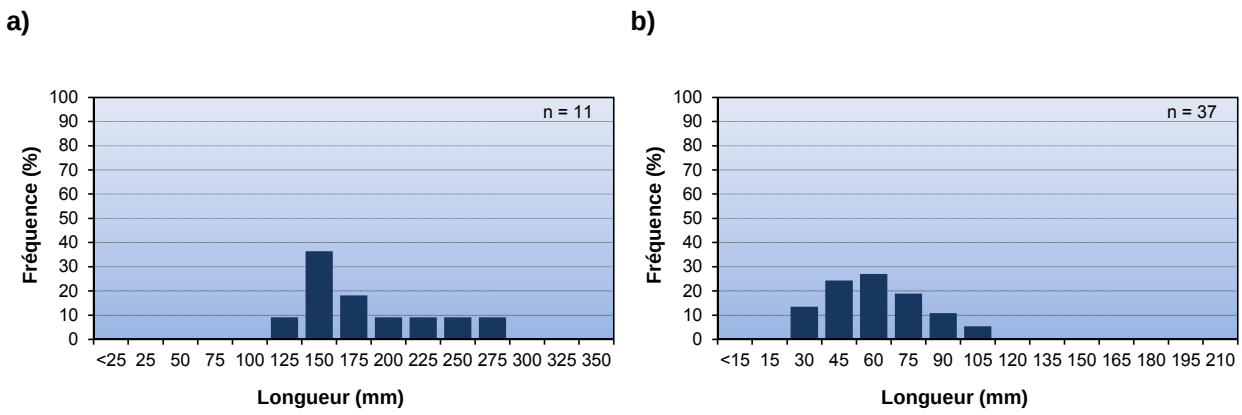


Figure 5-17. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac N

Émissaire du lac N

L'émissaire du lac N présente un réseau de petits chenaux lentiques sur une largeur d'environ 40 m. Cet émissaire représente essentiellement une zone inondée et s'apparente davantage à un marais principalement dans la portion amont (photos 54 et 55). Le chenal principal ne présente pas d'obstacles à la circulation du poisson. Il présente une largeur d'environ 4 m avec une profondeur moyenne de 0,3 m. Le substrat du cours d'eau est composé exclusivement de résidus miniers. C'est d'ailleurs un dépôt de ces résidus qui a favorisé le rehaussement du niveau d'eau entre le lac N et le lac O. Aucun site de fraie potentiel n'a été observé.

Photo 54. Écoulement diffus en plusieurs chenaux

Photo 55. Écoulement diffus en plusieurs chenaux s'apparentant à un marais à partir du lac N

Type d'écoulement

Permanent

Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

Isobathe (m)

Herbier aquatique

Segmentation

Limite des segments

D | S2 | Mo-Bx

Substrat

Numéro du segment

Nom du cours d'eau

Substrat

B Bloc (> 250 mm)

Mo Matière organique

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01

SAFO 1

Année, lac et type d'engin

Numéro de l'engin

Nombre de spécimens capturé

Espèce de poisson

Engin de pêche

Filet (FE)

Verveux (VE)

Espèce

MAMA Mulet perlé

SAFO Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac N

Sources :

CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010

Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-12_LacN_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 2 200

0 22 44 66 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-12

Janvier 2018

5.9.12 LAC O

Le lac O est situé au sud-ouest du lac N et s'écoule vers le sud. Il est alimenté par l'émissaire du lac N. Depuis les 20 dernières années, une accumulation de sédiments provenant de l'émissaire du lac Jeannine a été constatée sur la portion nord du plan d'eau. Cette accumulation de sédiments a considérablement modifié l'écoulement de ce plan d'eau qui est passé d'un exutoire se dirigeant vers le nord vers l'émissaire du lac Jeannine à un exutoire s'écoulant vers le sud.

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES

Le lac O couvre une superficie de 9,8 ha sur une longueur d'environ 0,5 km. Ce plan d'eau est relativement peu profond avec une profondeur moyenne de 1,3 m et une profondeur maximale de 5,4 m (tableau 5-22; carte 5-13).

L'indice de développement des rives (D_L) s'élève à 1,7, ce qui indique que les rives sont relativement peu découpées et que le plan d'eau offre un faible potentiel de production biologique. L'indice de développement du volume (D_V) de 0,7 indique que le lac est de forme légèrement convexe, ce qui est davantage favorable à la productivité biologique.

Au moment de l'inventaire réalisé en juillet 2015, le pH mesuré en surface était de 6,98, ce qui est similaire comparativement à d'autres plans d'eau du secteur. La conductivité mesurée était de 31 µS/cm. Le lac présentait une stratification thermique avec une thermocline estimée à une profondeur entre 2 et 3 m. L'oxygène dissous en surface était de 8,46 mg/L et diminuait rapidement en fonction de la profondeur. À environ 4 m de profondeur, l'oxygène dissous atteignait 1,64 mg/L (figure 5-18). La température présentait une différence d'environ 7 °C entre la surface et le fond de l'eau à 5 m.

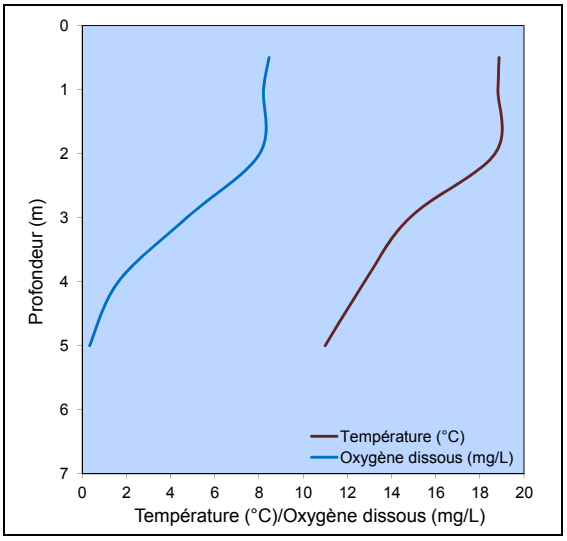


Figure 5-18. Profil de température et d'oxygène dissous au lac O

Tableau 5-22. Caractéristiques morphométriques et physicochimiques du lac O

Caractéristiques morphométriques		
Superficie (ha)	9,8	
Périmètre (km)	1,9	
Volume (m³)	397 636	
Profondeur maximale (m)	5,4	
Profondeur moyenne (m)	1,3	
Indice de développement du littoral (D_L)	1,7	
Indice de développement du volume (D_V)	0,7	
Tributaires/émissaires	1/1	
Caractéristiques physicochimiques de l'eau en surface		
Date : 15 août 2015		Conductivité (µS/cm) : 31
Température de l'eau (°C) : 18,87		pH : 6,98
Oxygène dissous (mg/L) : 8,46		Transparence de l'eau (m) : non disponible

CARACTÉRISTIQUES ICHTYOLOGIQUES ET HABITAT

Une large portion du plan d'eau est en processus d'eutrophisation dans la portion nord. À cet endroit, le plan d'eau est fortement marécageux, probablement en raison d'un lien hydrique coupé conséquemment à l'accumulation de sédiments provenant de l'ancien site minier. Les pentes de la rive du plan d'eau varient de faible à moyen et le substrat est fortement dominé par la matière organique. La beine présente quant à elle une pente faible à très faible et est majoritairement dominée par les résidus miniers avec présence de matière organique. Dans l'herbier au sud et celui retrouvé dans la baie au nord, des frayères potentielles à grand brochet ont été observées, toutefois aucune capture de cette espèce n'a été effectuée sur l'ensemble du bassin versant.

Lors des travaux d'inventaire réalisés à l'été 2015, un effort de pêche représentant 2 nuits-filet et 4 nuits-verveux a été déployé au lac O (tableau 5-23; annexe D).

Tout comme les lacs M et N plus en amont, deux espèces de poissons ont été capturées, soit l'omble de fontaine (< 1,0 %) et le mulet perlé (99,9 %). Les rendements de pêche représentent 6,5 captures par nuit-filet et 1 318 captures par nuit-verveux.

Au total, la biomasse de poissons capturés sur ce plan d'eau s'élève à 7 012 g et elle provient à plus de 77 % des mulets perlés capturés. Les ombles de fontaine capturés présentaient un indice de condition moyen de 1,01, ce qui est relativement élevé comparativement aux autres plans d'eau du secteur. Le plus petit spécimen mesurait 154 mm et le plus long 406 mm, pour une moyenne de 263,6 mm. Le poids moyen des spécimens est également le plus élevé de tous les plans d'eau étudiés dans le secteur avec une moyenne de 242,1 g comparativement à une moyenne variant entre 39,4 et 188,1 g pour les autres plans d'eau. En ce qui a trait au mulet perlé, le plus petit spécimen mesurait 48 mm et le plus grand 126 mm, pour une moyenne de 79,9 mm. La distribution de fréquence de taille pour l'omble de fontaine et le mulet perlé est présentée à la figure 5-19.

Globalement, l'omble de fontaine est en très bonne condition dans le lac O comme le démontre son indice de condition de Fulton moyen. Par contre, la population dans le plan d'eau est peu abondante par rapport à la

superficie du plan d'eau avec un CPUE de seulement 6,5 dans les filets maillants. Plusieurs gros individus (> 300 mm) ont été capturés dans le lac suggérant que le recrutement est faible dans ce plan d'eau en raison de l'absence de site de fraie convenable ou que les ressources alimentaires sont abondantes. La forte population de mulet perlé dans le lac pourrait être liée à la présence de la zone marécageuse procurant un refuge aux jeunes poissons et à l'absence de prédateur dans ce plan d'eau.

Tableau 5-23. Effort de pêche, rendement et caractéristiques sommaires des poissons capturés au lac O

Engin de pêche	Effort (nuit-engin)	Espèce[a]	Nombre	Biomasse (g)	CPUE	BPUE
Filet maillant	2	SAFO	13	3 147	6,5	1 573
		Total	**13**	**3 147**	**6,5**	**1 573**
Verveux	4	MAMA	5 273	21 757	1318	5 439
		Total	**5 273**	**21 757**	**1 318**	**5 439**

	MAMA	SAFO					
Longueur moy. (mm; é.-t.)	79,9	263,6					
	(17,3)	(84,2)					
Longueur minimale (mm)	48	154					
Longueur maximale (mm)	126	406					
Masse moy. (g; é.-t.)	4,6	242,1					
	(3,1)	(204,5)					
Masse minimale (g)	1,5	31,7					
Masse maximale (g)	20,0	631,5					
Fulton moyen	0,86	1,01					
	(0,23)	(0,09)					
Équation Masse-Longueur							
Ratio (mâle/femelle)	-	38 %					

[a] *MAMA : mulet perlé; SAFO : omble de fontaine*

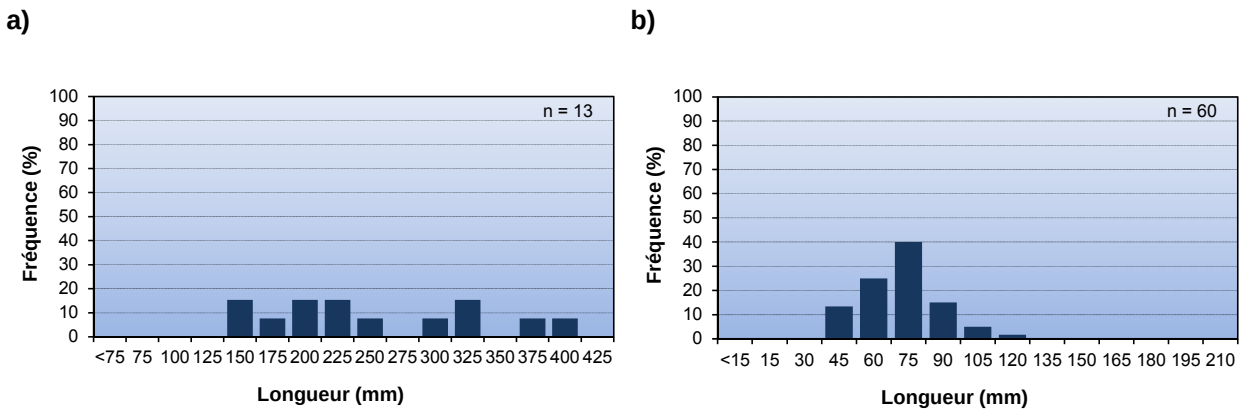
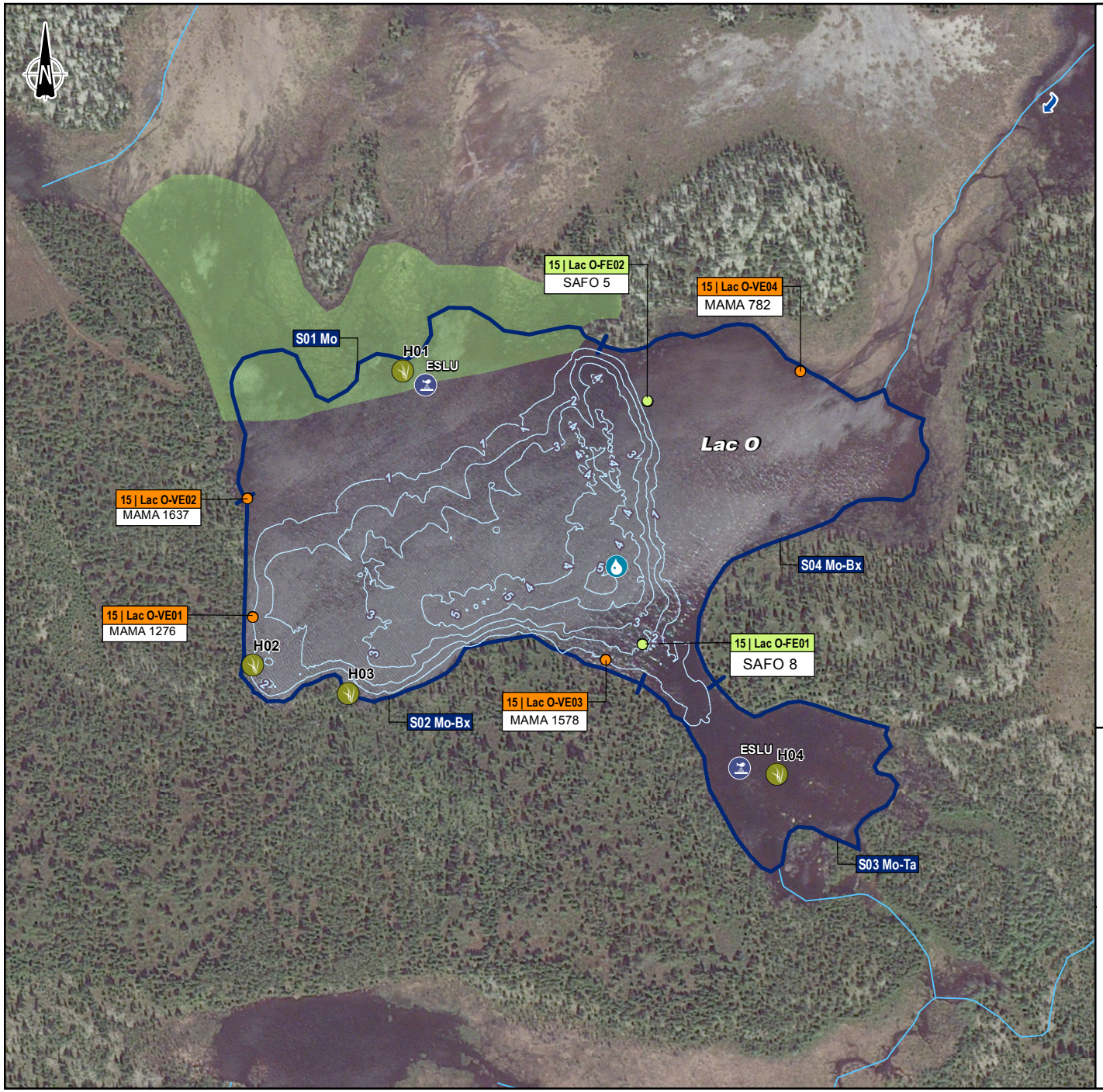


Figure 5-19. Distribution de fréquence de taille pour a) l'omble de fontaine et b) le mulet perlé au lac O



Type d'écoulement

- Permanent
- Sens d'écoulement

Caractéristique de l'habitat

- Isobathe (m)
- Herbier aquatique
- Frayère potentielle

Segmentation

- Limite des segments

D | S2 | Mo-Bx

- Substrat
- Numéro du segment
- Nom du cours d'eau

Substrat

B Bloc (> 250 mm)
Mo Matière organique
Ta Tailing (stérile, résidus miniers)

Station d'échantillonnage

15 | L01-PE01
SAFO 1

- Année, lac et type d'engin
- Numéro de l'engin
- Nombre de spécimens capturé
- Espèce de poisson

Engin de pêche

- Filet (FE)
- Verveux (VE)

Espèce

MAMA Mulet perlé
SAFO Omble de fontaine

Physicochimie de l'eau

- Station de mesure *(in situ)*

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson (version révisée Janvier 2018)

Lac O

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP

Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c5-13_LacO_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 4 000

0 40 80 120 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 5-13

Janvier 2018

wsp

5.9.13 LACS A ET C (ÉMISSAIRES)

Les émissaires de quelques plans d'eau ont été survolés en hélicoptère afin d'obtenir un portrait global et de pouvoir les caractériser sommairement. Ces cours d'eau s'écoulent généralement en méandres dans des milieux relativement tourbeux. Le substrat se caractérise généralement par la forte présence de résidus miniers.

Émissaires des lacs A et C

Ces deux cours d'eau sont localisés en amont de l'ancien site minier et ne présentent donc pas d'accumulation de résidus miniers (photos 56 et 57). L'émissaire du lac A s'écoule dans un milieu forestier et présente un large bassin avant de rejoindre le tributaire T1. L'émissaire du lac C s'écoule en méandres dans un milieu tourbeux. La végétation aquatique est présente à plusieurs endroits dans ce cours d'eau.

Photo 56. Émissaire du lac du A (vue aérienne)

Photo 57. Émissaire du lac du C (vue aérienne)

5.9.14 PÊCHES ÉLECTRIQUES

Un total de 10 stations de pêches électriques ont été réalisées au cours de l'été 2015. L'efficacité moyenne à la première passe par la pêche électrique s'est élevée à 50,2 %. Les densités calculées pour l'omble de fontaine varient selon les secteurs entre 0 et 0,23 individu par m² (tableau 5-24). Les secteurs ayant présenté les plus fortes densités se situent dans l'émissaire du lac Jeannine, particulièrement dans la section entre l'ancien parc à résidus et l'amont du lac du Gneiss Tacheté. Les densités obtenues pour l'omble de fontaine près du lac E sont de 0,14 individu par m². Les secteurs situés dans le tributaire T1 ont présenté des densités faibles allant de 0 à 0,06 individu par m². En aval du lac du Gneiss Tacheté, près du lac G et près du lac L, les densités observées étaient les plus faibles de la zone d'étude avec 0,02 à 0,04 individu par m².

Il est à noter que les stations dont la présence de meunier rouge a été observée sont celles qui ont obtenu les plus faibles densités d'omble de fontaine.

Tableau 5-24. Densité calculée selon les résultats de pêche électrique de 2015 dans le secteur du lac Jeannine

Station	Type	Superficie (m²)	Densité (ind./m²)[1]		
			CACA	SAFO	Total
PE01	Fermée	80	0,05	0,03	0,08
PE02	Fermée	80		0,23	0,24[2]
PE03	Fermée	200		0,04	0,07[2]
PE04	Fermée	100		0,14	0,14
PE05	Fermée	200	0,01	0,02	0,03
PE06	Fermée	100	0,02	0,02	0,04
PE07	Ouverte	100	*0,04*	*0,04*	*0,08*
PE08	Ouverte	100		*0,14*	*0,14*
PE09	Ouverte	100			
PE10	Ouverte	100		*0,06*	*0,06*
Moyenne			**0,03**	**0,08**	**0,02**

* *En caractère italique souligné, les densités ont été calculées en utilisant l'efficacité à la première passe des stations fermées.*

[1] *CACA : meunier rouge; SAFO : omble de fontaine*

[2] *Inclut également les individus échappés et non identifiés*

6 PROPOSITION D'AMÉNAGEMENT AU SITE MINIER DU LAC JEANNINE

L'ensemble du concept proposé pour le site minier vise une approche globale afin de restaurer le parc à résidus et compenser les pertes associées au projet de Mont-Wright concernant l'habitat du poisson et les milieux humides. Les travaux proposés sont localisés entre le site minier et la route 389.

Le premier objectif est d'empêcher que les résidus miniers du parc ne puissent continuer à s'éroder et à migrer vers les cours d'eau et plans d'eau avoisinants. Lorsque le parc à résidus sera stabilisé, il est prévu de restaurer l'émissaire du lac Jeannine et de rehausser le niveau d'eau dans la série de lacs (maintenant comblés) en aval du parc, afin de permettre dans un premier temps la franchissabilité par le poisson et également de pouvoir recréer des écosystèmes stables et productifs par la restauration des habitats aquatiques et des milieux humides. À proximité de la route 389, au nord de cette dernière, il est proposé de créer un lac d'environ 70 ha.

Pour atteindre ces objectifs, la séquence des travaux devra être exécutée de l'amont vers l'aval et les interventions proposées sont les suivantes :

- volet initial - stabilisation du parc à résidus, dans les portions propices à l'érosion, et végétalisation du parc à résidus dans son ensemble;
- volet 1 - restauration d'un tronçon de 968 m de l'émissaire du lac Jeannine (la portion qui s'écoule sous le parc à résidus et la halde à stériles);
- volet 2 - aménagement de 18 seuils entre le parc à résidus et la route 389;
- volet 3 - aménagement de quatre ouvrages de retenue afin de rehausser le niveau d'eau en amont de la route 389 et ainsi créer un lac de 70 ha et aménagement d'une rampe de montaison.

Les sections qui suivent décrivent ces interventions.

6.1 VOLET INITIAL – STABILISATION ET VÉGÉTALISATION DU PARC À RÉSIDUS

De façon générale, la stabilisation et la végétalisation du parc à résidus ne représentent pas une compensation directe de l'habitat du poisson. Cependant, dans le contexte de ce projet il s'agit d'une activité pivot nécessaire à la réussite des autres aménagements projetés. La problématique principale qui réside dans l'instabilité des pentes du parc à résidus miniers est liée à la mise en suspension de particules et la dynamique sédimentaire dans l'émissaire du lac Jeannine.

6.1.1 STABILISATION DE LA SURFACE DU PARC À RÉSIDUS MINIERS ET GESTION DES EAUX DE SURFACE

Afin de contrer l'érosion des pentes et talus du parc à résidus miniers de l'ancienne mine Gagnon, un enrochement sera mis en place de façon stratégique. L'empierrement, représentant une superficie de près de 9,4 ha, sera mis en place spécifiquement dans les secteurs où de l'érosion hydrique est actuellement observée et où la pente des talus est considérée comme étant instable. Sur la pente du dôme de résidus miniers, les travaux de stabilisation permettront de diffuser l'écoulement des eaux de surface et d'en diminuer la vitesse d'écoulement. Les andains de pierre seront localisés stratégiquement sur les pentes afin de réduire le potentiel d'érosion hydrique, la formation de sillons d'érosion et pour limiter la progression des ravinements

actuellement présents sur le dôme de résidus miniers. De plus, afin d'éradiquer l'érosion fluviatile en pied de talus du dôme de résidus miniers par l'émissaire du lac Jeannine, de l'empierrement sera aussi disposé stratégiquement le long du cours d'eau. Les matériaux seront principalement disposés où l'érosion augmente significativement la pente du talus et où des signes d'instabilité sont visibles.

L'utilisation de l'enrochement, tel que préconisé et suggéré, permettra :

- d'arrêter l'érosion des talus en pied de pente;
- de réduire la quantité de particules mises en suspension dans les cours d'eau;
- de réduire la vitesse d'écoulement des eaux de surface, diminuant ainsi le potentiel de ravinement en surface du parc à résidus miniers et;
- d'assurer que l'eau de surface présente un écoulement diffus et non concentré à des endroits spécifiques.

Il est prévu de construire un chemin d'accès sur le parc à résidus miniers qui sera utilisé lors de la mise en place de l'empierrement de protection contre l'érosion et la construction du fossé de collecte des eaux de surface (annexe C). La construction d'un tel chemin est suggérée afin de :

- réduire les risques de mise en suspension (air et eau) de résidus miniers durant les travaux;
- limiter la dégradation de la surface végétalisée du parc à résidus miniers étant donné que la circulation des camions devra y être restreinte;
- limiter la compaction de la surface du parc à résidus et par le fait même freiner les vitesses d'écoulement.

Actuellement, il est prévu que les pentes et talus du parc à résidus, qui présentent une inclinaison supérieure à 3H : 1V, soit 18 degrés, seront empierrées, car il est considéré que celles-ci montrent un risque d'érosion accru et que les travaux de végétalisation y seront plus complexes et ardus avec une possibilité de réussite plus limitée. Cette inclinaison a été sélectionnée, car selon notre expérience avec de tels matériaux, une telle inclinaison assurera une stabilité à long terme des secteurs stabilisés et il est considéré qu'une pente plus abrupte pourrait présenter une complexité accrue de construction. Une pente plus douce représente des coûts non justifiés. Cependant, il est à noter que lors de l'ingénierie détaillée des travaux de stabilisation, des analyses seront réalisées afin d'établir la stabilité des talus et des pentes plus abruptes pourraient être identifiées comme étant adéquates. Effectivement, tel qu'il est possible de le constater sur le terrain, les pentes des haldes de stériles miniers localisées en amont du dôme de résidus présentent des pentes de talus de loin supérieures à 18 degrés, et ce, sans évidences marquées d'instabilités majeures. Ces observations suggèrent que l'angle de friction interne entre les blocs de stériles miniers est relativement élevé, ce qui permettrait d'augmenter la pente des empierrements.

De plus, un fossé empierré, d'une longueur approximative de 2 000 m avec une pente longitudinale variable de 0,5 à 5,4 %, sera mis en place sur le parc à résidus miniers. Ce fossé captera et redirigera l'eau de surface s'écoulant sur le dôme vers l'extrémité est du parc à résidus miniers, soit vers le tributaire T1. L'exutoire de ce fossé sera protégé contre l'érosion et un bassin de dissipation d'énergie sera construit. La section de ce fossé est actuellement de 1 m de large avec des pentes de 1,5H : 1V. La profondeur du fossé est variable et est en fonction du tracé et du profil longitudinal utilisé. Il est à noter que cette section devra être validée lors d'étapes d'ingénierie subséquentes suite à une conception détaillée incluant les résultats de l'étude hydrologique.

Suite à l'analyse de la nocivité des matériaux granulaires présents à l'ancien site minier du lac Jeannine, Environnement Canada a autorisé l'utilisation des roches stériles et des résidus miniers pour effectuer différentes interventions, dont notamment la stabilisation du parc à résidus (annexe E). Il est donc considéré que les matériaux de construction qui seront utilisés pour empierrer le fossé de dérivation des eaux de surface, le chemin d'accès et les bermes de diffusion proviendront des stériles excavés et tamisés sur place. Dans l'éventualité où

les stériles et les résidus miniers ne conviennent pas aux besoins du projet, l'approvisionnement en sable et gravier proviendra d'un banc d'emprunt local.

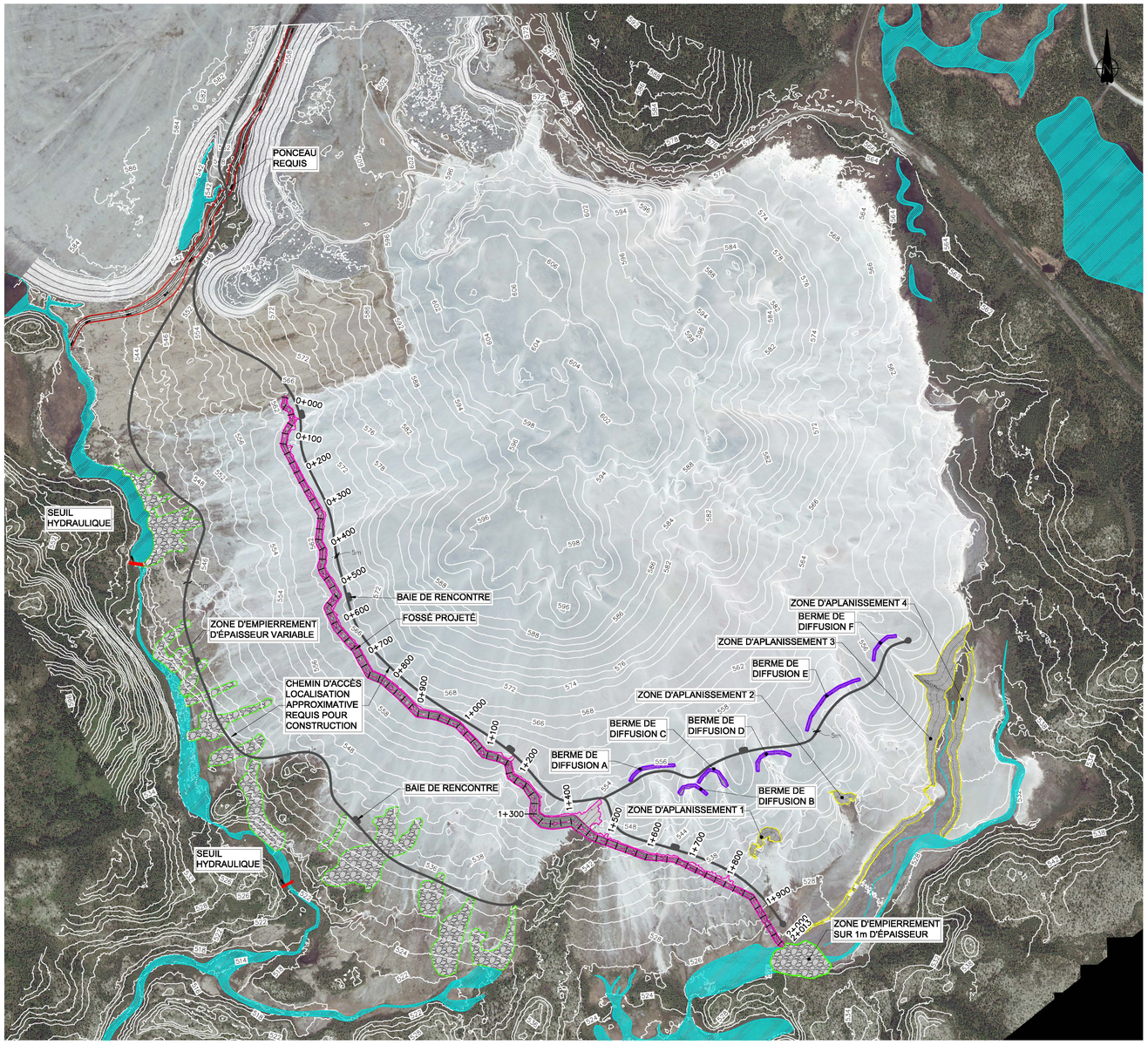
6.1.2 VÉGÉTALISATION DU PARC À RÉSIDUS

Le parc à résidus occupe une superficie d'environ 317 ha. Sur cette surface, il sera nécessaire de favoriser la mise en place de substrat organique nécessaire à l'implantation et la croissance de la végétation dans un intervalle relativement rapide. L'état de la surface va de l'absence totale de végétation sur sable très grossier jusqu'à la présence de mousses, lichens et arbustes épars qui ont réussi à s'adapter aux conditions climatiques rigoureuses qui sévissent sur le site une grande partie de l'année.

Le parc à résidus sera reboisé et un amendement sera incorporé au sol dans les sections problématiques, comme le bas de talus. Un programme de compensation est présentement élaboré pour les milieux humides et l'ensemble de la revégétalisation du parc à résidus y ait traité. Toutefois, les essences présentant le meilleur potentiel sont le pin gris et l'aulne rugueux ou crispé. Le pin gris a une grande capacité à s'implanter dans des milieux secs, sur des matériaux grossiers. Il s'agit d'une espèce de lumière, aux exigences nutritives modestes par rapport à d'autres espèces. L'espèce est présente sur les résidus miniers et elle s'implante naturellement sur le site.

Pour sa part, l'aulne rugueux et l'aulne crispé sont des espèces résistantes, fixatrices d'azote et qui poussent naturellement sous ces latitudes, tout comme le pin gris. Leur système racinaire développé contribue à la structure et la stabilité des sols (Knowlton et Dawson 1983). De plus, elles n'emmagasinent pas l'azote foliaire dans leurs organes vivaces une fois l'automne venu. Conséquemment, environ 45 % de l'azote fixé retourne à l'écosystème par le biais de la chute des feuilles (Huss-Danell 1997 *In* Bissonnette 2011). Les aulnes font d'excellents végétaux-compagnons qui permettent aux plantes qui les côtoient de croître plus rapidement. Pour cette raison, les aulnes sont souvent utilisés dans la remise en production de sites dégradés et sont un gage de succès. L'association du pin gris et de l'aulne en plantation peut accélérer la croissance de l'espèce résineuse qui va rapidement supplanter l'étage arbustif et former un nouveau couvert forestier sur le site minier. Le reboisement du parc à résidus s'effectuera selon une répartition équivalente entre le pin gris et l'aulne. La densité de plants n'est pas encore déterminée, mais il est prévu que l'aulne et le pin gris soient reboisés en quantité égale.

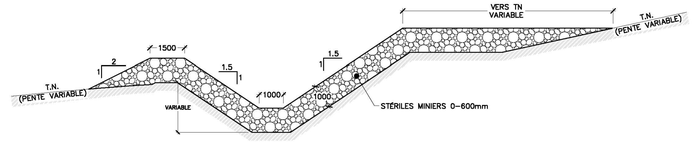
Les arbres coupés dans le cadre de l'aménagement du futur lac seront récupérés, déchiquetés et utilisés comme paillis pour la végétalisation du parc à résidus. L'ensemble de la matière organique (tourbe et humus) présente dans l'empreinte du lac, en périphérie des lacs existants, sera également récupéré et disposé sur le parc à résidus. À cet effet, des travaux ont été menés conjointement avec l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) afin de déterminer quel type d'amendement doit être privilégié sur un sol tel que celui de l'ancien site minier du lac Jeannine. Les résultats obtenus par l'équipe de l'UQAC (voir rapport intitulé « Survie et croissance de végétaux ligneux cultivés dans les résidus miniers provenant du parc du lac Jeannine et impacts des amendements sur les propriétés bio-physico-chimiques des substrats » à l'annexe F) indiquent que les résidus miniers amendés avec des biosolides de papetière ou de l'humus forestier (terre noire) ont généré des impacts bénéfiques globaux sur les propriétés bio-physico-chimiques des substrats. Toutefois, l'application de tourbe de sphaigne a généré des effets positifs non négligeables. À la lumière de ces résultats, il est envisagé de combiner la tourbe de sphaigne aux autres amendements de façon à favoriser le contenu en matière organique et en carbone actif. L'UQAC mentionne également que l'état initial des plants favorise vraisemblablement le succès d'une plantation.



PROFIL CENTRE FOSSÉ PROJETÉ

CHAÎNAGE 0+000 À 2+000

Échelle: H = 1:5000 / V = 1:1000



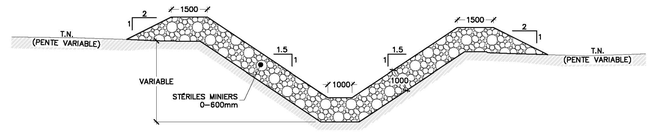
171-250

DÉTAIL TYPIQUE — 1

FOSSÉ PROJETÉ

0+000 @ 1+820

Échelle: Aucune



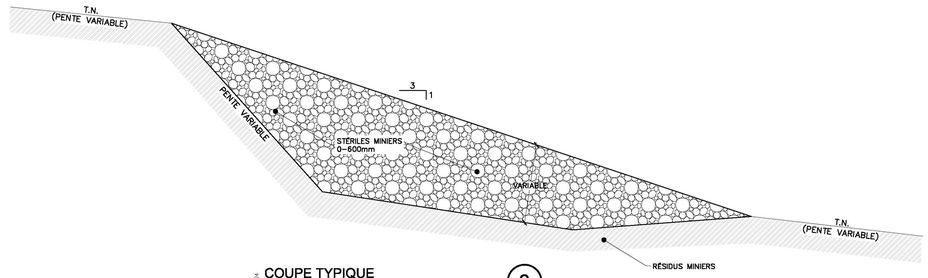
171-252

DÉTAIL TYPIQUE — 2

FOSSÉ PROJETÉ

1+820 @ 2+013

Échelle: Aucune

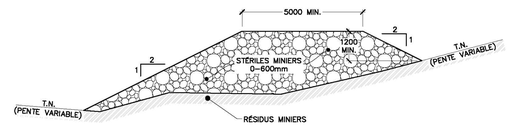


171-254

COUPE TYPIQUE — 3

ZONE D'APLANISSEMENT

Échelle: Aucune



171-253

DÉTAIL TYPIQUE — 4

CHEMIN D'ACCÈS ET BERME DE DIFFUSION

Échelle: Aucune

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
C	16-03-07	POUR RÉVISION	A.Ch.	J-F.S.
B	15-11-24	POUR RÉVISION	S.M.	J-F.S.
A	15-11-13	POUR RÉVISION	S.M.	J-F.S.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

CAHIER DES CHARGES No	N/A
DOSSIER ArcelorMittal No	N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : J-F. St-L.
No DU MEMBRE : 140 657
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-07

		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
	NOMS	
PROJETÉ PAR :	V. Fortin	16-03-07
DESSINÉ PAR :	A. Chamberland	16-03-07
VERIFIÉ PAR :	J-F. St-Laurent	16-03-07
APPROUVÉ PAR :	J-F. St-Laurent	16-03-07

WSP

ArcelorMittal

MINE DE MONT-WRIGHT

LAC JEANNINE

COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILLIEUX HUMIDES DU LAC JEANNINE

CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C001	C

PONCEAU REQUIS

SEUIL HYDRAULIQUE

ZONE D'EMPIERREMENT D'ÉPAISSEUR VARIABLE

CHEMIN D'ACCÈS LOCALISATION APPROXIMATIVE REQUIS POUR CONSTRUCTION

BAIE DE RENCONTRE

FOSSÉ PROJETÉ

0+000 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500 0+600 0+700 0+800 0+900 1+000 1+100 1+200 1+300 1+400 1+500 1+600 1+700 1+800 1+900 2+000

ZONE D'APLANISSEMENT 4

BERME DE DIFFUSION F

ZONE D'APLANISSEMENT 3

BERME DE DIFFUSION E

ZONE D'APLANISSEMENT 2

BERME DE DIFFUSION C

BERME DE DIFFUSION D

BERME DE DIFFUSION A

BERME DE DIFFUSION B

ZONE D'APLANISSEMENT 1

ZONE D'EMPIERREMENT SUR 1m D'ÉPAISSEUR

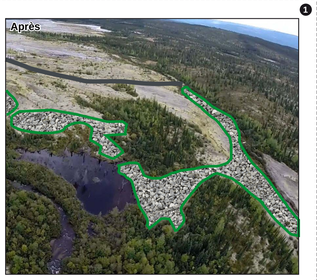
SEUIL HYDRAULIQUE

BAIE DE RENCONTRE

1

Avant

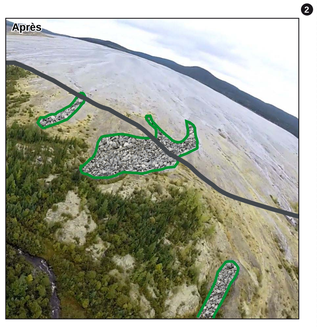
Après



2

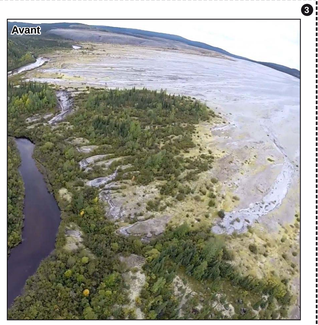
Avant

Après

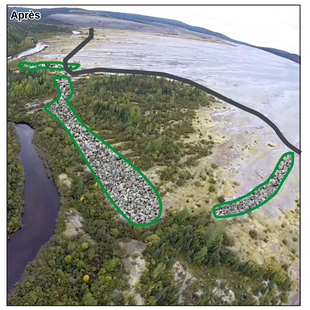


3

Avant



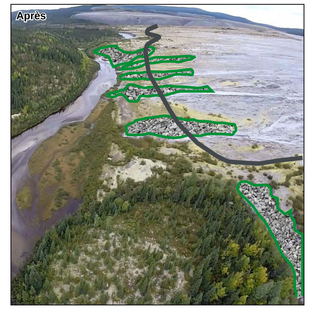
Après



4

Avant

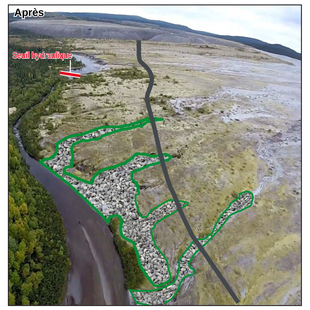
Après



5

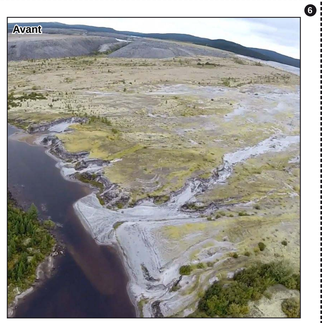
Avant

Après

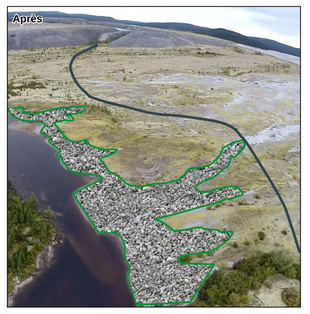


6

Avant



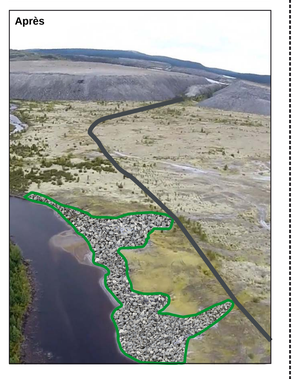
Après



7

Avant

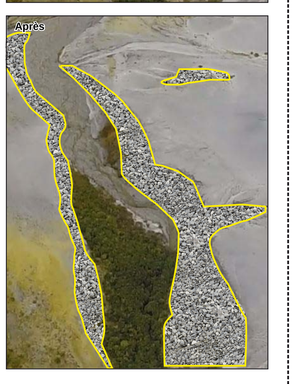
Après



8

Avant

Après



REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
C	16-03-07	POUR RÉVISION	A.Ch.	J-F.S.
B	15-11-24	POUR RÉVISION	S.M.	J-F.S.
A	15-11-13	POUR RÉVISION	S.M.	J-F.S.

CAHIER DES CHARGES No	N/A
DOSSIER ArcelorMittal No	N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : J-F. St-L
No DU MEMBRE : 140 657
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-07

		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
	NOMS	
PROJETE PAR :	V. Fortin	16-03-07
DESSINE PAR :	A. Chamberland	16-03-07
VERIFIE PAR :	J-F. St-Laurent	16-03-07
APPROUVE PAR :	J-F. St-Laurent	16-03-07

MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE

COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILLIEUX HUMIDES DU LAC JEANNINE

CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C002	C

141-15758_32_300_enrochement_wspq_160307.ai

6.2 VOLET 1 - RESTAURATION DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

Tel que mentionné, l'écoulement de l'émissaire du lac Jeannine est diffus à l'approche de la halde à stériles et demeure souterrain sur une portion de plusieurs centaines de mètres. Les conditions de l'habitat pour toutes les espèces de poissons sont actuellement considérées comme mauvaises ou détériorées, de telle sorte que ces zones présentent un important potentiel pour apporter des améliorations. Il est proposé de reconstituer et de restaurer son lit afin d'avoir un écoulement de surface sur toute sa longueur et permettre la libre circulation des poissons (carte 6-1).

6.2.1 CONCEPTION

Les critères de conception pour la reconstruction du cours d'eau respecteront ceux édictés par le MPO (MPO 2016). Ainsi, le cours d'eau reprofilé débute bien en amont du tronçon problématique en suivant le pied de talus et sera reconstruit sur près de 968 m, pour finalement rejoindre son cours principal au-delà de la halde à stériles. Son tracé demeure similaire à ce qu'il était à l'origine, soit avant que sa topographie ne soit altérée par les activités minières. Le cours d'eau est divisé en trois sections distinctes caractérisées par des pentes différentes et des aménagements fauniques spécifiques afin de permettre la libre circulation du poisson.

Le lit sera reconstruit afin de résister au débit de crue (construit avec un enrochement variant entre 100-300 mm de diamètre provenant des stériles excavés et tamisés sur place) et assurera en tout temps une profondeur d'eau suffisante au-dessus du substrat pour le libre passage du poisson. Un chenal d'étiage est prévu afin de concentrer le débit en période d'étiage. Les rives seront stabilisées avec une technique de génie végétal en utilisant des espèces arbustives et herbacées indigènes afin de créer un couvert végétal approprié. Les pentes des rives seront assez abruptes (1:2) pour faire en sorte que la végétation soit près du cours d'eau en période de faible débit. Dans la section aval de la portion restaurée, la pente du cours d'eau sera d'environ 3 %. Dans cette section, des seuils sans déversoirs construits en pierre de calibre 0,4-0,6 et 0,6-0,8 m seront aménagés tous les 10 m afin de créer une zone de transition seuil-fosses. Un chenal d'étiage (point bas) est prévu sur les seuils afin de concentrer le débit en période d'étiage.

Le ponceau actuel désaffecté localisé dans ce segment de l'émissaire du lac Jeannine (qui se trouve à être une benne de camion renversée) sera remplacé par un nouvel ouvrage rectangulaire avec reconstruction du lit du cours d'eau.

L'ensemble du concept de reprofilage du cours d'eau, les critères de conception, des plans et des coupes types sont présentés à la section 5 de l'annexe C.

6.2.2 AMÉNAGEMENT DE FRAYÈRES

Des frayères seront créées par l'ajout de substrat de fraie à l'amont des bassins (à l'approche du déversoir) afin d'offrir des aires de reproduction et d'alevinage de qualité pour l'omble de fontaine dans ce nouveau cours d'eau. Il est prévu d'attendre la fin de la construction du nouveau canal pour pouvoir mesurer les vitesses d'écoulement à la sortie des déversoirs et ainsi statuer sur le positionnement optimal des superficies de gravier. Un minimum de 10 frayères d'une superficie de 10 m² chacune (100 m² au total) est prévu être aménagé dans ce tronçon de l'émissaire du lac Jeannine. Une épaisseur d'au moins 25 cm de gravier rond d'origine fluviatile et propre (10 à 60 mm de diamètre) sera déposée sur les sites à aménager.

6.2.3 GAIN D'HABITAT

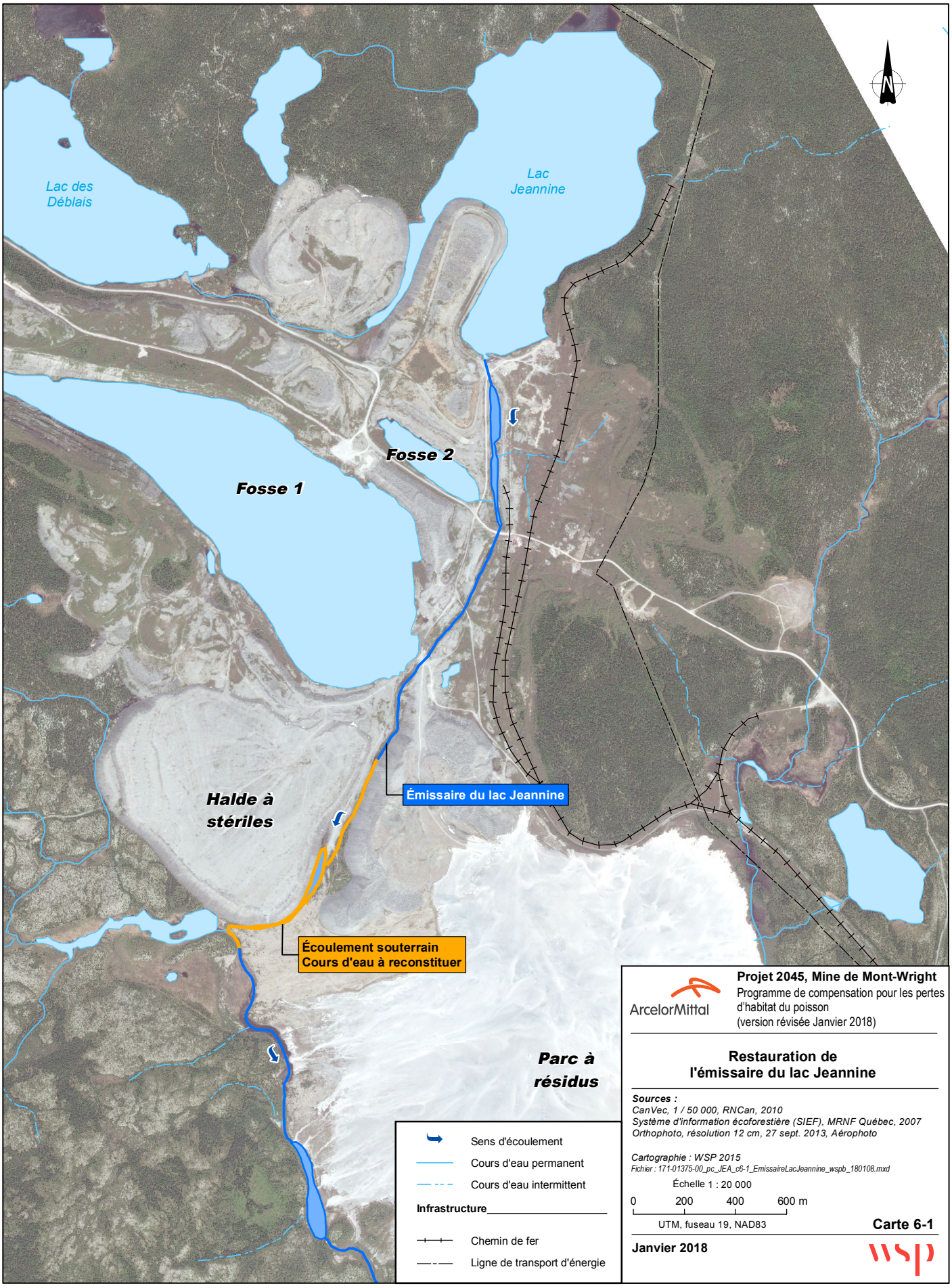
Cet aménagement constitue un gain net puisqu'actuellement il est impossible pour le poisson de circuler au travers des résidus miniers sur une distance linéaire de 968 m. Les populations en aval et en amont sont donc isolées l'une de l'autre. Cette fragmentation d'habitat limite les individus dans leur recherche des meilleurs sites d'alimentation, de survie hivernale ainsi que de reproduction, notamment pour les populations à l'aval du parc à résidus qui n'ont pas ou ont difficilement accès à des plans d'eau. La diversification des faciès dans l'émissaire bonifiera davantage l'habitat créé et permettra de procurer plus d'une fonction pour le poisson sur ce tronçon. Les aménagements permettront de créer une continuité entre les habitats près du lac Jeannine où des aménagements compensatoires ont déjà été réalisés, ainsi que dans son émissaire en aval. Il est à noter que des aménagements fauniques fonctionnels pour l'omble de fontaine (seuils, déflecteurs et frayères) sont présents dans la portion près du lac Jeannine.

La superficie directement couverte par la restauration de l'émissaire du lac Jeannine constitue 3 150 m² (0,3 ha) et inclut les frayères à aménager. De plus, le gain est bonifié par le fait que le rétablissement de la libre circulation se répercutera sur la portion amont jusqu'au lac Jeannine. L'influence de cet aménagement est difficile à quantifier, mais celle-ci est considérée suffisamment importante pour inclure l'ensemble de la portion entre le lac Jeannine et la portion à restaurer, soit une distance linéaire de 1 608 m (1,4 ha). Cette zone d'influence ne peut cependant être considérée à part entière puisqu'on y trouve déjà du poisson ainsi que des aménagements compensatoires.

Les fonctions d'habitat principalement ciblées par cette composante du projet sont présentées au tableau 6-1. Les espèces ciblées sont l'omble de fontaine, mais il est probable que le meunier rouge et le mulet perlé bénéficient également de la libre circulation et des nouvelles aires de fraie.

Tableau 6-1. Fonctions d'habitat bonifiées par la restauration de l'émissaire du lac Jeannine

Espèce\Fonction	Reproduction	Alevinage	Déplacement	Alimentation	Survie hivernale
Omble de fontaine	x	x	x	x	
Meunier rouge	x	x	x	x	
Mulet perlé			x	x	



ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

Restauration de l'émissaire du lac Jeannine

Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Système d'information écoforestière (SIEF), MRNF Québec, 2007
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP 2015
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c6-1_EmissaireLacJeannine_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 20 000

0 200 400 600 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 6-1

Janvier 2018

WSP

6.3 VOLET 2 - AMÉNAGEMENT DE SEUILS

Actuellement, on retrouve en aval du site minier des chenaux lentiques s'écoulant au travers des résidus miniers. Les conditions de l'habitat sont à présent considérées comme mauvaises ou détériorées, de telle sorte que ces zones présentent un important potentiel pour y apporter des améliorations. Il est proposé de mettre en place un total de18 seuils en empierrement dans l'émissaire du lac Jeannine et dans le ruisseau T1, entre le parc à résidus et la route 389. Dans l'émissaire du lac Jeannine, 15 seuils munis d'un déversoir serviraient à restaurer plus de 22 ha d'habitat du poisson, tandis que les trois seuils localisés dans le ruisseau T1 auraient une fonction stabilisatrice, limitant le déplacement des résidus miniers dans ce secteur.

Le choix des interventions proposées s'inspire des observations effectuées sur l'ancien site minier. Récemment, la section nord-ouest de l'émissaire du lac Jeannine (en aval du parc à résidus) a subi des changements suite à la mise en place d'une digue de castor. Le rehaussement et le maintien du niveau d'eau (profondeur maximale de 1,5 m) sur plusieurs centaines de mètres (en amont du barrage) a permis à certaines espèces végétales (tels les scirpes et les carex), jusqu'alors absentes dans l'habitat, de coloniser l'ensemble des rives (photos 58 et 59). Ce nouvel équilibre a également favorisé la succession végétale sur le talus (reprise des herbacées, arbustes et arbres), ce qui n'est toujours pas observé dans certaines sections de l'émissaire du lac Jeannine où les activités du castor ne sont pas présentes.

Photo 58. Reprise végétale faible (2007)

Photo 59. Colonisation des résidus miniers par les herbiers (2014)

La mise en place de ces aménagements permettra la libre circulation du poisson sur l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine (semblable à ce qu'elle était en 1950), fournira des aires de reproduction, d'alimentation, d'alevinage et de repos pour les poissons, plus spécifiquement pour l'omble de fontaine et favorisera la colonisation d'herbiers aquatiques et la reprise de la végétation le long de la bande riveraine.

6.3.1 CONCEPTION

Dix-huit (18) seuils en enrochement seront construits de manière à rehausser le niveau d'eau en amont de ceux-ci, de 1 m approximativement (dans la portion la plus profonde) (carte 6-2; annexe C). À l'émissaire du lac Jeannine, l'objectif est de créer une série de bassins et d'obtenir une continuité hydraulique entre ceux-ci afin de permettre la libre circulation du poisson (seuils fauniques 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9,10, 11, 12, 16, 17, 19 et 21). Ainsi, chaque seuil déversera ses eaux dans le bassin créé par la retenue d'eau du seuil localisé en aval et ainsi de suite. La majorité des seuils seront construits à l'exutoire des anciens lacs (remblayés par les résidus miniers), où l'on retrouve un étranglement et un substrat composé de blocs et galets (substrat nettoyé par l'accélération des vitesses d'écoulement).

La hauteur des seuils a été optimisée pour maximiser l'influence de ceux-ci en amont tout en limitant leur envergure. La hauteur des seuils proposés varie entre 0,9 et 1,3 m. Les seuils sont composés de deux échancrures. La plus large permet d'évacuer le débit moyen et la seconde permet de maintenir une lame d'eau minimale en condition d'étiage et assurer le passage du poisson. Un calibre d'enrochement de 300-500 mm de diamètre permettra aux structures de résister aux vitesses d'écoulement en période de crue ainsi qu'aux impacts de débris et de glace. Dans le tributaire T1, les seuils (seuils fauniques 25, 28 et 29) agiront davantage comme bassin de sédimentation étant donné que ce secteur est grandement dégradé, ainsi leur conception n'impliquera pas de déversoir, seulement un enrochement avec un niveau fixe en crête. La position des seuils a été déterminée en se basant sur les données topographiques LIDAR et sur les relevés d'arpentage réalisés à l'été 2015.

Il est considéré que les matériaux de construction qui seront utilisés pour empierrer les seuils proviendront des stériles excavés et tamisés sur place.

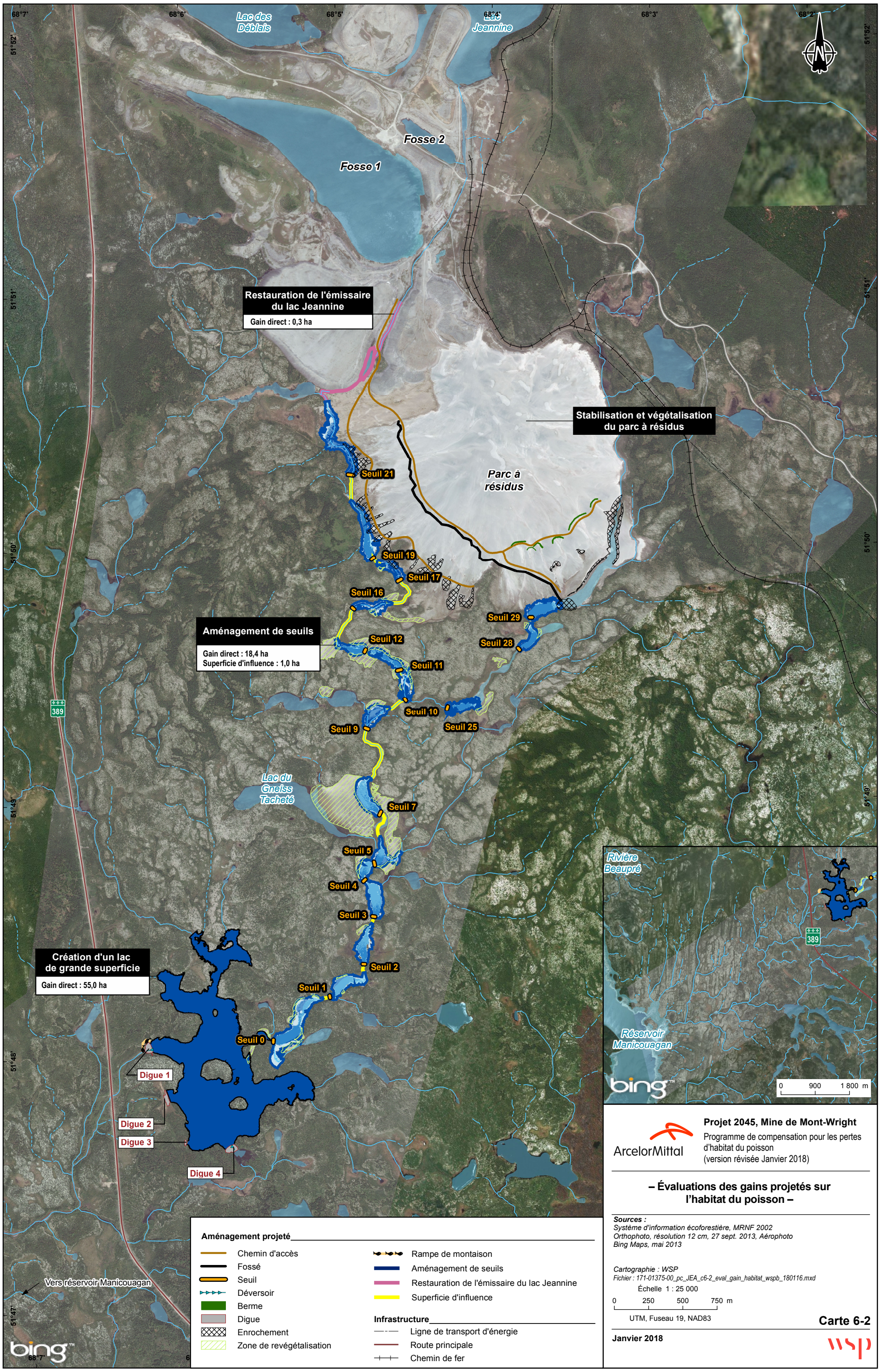
Le détail complet relatif aux seuils en enrochement, les critères de conception, ainsi que des plans et des coupes types sont présentés à la section 6 de l'annexe C.

6.3.2 AMÉLIORATION DE LA LIBRE CIRCULATION DU POISSON

Dans les portions lentiques en aval du site minier, le substrat est composé presque exclusivement de résidus miniers fins. Le substrat qui s'y est accumulé crée plusieurs obstacles tout au long du tracé de l'émissaire. On retrouve, la plupart du temps, des portions anastomosées où la profondeur d'eau atteint à peine quelques centimètres. Dans d'autres secteurs, l'écoulement est souterrain passant au travers des résidus. Les portions exemptes de résidus constituent les rapides qui s'intercalent entre les chenaux lentiques. L'ensemble de ces obstacles vient grandement perturber la libre circulation du poisson depuis la route 389 jusqu'au lac Jeannine. Bien que la présence du poisson ait été documentée sur l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine, il est peu probable que le poisson puisse remonter efficacement le cours d'eau en regard des conditions actuelles très limitantes. L'aménagement des seuils entre la route 389 et le parc à résidus permettra de rehausser le niveau d'eau dans les portions lentiques de l'émissaire du lac Jeannine. Selon les estimations hydrauliques, les bassins créés en amont des seuils auront des profondeurs moyennes qui sont estimées entre 0,04 et 0,30 m en période d'étiage et entre 0,29 et 0,67 m lors des crues de récurrence 2 ans. Les profondeurs maximales varieront entre 0,27 et 1,24 m en période d'étiage et entre 0,86 et 1,66 m en période de crue. Ces estimations de profondeur représentent des valeurs conservatrices obtenues à partir des données LIDAR qui ne tiennent pas compte de la profondeur existante dans le chenal d'écoulement des anciens lacs. Cette augmentation de la profondeur permettra de restaurer ou de faciliter la libre circulation du poisson pour toutes les conditions hydrauliques, notamment en étiage. En somme, l'ensemble du réseau hydrographique en aval du lac Jeannine pourra donc être utilisé par le poisson suite aux aménagements. Les populations de poissons retrouvées dans la dizaine de lacs associés à l'émissaire du lac Jeannine profiteront également de cette restauration d'habitat. En plus de permettre un meilleur échange génétique, la libre circulation procurera une probabilité de survie accrue à long terme pour les populations de poissons sur l'ensemble de la zone d'étude.

6.3.3 AMÉLIORATION DE L'HABITAT

Pour les poissons, l'augmentation de la profondeur d'eau et l'implantation progressive d'une bande riveraine dans l'émissaire du lac Jeannine apportent de nombreux bénéfices. Elles offrent des abris aquatiques et en surplomb, des aires d'alevinage (dans les zones moins profondes) ainsi qu'un support aux organismes dont se nourrissent les poissons. De plus, les caractéristiques physicochimiques montrent que ce type d'habitat peut supporter les communautés de poissons tout au long de l'année. En effet, les pêches hivernales effectuées en mars 2015 ont confirmé la présence d'omble de fontaine dans ce même type d'habitat (WSP 2015).



Aménagement projeté

- Chemin d'accès
- Fossé
- Seuil
- Déversoir
- Berme
- Digue
- Enrochement
- Zone de revégétalisation
- Rampe de montaison
- Aménagement de seuils
- Restauration de l'émissaire du lac Jeannine
- Superficie d'influence

Infrastructure

- Ligne de transport d'énergie
- Route principale
- Chemin de fer

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

– Évaluations des gains projetés sur l'habitat du poisson –

Sources :
Système d'information écoforestière, MRNF 2002
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto
Bing Maps, mai 2013

Cartographie : WSP
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c6-2_eval_gain_habitat_wspb_180116.mxd

Échelle 1 : 25 000

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 6-2

Janvier 2018

La construction de seuils permettra d'accélérer les vitesses d'écoulement et viendra faciliter le nettoyage du substrat colmaté actuellement par les résidus miniers. Des zones de dépôts de résidus miniers se créeront naturellement là où l'écoulement est plus lentique, mais la progression du panache sera freinée. La stabilisation du parc à résidus ainsi que la revégétalisation permettront également de freiner les apports de sédiments dans le cours d'eau. De plus, en raison du rehaussement du niveau d'eau, l'écoulement ne s'effectuera plus directement au travers des résidus miniers. Actuellement ces résidus, de par leur couleur foncée, accentuent le réchauffement de l'eau, ce qui diminue la qualité de l'habitat pour l'omble de fontaine. Selon les inventaires réalisés dans l'émissaire du lac Jeannine, la température de l'eau peut atteindre jusqu'à 21,3 °C là où le substrat est essentiellement composé de résidus miniers. Des eaux trop chaudes sont néfastes pour les poissons en général et particulièrement pour les salmonidés, notamment en diminuant la disponibilité de l'oxygène dissous, en accélérant le métabolisme, la respiration et la demande en oxygène, en augmentant la susceptibilité à certaines toxines et en augmentant la vulnérabilité à certaines maladies. Une température élevée est particulièrement nuisible pour les jeunes stades de vie. De plus, l'abondance de ce genre de matériaux fins crée une turbidité qui peut être dommageable pour la faune ichtyenne en bloquant la respiration branchiale. Ces problématiques seront grandement atténuées en conditions futures en raison du rehaussement du niveau d'eau et par l'amélioration de l'écoulement au niveau des seuils. La stabilisation de l'ensemble du site diminuera l'impact de la présence de ce genre de résidus fins dans le milieu aquatique. Les apports organiques en provenance de l'amont permettront également à la faune benthique de s'implanter plus facilement au fond des étangs nouvellement créés.

6.3.4 AMÉNAGEMENT DE FRAYÈRES

Il est proposé d'aménager des frayères en amont et en aval de certains seuils où les conditions d'écoulement seront les plus appropriées pour la reproduction de l'omble de fontaine, soit une profondeur variant entre 0,2 et 0,8 m et des vitesses d'écoulement variant entre 0,15 et 0,75 m/s. Environ 15 frayères d'une superficie de 10 m² chacune (150 m² au total) seront réparties sur l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine une fois les ouvrages de retenue construits et que la dynamique sédimentaire du site sera stabilisée.

Ces aménagements permettront d'ajouter une fonction supplémentaire à l'habitat puisqu'actuellement aucune frayère à omble de fontaine n'a été répertoriée en aval du site minier. Ces nouvelles zones de fraie profiteront à l'ensemble de la population d'omble de fontaine dans le cours d'eau ainsi qu'au meunier rouge qui utilise des sites similaires. La superficie directement reliée à ces aménagements couvrira 150 m², mais l'influence de ceux-ci s'étendra sur une distance difficilement quantifiable actuellement. Par contre, le fait d'ajouter une fonction de reproduction amène certainement une bonification de l'habitat à prendre en considération sur l'ensemble du cours d'eau et même sur l'ensemble du réseau de lacs qui y sont interconnectés.

6.3.5 GAIN D'HABITAT

En bref, le gain d'habitat pour le poisson est jugé suffisamment important pour considérer la totalité des nouvelles portions affectées par les aménagements des seuils, soit la totalité de l'émissaire comprise entre le futur lac et la portion à restaurer près du parc à résidus. En effet, l'aménagement des différents seuils permettra de rehausser le niveau d'eau à l'amont de ceux-ci. Un total de 18 bassins seront ainsi créés. Ces nouveaux petits étangs favoriseront le déplacement et la survie hivernale des populations de poissons dans l'émissaire du lac Jeannine. Le tableau 6-2 présente les estimations de superficies pour chacun des seuils à aménager. Suite à l'aménagement des seuils dans l'émissaire du lac Jeannine, les bassins occuperont une superficie de 184 270 m² (18,4 ha) selon des conditions hydrauliques de débit moyen. Cette superficie représente la portion mise en eau suite à la construction des seuils. Le débit moyen annuel a été utilisé pour déterminer ce gain en superficie puisqu'il représente la situation la plus représentative et susceptible d'être observée au cours de la période sans glaces. À titre informatif, en conditions de hautes eaux, la superficie des bassins s'approchera autour de 242 450 m² (24,2 ha).

Tableau 6-2. Estimation de la superficie en amont de chacun des seuils au débit d'étiage, au débit moyen annuel et en crue 2 ans

Secteur	Identification du seuil/bassin	Superficie inondée (m²)		
		Étiage	Débit moyen	Crue 2 ans
Émissaire du lac Jeannine (aval de T1)	0	14 980	25 300	41 270
	1	590	12 510	16 230
	2	5 360	11 650	14 670
	3	3 220	16 900	19 120
	4	2 670	6 690	9 010
	5	4 430	9 940	12 220
	7	4 090	16 710	19 570
	9	5 350	11 740	13 940
	10	4 660	6 440	11 240
Émissaire du lac Jeannine (amont de T1)	11	5 300	8 410	9 490
	12	6 100	7 330	8 550
	16	4 890	6 270	9 230
	17	5 110	7 220	8 820
	19	13 780	15 740	20 670
	21	12 500	21 420	28 420
T1	25	6 330	8 040	10 450
	28	6 890	7 790	8 490
	29	13 400	15 540	17 610
Émissaire du lac Jeannine	**Total**	**93 030**	**184 270**	**242 450**
T1	**Total**	**26 620**	**31 370**	**36 550**
Gain d'habitat du poisson	**Total (m²)**	**93 030**	**184 270**	**242 450**
	Total (ha)	**9,3**	**18,4**	**24,2**

De plus, afin d'évaluer les gains d'habitat sur l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine, les portions lotiques doivent également être considérées. Une largeur minimale de 5 m a été utilisée pour obtenir les superficies. Cette largeur est issue des observations réalisées en survol, des observations réalisées lors des pêches électriques ainsi qu'une caractérisation réalisée dans la portion amont de l'émissaire du lac Jeannine dans le cadre d'un autre mandat. Cette largeur est considérée minimale étant donné que le cours d'eau atteint parfois plus de 10 m de largeur. En considérant l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine à partir du seuil n° 0 jusqu'au dernier bassin près de la portion de l'émissaire à restaurer, les portions lotiques entre les futurs bassins représentent une distance linéaire de 2 025 m. Ainsi, une superficie supplémentaire de 10 125 m² (1,0 ha) sera influencée positivement par les différents aménagements.

Les fonctions d'habitat principalement ciblées par cette composante du projet sont présentées au tableau 6-3. L'amélioration de la libre circulation et de l'habitat sera bénéfique pour l'ensemble des espèces et des stades de vie. Les nouvelles aires de fraie profiteront à l'omble de fontaine, mais il est probable que le meunier rouge et le mulet perlé en bénéficient également.

Tableau 6-3. Fonctions d'habitat bonifiées par l'aménagement des seuils

Espèce\Fonction	Reproduction	Alevinage	Déplacement	Alimentation	Survie hivernale
Omble de fontaine	x	x	x	x	x
Meunier rouge	x	x	x	x	x
Mulet perlé	x	x	x	x	x

6.4 VOLET 3 - CRÉATION D'UN PLAN D'EAU DE GRANDE SUPERFICIE

L'objectif de cette composante du projet entre dans la catégorie de création d'habitat selon la Politique d'investissement en matière de productivité des pêches du MPO (MPO 2013). On entend par « création d'habitat » l'aménagement ou l'expansion d'un habitat aquatique dans une zone terrestre. Ce type d'aménagement est priorisé puisqu'il n'est pas possible de restaurer la productivité détruite ou détériorée par le projet en intervenant sur l'habitat aquatique initial ou avoisinant.

6.4.1 PROJETS SIMILAIRES

Des projets similaires ont été menés avec succès dans d'autres provinces, entre autres en Alberta, où les compagnies exploitant les sables bitumineux font face à des pertes d'habitat du poisson substantielles. Le projet *Horizon Lake*, qui a été récipiendaire en 2009 du prix *Steward* pour la performance environnementale est un exemple d'un projet qui a dépassé les attentes. La compagnie Canadian Natural Resources Limited (CNRL) étant incapable de contourner un bassin versant pour l'exploitation des sables bitumineux a construit le premier lac (d'une superficie de 77 ha) dédié à la compensation de l'habitat du poisson. Ce lac, ainsi que d'autres semblables (Kearl Lake, Redclay Compensation Lake, Jackpine Lake, etc.) ont été aménagés en utilisant un concept similaire à celui proposé dans ce document, à l'exception que certains de ces lacs ont nécessité la déviation de cours d'eau pour leur approvisionnement. Ces lacs, aménagés aux fins de compensation pour l'habitat du poisson, sont maintenant colonisés par des communautés de poissons diversifiées (relocalisées à partir des cours/plans d'eau impactés) qui s'y reproduisent et s'y alimentent. On y retrouve une faune benthique abondante et les plans d'eau présentent les caractéristiques propres à un écosystème naturel autosuffisant.

6.4.2 CONCEPTION

Sur le parcours de l'émissaire du lac Jeannine, au nord de la route 389, il est proposé de créer un plan d'eau. L'aménagement devra permettre de créer un écosystème lacustre présentant les mêmes fonctions écologiques que les lacs naturels retrouvés sur la Côte-Nord. L'emplacement choisi pour la création de ce plan d'eau offre une topographie adéquate pour contenir un volume d'eau considérable, avec des ouvrages de retenue de faible dimension. On retrouve actuellement à l'emplacement du futur lac des petits plans d'eau interconnectés rejoignant l'émissaire du lac Jeannine. Le projet vise à aménager des digues qui permettront de rehausser le niveau d'eau afin de constituer un lac qui englobera ces petits plans d'eau.

Un total de quatre digues, dont deux avec appareil d'évacuation, sont requises pour créer ce lac. En effet, il est possible, par la mise en place de quatre digues, d'aménager un lac de plus 70 ha qui afficherait respectivement une profondeur moyenne et maximale de 2,1 m et 8 m. Le volume du lac est estimé à plus de 1,4 Mm^3 et immergerait les lacs actuels H, I, N et O. La carte 6-3 présente la profondeur d'eau sur l'ensemble du nouveau lac ainsi que les limites d'inondation à ce niveau.

Le niveau normal d'exploitation du nouveau lac a été fixé en fonction de la profondeur d'eau requise dans le lac et l'envergure des digues associées à ce niveau. Ainsi, une profondeur d'eau minimale variant entre 0,5 et 1,0 m a été fixée pour permettre le déplacement du poisson sur l'ensemble du nouveau lac, plus particulièrement dans les baies moins profondes. Ce niveau normal d'exploitation correspond à l'élévation 477,0 m.

La digue n^{o} 1, d'une hauteur de 5,1 m et mise en place sur le cours principal de l'émissaire du lac Jeannine, comportera un appareil d'évacuation et constituera l'exutoire principal du lac. L'élévation de la crête de la digue a été fixée pour permettre de respecter la revanche requise lors du passage de la crue de sécurité. Une rampe de montaison d'une longueur de 190 m (le dénivelé total est de 4,5 m) comprenant 20 structures de type seuils-bassins sera construite en rive droite pour permettre la montaison de l'omble de fontaine. La largeur moyenne de cette rampe sera d'environ 4 m.

La digue n^{o} 2 (existante), d'une hauteur de 4,3 m, est présente sur le pourtour du lac projeté, mais devra être rehaussée car son élévation n'est pas suffisante pour assurer la revanche requise lors du passage de la crue de sécurité. Il s'agit d'une digue de fermeture et aucun évacuateur n'est présent sur cette digue. Tout comme la digue n^{o} 2, la digue n^{o} 3 (hauteur de 2,4 m) est une digue de fermeture sans appareil d'évacuation.

La digue n^{o} 4, d'une hauteur de 3,0 m, est située sur un exutoire secondaire du lac projeté. Celle-ci sera munie d'un appareil d'évacuation pour évacuer un débit réservé. Le débit réservé a été fixé à 0,25 m^{3}/s en conditions de débit moyen estival. Le cours d'eau en aval de cette digue traverse la route 389, tout comme le cours principal de l'émissaire du lac Jeannine, et rejoint celui-ci environ 400 m en aval de la route 389.

Il est considéré que les matériaux de construction qui seront utilisés pour empierrer les digues proviendront des stériles excavés et tamisés sur place.

Le détail complet relatif aux appareils d'évacuation, les critères de conception qui ont mené au concept retenu, ainsi que des plans et des coupes types sont présentés à la section 7 de l'annexe C.

6.4.3 CARACTÉRISTIQUES DU FUTUR LAC

Le futur lac sera alimenté principalement par l'émissaire du lac Jeannine et l'exutoire principal du lac correspondra à l'emplacement de l'émissaire actuel (via le déversoir de la digue n^{o} 1). La digue n^{o} 4 assurera également un débit réservé pour les habitats localisés plus en aval. En considérant un débit annuel moyen de 2,8 m^{3}/s, le volume du lac sera renouvelé après 6 jours. En considérant le débit d'étiage de 0,28 m^{3}/s, le renouvellement du volume du lac se fera en 60 jours. Il s'agira d'un lac oligotrophe, comme la plupart des plans d'eau du secteur, et le brassage lors des retournements printanier et automnal sera suffisant pour oxygéner le plan d'eau dans sa totalité. Le lac comptera un total de cinq îles, soit deux plus grandes et trois petites. On y retrouvera quatre fosses (qui représentent respectivement les lacs I, H, N et O actuels) ayant des profondeurs maximales variant entre 5,0 et 8,6 m.

6.4.3.1 SUBSTRAT

Les lacs actuellement présents sur le site du futur plan d'eau constitueront des fosses d'une profondeur variant entre 5,0 et 8,6 m. Le substrat de ces lacs (lacs H, I, N et O) est actuellement connu. Il est dominé par la matière organique à 95 %. On note la présence de blocs (substrat grossier) dans une proportion d'environ 5 %. Le substrat de tous ces plans d'eau ne sera pas modifié par l'aménagement du futur lac puisqu'aucun travail de décapage n'aura lieu sous le niveau actuel de l'eau. De plus, le secteur à ennoyer est composé actuellement de résidus miniers et conservera ce substrat en conditions futures, à tout le moins pour les premières années. Par la suite, les apports en matière organique provenant des milieux naturels environnants permettront à la faune benthique de coloniser le fond du futur lac.

État actuel

Lac H

Lac I

Lac N

Lac O

Lac proposé

Seuil 3

Seuil 2

Seuil 1

Seuil 0

Digue 1

Digue 2

Digue 3

Digue 4

Aménagement suggéré

- Sens d'écoulement de l'eau
- Contour du lac proposé
- Seuil
- Déversoir
- Rampe de montaison
- Bande riveraine
- Digue
- Bassin

Profondeur du lac

- Bathymétrie
- Maximum : 8,6
- Minimum : 0 m

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

– Conditions actuelles et futures du lac projeté –

Sources :
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP 2016
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c6-3_Lac_compensation_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 9 000

0 90 180 270 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 6-3

Janvier 2018

Pour le reste de la zone à ennoyer, il y aura d'abord un déboisement dans la zone comprise sous le niveau d'eau correspondant au niveau d'étiage estival. Ces arbres seront récupérés, déchiquetés et utilisés comme paillis pour la végétalisation du parc à résidus. Une partie de la matière organique (tourbe et humus) présente dans l'empreinte du lac, en périphérie des lacs existants, sera également récupérée, et ce, jusqu'à l'atteinte du sol minéral. Cette matière organique servira également comme paillis et sera disposée sur le parc à résidus.

En analysant la carte des dépôts de surface et la composition géomorphologique de la région, on constate que le substrat sous la couche organique proviendrait essentiellement d'un dépôt glaciaire particulièrement dans la portion sous le lac I à l'ouest ainsi qu'autour du lac N. Le till issu de ce dépôt est probablement hétérogène et hétérométrique. Les observations réalisées sur le terrain portent à croire que le substrat sous l'humus est relativement grossier. En effet, sur les rives des lacs du secteur, là où le substrat est exposé, on observe majoritairement des blocs ainsi que des affleurements rocheux. Par ailleurs, entre les lacs I et H, il s'agirait d'un dépôt organique épais. Ainsi, le type de substrat prévu en conditions futures variera vraisemblablement entre un substrat fin ou grossier.

6.4.3.2 BANDE RIVERAINE

Les rives seront composées majoritairement d'un substrat grossier tel que les blocs et les galets. En effet, lors de l'inventaire réalisé en 2015, plusieurs blocs (entre 5 et 60 % de la composition du substrat) ont été observés sur les rives ou sur la benne de tous les plans d'eau présents dans l'empreinte du futur lac. Les blocs et les gros blocs procureront des abris pour les jeunes stades de poissons ainsi qu'une hétérogénéité de substrat propice à l'établissement de communautés benthiques. Des herbiers pourraient également être plantés, une fois le lac rempli à pleine capacité, dans les zones moins profondes.

La diversité du substrat présent dans la bande riveraine favorisera la productivité de l'omble de fontaine puisque les jeunes stades ont une préférence élevée pour les substrats composés de blocs, de débris rocheux, de galets ou de gravier avec une végétation émergée ou submergée. Les adultes ont quant à eux une préférence pour les galets et le gravier avec une végétation émergée ou aérienne (Bradbury *et al.* 1999).

6.4.3.3 ZONE LITTORALE

La transparence mesurée au disque de Secchi permet de classifier la zone littorale et la zone non littorale. À l'heure actuelle, il est impossible de connaître la transparence du futur plan d'eau. De plus, cette mesure devrait varier jusqu'à ce que le milieu ait atteint une stabilité sédimentaire. Peu après la mise en eau, le plan d'eau présentera de la matière en suspension reliée à l'ennoiement d'une surface nouvellement exposée. Une faible transparence devrait alors être observée au cours des premières années. Par la suite, le plan d'eau devrait présenter une valeur plus typique pour un lac oligotrophe tel qu'on l'observe ailleurs sur le territoire. Actuellement, dans les lacs à proximité la profondeur mesurée au disque de Secchi (transparence) varie entre 1,8 et 3,25 m (moyenne de 2,5 m). Ainsi, pour évaluer l'ampleur de la zone littorale, des valeurs de 1,5 m et 2,5 m ont été utilisées.

Les communautés végétales présentes dans l'emprise du lac subiront les effets de la hausse du niveau d'eau. Les secteurs les plus affectés seront ceux au nord et au sud-est du lac projeté, où des milieux terrestres deviendront des milieux aquatiques. Au centre du lac, les superficies inondées correspondent à des marais, des marécages arbustifs ou des zones dénudées. Les nouvelles conditions hydrologiques auxquelles ces milieux devront faire face pourraient leur être favorables ou défavorables, selon l'amplitude du changement. Les plantes situées dans des zones où les conditions leur deviendront défavorables seront transplantées dans des zones plus propices. Ces zones propices représentent des secteurs où la profondeur de l'eau sera faible, soit entre 0 et 0,5 m. Elles sont situées à l'est de la principale île du futur plan d'eau, sur la rive au nord-est du chenal central du plan d'eau, dans les baies peu profondes ainsi qu'à plusieurs endroits isolés sur le pourtour

du plan d'eau. Ces secteurs caractérisés par une végétation herbacée abondante typique d'un marais favoriseront la croissance de la végétation comme les cypéracées, les prêles et les nénuphars qui sont présents dans le milieu actuel. Ces zones littorales avec végétation procureront des aires d'alevinage ainsi que des abris pour tous les stades de vie de chacune des espèces présentes dans le futur plan d'eau (carte 6-4).

Les indices de qualité de l'habitat montrent généralement que l'omble de fontaine préfère la zone littorale pour l'ensemble de son cycle vital, soit la fraie, l'alevinage ainsi que l'alimentation des juvéniles et des adultes. Dans le scénario 1,5 m, la zone littorale couvre environ 37,4 % du plan d'eau. Ce scénario s'apparente aux premières années de mise en eau. Graduellement, la transparence devrait augmenter et s'approcher du scénario 2,5 m. Dans ce scénario, la zone littorale couvre 64,0 %. Cette augmentation graduelle de la zone littorale favorisera la population d'omble de fontaine. De plus, les zones non littorales sont également importantes afin de procurer des refuges thermiques pendant les périodes chaudes de l'été et lorsque le plan d'eau est couvert de glace en hiver. Un équilibre entre les deux types de zone est nécessaire et c'est vers cet équilibre que les critères de conception du futur lac sont orientés.

6.4.3.4 FORME DU PLAN D'EAU

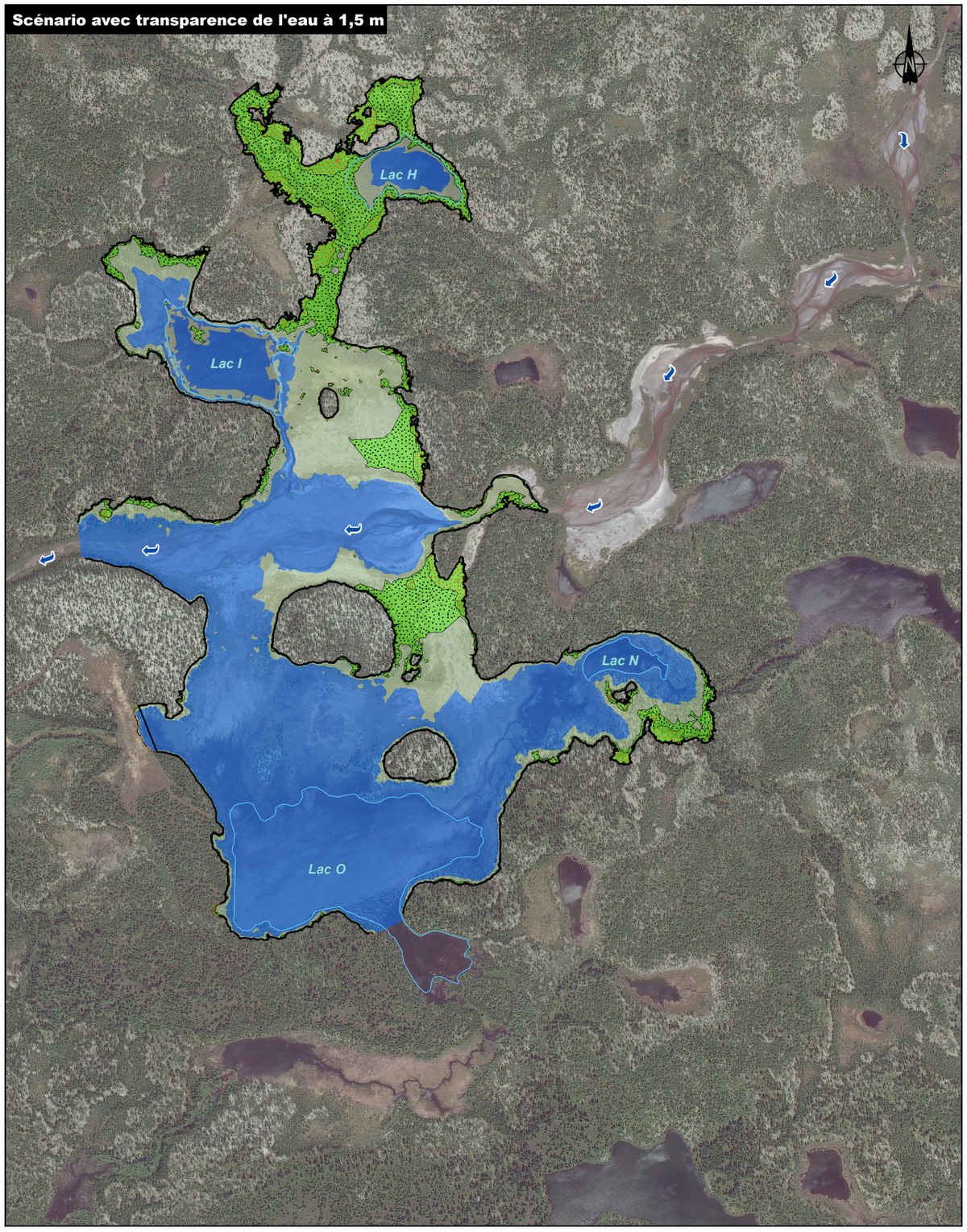
L'indice de développement des rives (D_L) projeté est élevé avec 4,04, ce qui exprime bien la forme très découpée des rives et la présence de plusieurs baies, synonyme d'un lac pouvant offrir une bonne productivité primaire et halieutique. Les lacs ayant une ligne de rivage irrégulière et un indice D_L supérieur à 1 sont généralement plus productifs que ceux de forme parfaitement circulaire (D_L=1). En principe, plus la longueur de la ligne de rivage (périmètre) est importante pour une superficie donnée du plan d'eau, plus la production biologique de ce milieu est grande.

L'indice de développement du volume (D_V) du lac est de 0,73. Cet indice donne une idée de la forme du plan d'eau. Un lac de forme parfaitement conique aura un indice D_V de 1, tandis qu'un autre présentant des pentes convexes aura un indice D_V inférieur à 1. Inversement, un indice D_V supérieur à 1 indique des pentes concaves. Il s'agit d'un lac relativement peu profond (similaire à bien des lacs de la Côte-Nord) avec des pentes légèrement convexes. De ce point de vue, les matières nutritives demeureront accessibles et le lac sera favorable à la productivité halieutique.

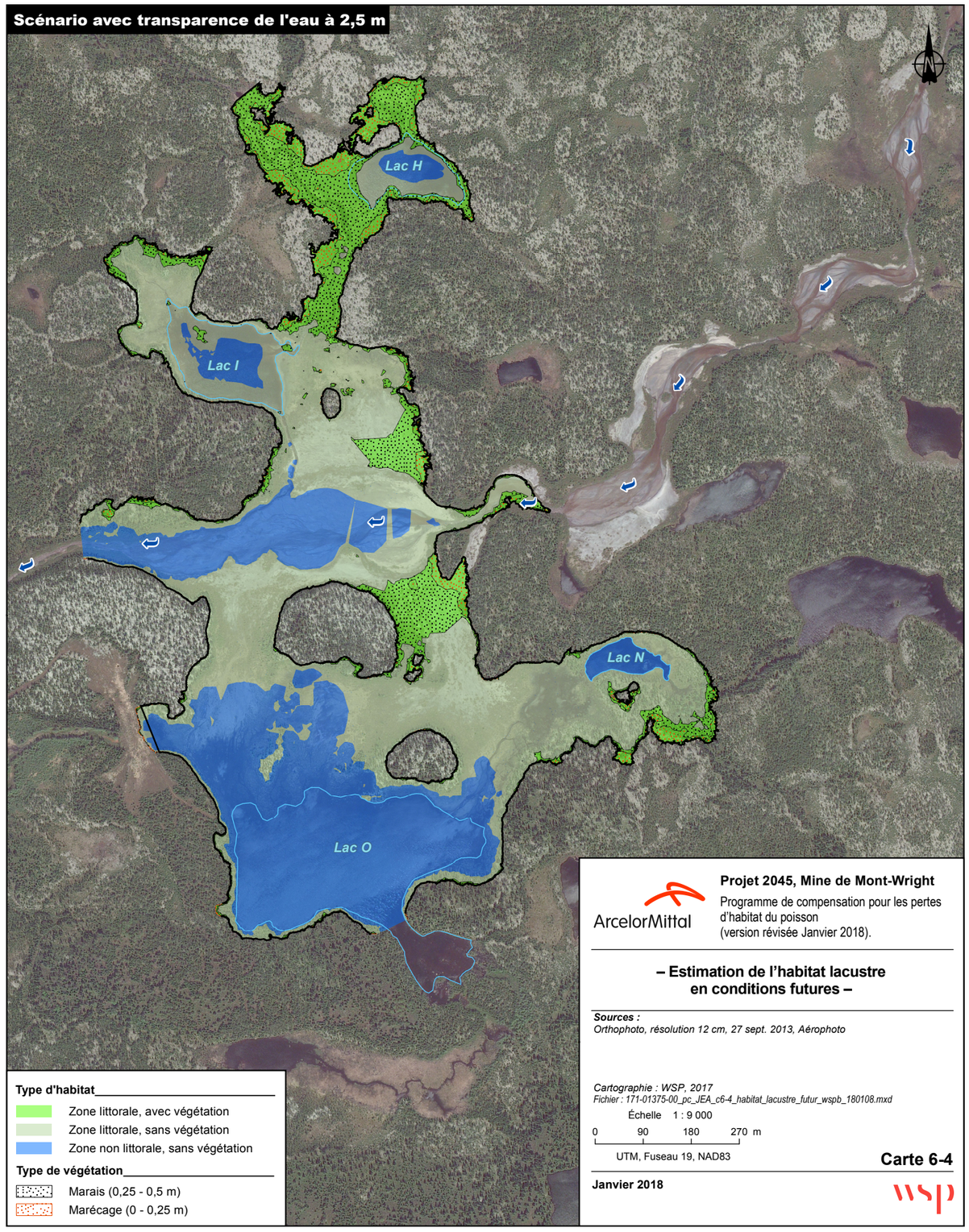
6.4.3.5 SURVIE HIVERNALE

Le lac projeté ne gèlera pas complètement en hiver et pourra offrir des refuges adéquats pour les communautés de poissons. La profondeur moyenne du futur plan d'eau, d'environ 2,1 m, permettra de favoriser la présence d'eau libre sous la glace en quantité suffisante. La présence d'une bonne quantité d'eau libre sous la glace réduit les risques que la consommation d'oxygène soit trop importante durant l'hiver et diminue sous les seuils recommandés pour la survie de la faune aquatique. Des épisodes de mortalités importantes pendant l'hiver peuvent survenir dans des plans d'eau peu profonds (« *winterkill* »). Étant donné la profondeur moyenne du futur plan d'eau projeté qui sera supérieure à l'épaisseur de glace couramment observée dans la région et la présence de nombreuses fosses dans le plan d'eau, ces épisodes de mortalités hivernales ne devraient pas survenir. De plus, l'apport d'eau en continu provenant de l'émissaire du lac Jeannine (le tributaire principal du futur lac) facilitera le renouvellement en oxygène du plan d'eau.

Scénario avec transparence de l'eau à 1,5 m



Scénario avec transparence de l'eau à 2,5 m



Type d'habitat

- Zone littorale, avec végétation
- Zone littorale, sans végétation
- Zone non littorale, sans végétation

Type de végétation

- Marais (0,25 - 0,5 m)
- Marécage (0 - 0,25 m)

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018).

– Estimation de l'habitat lacustre en conditions futures –

Sources :
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Cartographie : WSP, 2017
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c6-4_habitat_lacustre_futur_wspb_180108.mxd

Échelle 1 : 9 000

0 90 180 270 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 6-4

Janvier 2018

wsp

6.4.3.6 CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES

Les conditions physicochimiques du futur lac devront être adéquates pour l'omble de fontaine. Selon Raleigh (1982), l'habitat optimal en milieu lacustre pour l'omble de fontaine est caractérisé par :

- des eaux froides claires avec une température de l'eau dans l'épilimnion inférieure à 22 °C;
- un pH dans l'épilimnion entre 6,5 et 8,5;
- une concentration en oxygène dissous dans l'épilimnion supérieure à 8 mg/L;
- la présence d'arrivées d'eau fraîche ou accès à un site de reproduction en cours d'eau.

Les plans d'eau retrouvés à proximité du futur lac projeté ou à l'intérieur de l'empreinte de celui-ci affichent une température de l'eau en surface entre 12 et 21 °C.

Les paramètres physicochimiques mesurés en 2015 (16 août) dans l'émissaire du lac Jeannine (à l'emplacement du lac projeté) étaient adéquats pour la production piscicole. En effet, au moment des prises des mesures, les teneurs en oxygène dissous (8,54 mg/L) respectaient les exigences minimales des salmonidés, le pH (7,32) était légèrement alcalin et la conductivité (96 µS/cm) présentait une quantité d'électrolytes adéquate, indice d'une bonne productivité.

Lors des inventaires réalisés sur les plans d'eau retrouvés à proximité, les mesures du pH ont révélé une gamme de valeurs variant entre 5,7 et 8,0. Les plans d'eau présentant les plus bas pH (< 6,5) sont les lacs G, H, I et N. Ces trois lacs, en raison de leurs petites superficies, ont un pouvoir tampon plus limité et le pH peut ainsi varier considérablement durant la saison. D'ailleurs, les lacs de plus grande superficie tels que les lacs J, M, O et du Gneiss Tacheté, présentent des pH variant entre 7,0 et 7,8. De plus, trois des quatre lacs affichant des pH en deçà de 6,5 sont en tête de bassin versant et ne profitent pas d'un renouvellement de leurs eaux. En conditions futures, trois de ces quatre lacs formeront le futur lac projeté. L'arrivée d'eau provenant de l'émissaire du lac Jeannine favorisera le renouvellement et permettra d'augmenter le pouvoir tampon du plan d'eau. Dans l'émissaire du lac Jeannine, les échantillons d'eau de surface récoltés en 2014 et 2015 présentaient un pH légèrement alcalin entre 7,2 et 7,8. Étant donné l'apport important de ce tributaire en conditions futures, le pH devrait être près de la neutralité tout comme le montre les lacs de plus grandes superficies. Les trois lacs situés dans l'empreinte du futur lac projeté n'auront donc plus de problématique de pH en conditions futures.

Préalablement à l'ennoiement du lac, le déboisement, la récupération des arbres ainsi que le décapage jusqu'à l'atteinte du sol minéral vont considérablement limiter les modifications de la qualité de l'eau (bien que temporaires) associées avec la création du plan d'eau, telles la diminution de l'oxygène dissous et l'augmentation des teneurs en matières organiques.

6.4.3.7 RENDEMENT DU LAC

Une évaluation de la quantité de biomasse pouvant être pêchée annuellement dans le plan d'eau a été évaluée à partir des caractéristiques morphométriques projetées. Ainsi, la méthode d'évaluation du rendement maximum soutenable à partir de l'indice morphoédaphique (Ryder 1965) permet d'estimer le potentiel halieutique du lac projeté à 7,72 kg/ha-an pour l'omble de fontaine alors que la méthode Valin permet d'établir le rendement pour cette espèce à 3,92 kg/ha-an pour un lac avec présence de meuniers et de ménés. Le rendement réel se situe probablement entre ces deux valeurs et les deux méthodes évaluent le futur lac comme un plan d'eau présentant un bon potentiel halieutique.

6.4.3.8 COMPOSITION DE LA FAUNE AQUATIQUE

Les espèces présentes dans le bassin versant du futur lac projeté sont l'omble de fontaine, le meunier rouge et le mulet perlé. Le lac Jeannine inclut également le mulet de lac. En raison de la présence d'un obstacle infranchissable (deux chutes s'écoulant sur le roc d'une hauteur variant entre 3 et 5 m) en aval de la route 389, les espèces se retrouvant dans le bassin versant du réservoir Manicouagan ne sont pas susceptibles de se retrouver dans l'émissaire du lac Jeannine. En effet, selon les différents inventaires réalisés au cours des dernières années, le grand brochet est absent de la zone d'étude (tableau 6-4).

Tableau 6-4. Espèces présentes dans le bassin versant du futur lac projeté

	Plans d'eau	Espèce			
		MAMA	SAFO	CACA	COPL
	D	x	x		
	E	x	x	x	
	G		x		
	Du Gneiss Tacheté	x	x	x	
	J				
	Jeannine		x	x	x
	L	x			
	M	x	x		
Futur plan d'eau	H	x	x	x	
	I	x	x	x	
	N	x	x		
	O	x	x		
	Émissaire Jeannine	x	x	x	
	Tributaire T1		x		

Les plans d'eaux inventoriés à l'été 2015 à proximité du futur lac projeté ont principalement révélé des populations d'omble de fontaine en sympatrie avec le mulet perlé ou le meunier rouge. Malgré la présence de ces deux espèces compétitives, l'abondance de l'omble de fontaine est relativement élevée dans les plans d'eau du secteur. En effet, malgré la présence de meuniers rouges et de cyprinidés, le lac Jeannine et le lac H présentaient chacun une forte productivité halieutique pour l'omble de fontaine avec un CPUE dans les filets maillants variant entre 27 et 30. La forte productivité halieutique observée devrait se répercuter sur le futur lac projeté puisque les conditions optimales pour l'omble de fontaine seront rencontrées, notamment par la présence de plusieurs baies peu profondes profitant pour l'alimentation, la présence de plusieurs fosses agissant comme refuge thermique et une profondeur d'eau moyenne adéquate pour l'espèce (profondeur de 2,1 m). En effet, les jeunes ombles de fontaine (jeunes de l'année et juvéniles) autant que les adultes ont une préférence élevée pour des profondeurs d'eau variant entre 0 et 5 m (Bradbury *et al.* 1999).

6.4.4 TRANSFERT D'OMBLE DE FONTAINE

Afin de limiter le délai induit par la colonisation progressive des espèces de poissons, il est proposé de transférer des poissons à partir d'un autre plan d'eau du même bassin versant, comme le lac Jeannine ou encore le lac des Déblais. Il est proposé d'introduire uniquement l'omble de fontaine; on s'assurera de transférer un nombre suffisant d'ombles de fontaine de différentes classes d'âges.

Le transfert de poisson respectera les lignes directrices sur les ensemencements de poisson du MFFP (MRNF 2008) et sera basé sur les outils d'aide à la décision pour les ensemencements d'omble de fontaine (MDDEFP 2013). Les transferts de poisson provenant du même bassin versant permettront de conserver l'intégrité génétique du milieu. Les individus capturés seront transportés au site dans des sacs ou des bacs de transport oxygénés. Les activités seront réalisées lorsque la température de l'eau est inférieure à 18 °C. L'exploitation par la pêche sportive sera restreinte durant les deux années suivant le premier déversement afin de permettre à la nouvelle population de s'établir dans le nouveau plan d'eau.

6.4.5 AMÉNAGEMENTS DE FRAYÈRES

Deux ans après la mise en eau, une caractérisation détaillée du nouveau plan d'eau permettra de déterminer les meilleurs sites potentiels pour l'aménagement de site de reproduction. Une fois les sites choisis et approuvés par le Ministère, une superficie de fraie minimale de 50 m² sera aménagée pour l'omble de fontaine. Les sites seront choisis en fonction du substrat, de la profondeur, de l'exposition aux vents dominants (Nord-Ouest) ou de la présence de résurgence ou de petits tributaires à proximité. À l'heure actuelle, il est difficile de prévoir des sites propices. Sans s'y restreindre, les secteurs projetés pour les aménagements pourraient se situer dans la section centrale du futur plan d'eau au nord de la grosse île jusqu'à l'embouchure de l'émissaire du lac Jeannine, dans le secteur à l'est du lac N près d'un petit tributaire ou à l'ouest du lac H près d'un autre petit tributaire.

La conception des frayères consistera à excaver le substrat en place afin d'ancrer le gravier. Une épaisseur d'au moins 25 cm de gravier rond d'origine fluviatile et propre (10 à 60 mm de diamètre) sera déposée sur les sites à aménager. Les zones de gravier seront circonscrites à l'aide de pierres placées sur le pourtour du gravier. Des abris naturels pourraient également être aménagés sur ou à proximité de la frayère afin de procurer des zones d'alevinage. Les détails de l'aménagement seront soumis pour approbation au MPO au moins 90 jours avant le début des travaux.

6.4.6 GAIN D'HABITAT

La création d'un lac de grande superficie permettra de créer 69,8 ha d'habitat supplémentaire. Un total de 55,0 ha est attribuable strictement à la création d'habitat, soit la superficie totale mise en eau du nouveau plan d'eau en excluant la superficie actuelle des plans d'eau H (1,7 ha), I (2,8 ha), O (8,7 ha) et N (1,4 ha). Le MPO considère actuellement uniquement ce gain direct en guise de compensation. Or, l'habitat de ces plans d'eau sera également modifié et amélioré par une meilleure oxygénation et une accessibilité accrue à des zones plus favorables pour l'alimentation et la reproduction de l'omble de fontaine. Ces modifications au niveau de l'habitat de ces plans d'eau seront nettement perceptibles et avantageuses au niveau du lac O qui est actuellement en processus d'eutrophisation et au niveau du lac N qui est peu profond. Pour les lacs H et I, ceux-ci sont relativement de petite superficie et offrent un faible potentiel de production biologique. Ainsi, la superficie actuellement occupée par ces plans d'eau, soit 14,6 ha, sera influencée positivement par le rehaussement du niveau d'eau et la création d'un lac de grande superficie.

D'autre part, la nouvelle section aménagée afin de faciliter la montaison du poisson vers le nouveau lac procurera environ 760 m² d'habitat supplémentaire pour le poisson.

Les fonctions d'habitat principalement ciblées par cette composante du projet sont présentées au tableau 6-5. Chacune des espèces présentes bénéficiera de ce nouveau plan d'eau pour l'ensemble de leur cycle vital. Il est probable que le mulet perlé, l'omble de fontaine et le meunier rouge puissent utiliser de nouveaux sites de fraie en lac avant l'aménagement des frayères. Les nouvelles aires de fraie profiteront à l'omble de fontaine, mais il est probable que le meunier rouge et le mulet perlé en bénéficient également.

Tableau 6-5. Fonctions d'habitat bonifiées par la création d'un lac de grande superficie

Espèce\Fonction	Reproduction	Alevinage	Déplacement	Alimentation	Survie hivernale
Omble de fontaine	x	x	x	x	x
Meunier rouge	x	x	x	x	x
Mulet perlé	x	x	x	x	x

Tel que mentionné précédemment, le panache de sédiment associé à l'ancienne mine du lac Jeannine se retrouve près de 7 km en aval de la route 389 jusqu'au réservoir Manicouagan. D'une largeur d'environ 10 m, les habitats retrouvés dans cette portion de l'émissaire du lac Jeannine sont constamment vulnérables au transport sédimentaire et aux impacts qui s'y rattachent (turbidité, perte d'habitat, diminution de la qualité de l'eau, etc.). La présence des sédiments instables en amont constitue donc un impact probable significatif pour la faune aquatique en aval et notamment l'omble de fontaine. L'objectif de l'ensemble du projet vise à stabiliser et limiter les apports de sédiments. Le projet viendra bonifier l'habitat actuel qui inclut également la portion aval de la route 389. Bien que non quantifiable directement, l'influence du présent projet se répercutera graduellement sur les portions en aval qui représentent environ 70 000 m² (7 ha) d'habitat supplémentaire.

Les fonctions d'habitat principalement ciblées dans la portion aval sont présentées au tableau 6-6. Toutes les espèces retrouvées en aval bénéficieront de la stabilisation du secteur du lac Jeannine. Le réservoir Manicouagan est un important secteur prisé pour la pêche sportive au touladi, à la ouananiche et au grand brochet.

Tableau 6-6. Fonctions d'habitat bonifiées dans la portion en aval du futur lac

Espèce\Fonction	Reproduction	Alevinage	Déplacement	Alimentation	Survie hivernale
Toutes les espèces présentes (omble de fontaine, lotte, grand brochet, meunier rouge, meunier noir, cyprinidés, etc.)	x	x	x	x	

6.5 LIEN AVEC LES PRINCIPES DIRECTEURS

Le document *Politique d'investissement en matière de productivité des pêches : Guide sur les mesures de compensation à l'attention des promoteurs de projet* (MPO 2013) énonce quatre grands principes directeurs. Ceux-ci sont présentés ci-dessous et leur applicabilité dans le contexte du présent programme de compensation est détaillée.

1. **Les mesures de compensation doivent appuyer les objectifs en matière de gestion des pêches ou les priorités de restauration locales**

L'ancienne mine du lac Jeannine est le principal site minier abandonné sur la Côte-Nord nécessitant des travaux de restauration de la part du MERN. Des travaux à hauteur de 37 M$ y sont prévus d'ici 2026 par le MERN. Cependant, bien que ces travaux vont permettre de sécuriser le site et assurer sa réhabilitation, les travaux prévus au parc à résidus sont mineurs et rien n'est dans les plans pour les secteurs en aval. Tel que décrit dans le présent document, le secteur du lac Jeannine présente plusieurs particularités intéressantes pour y réaliser des aménagements halieutiques. D'une part, l'habitat a été grandement dégradé depuis la fermeture du site minier. Des épisodes successifs d'écoulement de résidus miniers ont perturbé les berges du cours d'eau en plus de combler entièrement les lacs qui s'y trouvaient. Cette accumulation de résidus fait en sorte qu'une grande partie de l'habitat est peu propice, et ce, pour toutes espèces de poissons qui s'y trouvent,

particulièrement dans les chenaux lentiques (anciens lacs) qui ont accumulé la plus grande partie des résidus miniers. L'eau y est peu profonde et les écoulements sont à bon nombre d'endroits très diffus. Il s'agit donc d'un site prioritaire en termes de restauration pour lequel le programme de compensation proposé permet de restaurer et de créer des habitats pour le poisson. Sans ce programme de compensation, la qualité des habitats dans l'émissaire du lac Jeannine va demeurer aussi faible qu'elle l'est présentement.

La communauté innue de Uashat mak Mani-Utenam a donné son appui à la réalisation du projet compensatoire du lac Jeannine (annexe G) en juin 2016. La communauté est favorable à la restauration de ce site abandonné situé sur leur territoire ancestral.

D'autre part, le Centre d'expertise hydrique du ministère du Développement durable, de l'Environnement et le la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) et le MERN ont également manifesté des commentaires favorables à la réalisation de ce projet (annexe G).

2. Les bénéfices découlant des mesures de compensation doivent contrebalancer les impacts du projet

L'évaluation des gains attendus est présentée en détail dans les sections précédentes. Les populations de poissons affectées par le projet de gestion des résidus concernent principalement les espèces suivantes : omble de fontaine, grand brochet, meunier noir, meunier rouge, mené de lac, mulet perlé et lotte. Au lac Jeannine, la composition spécifique est similaire, à l'exception de la lotte et du grand brochet qui sont absents. L'absence du grand brochet au lac Jeannine représente un avantage non négligeable pour les aménagements proposés puisque l'omble de fontaine deviendra la principale espèce visée. Notons que les principaux lacs en termes de superficie qui seront empiétés dans le secteur du Mont-Wright (lacs A et B) possèdent comme principales espèces sportives le grand brochet et l'omble de fontaine. Les abondances et les densités de l'omble de fontaine dans ces lacs sont très faibles. Il est attendu que pour les aménagements prévus au lac Jeannine, en l'absence du brochet, la productivité de l'omble de fontaine sera plus élevée. En effet, le grand brochet n'est pas présent en amont de la route 389. L'absence de prédateur accroît les chances de succès pour l'utilisation des aménagements halieutiques, notamment en ce qui concerne l'utilisation des frayères et la survie des alevins. Ainsi, les superficies créées auront une plus grande valeur par unité de surface que celles qui seront perdues au Mont-Wright.

3. Les mesures de compensation doivent offrir des avantages supplémentaires à la pêche

Tel que mentionné précédemment, l'ancien site minier du lac Jeannine est orphelin. Les efforts de stabilisation et de restauration du MERN devraient normalement se limiter à l'ancien secteur industriel, en amont de la zone considérée pour les aménagements compensatoires. Ainsi, sans la réalisation du présent plan, aucun bénéfice supplémentaire à la pêche ne surviendra. En conséquence, le site du lac Jeannine est approprié et cadre avec les lignes directrices du MPO.

4. Les mesures de compensation doivent générer des avantages autosuffisants à long terme

Les aménagements prévus au lac Jeannine vont permettre dans un premier temps d'assurer une stabilité à l'ancien parc à résidus. Cette stabilisation, bien qu'elle ne créera pas de gains directs en termes d'habitat du poisson, aura pour effet d'améliorer la qualité globale des habitats présents dans le bassin versant du lac Jeannine, et ce, même au-delà de la limite aval des aménagements. Les seuils et les digues qui seront construits seront également pérennes dans le temps ce qui permettra la restauration d'un écosystème fortement dégradé.

7 SYNTHÈSE DES INTERVENTIONS ET DE LA COMPENSATION

Le concept d'aménagement proposé dans le cadre du programme de compensation vise la restauration de près de 90 ha d'habitat du poisson afin de pallier aux pertes d'habitat du poisson dans le secteur de Mont-Wright. Dans le secteur de l'ancien site minier du lac Jeannine, c'est plus de 9,4 ha de résidus miniers qui seront stabilisés avec un empierrement et près de 317 ha qui seront reboisés. L'écoulement naturel de l'émissaire du lac Jeannine (qui se trouve sous le parc à résidus) sera reconstitué sur une distance approximative de 1 km. La mise en place de 18 seuils écologiques permettra la libre circulation du poisson sur l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine, fournira des aires de reproduction, d'alimentation, d'alevinage et de repos pour les poissons sur une superficie de près de 20 ha et favorisera la colonisation d'herbier aquatique et la reprise de la végétation le long de la bande riveraine sur une longueur approximative de 1,6 km linéaire. Finalement, l'aménagement de quatre ouvrages de retenue permettra de rehausser le niveau d'eau en amont de la route 389 et ainsi créer un lac de près de 70 ha. La morphologie du nouveau lac (fosses, baies nombreuses, substrat varié) permettra à ce dernier d'offrir une grande variété d'habitats pour les communautés de poissons, et ce, pour toutes les différentes étapes de leur cycle vital. Le tableau 7-1 présente le bilan des interventions proposées et les gains associés pour l'ensemble du programme de compensation.

Selon le MPO, l'ensemble du projet proposé permettra d'atteindre un gain direct de 73,74 ha d'habitat. La superficie d'influence de l'ensemble des aménagements se répercutera à partir de la rampe de montaison du nouveau lac jusqu'à la portion restaurée de l'émissaire du lac Jeannine et procurera 15,7 ha supplémentaires au projet. Cependant, seule la superficie d'influence liée à l'aménagement des seuils dans l'émissaire du lac Jeannine est considérée par le MPO, soit 1,01 ha supplémentaire. **Le gain d'habitat total s'élève donc à 74,75 ha.** À la lumière des arguments présentés dans ce document, les gains aux lacs Jeannine seront amplement suffisants pour pallier aux pertes directes d'habitat du poisson en vertu du REMM dans le secteur de Mont-Wright pour la première phase d'inscription à l'annexe 2. Ces arguments sont résumés ci-dessous :

- Création d'habitats de plus grande qualité en raison de l'envergure des cours et plans d'eau aménagés comparativement aux habitats perdus.
- Absence du grand brochet qui permettra d'obtenir des écosystèmes plus productifs que les principaux lacs empiétés au Mont-Wright.
- Création d'un plan d'eau d'envergure au littoral découpé et à la bathymétrie variable réunissant plusieurs conditions propices à l'omble de fontaine.
- Les habitats actuels au lac Jeannine sont présentement fortement dégradés, ce qui permet d'anticiper avec confiance le succès des aménagements projetés.
- La stabilisation du parc à résidus, bien qu'elle ne soit pas une compensation en tant que telle, permettra d'améliorer la qualité de tous les habitats situés en aval de ce dernier et cet effet sera perceptible jusqu'au réservoir Manicouagan, secteur renommé pour la pêche sportive.
- Bien que les pertes associées au bassin B+ et au parc Hesse surviennent avant que les principaux gains surviennent à lac Jeanine, l'ensemble du projet de compensation sera complété avant qu'une grande superficie (parc Nord-Ouest, nord du parc Hesse, bassin Hesse Nord) ne soit affectée par le dépôt de déchets miniers, soit à partir de 2026, ce qui vient contrebalancer l'écart négatif en début de projet.

Il est donc proposé de considérer une partie des gains d'habitat prévus dans le cadre du présent projet compensatoire afin de contrebalancer les pertes occasionnées par l'aménagement du bassin d'eau de procédé B+, de l'expansion du parc Hesse et de l'expansion des haldes à stériles au sud de la mine de Mont-Wright en vertu de l'article 36.3 du REMM. Ces pertes s'élèvent à 67,6 ha d'habitat du poisson. En

utilisant un ratio perte vs gain de 1 : 1, une superficie résiduelle pourra être utilisée en crédit compensatoire pour d'autres phases du projet à venir au site de Mont-Wright. Par contre, l'analyse sur la correspondance au niveau de la qualité des habitats perdus par rapport à la qualité des gains attendus sur l'habitat par le présent projet n'a pas encore été réalisée par le MPO. L'utilisation d'un ratio 1 : 1 est considérée conservatrice puisque les habitats perdus sont majoritairement marginaux et de très faible qualité comparativement au projet proposé qui vise à obtenir à terme des habitats de grande qualité, notamment pour l'omble de fontaine. En effet, les plans d'eau situés dans le secteur du lac Jeannine présentent une productivité naturelle pour l'omble de fontaine supérieure à ce qui se trouve dans le secteur de Mont-Wright. Cette productivité varie entre 5 et 10 kg/ha spécifiquement pour l'omble de fontaine (annexe H), ce qui suggère un plus grand potentiel halieutique au niveau des gains attendus sur l'habitat. À l'inverse, rappelons qu'à Mont-Wright, les principaux plans d'eau empiétés abritent le grand brochet et l'omble de fontaine y est complètement absent. Ces observations se traduisent par une productivité nulle pour l'omble de fontaine. De plus, plusieurs cours d'eau empiétés présentent des habitats de faible qualité.

Tableau 7-1. Synthèse des gains d'habitat pour le programme de compensation du lac Jeannine

Composante du projet	Type d'intervention	Distance linéaire (m)	Superficie terrestre (ha)	Gain d'habitat direct (m²)	Gain d'habitat en influence (m²)	Gain d'habitat total (m²)
Volet initial – Stabilisation et végétalisation du parc à résidus	Stabilisation mécanique	-	9,7	-	-	-
	Reboisement	-	317	-	-	-
Volet 1 - Restauration de l'émissaire du lac Jeannine	Reprofilage et création d'un cours d'eau	968	-	3 150	-	3 150
	Aménagement de frayères	-	-	100 (inclus dans le reprofilage du cours d'eau)		
Volet 2 - Aménagement de seuils	Création de bassins, restauration de la libre circulation	7 694	-	184 270	10 125	194 395
	Aménagement de frayères	-	-	150 (inclus dans la création de bassins)		
Volet 3 - Création d'un lac de grande superficie	Rehaussement du niveau d'eau	-	-	550 000	-	550 000
	Aménagement de frayères	-	-	50 (inclus dans le rehaussement du niveau d'eau)		
	Aménagement de la rampe de montaison	-	-	-	-	-
Total (m²)				**737 420**	**10 125**	**747 545**
Total (ha)				**73,74**	**1,01**	**74,75**

8 OBJECTIFS COMPENSATOIRES

Le tableau 8-1 présente les objectifs compensatoires en lien avec le projet proposé. Chaque objectif de chaque composante du projet est numéroté. Le suivi proposé pour vérifier l'atteinte de l'objectif y est également indiqué.

Dans l'éventualité où certains aménagements présenteraient des problématiques limitant l'atteinte des objectifs compensatoires, des correctifs seront mis en œuvre rapidement afin de rétablir la situation ou un plan de réaménagement sera soumis au MPO dans les plus brefs délais. Les mesures qui seraient mises en place pourraient inclure un ou des éléments suivants dépendamment de l'objectif ciblé :

- ajout de matériel sur les frayères aménagées (gravier, pierre, blocs);
- aménagement de nouveaux sites de fraie;
- modification des profils des structures;
- reprofilage des déversoirs;
- diversification des aménagements (abris, déflecteur, seuil, ceinture d'enrochement, etc.);
- ensemencements dans le nouveau lac;
- plantation de nouvelles espèces arborescentes et arbustives sur les bandes riveraines;
- plantation d'herbier;
- recherche de nouveaux sites de compensation.

Tableau 8-1. Objectifs spécifiques et mesures de suivi du programme de compensation proposé

Composante	Objectifs compensatoires	Suivi
Volet initial Stabilisation et végétalisation du parc à résidus	A.1 - La stabilisation permettra de réduire significativement l'apport de sédiments fins dans l'émissaire du lac Jeannine et le tributaire T1	Suivi de l'efficience de la stabilisation du parc à résidus
	A.2 - La plantation de végétaux permettra d'améliorer le couvert végétal sur le parc à résidus	Suivi de la végétation
Volet 1 Restauration de l'émissaire du lac Jeannine	1.1 - Les aménagements devront favoriser la libre circulation de l'omble de fontaine	Suivi de la libre circulation du poisson
	1.2 - La superficie totale d'aire de fraie dans la portion restaurée devra atteindre une superficie minimale de 100 m²	Suivi sur les frayères aménagées
	1.3 - Les caractéristiques des frayères aménagées dans la portion restaurée devront être adéquates pour la reproduction de l'omble de fontaine	
	1.4 - Les frayères aménagées devront être utilisées par l'omble de fontaine	
	1.5 - Les aménagements dans la portion restaurée devront permettre d'améliorer la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine	Suivi de la libre circulation du poisson et suivi sur les frayères aménagées
	1.6 - La reconstruction du ponceau permet le libre passage du poisson	Suivi de la reconstruction du ponceau
Volet 2 Aménagements des seuils	2.1 - Les aménagements devront favoriser la libre circulation de l'omble de fontaine	Suivi sur les seuils aménagés
	2.2 - Les aménagements devront demeurer stables	
	2.3 - La superficie totale d'aire de fraie dans l'émissaire du lac Jeannine devra atteindre une superficie minimale de 150 m²	Suivi sur les frayères aménagées
	2.4 - Les caractéristiques des frayères aménagées dans l'émissaire du lac Jeannine devront être adéquates pour la reproduction de l'omble de fontaine	
	2.5 - Les frayères aménagées devront être utilisées par l'omble de fontaine	
	2.6 - Les aménagements dans l'émissaire du lac Jeannine devront permettre d'améliorer la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine	Suivi sur les seuils aménagés et suivi sur les frayères aménagées
Volet 3 Création d'un plan d'eau de grande superficie	3.1 - La création du lac devra permettre l'établissement d'une population d'omble de fontaine auto-perpétuatrice	Suivi de la productivité du nouveau plan d'eau
	3.2 - La création du lac devra permettre l'établissement d'une communauté benthique diversifiée	
	3.3 - La création du lac devra permettre de créer une diversité d'habitats propices pour l'omble de fontaine (aire d'alevinage, reproduction, alimentation, déplacement, survie hivernale)	
	3.4 - La superficie totale d'aire de fraie dans le futur lac devra atteindre une superficie minimale de 50 m²	Suivi sur les frayères aménagées
	3.5 - Les frayères aménagées devront être utilisées par l'omble de fontaine	
	3.6 - Les caractéristiques des frayères aménagées en lac devront être adéquates pour la reproduction de l'omble de fontaine	
	3.7 - La rampe de montaison aménagée en aval du futur lac devra permettre la libre circulation du poisson	Suivi de la libre circulation du poisson dans la rampe de montaison

9 MESURES D'ATTÉNUATION À METTRE EN ŒUVRE LORS DES TRAVAUX

Plusieurs mesures seront mises en place lors des travaux afin d'éviter ou de réduire tout effet néfaste que la mise en place de ces nouveaux ouvrages pourrait avoir sur le poisson ou son habitat. Ces mesures concerneront notamment la propreté du chantier, l'entretien et la circulation de la machinerie, la traversée de cours d'eau par la machinerie, la gestion de l'eau au chantier, la prévention de déversement accidentel de produits pétroliers, la déviation temporaire d'un cours d'eau ainsi que le contrôle de l'érosion et de la sédimentation sur le chantier.

La liste des mesures d'atténuation proposées s'appuie sur les plus récentes mesures afin d'atténuer les impacts sur l'environnement proposés dans le cadre du processus d'études d'impact du gouvernement du Québec pour l'agrandissement des bassins B+ et Nord-Ouest. Les mesures recommandées par le MPO visant à éviter les dommages causés aux poissons et aux habitats des poissons ont également été ajoutées à cette liste. Cette liste est présentée à l'annexe I.

Parmi les mesures particulières, mentionnons l'installation de filtres à ballots de paille et de barrières à sédiments (aux endroits où les particules de sol en érosion sont susceptibles de ruisseler), l'inspection de la machinerie, un ravitaillement à plus de 60 m de tout cours d'eau, l'utilisation de batardeau et une gestion de l'eau pour les ouvrages qui nécessitent de travailler à sec, ainsi que l'accessibilité des trousses de récupération d'hydrocarbures et d'estacades flottantes.

L'ensemble des mesures seront suivies au chantier par un surveillant en environnement et seront détaillées dans un devis « protection de l'environnement » qui sera transmis à l'entrepreneur avant la réalisation des travaux. L'entrepreneur devra présenter le plan d'action qu'il entend appliquer notamment pour éviter l'apport de sédiments dans les cours d'eau ou dans les lacs avoisinants causé par les matériaux susceptibles d'être érodés et transportés sur le chantier. Il devra détailler sa méthode de travail concernant le remplacement du ponceau et la mise en place des ouvrages.

Aucune autorisation pour débuter les travaux (incluant le déboisement) ne sera délivrée avant que l'entrepreneur présente et fasse approuver par le MPO ainsi que par le maître d'œuvre son « plan d'action pour la protection de l'environnement ». Certains éléments du plan d'action sont inconnus avant le début du chantier, ils doivent donc être présentés au surveillant en environnement pour approbation au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Ce plan d'action sera présenté sous forme de croquis à l'aide des plans de construction de format réduit (ou tout autre document équivalent) montrant la localisation et la nature des méthodes de contrôle de l'érosion proposées.

L'entrepreneur devra démontrer dans son plan d'action de quelle façon il entend appliquer les prescriptions du devis pour éviter tout dommage à l'environnement ainsi que sur l'habitat du poisson.

Sans s'y limiter, le « plan d'action pour la protection de l'environnement » devra contenir notamment les éléments suivants :

- l'identification du responsable en environnement;
- l'ordonnancement des travaux;

- les plans d'aménagement des bureaux de chantier, des stationnements, des aires de rebuts ou autres sites nécessaires aux travaux (volume de matériaux projetés, chemins d'accès, superficie utilisée, qualité des sols sous-jacents, localisation des cours d'eau et des lacs, protection des arbres, terrassement, etc.);
- l'entretien et la circulation de la machinerie;
- le déversement accidentel de produits pétroliers;
- les ouvrages temporaires dans un cours d'eau ou un lac;
- la déviation temporaire d'un cours d'eau;
- la planification de la traversée des cours d'eau par la machinerie;
- l'installation et la stabilisation des extrémités d'un ponceau;
- les fossés et bandes riveraines;
- le contrôle de l'érosion sur le chantier;
- le rideau de confinement;
- les plans d'ouvrages temporaires (batardeaux, canaux de dérivation, etc.);
- la planification pour la suspension des travaux.

Dès le début des travaux, l'entrepreneur devra avoir en sa possession sur le chantier le matériel nécessaire pour réaliser les interventions prescrites au devis. L'entrepreneur devra intervenir immédiatement pour tout événement jugé dommageable par le surveillant ou susceptible de causer un dommage à l'environnement.

10 PROGRAMME DE SUIVI

Cette section décrit les différents suivis qui sont proposés dans le cadre du projet du lac Jeannine afin d'assurer l'atteinte des cibles compensatoires. Les ouvrages mis en place, tels les seuils et les digues, nécessiteront d'avoir leur propre suivi et entretien en vertu de la Loi sur la sécurité des barrages. Toutefois, au niveau de l'habitat du poisson ceux-ci seront évalués en considérant leur stabilité physique et leurs caractéristiques physiques.

Selon les résultats des premiers suivis compensatoires, les paramètres et la durée d'un ou de plusieurs suivis pourraient être modifiés à la satisfaction du MPO.

10.1 VOLET INITIAL - STABILISATION ET VÉGÉTALISATION DU PARC À RÉSIDUS

Les travaux de stabilisation au niveau du parc à résidus devront démontrer, sans s'y limiter, qu'ils contribuent à freiner le processus d'érosion (ruissellement et décrochage du talus) observable depuis l'arrêt des activités au site.

10.1.1 SUIVI DE L'EFFICIENCE DE LA STABILISATION DU PARC À RÉSIDUS

L'objectif de ce suivi est de suivre l'efficacité des ouvrages de protection du parc à résidus suite à leur mise en place, c'est-à-dire d'évaluer les quantités de sédiments qui proviennent du parc à résidus et qui circulent dans la section amont de l'émissaire, jusqu'à la confluence du tributaire T1 (carte 10-1). Le protocole de suivi de l'efficacité de la stabilisation du parc sera soumis au MPO au moins 90 jours avant le début du premier suivi. Les sections suivantes présentent les orientations proposées pour les différents éléments suivis.

10.1.1.1 ÉTAT DE RÉFÉRENCE

Le suivi proposé consiste à établir d'abord un état de référence de la dynamique hydrosédimentaire de l'émissaire du lac Jeannine et du tributaire T1 préalablement à la construction. Les activités de terrain alors proposées permettront de déterminer l'équilibre du profil longitudinal du lit fluvial, d'identifier les processus sédimentaires qui le régissent (incision ou rehaussement du niveau de base en raison d'apports sédimentaire provenant de l'amont) et, enfin, de statuer sur l'efficacité des ouvrages de stabilisation des berges.

1) Faire la caractérisation stéréoscopique détaillée des segments de rives en érosion et en accrétion et de tout autre indicateur hydrogéomorphologique d'intérêt (terrasses, banc alluvial, etc.).
2) Relever le profil longitudinal du talweg des deux cours d'eau au moyen d'un GPS RTK.
3) Relever un profil transversal dans le bassin en amont de chaque seuil qui sera aménagé, au moyen du géoradar, couplé à un GPS-RTK.
4) Effectuer un carottage le long de ces transects transversaux.

La caractérisation stéréoscopique de l'émissaire du lac Jeannine et du tributaire T1 sera réalisée à partir du parc à résidus, et ce, jusqu'au seuil « 0 » situé le plus à l'aval (carte 10-1). Cette cartographie aura pour objectif d'établir le contexte hydrogéomorphologique de l'émissaire de manière à planifier adéquatement les différentes activités de terrain pour l'état de référence et éventuellement pour les suivis en période aménagée. La caractérisation stéréoscopique sera réalisée au moyen des photographies aériennes les plus récentes, mais

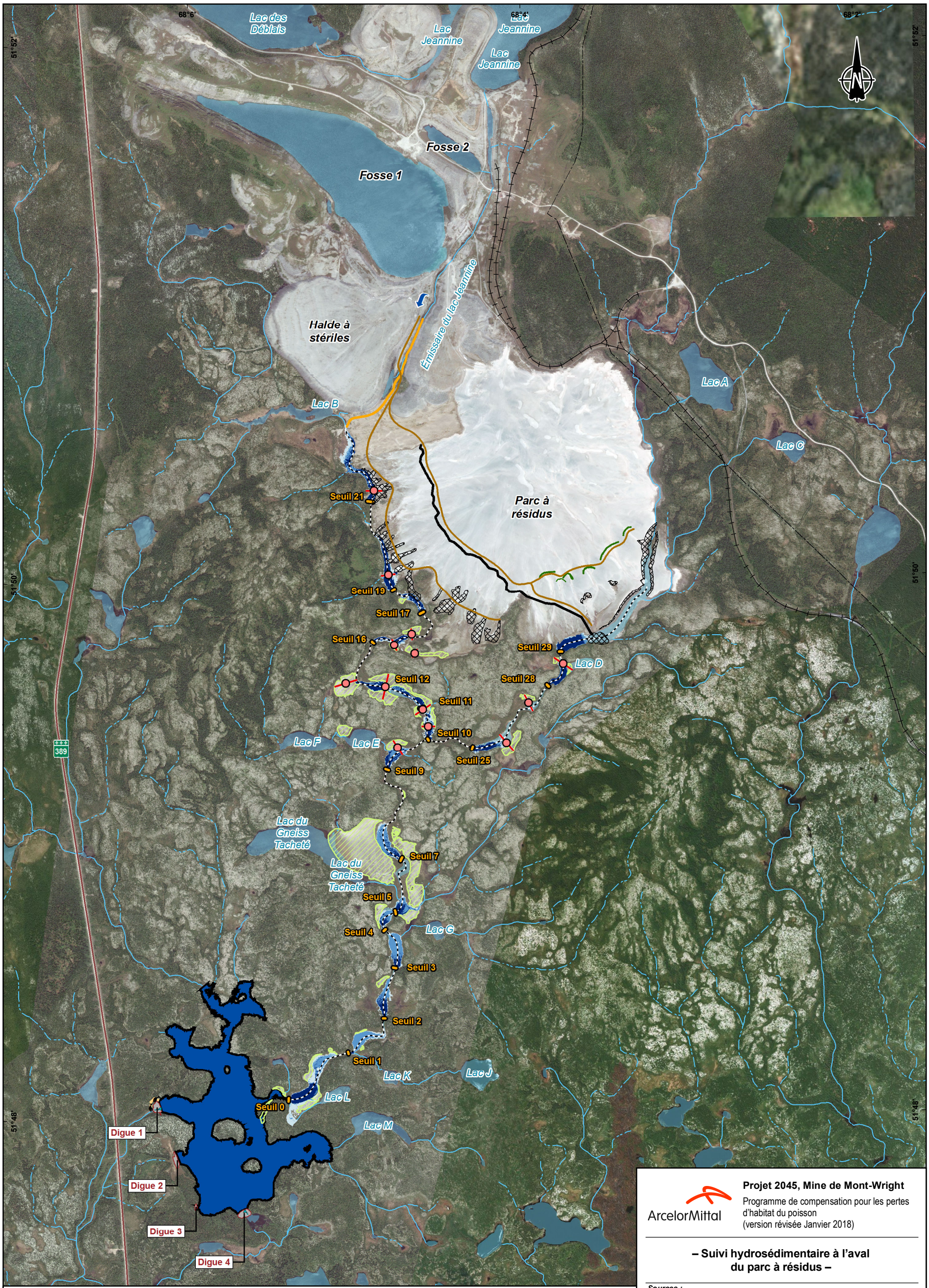
prises avant le début des travaux de stabilisation des rives. Ces photos seront visualisées en 3D, permettant de faire une cartographie hydrogéomorphologique de haute résolution. La cartographie se fera directement à l'écran, à partir des logiciels PurView et Arc GIS. Les transects transversaux de chacun des bassins localisés en amont des seuils qui seront aménagés seront également tracés afin de planifier adéquatement les activités de terrain subséquentes.

Sur le terrain, des relevés d'arpentage seront réalisés au moyen d'un GPS RTK (précision en Z centimétrique) à intervalles réguliers, soit chaque 50 m, tout le long du talweg de l'émissaire et du tributaire T1. Ces données de talweg seront couplées à celles qui ont été utilisées au droit des aménagements hydrauliques projetés relevées en 2015. L'ensemble des données sera exporté dans le logiciel RMAP qui permettra d'afficher le profil longitudinal des deux cours d'eau et de les comparer aux profils qui seront relevés lors des suivis subséquents. L'analyse spatio-temporelle des différents profils longitudinaux permettra de déterminer l'équilibre dynamique du profil longitudinal dans le temps, à savoir si le lit de l'émissaire est en aggradation ou en incision. De plus, cette analyse permettra de faire le bilan sédimentaire en calculant les volumes théoriquement gagnés ou perdus de sédiments pour une période donnée.

Afin de statuer si la dynamique hydrosédimentaire à l'échelle du tronçon en amont est gérée par l'influence du niveau de base de l'émissaire en aval de la confluence du tributaire T1 ou par un apport de sédiments provenant du parc à résidus, des profils transversaux du cours d'eau seront réalisés à chaque position estimée des futurs bassins localisés en amont des seuils qui seront aménagés. Ces profils seront réalisés au moyen du géoradar. Cet instrument de géophysique, couplé à un GPS RTK, permettra à la fois d'obtenir le profil topographique (bathymétrique) transversal de l'émissaire et du tributaire T1 et le profil du sol afin de caractériser les unités sédimentaires sous le lit fluvial et les rives en termes de composition et d'épaisseur. L'objectif est de trouver un ancien lit (lacustre ou fluvial) qui permettra de servir de marqueur stratigraphique à partir duquel les épaisseurs de sédiments seront mesurées pour chaque année de suivis. Pour chacune des zones d'accumulation qui seront relevées au géoradar, les données géophysiques seront calibrées soit par un sondage manuel ou, au besoin, par des carottes de sédiments de 1 m de longueur qui seront prélevées à l'hiver au moyen d'un carottier cryogénique. Le prélèvement de ces carottes permettra de déterminer la provenance des sédiments, de confirmer l'absence ou la présence des marqueurs stratigraphiques et de les caractériser. Il est à noter que ces carottes ont la propriété de prélever les sédiments sans les remanier, ce qui permet de conserver la stratigraphie du lit du cours d'eau dans son intégralité. L'ampleur de cette activité sera évaluée à la suite du terrain initial. Le carottage sera conduit à l'hiver, principalement en raison des conditions plus favorables en termes d'accès et de préparation de site pour ce type de carottage.

10.1.1.2 SUIVI

La dynamique sédimentaire de l'émissaire et du tributaire T1 sera suivie dans les deux années suivant la mise en place des ouvrages de protection du parc à résidus. Les activités prévues lors des années 1 et 2 du suivi seront donc les relevés des profils longitudinaux de l'émissaire du lac Jeanine et du tributaire T1, ainsi que les profils transversaux relevés au géoradar des bassins localisés en amont des seuils aménagés. Ces relevés se feront au GPS RTK afin d'obtenir le même niveau de précision que pour l'état de référence. Ces données topographiques, bathymétriques et géophysiques pourront alors être comparées à celles relevées lors de l'état de référence afin de déterminer l'équilibre du profil du lit fluvial, d'identifier les processus sédimentaires qui le régissent, d'estimer un bilan sédimentaire et de statuer sur l'efficacité des ouvrages de stabilisation des berges. Ce suivi pourrait se poursuivre jusqu'à ce que la stabilisation du parc ait démontré son efficacité, et ce, à la satisfaction du MPO.



Aménagement projeté

- Chemin d'accès
- Fossé
- Dérivation du cours d'eau
- Seuil
- Déversoir
- Rampe de montaison
- Création d'un lac
- Berme
- Digue
- Enrochement
- Zone de revégétalisation

Infrastructure

- Ligne de transport d'énergie
- Route principale
- Chemin de fer

Habitat du poisson

- Débit d'étiage
- Débit moyen
- Débit de crue 2 ans

Activité de suivi

- Profil de Thalweg
- Profil transversal et géoradar
- Carottage cryogénique

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright

Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson
(version révisée Janvier 2018)

– Suivi hydrosédimentaire à l'aval du parc à résidus –

Sources :
CanVec, 1/50 000 RNCan, 2010
Système d'information écoforestière (SIEF), MRNF Québec, 2007
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto
Bing Maps, mai 2013

Cartographie : WSP, 2017
Fichier : 171-01375-00_pc_JEA_c10-1_suivi_hydrosedimentaire_wspb_180109.mxd

Échelle 1 : 25 000

0 250 500 750 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 10-1

Janvier 2018

wsp

10.2 VOLET 1 - RESTAURATION DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

10.2.1 SUIVI DE LA LIBRE CIRCULATION DU POISSON

Les suivis permettront d'évaluer si la libre circulation du poisson est maintenue dans la portion restaurée. Pour ce faire, les obstacles à la migration du poisson seront inventoriés lors des suivis.

L'utilisation du site par la faune ichtyenne, notamment l'omble de fontaine, sera également évaluée par des observations visuelles ou par des pêches effectuées à l'aide d'un appareil de pêche à l'électricité au cours de l'été. L'installation de verveux ou d'un autre engin non invasif pourrait également être utilisée afin d'évaluer l'utilisation par la faune.

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera sur une période de 5 ans, soit à l'an 1, 3 et 5 suivant l'aménagement.

10.2.2 SUIVI SUR LES FRAYÈRES AMÉNAGÉES

Les suivis permettront d'évaluer l'intégrité des frayères et leur utilisation par l'omble de fontaine. Chaque site d'aménagement sera numéroté et décrit sous la forme d'une fiche synthèse qui regroupera notamment les informations suivantes :

- description de l'état général des aménagements (signe d'instabilité, d'érosion, ensablement, affouillement, etc.);
- photographies pour chaque aménagement (vue amont, vue aval, vue des rives, etc.) pour comparaison avec l'état de référence;
- caractérisation des frayères aménagées :
  - longueur, largeur et profondeur d'eau;
  - épaisseur de substrat;
  - vitesse d'écoulement;
  - granulométrie (pourcentage de recouvrement des différentes classes granulométriques).

L'utilisation du site par la faune ichtyenne, notamment l'omble de fontaine, sera également évaluée par des observations visuelles d'individus reproducteurs au moment de la fraie ou par des pêches effectuées à l'aide d'un appareil de pêche à l'électricité au cours de l'été. Des engins non invasifs tels que des verveux pourraient également être installés afin d'évaluer l'utilisation par la faune.

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera sur une période de 5 ans, soit à l'an 1, 3 et 5 suivant l'aménagement.

10.2.3 SUIVI DE LA RECONSTRUCTION DU PONCEAU

Le suivi permettra d'évaluer la stabilité du nouveau ponceau ainsi que la libre circulation du poisson. Les paramètres suivants seront décrits :

- description de l'état général des aménagements (signe d'instabilité, d'érosion, ensablement, affouillement, etc.);
- photographies (vue amont, vue aval, vue des rives, etc.) pour comparaison avec l'état de référence;
- description et mesure de la structure aménagée :
  - hauteur de chute;
  - type de jet à la sortie du ponceau, si présent;
  - vitesse du courant dans le ponceau;
  - description de la fosse aval (profondeur, vitesse du courant).

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera sur une période de 5 ans, soit à l'an 1, 3 et 5 suivant l'aménagement.

10.3 VOLET 2 - AMÉNAGEMENT DE SEUILS

10.3.1 SUIVI DE LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE DES BASSINS ENNOYÉS ET DU COMPORTEMENT DES BERGES

L'objectif de ce suivi est d'évaluer la dynamique hydrosédimentaire des bassins ennoyés à la suite de la mise en place des seuils.

Suite à la construction de seuils proposés en 2021 pour la section amont et en 2022 pour la section aval, il est proposé de suivre pendant 2 ans la dynamique hydrosédimentaire dans les bassins qui seront nouvellement ennoyés. Ces deux années de suivis s'effectueront en 2022 et 2023 en ce qui concerne les bassins localisés en amont de la confluence et en 2023 et 2024 en ce qui concerne les bassins situés en aval de la confluence. Les relevés proposés pour ce suivi sont de réaliser un profil transversal et longitudinal au droit de chacun de ces bassins. Ces suivis serviront essentiellement à déterminer :

1) la stabilité de leurs berges suite aux nouvelles conditions d'équilibre que le rehaussement du niveau d'eau imposera;
2) leur susceptibilité à accumuler des sédiments suite aux nouvelles conditions hydrodynamiques et hydrosédimentaires imposées.

Au cours de ces suivis, le profil du talweg de l'émissaire et du tributaire T1 seront également relevés, de sorte à comparer les profils longitudinaux issus de l'état de référence et des années de suivis subséquents. Cette comparaison permettra de vérifier si l'ennoiement des bassins par les seuils influencera la dynamique hydrogéomorphologique (ex. migration latérale des chenaux d'écoulement entre les bassins) en raison des changements de pentes.

10.3.2 SUIVI SUR LES SEUILS AMÉNAGÉS

Les suivis permettront d'évaluer la stabilité, les caractéristiques physiques et la libre circulation du poisson. Chaque site aménagé sera décrit sous la forme d'une fiche synthèse. La stabilité et l'intégrité physique des aménagements piscicoles seront évaluées en considérant les paramètres suivants :

- stabilité de la structure;
- affouillement;

- érosion (dimension de chaque site);
- ensablement du substrat (superficie, épaisseur);
- encombrement de débris ou début d'embâcle;
- état des berges en rive gauche et en rive droite;
- état des points d'ancrage en rive gauche et en rive droite.

Les caractéristiques physiques des aménagements et les conditions de libre passage du poisson seront évaluées en considérant les paramètres suivants :

- description et mesure de la structure;
- dimensions du déversoir (largeur, profondeur, vitesse d'écoulement, hauteur de chute, type de jet);
- caractérisation de la fosse en amont et en aval, si présente (longueur, largeur, profondeur, granulométrie du substrat, vitesse d'écoulement);
- caractérisation de l'ensablement ou de l'érosion (superficie, localisation, profondeur, granulométrie).

Les structures aménagées et l'habitat qu'on retrouve en amont et en aval de celles-ci seront caractérisés afin d'évaluer la qualité de l'habitat et la pérennité des aménagements.

L'utilisation du site par la faune ichtyenne, notamment l'omble de fontaine, sera également évaluée par des observations visuelles d'individus ou par des pêches effectuées à l'aide d'un appareil de pêche à l'électricité au cours de l'été. Des engins non invasifs tels que des verveux pourraient également être installés afin d'évaluer l'utilisation par la faune.

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera sur une période de 10 ans, soit à l'an 1, 5 et 10 suivant l'aménagement.

10.3.3 SUIVI SUR LES FRAYÈRES AMÉNAGÉES

Les suivis permettront d'évaluer l'intégrité des frayères et leur utilisation par l'omble de fontaine. Chaque site d'aménagement sera numéroté et décrit sous la forme d'une fiche synthèse. Cette fiche regroupera les mêmes informations que celles précédemment décrites dans la section du suivi sur les frayères aménagées dans le cadre de la restauration de l'émissaire du lac Jeannine.

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera également sur une période de 10 ans, soit à l'an 1, 5 et 10 suivant l'aménagement.

10.4 VOLET 3 - CRÉATION D'UN LAC DE GRANDE SUPERFICIE

Pour ce volet, il est proposé de réaliser un suivi de la productivité du futur plan d'eau, un suivi sur les frayères aménagées ainsi qu'un suivi spécifique à la rampe de montaison.

10.4.1 SUIVI DE LA PRODUCTIVITÉ DU NOUVEAU PLAN D'EAU

Le suivi de la productivité du nouveau plan d'eau vise à évaluer la nouvelle communauté ichtyologique, la qualité de l'eau ainsi que la colonisation de la faune benthique. Ces éléments permettront d'évaluer la

productivité du plan d'eau pour le poisson. Le protocole de suivi permettant de démontrer l'atteinte de la productivité attendue sera soumis au MPO au moins 90 jours avant le début du premier suivi. Les sections suivantes présentent les orientations proposées pour les différents éléments suivis.

10.4.1.1 SUIVI DES COMMUNAUTÉS ICHTYOLOGIQUES

Les suivis permettront d'évaluer l'état et la progression des populations de poissons présentes dans le plan d'eau. Pour ce faire, une étude de capture-marquage-recapture sera réalisée. Des pêches à l'aide de filet trappe de type Alaska seront réalisées afin de minimiser les mortalités de poissons. Entre 5 et 8 stations de pêche seront réparties à l'intérieur du futur lac. Pour chaque suivi, une première campagne de pêche sera réalisée en août. Cette campagne permettra de marquer les individus qui seront capturés. Environ une semaine plus tard, une deuxième campagne sera réalisée suivant la même méthodologie. Cette campagne permettra d'évaluer le nombre de poissons marqués qui ont été capturés une seconde fois afin d'obtenir une estimation de la population totale dans le futur lac.

L'espèce, la longueur totale et le poids seront notés pour tous les spécimens. De plus, sur tous les spécimens capturés, la présence d'anomalies macroscopiques et de parasites externes sera prise en note. Environ 10 % des individus seront sacrifiés afin d'obtenir des informations additionnelles sur l'état de la population. Les mesures suivantes seront déterminées sur chacun des spécimens sacrifiés : le sexe, la masse du foie, la masse des gonades, le stade de maturité et l'âge.

Sans s'y restreindre, les indicateurs suivants seront calculés par espèce :

- masse moyenne;
- longueur totale moyenne;
- indice de condition de Fulton;
- capture par unité d'effort (CPUE);
- biomasse par unité d'effort (BPUE);
- abondance relative;
- biomasse relative;
- estimation de la population totale;
- biomasse totale;
- indice hépato-somatique;
- indice gonado-somatique;
- âge moyen;
- mortalité instantanée.

Une caractérisation de l'habitat sera également réalisée sur l'ensemble du futur plan d'eau. Cette caractérisation permettra d'évaluer si des changements ont eu lieu au niveau du substrat et des herbiers aquatiques. Par la suite, la méthode de classification et de quantification des habitats lacustres décrite par Bradbury *et al.* (2001) sera utilisée.

10.4.1.2 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Des mesures seront également prises à trois endroits représentatifs du plan d'eau afin d'évaluer la qualité de l'eau du futur lac. Ces stations correspondent à l'emplacement actuel du lac H, à l'emplacement actuel du lac O ainsi que dans le chenal central du futur lac. Pour chacune de ces stations, les paramètres suivants seront mesurés :

- profil de température;
- profil d'oxygène;
- métaux (Al, Cd, Fe, Hg, Mo, As, Cu, Pb, Ni, Zn, Se) en surface;

- profil de pH;
- transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi;
- conductivité en surface;
- phosphore total en surface;
- azote ammoniacal en surface;
- nitrites et nitrates en surface;
- alcalinité en surface;
- matières en suspension en surface;
- hydrocarbures pétroliers en surface.

10.4.1.3 SUIVI DE LA FAUNE BENTHIQUE

Les suivis permettront également d'évaluer la productivité des invertébrés benthiques présents dans le plan d'eau. Le benthos constitue la principale source d'alimentation pour l'omble de fontaine. Deux types d'habitats seront couverts lors de ce suivi, soit le milieu lacustre à substrat meuble et le milieu lacustre à substrat grossier. Dans chacun de ces milieux, des échantillons de benthos seront prélevés dans quatre stations pour un total de huit stations. Les organismes seront ensuite identifiés en laboratoire.

Pour décrire, analyser et comparer les communautés benthiques, différentes mesures unidimensionnelles (descripteurs de communauté) seront mises à contribution. Les indicateurs suivants seront calculés pour chaque station et pour chaque milieu et seront comparés au fil des suivis :

- densité totale des invertébrés;
- indice de régularité (équitabilité);
- richesse des taxons;
- indice de diversité de Simpson;
- densité (taxon);
- abondance relative (taxon);
- indice EPT/C.

10.4.1.4 ÉTAT DE RÉFÉRENCE

L'état de référence pour le suivi de la productivité ne peut être réalisé puisque le plan d'eau n'existe pas actuellement. Les lacs qui seront englobés dans le futur plan d'eau ont déjà été caractérisés en 2015.

10.4.1.5 LIVRABLES

Pour le futur lac, aucun suivi n'est proposé à l'an 1 puisque des transferts de poissons seront réalisés et qu'un délai d'implantation de la population de poisson sera nécessaire. Il est donc proposé de réaliser chacun de ces suivis à l'an 3, 7, 10 et 15.

10.4.2 SUIVI SUR LES FRAYÈRES AMÉNAGÉES

Les suivis permettront d'évaluer l'intégrité des frayères et leur utilisation par l'omble de fontaine. Chaque site d'aménagement sera numéroté et décrit sous la forme d'une fiche synthèse. Cette fiche regroupera les mêmes informations que celles précédemment décrites dans la section du suivi sur les frayères aménagées dans le cadre de la restauration de l'émissaire du lac Jeannine.

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera sur une période de 8 ans, soit à l'an 1, 5 et 8 suivant l'aménagement. Cet échéancier permettra d'être synchronisé avec le suivi de la productivité du plan d'eau.

10.4.3 SUIVI DE LA RAMPE DE MONTAISON

Les suivis permettront d'évaluer si la libre circulation du poisson est possible dans l'ensemble de la rampe de montaison aménagée. Pour ce faire, chacun des seuils sera inventorié lors des suivis. Le suivi permettra également de valider la stabilité et la fonction de chacune des structures aménagées.

Chaque seuil sera numéroté et décrit sous la forme d'une fiche synthèse. Cette fiche regroupera les mêmes informations que celles précédemment décrites dans la section du suivi sur les seuils dans le cadre des aménagements de seuils dans l'émissaire du lac Jeannine.

L'utilisation du site par la faune ichtyenne, notamment l'omble de fontaine, sera également évaluée par des observations visuelles dans chaque bassin ou par des pêches effectuées à l'aide d'un appareil de pêche à l'électricité au cours de l'été.

Un état de référence couvrant chacun de ces éléments sera établi lors de la réalisation des travaux. Par la suite, le suivi s'effectuera sur une période de 10 ans, soit à l'an 1, 5 et 10 suivant l'aménagement.

10.5 CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE DES SUIVIS

Dans le cadre du projet de Mont-Wright, les premières pertes d'habitats devraient survenir à l'été 2018, date butoir à laquelle les travaux de construction doivent débuter, et elles s'étaleront jusqu'en 2026 lorsque les principales composantes du parc à résidus auront été mises en place.

Ainsi, l'obtention des diverses autorisations relatives à la réalisation de la première étape de ce programme de compensation, soit la stabilisation mécanique du parc à résidus, devra être obtenue afin de débuter les travaux en 2018. Il est prévu de débuter les travaux par la stabilisation et la végétalisation du parc à résidus du site minier du lac Jeannine afin de freiner le transport sédimentaire des résidus vers l'aval.

L'approche globale proposée est de mettre en place les infrastructures graduellement de l'amont vers l'aval et de terminer les travaux par la construction des digues et la mise en eau du grand plan d'eau. Les suivis s'intercaleront dans le calendrier de réalisation en suivant l'avancement de la construction de chacun des éléments constituant le programme de compensation. Le tableau 10-1 présente le calendrier des suivis qui sont proposés dans le cadre du programme de compensation.

Tableau 10-1. Calendrier des états de référence et des suivis

Volet	Type d'aménagement	État de référence	Suivi 1	Suivi 2	Suivi 3	Suivi 4
Volet initial	Stabilisation mécanique du parc à résidus	2018	2019	2020	À définir selon les résultats des suivis précédents	
Volet 1	Restauration de l'émissaire du lac Jeannine	2018	2019	2021	2023	
	Aménagement de frayères dans la portion restaurée de l'émissaire du lac Jeannine	2019	2020	2022	2024	
Volet 2	Aménagement du seuil 21	2018	2019	2023	2028	
	Aménagement des seuils 25, 28 et 29	2019	2020	2024	2029	
	Aménagement des seuils 11, 12, 16, 17 et 19	2021	2022	2026	2031	
			2022[a]	2023[a]		
	Aménagement des seuils 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 et 10	2022	2023	2027	2032	
			2023[a]	2024[a]		
	Aménagement de frayères dans les bassins	2023	2024	2029	2033	
Volet 3	Construction des 4 digues et rehaussement du lac	2023	2026	2030	2033	2038
	Aménagement d'une rampe de montaison	2023	2024	2028	2033	
	Aménagement de frayères dans le lac	2025	2026	2030	2033	

[a] *Ces suivis font référence au suivi de la dynamique sédimentaire des bassins ennoyés et du comportement des berges.*

11 ÉCHÉANCIER

Les principales étapes du programme de compensation s'échelonneront de 2018 à 2023 (tableau 11-1). Les premiers gains surviendront dès 2018 alors que le principal gain arrivera à partir de 2023 avec la création du futur lac. Les travaux se termineront par l'aménagement des frayères en lac en 2025.

Il est prévu de débuter les travaux par la stabilisation et la végétalisation du parc à résidus du site minier du lac Jeannine afin de freiner le transport sédimentaire des résidus vers l'aval. L'approche globale proposée est de mettre en place les infrastructures de l'amont vers l'aval et de terminer les travaux par la construction des digues et la mise en eau du grand plan d'eau. Les différents suivis hydrosédimentaires réalisés dès l'an 1 suivant la construction permettront de statuer rapidement sur les correctifs à apporter, si nécessaire. Les surfaces dénudées du parc à résidus de l'ancienne mine du lac Jeannine devront être entièrement stabilisées et l'efficacité des ouvrages devra être démontrée à la satisfaction du MPO, avant que les travaux d'aménagement pour le poisson ne soient réalisés. Cet échéancier permet de planifier les travaux plus sensibles à la sédimentation, soit l'aménagement de frayères dans les seuils-bassins, au moins 5 ans après la stabilisation du parc à résidus.

Tableau 11-1. Calendrier proposé pour la réalisation du programme de compensation

Type d'intervention	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Stabilisation mécanique du parc à résidus	C*							
Restauration de l'émissaire du lac Jeannine	C							
Aménagement du seuil 21	C							
Végétalisation du parc à résidus		C						
Aménagement de frayères dans la portion restaurée de l'émissaire du lac Jeannine		C						
Aménagement des seuils 25, 28, 29		C						
Aménagement des seuils 11, 12, 16, 17 et 19				C				
Aménagement des seuils 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 et 10					C			
Aménagement de frayères dans les bassins						C		
Construction des 4 digues et rehaussement du lac						C		
Aménagement d'une rampe de montaison pour le poisson						C		
Aménagement de frayères dans le nouveau lac								C
Gains directs et indirects (ha)	**2,6**	**-**	**-**	**4,9**	**12,3**	**55,0**	**-**	**-**

** C : construction*

12 COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Les coûts estimés de mise en œuvre du présent programme de compensation sont présentés au tableau 12-1. Cette estimation inclut l'organisation du chantier, la mise en place des installations temporaires, le carburant pour la machinerie utilisée, la préparation des plans et devis. L'estimation ne prend pas en considération les diverses demandes d'autorisation nécessaires pour la mise en œuvre du projet. Les coûts sont ventilés pour chaque étape principale du programme de compensation.

Tableau 12-1. Estimation des coûts pour les différents volets du programme de compensation proposé

Volet	Description	Montant
1	Reprofilage/aménagement de l'émissaire du lac Jeannine et aménagement des frayères	2 200 000 $
2	Construction des 18 seuils et aménagement des frayères	9 600 000 $
3	Construction des digues et de la rampe de montaison	
3	Aménagement de frayères/transfert de poissons dans le nouveau lac	100 000 $
Tous	Programme de suivi incluant état de référence	1 200 000 $
	Total (incluant contingence de 20 %)	**15 720 000 $**

13 CONCLUSION

Ce programme de compensation vise à combler les pertes d'habitats aquatiques associées au projet d'aménagement du bassin d'eau de procédé B+, d'expansion du parc Hesse et d'expansion des haldes à stériles au sud de la mine de Mont-Wright. L'ancien site minier du lac Jeannine (site orphelin) a donc été ciblé pour répondre à cette exigence et une campagne de terrain a été menée à l'été 2015 pour acquérir les données nécessaires pour proposer un concept viable.

Dans le cadre du projet de la mine de Mont-Wright, les pertes associées à l'agrandissement du site sur l'habitat du poisson ont été évaluées en termes de productivité à l'intérieur des cours d'eau et plans d'eau impactés. La quantification de l'équivalence entre les pertes engendrées et les gains potentiels nécessite le calcul d'une unité de mesure commune qui ne peut être appliquée distinctement dans le cadre de la création d'un habitat comme le futur lac ou la restauration de l'émissaire du lac Jeannine. Néanmoins, l'ensemble des interventions réalisées à l'échelle du bassin versant accomplira l'objectif de compenser les pertes en vertu du REMM (article 36.3) pour le Projet 2045, soit un total de 67,6 ha.

En effet, les habitats restaurés et récrées dans le cadre de ce programme de compensation seront diversifiés, de bonne qualité et répondront aux besoins de la faune aquatique permettant d'améliorer considérablement la productivité de la pêche. Les interventions permettront aux écosystèmes présents sur l'ancien site minier de retrouver un équilibre fonctionnel, tel qu'il était avant les activités minières. La problématique d'érosion du parc à résidus sera stabilisée mécaniquement et la revégétalisation de celui-ci freinera le processus de comblement des lacs localisés en aval. La restauration de l'émissaire du lac Jeannine et la création de nombreux bassins assureront la libre circulation du poisson sur l'ensemble du bassin versant, ce qui est limité dans la majorité des tronçons de l'émissaire du lac Jeannine actuellement. L'aménagement du futur lac, des bassins et des frayères permettra d'offrir des habitats de reproduction, d'alevinage, de repos et d'alimentation pour l'ensemble des communautés de poissons présentes sur le site.

L'imposant programme de suivi étalé sur près de 20 ans permettra d'apporter des ajustements si nécessaire. Les correctifs permettront de s'assurer que les objectifs compensatoires sont pleinement atteints en accord avec les principes de compensation du MPO.

Dans son ensemble, le programme prévoit la restauration de près de 90 ha d'habitat du poisson. Il s'agit d'un projet de compensation novateur d'une envergure rarement vue au Québec. La communauté innue ainsi que certaines instances gouvernementales ont déjà manifesté leur appui dans la réalisation de ce projet.

RÉFÉRENCES

- AMEC ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURE (AMEC). 2012. *Plan de restauration 2012 – Installations de la mine du Mont-Wright (Volume 1).* Rapport préparé à l'usage exclusif d'ArcelorMittal Mines Canada Inc. 111 p. et annexes.
- BRADBURY, C., M.M. Roberge et C.K. Minns. 1999. *Life History Characteristics of Freshwater Fishes Occurring in Newfoundland and Labrador, with Major Emphasis on Lake Habitat Characteristics.* Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 2485: vii + 150 p.
- CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. 1999. *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Arsenic. In: Canadian environmental quality guidelines*, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- CARLE, F.L. and M.R. Strub. 1978. *A new method for estimating population size from removal data.* Biometrics, 34:621-630.
- ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration.* 39 p.
- FLEURY, M. et D. Boula. 2012. *Recommandations pour la planification et la conception d'aménagements d'habitats pour l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis).* Rapp. tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 3008 : vi + 33 p.
- GENIVAR. 2013. *Projet de mine de fer du lac Bloom, Description des aménagements réalisés à l'ancien site minier du lac Jeannine dans le cadre du programme de compensation d'habitat du poisson (GHP-9540-35-039).* Rapport réalisé pour CLIFFS - SEC Mine de Fer du Lac Bloom. 131 p. + annexes.
- GENIVAR. 2008. *Projet de mine de fer du lac Bloom. Évaluation des pertes d'habitat du poisson et programme de compensation.* Rapport présenté à Consolidated Thompson Iron Mines Limited. 64 p. et annexes.
- MEND report 1.20.1, *Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials*, 2009.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF). 1994. *Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF.* Direction de la faune et des habitats. Directions régionales. Québec. 37 p. + annexes.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF). 2008. *Lignes directrices sur les ensemencements de poissons.* Secteur Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Québec. 41 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP). 2013. *Outil d'aide à l'ensemencement des plans d'eau - Omble de fontaine (Salvelinus fontinalis).* Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec. 12 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2015. *Critères de qualité de l'eau de surface*. Consulté le 3 février 2015. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/criteres_eau/index.asp
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The ecology of fishes. Academic Press*. London and New York. 352 p.

- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (MPO). 2012. *Lignes directrices pour la conception de traversées de cours d'eau au Québec.* Pêches et Océans Canada, Division de la gestion de l'habitat du poisson, Mont-Joli, Québec, Canada. 47 p. + annexes.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (MPO). 2013. *Politique d'investissement en matière de productivité des pêches : Guide sur les mesures de compensation à l'intention des promoteurs de projet.* Politiques sur les Programmes des Écosystèmes, Ottawa, ON. 22 p.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2014. *Lignes directrices pour la conception de réfection de barrages de retenue au Québec.* Pêches et Océans Canada, Division de la protection des pêches, Québec, Canada. 38 p. + annexes.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2016. *Lignes directrices pour les traversées de cours d'eau au Québec.* 73 p. + annexes
- R CORE TEAM (2015). *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/
- RYDER, R.A. 1965. *A method for estimating the potential fish production of north-temperate lakes.* Trans-Am. Fish. Soc. Vol. 94. pp. 214-218.
- SANTÉ CANADA. 2015. *Santé de l'environnement et du milieu de travail. Trousse d'information sur le plomb - Questions couramment posées sur l'effet de l'exposition au plomb sur la santé humaine.* Page consultée le 12 février 2015 : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/lead-plomb/asked_questions-questions_posees-fra.php
- SERVICE DE LA FAUNE AQUATIQUE (2011). *Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures, Tome I, Acquisition de données.* Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 137 p.
- U.S. (EPA). *Location and estimating air emissions from sources of arsenic and arsenic compounds*. EPA-454/R-98-013. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. June 1998.
- VAILLANCOURT, P.G. 1998. *Méthode d'évaluation du rendement des lacs sur les pourvoiries de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.* Partie modifiée de la méthode de Valin MEF. 2 p.
- VUORI, K.M. 1995. *Direct and indirect effects of iron on river ecosystems.* Ann. Zool. Fennici. 32 : 317-329.
- WSP. 2015. *Projet 2045, Mine de Mont-Wright, Programme conceptuel pour la compensation des pertes d'habitats du poisson et des milieux humides.* Rapport produit pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 111 p. + annexes.
- WSP. 2015. *Caractérisation géochimique sur les résidus miniers, ArcelorMittal, Mont-Wright*. Note technique. 8 p. et annexes.
- WSP. 2016a. *Projet 2045, Mine de Mont-Wright, Programme de compensation pour les pertes d'habitat du poisson.* Rapport produit pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. Pagination multiple + annexes.
- WSP. 2016b. *Gestion des résidus miniers au complexe de Mont-Wright. Demande d'autorisation.* Rapport produit pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 104 p. et annexes.
- WSP. 2017. *Gestion des résidus miniers au complexe de Mont-Wright. Demande d'examen – Réponses à la demande de renseignements supplémentaires du 7 juin 2017.* Document produit pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. Octobre 2017. 15 p. et annexes.

ANNEXE

A

ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES, DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS

ARCELORMITTAL EXPLOITATION MINIÈRE CANADA

PROJET 2045, MINE DE MONT-WRIGHT

ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES, DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS

MAI 2016

WSP

PROJET 2045, MINE DE MONT-WRIGHT

ÉTUDE DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES, DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS

ArcelorMittal Exploitation minière Canada

Version finale

Projet nº : 141-15758-32
Date : Mai 2016

WSP Canada Inc.
1890, avenue Charles-Normand
Baie-Comeau (Québec) G4Z 0A8

Téléphone : +1 418-589-8911
Télécopieur : +1 418-589-2339
www.wspgroup.com

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Lucie Garon-Langelier, biologiste, DGE

RÉVISÉ PAR

Annie Bérubé, biologiste

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de 10 ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

ARCELORMITTAL EXPLOITATION MINIÈRE CANADA

Directeur – Projets environnementaux et parcs à résidus	Sébastien Moreau
Conseillère III – Protection de l'environnement	Julie Gravel

WSP CANADA INC.

Directeur de projet	Martin Larose, biologiste
Chargé de projet	Luc Lamontagne, biologiste
Chef d'équipe Environnement – Projet 2045	Jean-François Poulin, biologiste, M Sc.
Rédaction	Lucie Garon-Langelier, biologiste, DGE
Révision	Annie Bérubé, biologiste
Secrétariat	Nancy Imbeault

SOUS-TRAITANTS

Analyses laboratoire eau-sédiments	Maxxam Analytique (Sainte-Foy)
Analyse du benthos	Laboratoires SAB inc.

Référence à citer :

WSP. 2016. *Projet 2045, Mine de Mont-Wright - Étude des communautés d'invertébrés benthiques, de la qualité de l'eau et des sédiments.* Rapport préparé pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 42 p. + annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS 1

2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE 3

2.1 COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES 3

2.1.1 ÉCHANTILLONNAGE ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS 3
2.1.2 TRAVAUX DE LABORATOIRE 4
2.1.3 TRAITEMENT DES DONNÉES 8
2.1.4 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ 10

2.2 QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE ET DES SÉDIMENTS 11

3 RÉSULTATS ET ANALYSES 15

3.1 COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES 15

3.1.1 CARACTÉRISTIQUES DES MILIEUX À L'ÉTUDE 15
3.1.2 MILIEU LACUSTRE 16
3.1.3 COURS D'EAU À SUBSTRAT MEUBLE 21
3.1.4 COURS D'EAU À SUBSTRAT GROSSIER 24
3.1.5 SYNTHÈSE ET COMPARAISON DES MILIEUX 27

3.2 QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE ET DES SÉDIMENTS 28

3.2.1 EAU DE SURFACE 28
3.2.2 SÉDIMENTS 35

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 41

TABLEAUX

TABLEAU 1. COORDONNÉES ET DÉTAILS SOMMAIRES DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DU BENTHOS 3

TABLEAU 2. LISTE DES ÉCHANTILLONS SOUS-ÉCHANTILLONNÉS LORS DU TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES RÉCOLTÉS EN 2015 7

TABLEAU 3. RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ DU FRACTIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS LORS DU TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES RÉCOLTÉS EN 2015 7

TABLEAU 4. RÉSULTAT DU CONTRÔLE DE LA QUALITÉ SUR LE TRI DES ORGANISMES BENTHIQUES RÉCOLTÉS EN 2015 8

TABLEAU 5. LISTE DES ÉCHANTILLONS SOUS-ÉCHANTILLONNÉS LORS DE L'IDENTIFICATION DES ORGANISMES BENTHIQUES RÉCOLTÉS EN 2015 8

TABLEAU 6. LISTE DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DE L'EAU ET DES SÉDIMENTS 11

TABLEAU 7. PARAMÈTRES ANALYSÉS DANS LES ÉCHANTILLONS D'EAU DE SURFACE ET DE SÉDIMENTS EN 2015 13

TABLEAU 8. CARACTÉRISTIQUES DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DU BENTHOS 17

TABLEAU 9. DENSITÉ TOTALE, RICHESSE, INDICE DE SIMPSON ET ÉQUITABILITÉ DES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES PAR STATION EN MILIEU LACUSTRE 20

TABLEAU 10. NOMBRE D'ÉPHÉMÉROPTÈRES ET DE TRICHOPTÈRES (NOMBRE D'EPT) ET DE CHIRONOMIDES (C) PAR STATION EN MILIEU LACUSTRE 20

TABLEAU 11. DENSITÉ TOTALE, RICHESSE, INDICE DE SIMPSON ET ÉQUITABILITÉ DES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES PAR STATION DANS LE SUBSTRAT MEUBLE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 23

TABLEAU 12. NOMBRE D'ÉPHÉMÉROPTÈRES ET DE TRICHOPTÈRES (NOMBRE D'EPT) ET DE CHIRONOMIDES (C) PAR STATION EN COURS D'EAU, SUBSTRAT MEUBLE 24

TABLEAU 13. DENSITÉ TOTALE, RICHESSE, INDICE DE SIMPSON ET ÉQUITABILITÉ DES INVERTÉBRÉS BENTHIQUES PAR STATION DANS LE SUBSTRAT GROSSIER DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE ET DE SON TRIBUTAIRE T1 26

TABLEAU 14. NOMBRE D'ÉPHÉMÉROPTÈRES ET DE TRICHOPTÈRES (NOMBRE D'EPT) ET DE CHIRONOMIDES (C) PAR STATION DANS LE SUBSTRAT GROSSIER DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE ET DE SON TRIBUTAIRE T1 27

TABLEAU 15. RÉSULTATS ANALYTIQUES 2015 ET COMPARAISON AUX CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU POUR LA PROTECTION DE LA VIE AQUATIQUE 31

TABLEAU 16. RÉSULTATS ANALYTIQUES 2015 ET COMPARAISON AUX CRITÈRES DE QUALITÉ DES SÉDIMENTS D'EAU DOUCE 37

FIGURES

FIGURE 1. ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES CLASSES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS EN MILIEU LACUSTRE 19

FIGURE 2. PROPORTION DES DIFFÉRENTS ORDRES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA CLASSE INSECTE IDENTIFIÉS EN MILIEU LACUSTRE 19

FIGURE 3. PROPORTION DES DIFFÉRENTES FAMILLES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE L'ORDRE DES DIPTÈRES IDENTIFIÉES EN MILIEU LACUSTRE 19

FIGURE 4. PROPORTION DES DIFFÉRENTES FAMILLES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA CLASSE OLIGOCHÈTE IDENTIFIÉES EN MILIEU LACUSTRE 19

FIGURE 5. ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES CLASSES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LE SUBSTRAT MEUBLE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 22

FIGURE 6. PROPORTION DES DIFFÉRENTS ORDRES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA CLASSE INSECTE DANS LE SUBSTRAT MEUBLE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 22

FIGURE 7. PROPORTION DES DIFFÉRENTES FAMILLES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE L'ORDRE DES DIPTÈRES IDENTIFIÉES DANS LE SUBSTRAT MEUBLE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 22

FIGURE 8. PROPORTION DES DIFFÉRENTES FAMILLES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA CLASSE OLIGOCHÈTE IDENTIFIÉES DANS LE SUBSTRAT MEUBLE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 22

FIGURE 9. ABONDANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES CLASSES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES IDENTIFIÉS DANS LE SUBSTRAT GROSSIER DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 25

FIGURE 10. PROPORTION DES DIFFÉRENTS ORDRES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA CLASSE INSECTE IDENTIFIÉS DANS LE SUBSTRAT GROSSIER DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 25

FIGURE 11. PROPORTION DES DIFFÉRENTES FAMILLES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE L'ORDRE DES DIPTÈRES IDENTIFIÉES DANS LE SUBSTRAT GROSSIER DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 25

FIGURE 12. PROPORTION DES DIFFÉRENTES FAMILLES D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE LA CLASSE OLIGOCHÈTE IDENTIFIÉES DANS LE SUBSTRAT GROSSIER DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE 25

CARTES

CARTE 1. ANCIEN SITE MINIER DU LAC JEANNINE – ANALYSES ET RELEVÉS SUPPLÉMENTAIRES – LOCALISATION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE..... 5

ANNEXES

ANNEXE A **CARACTÉRISTIQUES BIOPHYSIQUES DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DU BENTHOS**

ANNEXE B **DENSITÉ ET ABONDANCE RELATIVE CALCULÉE POUR CHAQUE TAXON IDENTIFIÉ DANS LES ÉCHANTILLONS DE BENTHOS**

ANNEXE B-1 DENSITÉ

ANNEXE B-2 ABONDANCE RELATIVE

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c. (ci-après AMEM) doit entreprendre divers aménagements ayant trait à la gestion des résidus miniers, de l'eau et des stériles au complexe minier de Mont-Wright près de Fermont dans le but d'assurer la pérennité de ses opérations jusqu'à la fin du plan minier actuellement en vigueur, soit jusqu'en 2045 (Projet 2045). Dans le cadre du Projet 2045, un agrandissement des aires de stockage est nécessaire puisque les superficies actuellement autorisées pour l'entreposage des stériles et des résidus ne sont pas suffisantes pour maintenir les opérations jusqu'à la fin de vie de la mine de Mont-Wright.

La nature du territoire à l'étude et les contraintes imposées par les milieux naturel et humain font en sorte qu'il est impossible d'éviter un empiètement du nouveau parc à résidus envisagé sur un ou plusieurs cours et plans d'eau naturels abritant des populations de poissons. Des empiètements dans des plans ou cours d'eau où vivent des espèces de poissons surviendront et les pertes de productivité qui en découleront devront donc être compensées. Par ailleurs, le futur parc à résidus entraînera également des pertes au niveau des milieux humides. WSP Canada Inc. (WSP) a donc été mandatée afin d'élaborer un programme de compensation (pour le futur parc ainsi que pour l'agrandissement du parc actuel), couvrant à la fois l'habitat du poisson et les milieux humides, qui sera déposé respectivement auprès du ministère de Pêches et Océans Canada (MPO) et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Une campagne de terrain a été menée, à l'été 2014, dans le but de trouver des avenues de compensation locales concernant l'habitat du poisson. Toutefois, les pistes potentielles ne sont pas suffisantes pour combler l'ensemble des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides. L'ancien site minier du lac Jeannine (site orphelin) a donc été ciblé pour répondre à cette exigence.

L'ensemble du concept proposé pour le site minier vise une approche globale afin de restaurer l'ancien parc à résidus et de compenser les pertes associées au projet de Mont-Wright concernant l'habitat du poisson et les milieux humides. Les travaux proposés sont localisés entre l'ancien site minier et la route 389.

Ce rapport présente les résultats d'analyses chimiques de l'eau de surface et des sédiments échantillonnés dans la zone d'étude. De façon sommaire, il décrit également la composition des communautés d'invertébrés benthiques dans la zone d'étude, et ce, dans trois types d'habitats, incluant des sédiments composés de résidus miniers.

2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

2.1 COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

2.1.1 ÉCHANTILLONNAGE ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

L'échantillonnage du benthos a été réalisé du 17 au 19 août 2015. Au total, 19 échantillons ont été prélevés à neuf stations réparties dans trois types d'habitats différents dans la zone d'étude (carte 1). Les échantillons prélevés dans le substrat meuble ont été récoltés à l'aide d'une petite benne Ponar et ceux dans le substrat grossier à l'aide d'un échantillonneur Hess (diamètre de 0,2 m). Deux échantillons ont été récoltés à chacune des stations échantillonnées à l'aide de la benne alors que ceux en substrat grossier ne comptent qu'un échantillon. Les trois types d'habitats couverts sont le milieu lacustre à substrat meuble, le cours d'eau à substrat meuble ainsi que le cours d'eau à substrat grossier. Les coordonnées des stations d'échantillonnage sont présentées au tableau 1 ainsi que le type de milieu dans lequel elles sont situées. Il est a noté que chaque échantillon prélevé à l'aide de la benne dans le substrat meuble a été constitué de deux coups de benne afin d'obtenir une superficie équivalente à une benne Ponar standard, soit une superficie d'échantillonnage de 0,045 m. Pour le substrat grossier, 20 sous-échantillons ont été prélevés avec l'échantillonneur Hess pour constituer un échantillon composite. Une fois prélevés, les échantillons ont été tamisés (mailles de 500 microns) et déposés dans des bocaux de verre identifiés du numéro de projet, de la station et de l'échantillon. Les échantillons de chaque station ont été couverts d'une solution de formol 10 % tamponnée afin de les conserver jusqu'à leur transport aux bureaux de WSP. Par la suite, ils ont été rincés à l'eau dans un tamis 500 microns, égouttés et conservés dans l'alcool (éthanol 70 %) jusqu'à leur traitement en laboratoire.

Tableau 1. Coordonnées et détails sommaires des stations d'échantillonnage du benthos

Lieu et nº de station	Nº d'échantillon	Latitude (NAD83)	Longitude (NAD83)	Faciès d'écoulement	Type de substrat
ST02 Émissaire (amont 389)	02A	51° 48' 01,3"	68° 05' 59,1"	Chenal lotique	Meuble
	02B	51° 48' 01,3"	68° 05' 59,1"	Chenal lotique	Meuble
ST09 Émissaire (aval lac du GneissTacheté)	09A	51° 48' 46,4"	68° 04' 46,2"	Chenal lotique	Meuble
	09B	51° 48' 46,4"	68° 04' 46,2"	Chenal lotique	Meuble
ST11 Émissaire (amont lac du Gneiss tacheté)	11A	51° 49' 21,6"	68° 04' 49,5"	Chenal lotique	Meuble
	11B	51° 49' 21,6"	68° 04' 49,5"	Chenal lotique	Meuble
ST15 Émissaire (parc à résidus)	15A	51° 50' 20,0"	68° 04' 55,2"	Milieu lentique	Meuble
	15B	51° 50' 20,8"	68° 04' 55,3"	Milieu lentique	Meuble
ST03 Lac O	03A	51° 47' 42,9"	68° 05' 51,1"	Lacustre	Meuble
	03B	51° 47' 42,9"	68° 05' 51,1"	Lacustre	Meuble
ST05 Lac L	05A	51° 48' 04,9"	68° 05' 14,4"	Lacustre	Meuble
	05B	51° 48' 04,9"	68° 05' 14,4"	Lacustre	Meuble
ST07 Lac I	07A	51° 48' 12,6"	68° 06' 00,0"	Lacustre	Meuble
	07B	51° 48' 12,6'	68° 06' 00,0"	Lacustre	Meuble
ST08 Lac H	08A	51° 48' 26,7"	68° 05' 43,4"	Lacustre	Meuble
	08B	51° 48' 26,7"	68° 05' 43,4"	Lacustre	Meuble

Lieu et nº de station	Nº d'échantillon	Latitude (NAD83)	Longitude (NAD83)	Faciès d'écoulement	Type de substrat
ST06 Émissaire (aval lac K)	06	51° 48' 14,4"	68° 05' 06,6"	Chenal lotique	Grossier
ST12 Émissaire (aval lac D)	12	51° 50' 07,9"	68° 03' 16,1"	Chenal lotique	Grossier
ST14 Tributaire T1 de l'émissaire	14	51° 49' 37,8"	68° 05' 02,3"	Chenal lotique	Grossier

2.1.2 TRAVAUX DE LABORATOIRE

L'identification des organismes a été confiée aux Laboratoires SAB :

Laboratoires SAB inc.
1166, Saint-Laurent Ouest
Longueuil (Québec) J4K 1E3
Téléphone : (450) 463-9666
Responsable : Bernadette Jacquaz

TRI DES ÉCHANTILLONS

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 4 000, 2 000, 1 000 et 500 µm. Les fractions grossières retenues par le tamis de 4 000 et 2 000 µm ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante dans la majorité des stations. Pour ce qui est de la fraction plus fine (1 000 et 500 µm), le tri a été effectué à l'aide d'une loupe binoculaire.

Étant donné la grande quantité de sédiments, un sous-échantillonnage de la fraction la plus fine de 12 échantillons sur 19 a été effectué. La méthode utilisée consiste à homogénéiser le refus du tamis dans un tamis à mailles de 500 µm, d'en retirer l'eau et d'en prélever une fraction qui a été pesée afin d'estimer la proportion (%) à analyser. Le sous-échantillon correspond à la quantité de matériel pouvant être analysée dans un temps raisonnable de 8 à 10 heures. Au moins 20 % de l'échantillon a été trié. La liste des échantillons sous-échantillonnés est présentée au tableau 2. Le nombre d'organismes retrouvés dans les sous-échantillons a été ramené au nombre total contenu dans l'échantillon en multipliant par l'inverse de la fraction analysée.

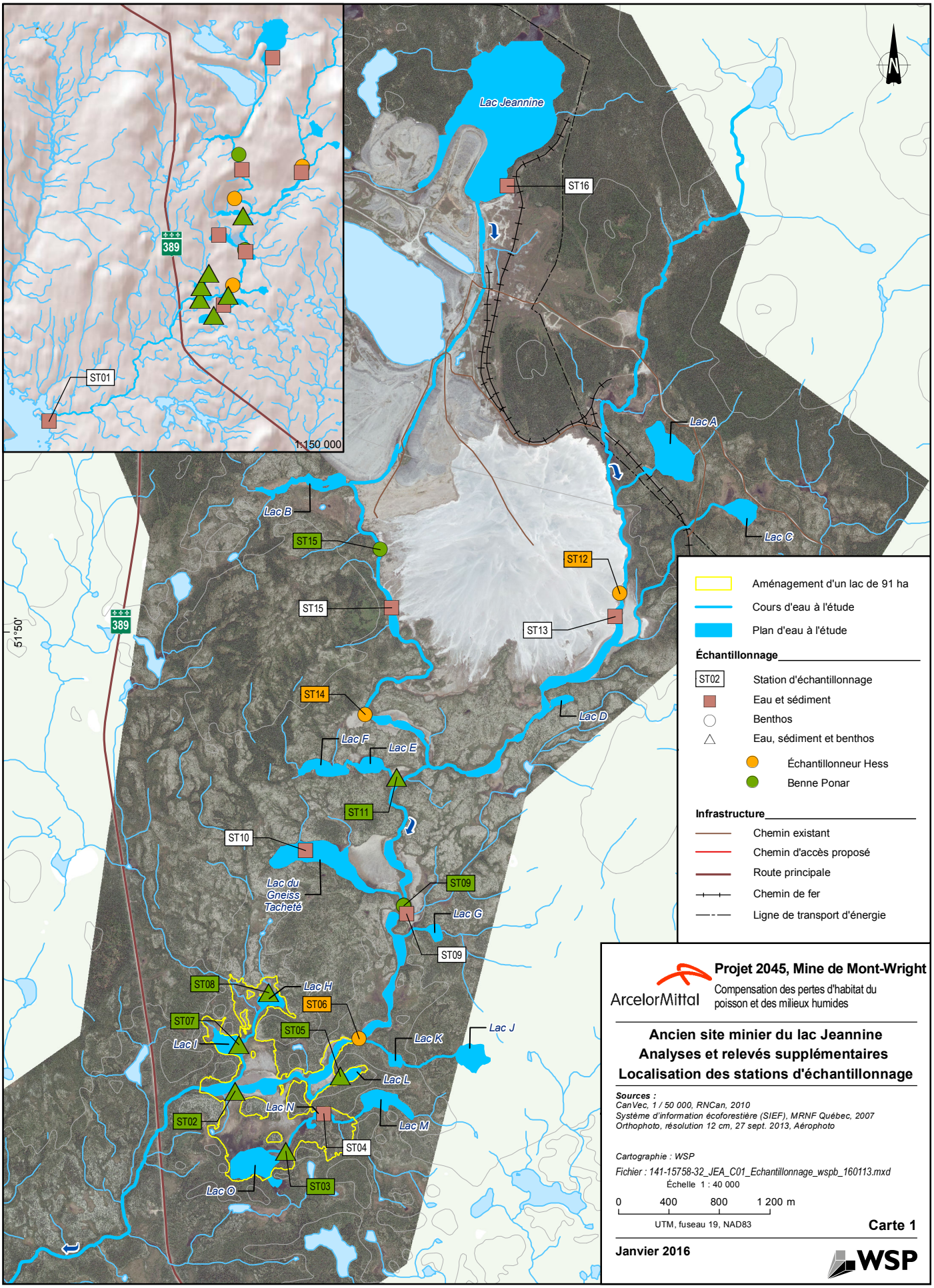

Lac Jeannine
ST16
Lac A
Lac C
Lac B
ST15
ST15
ST12
ST13
ST14
Lac D
Lac F
Lac E
ST11
ST10
Lac du Gneiss Tacheté
ST09
Lac G
ST09
ST08
Lac H
ST06
ST07
ST05
Lac I
Lac K
Lac J
Lac L
Lac N
ST02
Lac M
ST04
ST03
Lac O
389
389
51°50'
ST01
1:150 000
N
Aménagement d'un lac de 91 ha
Cours d'eau à l'étude
Plan d'eau à l'étude
Échantillonnage
ST02
Station d'échantillonnage
Eau et sédiment
Benthos
Eau, sédiment et benthos
Échantillonneur Hess
Benne Ponar
Infrastructure
Chemin existant
Chemin d'accès proposé
Route principale
Chemin de fer
Ligne de transport d'énergie
ArcelorMittal
Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides
Ancien site minier du lac Jeannine
Analyses et relevés supplémentaires
Localisation des stations d'échantillonnage
Sources :
CanVec, 1 / 50 000, RNCan, 2010
Système d'information écoforestière (SIEF), MRNF Québec, 2007
Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto
Cartographie : WSP
Fichier : 141-15758-32_JEA_C01_Echantillonnage_wspb_160113.mxd
Échelle 1 : 40 000
0
400
800
1 200 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Carte 1
Janvier 2016
WSP

Tableau 2. Liste des échantillons sous-échantillonnés lors du tri des organismes benthiques récoltés en 2015

Lieu	Nº d'échantillon	Proportion de sédiments ayant été analysée (%)	
		Sédiment grossier[1]	Sédiment fin[2]
Émissaire (amont 389)	ST02A	100	25
	ST02B	100	25
Lac O	ST03A	100	50
Lac L	ST05A	100	50
	ST05B	100	25
Lac H	ST08A	100	33,3
	ST08B	100	50
Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté)	ST09A	100	25
	ST09B	100	20
Émissaire (amont lac du Gneiss Tacheté)	ST11A	100	25
Émissaire (parc à résidus)	ST15A	100	25
	ST15B	100	33,3

[1] Grossier : sédiment retenu par les tamis 4 000 et 2 000 µm

[2] Fin : sédiment retenu par les tamis 1 000 et 500 µm

Pour valider la méthode de sous-échantillonnage, une analyse de variabilité a été effectuée sur un échantillon autre que ceux déjà sous-échantillonnés (tableau 3). Pour ce faire, le tri de toutes les fractions composant l'échantillon a été effectué.

Tableau 3. Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques récoltés en 2015

Échantillon	Fraction	Nombre trié	Nombre estimé	Erreur (%)
ST06	33,3	2	6,0	0,0
ST06	33,3	2	6,0	0,0
ST06	33,3	2	6,0	0,0
Total/moyenne	100	6		0
Nombre dans fraction totale		517		

*Erreur : (nombre estimé par la fraction/nombre trié dans l'échantillon complet * 100)-100*

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxonomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70 % glycériné pour une identification ultérieure.

Un contrôle de la qualité du tri a été effectué sur un des échantillons. Ce contrôle consistait en un tri des matières organiques conservées par une personne autre que le trieur d'origine. Les résultats du contrôle de la qualité sont présentés au tableau 4.

Tableau 4. Résultat du contrôle de la qualité sur le tri des organismes benthiques récoltés en 2015

Lieu	N° d'échantillon	Nombre total d'organismes triés	Nombre oublié	Pourcentage oublié
Lac O	ST03B	217	7	3,2
Lac I	ST07A	233	12	5,2

IDENTIFICATION

L'évaluation taxonomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al*. (2008) et dans Thorp et Covich (2010). Les organismes ont été identifiés à la famille à l'exception des nématodes qui demandent une méthodologie d'échantillonnage et de préservation particulière pour une identification plus précise.

Dans la majorité des cas, tous les organismes ont été identifiés. En ce qui a trait aux éphémères et aux oligochètes qui étaient très abondants (> 230), 100 individus ont été prélevés au hasard dans les fioles puis identifiés. La répartition des différentes familles a ensuite été appliquée au nombre total. Le tableau 5 présente les fractions d'éphémères et d'oligochètes utilisées lors de l'identification des organismes benthiques.

Tableau 5. Liste des échantillons sous-échantillonnés lors de l'identification des organismes benthiques récoltés en 2015

Échantillon	Fraction d'organismes identifiés	
	Oligochète	Éphémère
ST05B	100/257	
ST14		100/230

2.1.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données relatives au benthos proviennent du dénombrement d'organismes de différents groupes taxonomiques contenus dans les échantillons prélevés. Pour décrire, analyser et comparer les communautés benthiques, différentes mesures unidimensionnelles (descripteurs de communauté) ont été mises à contribution. Les descripteurs suivants ont été calculés pour chaque station et pour chaque milieu :

- densité totale des invertébrés;
- indice de régularité (équitabilité);
- richesse des taxons;
- indice de diversité de Simpson;
- densité (taxon);
- abondance relative (taxon);
- absence/présence (taxon);
- indice EPT/C.

DENSITÉ TOTALE ET RICHESSE

La densité des organismes et la richesse spécifique sont très sensibles aux conditions environnementales naturelles et aux perturbations résultant de l'introduction de polluants. Précisons que ces paramètres, dont plus particulièrement l'abondance des organismes, peuvent également varier considérablement dans les milieux non contaminés. La richesse augmente généralement avec l'augmentation de la qualité de l'eau ainsi qu'avec la diversité et la qualité des habitats.

La densité totale des invertébrés correspond au nombre total de spécimens capturés par station, toutes catégories taxonomiques confondues, exprimé par unité de surface (nombre d'invertébrés/m²). Les valeurs de densité ont été calculées pour chaque station et sont accompagnées de la moyenne, de l'écart-type ainsi que des valeurs minimale et maximale pour chaque type d'habitat.

La richesse correspond au nombre de taxons (familles) capturés à chaque station. Ces valeurs sont accompagnées de la moyenne, de l'écart-type ainsi que des valeurs minimale et maximale pour chaque type d'habitat.

ÉQUITABILITÉ

L'équitabilité permet de rapporter la diversité observée à la diversité théorique par équipartition des effectifs. La valeur obtenue varie entre 0 et 1, où 0 indique que la totalité de l'effectif est concentrée dans un même taxon et 1 que tous les taxons possèdent une même abondance. L'équitabilité a été calculée pour chaque station et la valeur moyenne ainsi que l'écart-type et les valeurs minimale et maximale ont été calculés pour chaque type d'habitat. L'équitabilité a été estimée selon l'équation suivante :

$$E = 1/\sum_{i=1}^{s}(p_i)^2 / S$$

où :

E = équitabilité

p_i = abondance relative du i^e genre à la station

S = nombre total de genres identifiés à la station

INDICE DE DIVERSITÉ DE SIMPSON

L'indice de diversité rend compte de la composition d'un écosystème en termes de nombre d'espèces et de leur abondance relative. Cet indice constitue en fait une mesure globale des proportions des différentes espèces présentes dans un échantillon. Il permet de caractériser la diversité des biocénoses et donne un premier aperçu de la santé des écosystèmes. L'indice de diversité diminue quand la communauté est dominée par quelques espèces seulement. Une valeur faible traduit généralement des conditions de vie particulières qui favorisent l'établissement de quelques espèces seulement.

L'indice de diversité de Simpson considère simultanément l'abondance et le nombre de taxons d'invertébrés. Il rend compte de la contribution relative (ou proportionnelle) de chaque catégorie taxonomique (famille) au total observée à chaque station. La valeur de cet indice est calculée pour chaque station. La moyenne, l'écart-type et les valeurs minimale et maximale sont estimés pour chaque type d'habitat. L'indice de diversité de Simpson a été estimé selon l'équation suivante :

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{s}(p_i)^2$$

où :

D = indice de diversité de Simpson

S = nombre total de familles de la station

p_i = proportion de la i^e famille de la station

L'utilité de la composition spécifique, comme paramètre indicateur de la qualité du milieu, repose essentiellement sur un phénomène généralement observé, à savoir que les milieux non perturbés supportent des communautés comportant un grand nombre d'espèces et où aucune d'entre elles n'est plus abondante que les autres. Plusieurs facteurs de stress peuvent altérer la composition spécifique en rendant le milieu impropre à la survie de certaines espèces ou en donnant à d'autres un avantage compétitif. Toutefois, il est important de signaler que plusieurs facteurs naturels font que certains milieux particulièrement contraignants supportent également des communautés dominées par une ou quelques espèces adaptées aux conditions rigoureuses.

DENSITÉ RELATIVE ET ABONDANCE RELATIVE

Tout comme la densité totale, la densité et l'abondance relative de chaque taxon sont très sensibles aux conditions environnementales naturelles et aux perturbations résultant de l'introduction de polluants. Précisons que ces paramètres, dont plus particulièrement l'abondance des organismes, peuvent également varier considérablement dans les milieux non contaminés. La densité de chaque taxon correspond au nombre d'invertébrés de chaque famille exprimé par unité de surface (nombre d'invertébrés/m²). Les valeurs de densité ont été calculées pour chaque station. La moyenne et l'écart-type ainsi que les valeurs minimale et maximale ont également été calculés pour chaque type d'habitat.

L'abondance relative (%) de chaque taxon (genre) a été calculée à chaque station. La moyenne et l'écart-type sont également présentés pour chaque type d'habitat.

INDICE EPT/C

L'indice EPT/C, soit la somme des éphéméroptères, des plécoptères et des trichoptères divisée par le nombre de chironomides, a été calculé pour chaque station où ces taxons sont représentés. La valeur moyenne et l'écart-type ont été calculés pour chaque type d'habitat. Cet indice peut s'avérer utile afin d'évaluer l'intégrité des milieux aquatiques. Les éphéméroptères, les plécoptères et les trichoptères sont sensibles à la qualité de l'eau et, de façon générale, leur nombre tend à diminuer dans les milieux perturbés. Au contraire, les chironomides (détritivores) sont plus tolérants. Ainsi, le rapport EPT/C est généralement inférieur dans les milieux perturbés.

2.1.4 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

De façon non limitative, le programme de contrôle de la qualité appliqué au cours des travaux de terrain, de laboratoire et de saisie de données comprenait les éléments suivants :

- → l'implication, à toutes les étapes de l'étude, de personnes possédant une formation appropriée aux méthodes à appliquer et une excellente connaissance du projet et de ses objectifs;
- → la tenue d'une réunion de démarrage à laquelle tous les intervenants du projet participent et où celui-ci leur est présenté en détail;
- → l'utilisation de méthodes d'échantillonnage reconnues et d'équipements en bon état de fonctionnement et appropriés au type de milieu et à la nature des échantillons recherchés;
- → l'application de protocoles bien définis spécifiant le type d'échantillon, les paramètres de mesure, les méthodologies d'échantillonnage, etc.;
- → l'utilisation de fiches de description, d'identification et de transmission des échantillons;

- la consignation, dans des carnets attitrés au projet, de toutes les informations relatives au déroulement des travaux de terrain et de laboratoire;
- l'utilisation de méthodes de conservation, d'entreposage et d'expédition appropriées au type d'échantillon;
- l'utilisation de documents de référence récents et reconnus;
- le contrôle de la saisie et de la transcription des données;
- la conservation de fichiers de référence (informatique et papier) des données originales et des résultats d'analyse;
- la révision par des personnes qualifiées de tous les documents produits.

2.2 QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE ET DES SÉDIMENTS

Les échantillons d'eau de surface ont été prélevés les 16 et 17 août 2015 (tableau 6; carte 1). Les sédiments ont été échantillonnés entre le 16 et le 19 août 2015.

Tableau 6. Liste des stations d'échantillonnage de l'eau et des sédiments

Lieu	N° de station	Date de prélèvement		Coordonnées (NAD83)	
		Eau de surface	Sédiment	Latitude (NAD83)	Longitude (NAD83)
Émissaire (confluence Réservoir Manicouagan)	ST01	17 août	18 août	51° 46' 05,8" N	68° 09' 55,2" O
Émissaire (amont route 389) *Duplicata (numéro d'échantillon : ST17)*	ST02	16 août	16 août	51° 48' 01,4" N	68° 05' 58,2" O
Lac O	ST03	16 août	16 août	51° 47' 45,7" N	68° 05' 37,5" O
Lac N	ST04	16 août	16 août	51° 47' 55,2" N	68° 05' 21,6" O
Lac L	ST05	16 août	16 août	51° 48' 04,8" N	68° 05' 14,4" O
Lac I	ST07	16 août	18 août	51° 48' 13,2" N	68° 05' 56,3" O
Lac H	ST08	16 août	16 août	51° 48' 26,5" N	68° 05' 43,7" O
Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté)	ST09	16 août	16 août	51° 48' 48,5" N	68° 04' 47,3" O
Lac du Gneiss Tacheté	ST10	16 août	16 août	51° 49' 03,0" N	68° 05' 27,7" O
Émissaire (amont lac du Gneiss Tacheté)	ST11	16 août	16 août	51° 49' 21,5" N	68° 04' 49,6" O
Tributaire T1	ST13	16 août	16 août	51° 50' 02,0" N	68° 03' 18,0" O
Émissaire (parc à résidus)	ST15	16 août	16 août	51° 50' 05,1" N	68° 04' 50,7" O
Lac Jeannine	ST16	16 août	19 août	51° 51' 52,9" N	68° 04' 00,6" O

Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide de récipients propres puis transvidés dans les différents contenants fournis par le laboratoire d'analyse. Un duplicata a été récolté pour le contrôle de la qualité des analyses. Les échantillons ont, par la suite, été conservés au frais (4 °C) puis transmis au laboratoire. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire Maxxam Analytique de Sainte-Foy, accrédité par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et possédant leur système de contrôle de la qualité. L'échantillonnage de l'eau a été réalisé selon les recommandations du *Guide technique pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement des mines de métaux* (Environnement Canada 2012) et le *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour*

l'analyse de la qualité de l'eau au Canada (CCME 2011). Les paramètres analysés sont présentés au tableau 7.

Les échantillons de sédiments meubles ont été prélevés à l'aide d'une petite benne Ponar. Le technicien s'est assuré que les mâchoires de la benne Ponar étaient bien refermées et de transvider le contenu dans un contenant propre afin d'homogénéiser les sédiments. Deux coups de benne ont parfois été nécessaires pour remplir tous les pots. Le cas échéant, le contenu des deux bennes a été mélangé et homogénéisé avant de le répartir dans les pots. Une fois homogénéisés, les sédiments ont été versés dans les contenants fournis par le laboratoire. Les pots contenant les prélèvements ont été clairement identifiés avec le numéro de projet, le numéro de la station, le numéro de l'échantillon et la date d'échantillonnage. Un duplicata a été effectué sur l'un des échantillons. Les échantillons ont, par la suite, été conservés au frais (4 °C) puis transmis au laboratoire. Le matériel d'échantillonnage a été nettoyé selon la méthode recommandée (acétone, hexane et eau déminéralisée) et les membres de l'équipe portaient des gants propres entre chaque station.

L'échantillonnage des sédiments a été réalisé selon les recommandations du *Guide technique pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement des mines de métaux* (Environnement Canada 2012), le *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada* (CCME 2011) et le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales spécifique aux sols* (MDDEP 2010). Les paramètres analysés sont présentés au tableau 7.

Tableau 7. Paramètres analysés dans les échantillons d'eau de surface et de sédiments en 2015

Paramètre analysé	Eau de surface	Sédiment	Paramètre analysé	Eau de surface	Sédiment
Physicochimie			***Métaux (suite)***		
Alcalinité	X		Cadmium	X	X
Conductivité	X		Calcium	X	X
Oxygène dissous	X		Chrome	X	X
Dureté totale	X		Cobalt	X	X
Matières en suspension	X		Cuivre	X	X
pH	X		Étain		X
Oxygène dissous	X		Fer	X	X
Solides dissous totaux	X		Magnésium	X	X
Turbidité	X		Manganèse	X	X
Anions/Cations			Mercure	X	X
Bromures	X		Molybdène	X	X
Chlorures	X		Nickel	X	X
Chrome hexavalent (Cr VI)	X		Plomb	X	X
Sulfates	X		Potassium	X	X
Éléments nutritifs			Sélénium	X	X
Azote ammoniacal	X		Silicium	X	X
Azote total Kjeldahl	X		Sodium	X	X
Carbone inorganique dissous	X		Uranium	X	X
Carbone organique dissous	X		Zinc	X	X
Carbone organique total		X	***Hydrocarbures***		
Nitrites	X		Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}	X	X
Nitrates	X		***Autres***		
Orthophosphate	X		Pourcentage d'humidité		X
Phosphore total	X		Carbone organique total		X
Métaux			Cyanures totaux		X
Aluminium	X	X	Fluorure (F)		X
Antimoine	X	X	Soufre (S)		X
Argent	X	X	Bromure (Br-)		X
Arsenic	X	X	Cyanures disponibles (CN-)		X
Baryum	X	X	Granulométrie		X
Bore	X	X			

3 RÉSULTATS ET ANALYSES

3.1 COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

3.1.1 CARACTÉRISTIQUES DES MILIEUX À L'ÉTUDE

Les caractéristiques biophysiques de chaque station d'échantillonnage du benthos sont présentées au tableau 8. Les données brutes sont fournies à l'annexe A. Les trois types de milieux échantillonnés présentent des similitudes en ce qui a trait à la physicochimie de l'eau. Toutefois, la conductivité spécifique est nettement plus élevée dans l'émissaire du lac Jeannine et son tributaire T1, tant en présence de substrat meuble que grossier (77 à 97 µS/cm). Le parc à résidus, susceptible de provoquer la mise en suspension de résidus miniers (érosion/ruissellement), est situé dans la partie amont de la zone d'étude et explique que l'on retrouve des valeurs élevées de conductivité électrique aux stations plus en aval. Le lac H (ST08) n'est pas exposé aux résidus miniers et ne reçoit aucun apport de l'émissaire du lac Jeannine. Sa conductivité affiche une valeur faible représentative de ce qu'on retrouve naturellement dans la région. Les valeurs de pH sont relativement similaires d'une station à l'autre variant entre 6,98 à 7,71 et tendent à être proches de la neutralité. Toutefois, on note la présence d'eau plus acide dans les lacs H (ST08 : 6,46) et I (ST07 : 5,80), où la valeur se situe sous les critères d'exposition à long terme (chronique). En milieu lacustre, la température variait entre 15,4 (lac H, ST08) et 19,0 °C (lac I, ST07). Dans l'émissaire du lac Jeannine, la température présentait un écart d'un peu plus de 5 °C entre l'amont et l'aval de la zone d'étude avec des valeurs de 15,3 °C (ST14, tributaire T1) et 21,3 °C (ST02, amont de la route 389).

En milieu lacustre, la granulométrie visuelle des sédiments est relativement homogène et est principalement composée de sable (45 à 50 %) et de limon (45 à 70 %), à l'exception du lac H (ST08) qui diffère légèrement par son substrat plus grossier qui est composé à 40 % de gravier et de cailloux. Les stations d'échantillonnage dans l'émissaire du lac Jeannine et du tributaire T1, en substrat meuble, sont constituées de résidus miniers fortement sablonneux, à l'exception de la station située près du parc à résidus (ST15) qui est constituée d'autant de silt. Le bloc, le gravier et le caillou (80 à 100 %) composent essentiellement le substrat grossier des autres stations échantillonnées dans l'émissaire du lac Jeannine. L'analyse granulométrique (tableau 16, section 3.2.2) des sédiments prélevés corrobore les observations visuelles des sédiments meubles. Les sédiments fins en cours d'eau sont tous constitués de résidus miniers fortement sablonneux (74 à 85 %) alors que ceux des lacs I (ST07), O (ST03) et L (ST05) sont constitués d'un mélange de résidus sablo-silteux (74 à 97 %). Les lacs du Gneiss Tacheté (ST10), H (ST08) et N (ST04) présentaient un substrat d'origine naturelle constitué également d'un mélange de sable et de silt variant de 23 à 88 %.

Les milieux situés en cours d'eau présentaient une vitesse moyenne d'écoulement plus faible en présence de substrat meuble (zone de sédimentation) que dans le segment à substrat grossier, variant respectivement entre 0,1 et 0,53 m/s et 0,74 et 0,92 m/s. Toutes stations confondues, la profondeur d'eau aux stations échantillonnées variait entre 0,23 et 0,90 m.

En général, les arbustes dominent la végétation riveraine de l'émissaire du lac Jeannine et son tributaire T1, de sorte qu'il y a peu d'ombrage dans ce cours d'eau. En milieu lacustre, la végétation riveraine est principalement composée d'herbacées. On note la présence de végétation aquatique à toutes les stations échantillonnées en lac alors qu'une seule station du cours d'eau affichait la présence d'un herbier (ST15). Les stations du cours d'eau avec un substrat grossier affichaient la présence de mousses et d'algues à la surface des pierres. La végétation aquatique est un facteur pouvant influencer la composition des communautés benthiques en favorisant certains taxons.

3.1.2 MILIEU LACUSTRE

STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La comparaison de l'abondance relative des différentes classes d'organismes en milieu lacustre montre une dominance des insectes (figure 1). Ainsi, les insectes représentent 57,9 % des organismes identifiés, suivis de loin par la classe des oligochètes (18,1 %) et des bivalves (13,5 %). Notons que des hétérobranches, des hirudinées, des arachnides, des ostracodes et des malacostracés ont également été dénombrés en plus faible nombre.

Pour les ordres composant la classe des insectes, on observe en milieu lacustre une dominance marquée des diptères (95,7 %; figure 2). Les diptères sont suivis de loin par les trichoptères (2,1 %) puis les éphéméroptères (1,4 %). Des zygoptères et des anisoptères ont également été recensés en plus faible nombre. Soulignons que, de façon générale, plusieurs taxons d'éphéméroptères sont particulièrement sensibles à la qualité de l'eau et qu'une faible quantité a été retrouvée en milieu lacustre.

Pour l'ordre des diptères, l'abondance relative de la famille des chironomidés est fortement représentée, avec une proportion de 84,6 %. Les cératopogonidés arrivent au second rang (15,2 %). Des tabanidés (0,1 %) ont également été recensés en plus faible nombre (figure 3).

En ce qui a trait aux oligochètes, on observe une dominance de la famille des Tubificidés (84,5 %), suivi de la famille des Lumbriculidés (9,1 %) ainsi que des Enchytraeidés (3,0 %) et des Naididés (3,3 %) en plus faible nombre (figure 4).

DESCRIPTEUR DES COMMUNAUTÉS

Densité totale et richesse

Les résultats du calcul de la densité totale et de la richesse (tous taxons confondus) pour chaque station en milieu lacustre sont présentés au tableau 9. La densité moyenne d'organismes dénombrés s'élève à 5 146 org./m² (s = 692 org./m²). Le nombre de taxons identifiés en milieu lacustre varie de 13 à 23 pour un nombre moyen de 18 taxons (s = 4,2 taxons). Le lac I où le pH était le plus acide se démarque par une densité plus faible comparativement aux autres lacs. Sa richesse spécifique est toutefois similaire. Le lac H, situé dans un milieu non impacté par l'ancienne mine, affichait un dépassement en cuivre, en plomb et en zinc dans l'eau. Malgré ces dépassements d'origine naturelle, il ne semble pas y avoir d'incidence sur la densité d'organismes présents à cette station.

Indice EPT/C

La somme des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères (nombre d'EPT) ainsi que le nombre de chironomides (C) ont été calculés à chaque station afin d'estimer le ratio du nombre d'EPT sur le nombre de chironomides (tableau 10). Le rapport EPT/C moyen pour le milieu lacustre s'élève à 0,04 (s = 0,03), ce qui indique une forte prédominance de chironomides, et particulièrement dans le lac I (ST07) avec un rapport de 0,01 EPT/C. Soulignons qu'il s'agit du lac qui affichait une eau relativement acide pouvant affecter les taxons sensibles comme les éphéméroptères, les trichoptères et les plécoptères. On note d'ailleurs que le nombre de chironomides à cette station est somme toute semblable aux autres stations en lacs, mais que le nombre d'EPT est en dessous de ce qui a été récolté aux autres stations.

Tableau 8. Caractéristiques des stations d'échantillonnage du benthos

Zone	Lieu	N° de station	Prof. moy. (m)	Vitesse (m/s)	Faciès d'écoulement	Physicochimie de l'eau				Composition du substrat (%)							Couverture forestière (%)	Composition de la berge gauche	Composition de la berge droite	Présence de végétation particulière/autre
						Temp (°C)	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité spécifique (µS/cm)	pH	Mo	L	S	V	C	G	B				
Milieu lacustre Substrat meuble	Lac O	ST03	0,40	N/A	Lacustre	18,87	8,46	31	6,98	5	45	50					N/A	Herbacée (90 %) Mousse/lichen (10 %)	Herbacée (90 %) Mousse/lichen (10 %)	Plantes aquatiques
	Lac L	ST05	0,58	N/A	Lacustre	18,80	8,90	27	7,00	10	45	45					N/A	Herbacée (50 %) Arbustif (50 %)	N/A	Algues Plantes aquatiques
	Lac I	ST07	0,58	N/A	Lacustre	19,00	9,60	24	5,80	20	70						N/A	Herbacée (90 %) Arbustif (10 %)	N/A	Plantes aquatiques
	Lac H	ST08	0,73	N/A	Lacustre	15,40	8,58	22	6,46	20	20	20	20	20			N/A	Herbacée (60 %) Mousse/lichen (40 %)	Herbacée (60 %) Mousse/lichen (40 %)	Plantes aquatiques Débris ligneux
Cours d'eau Substrat meuble	Émissaire (amont route 389)	ST02	0,25	0,20	Chenal lotique	21,30	8,54	96	7,32			100					5	Arbustif (40%) Lichen (60 %)	Arbustif (50 %) Herbacée (30 %) Arbre (20 %)	Non
	Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté	ST09	0,25	0,53	Lotique	16,29	10,35	77	7,56			100					0	Herbacée (70 %) Arbustif (30 %)	Herbacée (30 %) Arbustif (70 %)	Non
	Émissaire (amont lac du Gneiss Tacheté	ST11	0,30	0,23	Chenal lotique	18,80	9,87	92	7,17			100					60	N/A	Arbustif (50 %) Herbacée (30 %) Sol nu (20 %)	Non
	Émissaire (parc à résidus)	ST15	0,90	0,10	Lentique	15,60	9,42	97	7,17	50	50						0	Sol nu (90 %) Arbustif (9 %) Herbacée (1 %)	Herbacée (40 %) Arbre (35 %) Arbustif (25 %)	Algues Plantes aquatiques
Cours d'eau Substrat grossier	Émissaire (aval lac K)	ST06	0,25	0,92	Lotique	15,76	10,21	91	7,45			20				80	30	Arbustif (100 %)	Arbustif (100 %)	Algues Mousses
	Émissaire (aval lac D)	ST12	0,23	0,74	Lotique	19,94	9,54	34	7,39				15	25	60		90	Arbustif (90 %), Herbacée (10 %)	Arbustif (90 %) Herbacée (10 %)	Mousses
	Émissaire (tributaire T1)	ST14	0,26	0,90	Lotique	15,27	10,42	92	7,04				10	20	70		30	Arbustif (100 %)	Arbustif (60 %) Herbacée (40 %)	Algues Mousses

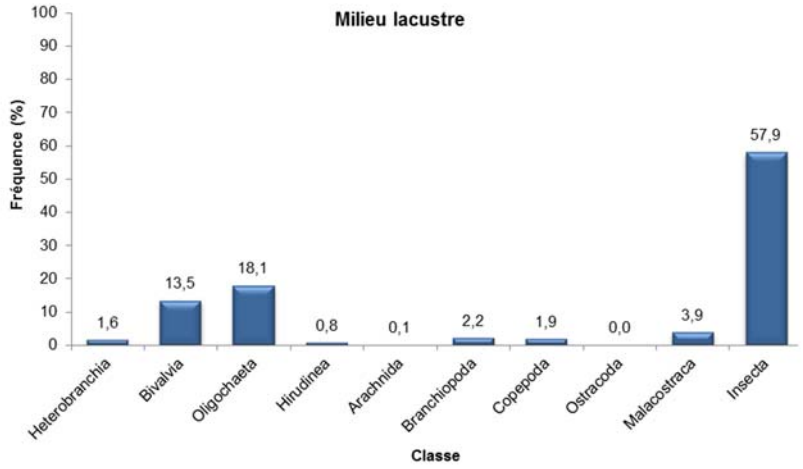


Figure 1. Abondance relative des différentes classes d'invertébrés benthiques identifiés en milieu lacustre

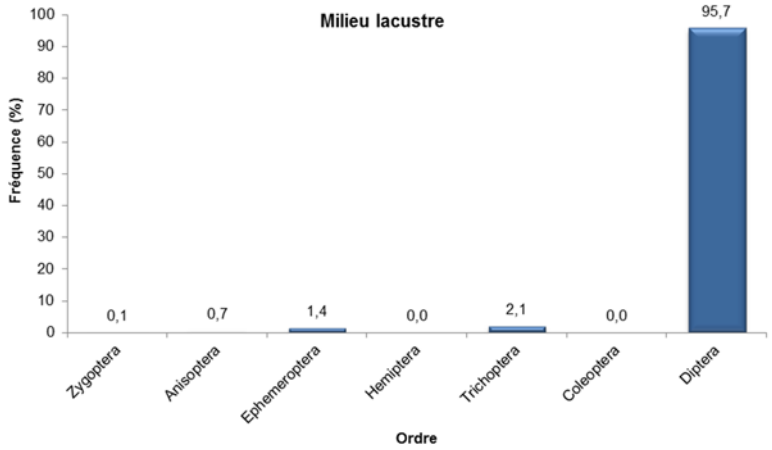


Figure 2. Proportion des différents ordres d'invertébrés benthiques de la classe Insecte identifiés en milieu lacustre

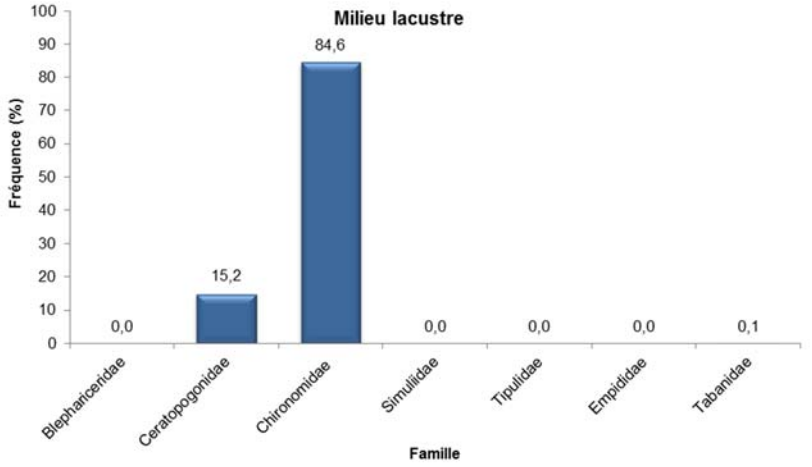


Figure 3. Proportion des différentes familles d'invertébrés benthiques de l'ordre des Diptères identifiées en milieu lacustre

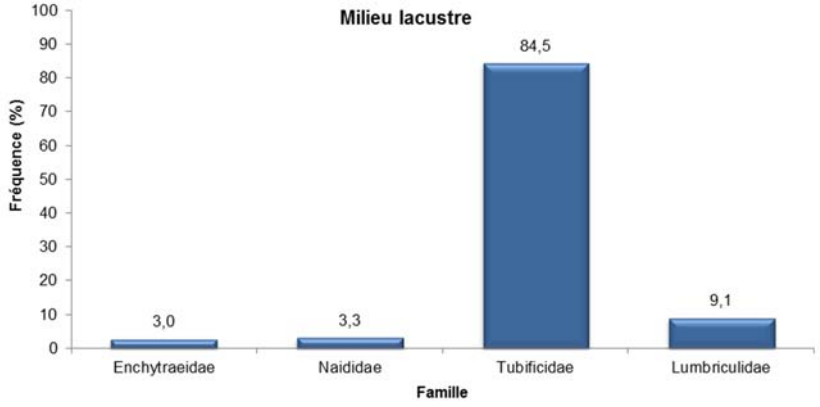


Figure 4. Proportion des différentes familles d'invertébrés benthiques de la classe Oligochète identifiées en milieu lacustre

Densité et abondance relative

La densité des organismes calculée pour chaque taxon (nombre d'organismes par m²) et l'abondance relative (%) de chaque taxon sont présentées à l'annexe B.

Au total, 33 taxons ont été identifiés en milieu lacustre. Les principaux taxons identifiés sont : *Chironomidae* (7 088,9 org./m²; 48,7 %), *Tubificidae* (4 210,4 org./m²; 15,2 %), *Sphaeriidae* (3 088,9 org./m²; 13,5 %), *Hyalellidae* (1 444,4 org./m²; 3,9 %) et *Ceratopogonidae* (1 044,4 org./m²; 6,6 %). Les cotes de tolérance à la pollution des organismes varient sur une échelle de 0 à 10, où une valeur basse indique une intolérance à la pollution et l'inverse pour une cote plus élevée (MDDEFP 2013). Les taxons fortement représentés en milieu lacustre possèdent une cote de tolérance qui varie entre 6 et 8 indiquant un milieu de moindre qualité.

Indice de diversité et équitabilité

L'indice de diversité de Simpson ainsi que l'équitabilité ont été calculés à chaque station, de même que la moyenne, l'écart-type et les valeurs minimale et maximale (tableau 9). L'indice de diversité de Simpson moyen en milieu lacustre est de 0,669 (s = 0,034). La valeur de cet indice varie de 0 à 1. Plus la valeur est élevée, plus la diversité des taxons est grande. Les valeurs obtenues montrent une diversité relativement élevée.

Quant à l'équitabilité, l'indice atteint une valeur de 0,170 (s = 0,046). La valeur de cet indice varie entre 0 et 1. Une valeur de 0 indique que la totalité de l'effectif est concentrée dans un même taxon, alors qu'une valeur de 1 indique plutôt que tous les taxons affichent une même abondance. Les résultats obtenus indiquent que la majorité des organismes sont répartis dans un petit nombre de taxons seulement.

Tableau 9. Densité totale, richesse, indice de Simpson et équitabilité des invertébrés benthiques par station en milieu lacustre

Station	Densité totale (nombre d'org./m²)	Richesse (nombre de taxons)	Indice de diversité de simpson	Équitabilité
Lac O (ST03)*	5 078	13	0,656	0,207
Lac L (ST05)*	4 918	17	0,719	0,209
Lac I (ST07)*	4 478	19	0,655	0,145
Lac H (ST08)	6 111	23	0,644	0,117
Moyenne	**5 146**	**18**	**0,669**	**0,170**
Écart-type (s)	**692**	**4,2**	**0,034**	**0,046**
Minimum	**4 478**	**13**	**0,644**	**0,117**
Maximum	**6 111**	**23**	**0,719**	**0,209**

** Les sédiments de ces stations étaient constitués de résidus miniers fins.*

Tableau 10. Nombre d'éphéméroptères et de trichoptères (nombre d'EPT) et de chironomides (C) par station en milieu lacustre

Station	Nombre d'ept	Nombre de chironomides	Rapport ept/c
Lac O (ST03)*	10	226	0,04
Lac L (ST05)*	10	123	0,08
Lac I (ST07)*	3	221	0,01
Lac H (ST08)	16	319	0,05

Station	Nombre d'ept	Nombre de chironomides	Rapport ept/c
Moyenne	**10**	**222**	**0,05**
Écart-type (s)	**5**	**80**	**0,03**
Minimum	**3**	**123**	**0,01**
Maximum	**16**	**319**	**0,08**

** Les sédiments de ces stations étaient constitués de résidus miniers fins.*

3.1.3 COURS D'EAU À SUBSTRAT MEUBLE

STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La comparaison de l'abondance relative des différentes classes d'organismes dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine montre une forte dominance des insectes (figure 5). Ainsi, les insectes représentent 77,5 % des organismes identifiés, suivis de loin par les bivalves (15,4 %) et les oligochètes (3,3 %). Notons, en quantité moindre, la présence d'hétérobranches (0,7 %) et d'arachnides (0,7 %).

Pour les ordres composant la classe des insectes, on observe une dominance marquée des diptères (97,9 %), suivis de loin par les coléoptères (2,1 %; figure 6). Pour l'ordre des diptères, la famille des chironomidés est la plus représentée avec une abondance relative de 91,4 %, suivis par les tipulidés et les cératopogonidés (respectivement 4,7 % et 3,9 %; figure 7).

En ce qui a trait aux oligochètes (figure 8), on observe une dominance des Enchytraeidés (70,0 %), suivi de la famille des Naididés (20,0 %) et des Lumbriculidés (10,0 %).

DESCRIPTEUR DES COMMUNAUTÉS

Densité totale et richesse

La densité moyenne d'organismes dénombrés s'élève à seulement 856 org./m² (s = 1 257 org./m²) dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine (tableau 11). Le nombre de taxons identifiés varie entre 0 et 13 pour une moyenne de 4,5 taxons (s = 5,9 taxons). Il est à noter que l'échantillon de la station ST02 (situé en amont de la route 389) ne contenait aucun organisme benthique alors que celui de la station ST09 (en aval de l'émissaire du lac du Gneiss Tacheté) ne contenait que deux larves de chironomides. C'est la station ST15, dans la partie amont de l'émissaire du lac Jeannine, qui affichait la plus forte densité d'organismes malgré une densité de seulement 2 667 org./m². Il s'agit aussi de la station qui affichait la meilleure qualité de l'eau. À l'inverse, les stations les plus pauvres (ST02 et ST09) affichaient une moins bonne qualité de l'eau avec une forte teneur de matières en suspension à la station ST02 et des dépassements des critères d'effets chroniques pour le cuivre, le plomb et le zinc à la station ST09.

Indice EPT/C

Le rapport EPT/C dans les cours d'eau à substrat meuble est nul, ce qui traduit une piètre qualité d'habitat pour les invertébrés benthiques (tableau 12). Il est à noter qu'aucun EPT n'a été prélevé en substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine, ni dans celui de son tributaire T1. Ces données concordent également avec la quantité de matières en suspension (tableau 15) présente dans l'eau de surface qui diminue plus on s'approche des haldes stériles (50, 18, 18 et 2,7 mg/L).

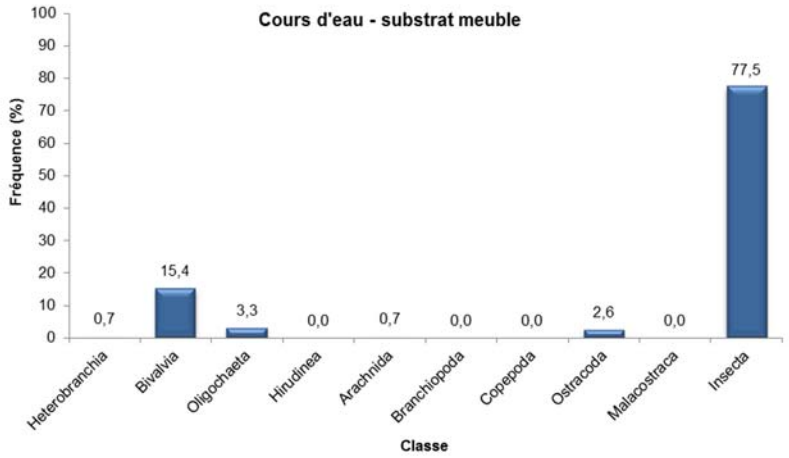


Figure 5. **Abondance relative des différentes classes d'invertébrés benthiques identifiés dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine**

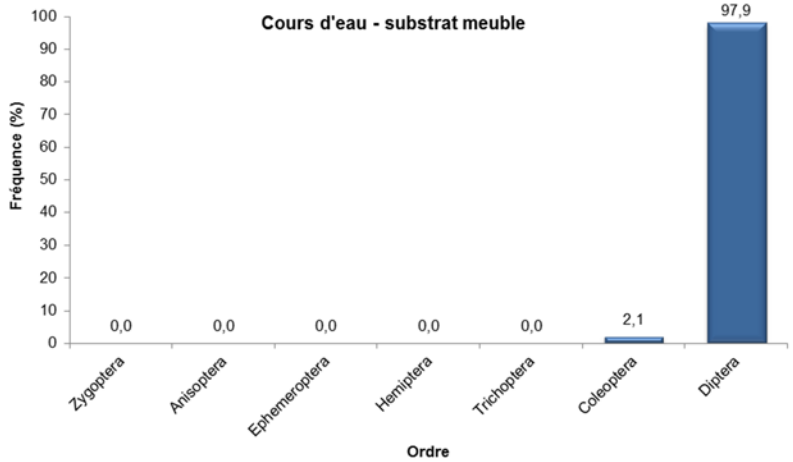


Figure 6. **Proportion des différents ordres d'invertébrés benthiques de la classe Insecte dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine**

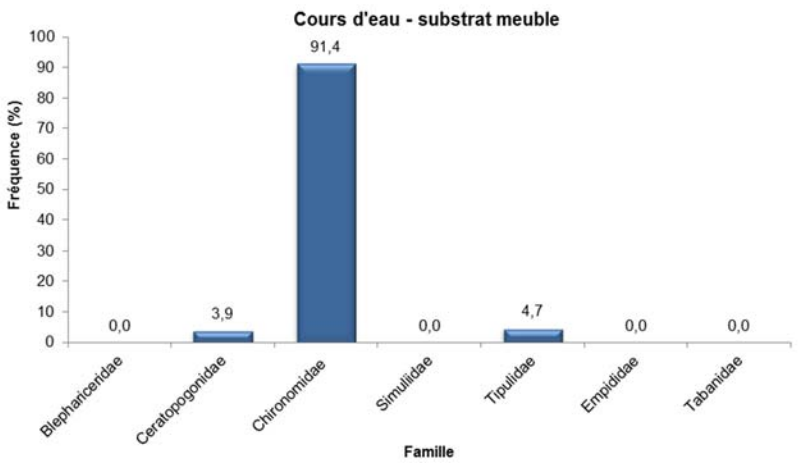


Figure 7. **Proportion des différentes familles d'invertébrés benthiques de l'ordre des Diptères identifiées dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine**

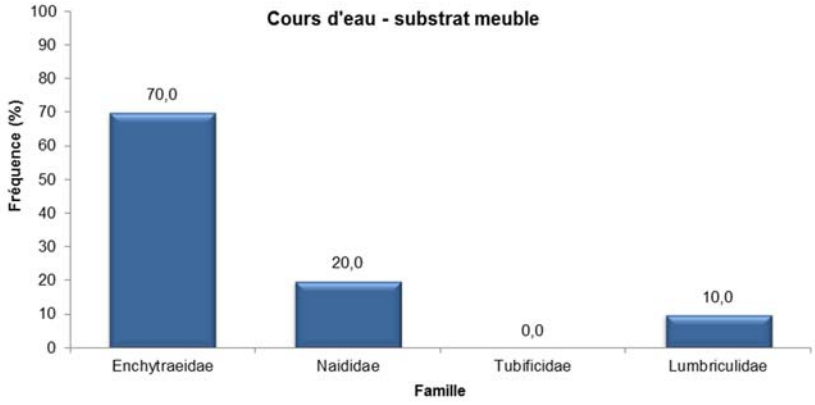


Figure 8. **Proportion des différentes familles d'invertébrés benthiques de la classe Oligochète identifiées dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine**

Plusieurs taxons d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères sont particulièrement sensibles à la qualité de l'eau. Considérant la teneur en matières en suspension, en cuivre, en plomb et en zinc dans l'eau à chacune des stations à l'étude, il semble que la qualité de l'eau ne puisse expliquer à elle seule l'absence de ces organismes dans les résidus de l'émissaire du lac Jeannine. En effet, ils sont absents de la station ST15 alors que la teneur en matières en suspension y est très faible et qu'on n'y observe aucun dépassement des critères pour ces trois métaux. Il est probable que l'émissaire du lac Jeannine procure un mauvais substrat pour ce type d'organismes (sable) et que ce substrat soit trop instable (transport sédimentaire) pour permettre l'établissement de communautés benthiques à long terme.

Densité et abondance relative

Au total, 15 taxons ont été identifiés dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine (tableau 11; annexe B). Les principaux taxons identifiés sont : Chironomidés (4 711,1 org./m²; 65,4 %), Sphaeriidés (1 044,4 org./m²; 15,4 %), Tipulidés (244 org./m²; 3,6 %) et Ceratopogonidés (200 org./m²; 2,9 %). Les taxons fortement représentés dans ce milieu possèdent une cote de tolérance variant entre 6 et 8, soit très résistants aux perturbations et à la pollution (MDDEFP 2013).

Indice de diversité et équitabilité

L'indice de diversité de Simpson moyen atteint 0,470 (s = 0,411) dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine (tableau 11). Les valeurs obtenues montrent une diversité faible à moyenne. Quant à l'équitabilité, elle atteint une valeur de 0,500 (s = 0,452). Ces résultats excluent la station ST02 (amont de la route 389), car aucun organisme benthique n'y a été récolté. Les résultats obtenus indiquent que les organismes sont relativement bien répartis dans les taxons.

Tableau 11. Densité totale, richesse, indice de Simpson et équitabilité des invertébrés benthiques par station dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine

Station	Densité totale (nombre d'org./m²)	Richesse (nombre de taxons)	Indice de diversité de simpson	Équitabilité
Émissaire/amont route 389 (ST02)	0	0	1,000	N/A
Émissaire/aval lac du Gneiss Tacheté (ST09)	11	1	0,000	1,000
Émissaire/amont lac du Gneiss Tacheté (ST11)	744	4	0,474	0,381
Émissaire/parc à résidus (ST15)	2 667	13	0,405	0,120
Moyenne	**856**	**4,5**	**0,470**	**0,500**
Écart-type (s)	**1 257**	**5,9**	**0,411**	**0,452**
Minimum	**0**	**0**	**0,000**	**0,120**
Maximum	**2 667**	**13**	**1,000**	**1,000**

Tableau 12. Nombre d'éphéméroptères et de trichoptères (nombre d'EPT) et de chironomides (C) par station en cours d'eau, substrat meuble

Station	Nombre d'EPT	Nombre de chironomides	Rapport EPT/C
Émissaire/amont route 389 (ST02)	0	0	0
Émissaire/aval lac du Gneiss Tacheté (ST09)	0	1	0
Émissaire/amont lac du Gneiss Tacheté (ST11)	0	16	0
Émissaire/parc à résidus (ST15)	0	195	0
Moyenne	**0**	**53**	**0**
Écart-type (s)	**0**	**95**	**0**
Minimum	**0**	**0**	**0**
Maximum	**0**	**195**	**0**

3.1.4 COURS D'EAU À SUBSTRAT GROSSIER

STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

La comparaison de l'abondance relative des différentes classes d'organismes montre une forte dominance des insectes dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine et de son tributaire T1 (figure 9). L'abondance relative de la classe des insectes s'élève à 99,0 %; notons la présence d'arachnides (0,6 %) et d'oligochètes (0,4 %).

Pour les ordres composant la classe des insectes, une dominance des diptères et des éphéméroptères est observée (respectivement 69,0 % et 29,2 %). Des trichoptères (1,6 %) et des hémiptères (0,2 %) ont également été recensés, mais en moindre quantité (figure 10).

Pour l'ordre des diptères (figure 11), la famille des simulidés (8,3 %) domine largement, suivie par les chironomidés (19,1 %), les empididés (2,1 %) et les blépharicéridés (0,6 %).

En ce qui a trait aux oligochètes, on observe une dominance Enchytraeidés (75,0 %), suivi des Tubificidés (25,0 %; figure 12).

DESCRIPTEUR DES COMMUNAUTÉS

Densité totale et richesse

La densité moyenne d'organismes dénombrés (tableau 15) s'élève à 145 org./m² (s = 124 org./m²). Le nombre de taxons identifiés dans les cours d'eau à substrat grossier varie de 1 et 13 pour une moyenne de 9 taxons (s = 6,9 taxons). Il s'agit de la plus faible densité d'organismes comparativement aux deux autres types d'habitat. C'est la station ST12, soit celle située dans le tributaire T1 à proximité de la station ST13, qui obtient la plus faible densité. Il s'agit aussi du cours d'eau affichant la plus forte teneur de matières en suspension et du seul endroit où un dépassement du critère de toxicité chronique pour l'aluminium a été mesuré.

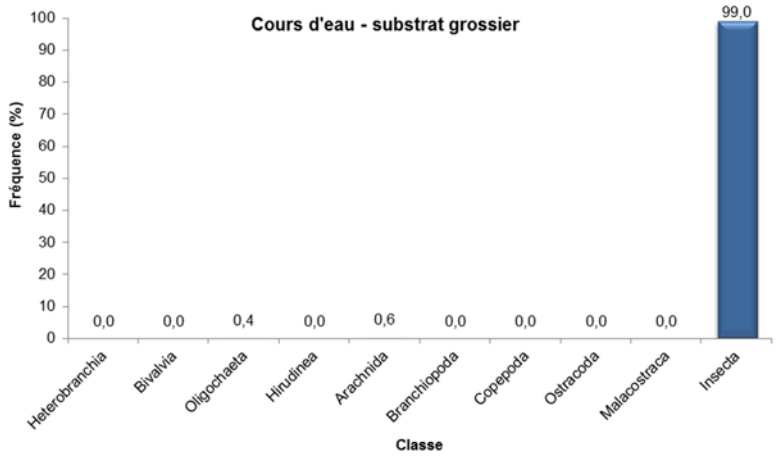


Figure 9. **Abondance relative des différentes classes d'invertébrés benthiques identifiés dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine**

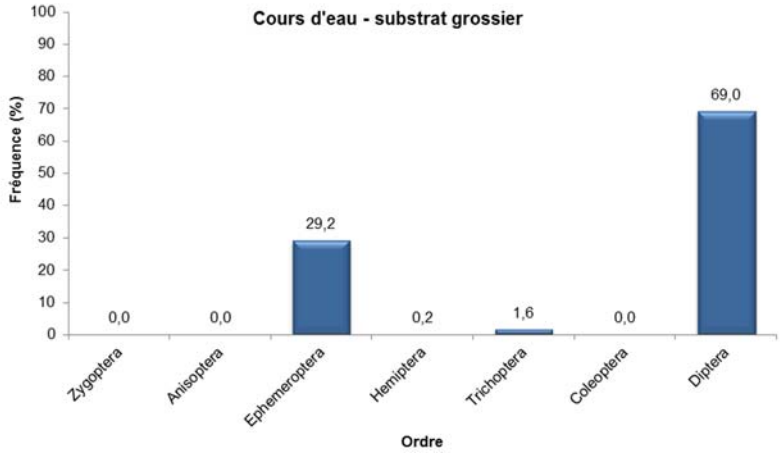


Figure 10. **Proportion des différents ordres d'invertébrés benthiques de la classe Insecte identifiés dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine**

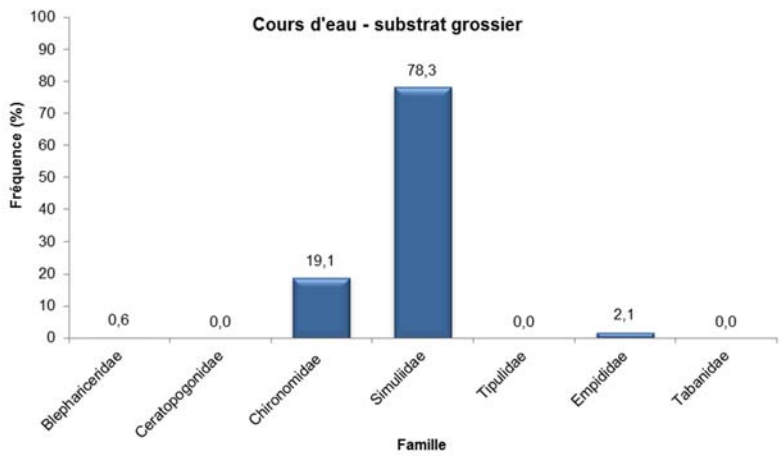


Figure 11. **Proportion des différentes familles d'invertébrés benthiques de l'ordre des Diptères identifiées dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine**

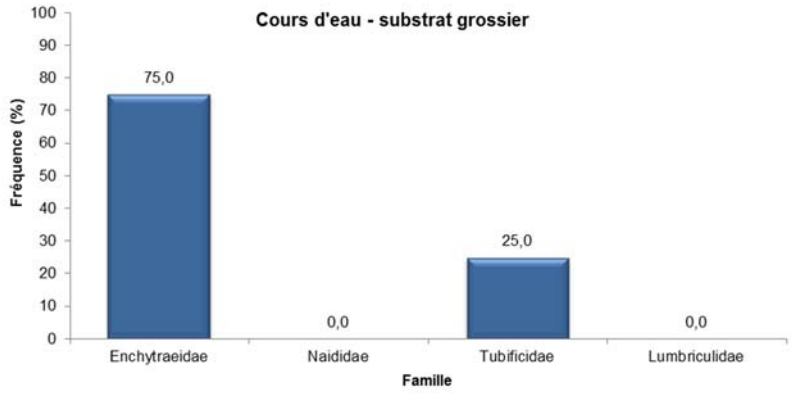


Figure 12. **Proportion des différentes familles d'invertébrés benthiques de la classe Oligochète identifiées dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine**

Indice EPT/C

Le rapport EPT/C moyen pour le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine et de son tributaire T1 s'élève à 1,25 (s = 1,15; tableau 14). Sans être très élevée, cette valeur montre que le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine offre des habitats de meilleure qualité comparativement au substrat meuble. La station ST12 (tributaire T1) se démarque par un indice de 0. Comme mentionné précédemment, il s'agit de la station où l'on retrouve de fortes teneurs en matières en suspension; des concentrations élevées avaient aussi été mesurées à cet endroit en 2014 (WSP 2015).

Densité et abondance relative

Au total, 21 taxons ont été identifiés dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine (tableau 13; annexe B). Les principaux taxons identifiés sont : Simuliidés (210,4 org./m²; 48,3 %), Ephemerellidés (91,4 org./m²; 20,9 %), Chironomidés (81,6 org./m²; 18,7 %) et Baetidés (32,8 org./m²; 7,5 %). Malgré les signes d'un habitat de meilleure qualité, les résultats montrent une très faible densité d'organismes. Il s'agit somme toute d'un milieu pauvre. Ces taxons possèdent d'ailleurs une cote de tolérance à la pollution variant entre 1 (Ephemerellidés) et 8 (MDDEFP 2013). La qualité de l'eau de l'émissaire du lac Jeannine permet donc l'établissement de taxon sensible à la pollution lorsque le substrat est approprié.

Indice de diversité et équitabilité

L'indice de diversité de Simpson moyen atteint dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine et de son tributaire T1 est de 0,525 (s = 0,274; tableau 13). Les valeurs obtenues montrent une diversité moyennement élevée. Quant à l'équitabilité, elle atteint 0,389 (s = 0,285) en substrat grossier. Les résultats obtenus indiquent que la majorité des organismes sont répartis dans un nombre peu élevé de taxons.

Tableau 13. Densité totale, richesse, indice de Simpson et équitabilité des invertébrés benthiques par station dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine et de son tributaire T1

Station	Densité totale (nombre d'org./m²)	Richesse (nombre de taxons)	Indice de diversité de simpson	Équitabilité
Émissaire/aval lac K (ST06)	209	13	0,476	0,127
Tributaire T1 (ST12)	2	1	0,278	0,692
Émissaire/aval Jeannine (ST14)	224	13	0,820	0,347
Moyenne	**145**	**9**	**0,525**	**0,389**
Écart-type (s)	**124**	**6,9**	**0,274**	**0,285**
Minimum	**2**	**1**	**0,278**	**0,127**
Maximum	**224**	**13**	**0,820**	**0,692**

Tableau 14. Nombre d'éphéméroptères et de trichoptères (nombre d'EPT) et de chironomides (C) par station dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine et de son tributaire T1

Station	Nombre d'EPT	Nombre de chironomides	Rapport EPT/C
Émissaire/aval lac K (ST06)	93	41	2,27
Tributaire T1 (ST12)	0	1	0,00
Émissaire/aval Jeannine (ST14)	241	162	1,49
Moyenne	**111**	**68**	**1,25**
Écart-type (s)	**122**	**84**	**1,15**
Minimum	**0**	**1**	**0,00**
Maximum	**241**	**162**	**2,27**

3.1.5 SYNTHÈSE ET COMPARAISON DES MILIEUX

Les insectes correspondent à la classe d'organismes la plus représentée, tous milieux confondus, suivis de loin par les oligochètes et les bivalves. Dans la classe des insectes, l'ordre des diptères domine dans tous les milieux. Les éphéméroptères sont plus abondants en milieu lotique où la vitesse de l'eau est supérieure et l'oxygène dissous légèrement plus élevé. Parmi les diptères observés, les chironomides dominent les substrats meubles. À l'opposé, les simulidés dominent le substrat grossier. Il s'agit en effet de l'habitat préférentiel pour ces insectes dont les larves se développement en milieu lotique. En ce qui a trait aux oligochètes, les enchytraeidés dominent dans le cours d'eau et les tubificidés dans le milieu lacustre.

La densité de micro-organismes benthiques ainsi que la diversité des taxons observés sont plus élevées en milieu lacustre comparativement à l'émissaire du lac Jeannine et son tributaire T1. La quantité d'EPT est nettement plus élevée en substrat grossier (lotique) qu'en milieu lacustre. La vitesse d'écoulement de l'eau plus élevée favorise une quantité plus élevée d'oxygène dissous. Ces caractéristiques procurent un habitat plus propice à ce groupe d'insectes (Thorp et Covich 2010). Par contre, la quantité d'EPT est nulle dans le substrat meuble de l'émissaire du lac Jeannine et faible où la teneur en matières en suspension est très élevée. Il ne semble pas y avoir de lien entre la présence de métaux et la faible abondance d'organismes.

Comme le parc à résidus est susceptible de provoquer la mise en suspension de résidus miniers dans l'eau, il est probable qu'il affecte la composition des communautés benthiques de l'émissaire davantage que celle en lac. De plus, l'émissaire du lac Jeannine est constitué de multiples chenaux d'écoulement, notamment dans les sections à substrat meuble. Ces chenaux affichent de faibles profondeurs d'eau, sont exposés au soleil (variation importante de la température) et susceptibles d'être remaniés (érosion/ déposition) en raison de l'instabilité des résidus qui constitue le lit du cours d'eau. Ces éléments en font un habitat précaire pour le benthos pouvant expliquer la plus faible densité d'organismes et l'absence de taxons sensibles, notamment dans le résidu minier. La tolérance des chironomides à la présence de substrat meuble minéral, aux matières organiques et à une faible concentration en oxygène dissous explique leur dominance en milieu lacustre et dans les résidus miniers (Thorp et Covich 2010). La moyenne du rapport EPT/C, plus élevée dans le substrat grossier de l'émissaire du lac Jeannine, révèle une qualité d'eau relativement bonne.

Bien que l'indice de diversité de Simpson soit relativement similaire dans tous les milieux, l'équitabilité est légèrement plus basse en milieu lacustre. Ces résultats indiquent même que si le milieu lacustre observe les plus hautes densités d'organismes benthiques, ceux-ci sont majoritairement répartis dans un petit nombre de taxons adaptés à ce type de milieu et aux conditions ambiantes.

3.2 QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE ET DES SÉDIMENTS

3.2.1 EAU DE SURFACE

Lors de l'échantillonnage en 2015, la température en surface a varié de 14,20 à 21,30 °C. L'oxygène dissous était relativement similaire entre toutes les stations et a varié entre 8,06 et 10,35 mg/L. Le pH présente un dépassement du critère d'effet chronique de la protection de la vie aquatique ainsi que du critère d'effet à long terme du CCME à trois stations situées dans les lacs N (ST04), I (ST07) et H (ST08). Ces pH sont associés aux apports en acides humiques des tourbières environnantes.

En 2015, les concentrations de matières en suspension étaient, de façon générale, faibles avec des valeurs variant entre 0,6 et 18 mg/L. Toutefois, deux stations ont révélé des concentrations pouvant causer des effets à la faune aquatique, soit dans l'émissaire du lac Jeannine en amont de la route 389 (ST02) (50 mg/L) et dans son tributaire T1 (ST13), affichant respectivement des valeurs de 50 mg/L et 130 mg/L. Ces deux stations se retrouvent dans un secteur propice à l'accumulation de sédiments qui peuvent être remis en suspension lors d'épisodes de fortes précipitations ou de crue. La turbidité affichait des valeurs entre 0,6 et 3,1 UTN, à l'exception du tributaire T1 (ST13) qui affichait 18 UTN, une valeur considérée comme pouvant causer un effet chronique à la faune aquatique. En 2014, une station échantillonnée à proximité de ST13 (site 6) affichait également une concentration élevée en matières en suspension (73 mg/L) et en turbidité (6,7 UTN; WSP 2015).

Comme il a été observé en 2014 dans l'émissaire du lac Jeannine, les chlorures et les sulfates sont présents en très faibles concentrations, très en dessous du critère d'effet chronique et de celui du CCME. Les bromures et le chrome hexavalent (IV) n'ont pas été détectés dans les échantillons.

Les composés azotés, notamment les nitrates, sont généralement abondants dans l'eau des effluents des mines de fer et dans leur milieu récepteur. Dans le cas de l'ancien site minier du lac Jeannine, les activités minières ont cessé depuis longtemps et il n'y a aucune problématique liée aux composés azotés selon les résultats d'analyse (tableau 15). En 2014, l'azote ammoniacal n'avait été détecté qu'à la station site 6 du tributaire T1 alors que les nitrites n'avaient pas été détectés, ni l'azote total Kjeldahl. Les nitrates étaient également présents à de faibles concentrations inférieures à 0,1 mg/L. En 2015, l'azote ammoniacal a été détecté à six stations, mais ce paramètre a présenté des concentrations relativement faibles et en dessous des critères de protection de la vie aquatique. La valeur la plus élevée (0,75 mg/L) a été obtenue dans le lac N, à proximité de la route 389 (ST04). L'azote total Kjeldahl et les nitrates ont été détectés à de faibles concentrations alors que les nitrites ont présenté des concentrations sous la limite de détection.

En ce qui a trait au phosphore, tous les échantillons récoltés en 2015 dans l'émissaire du lac Jeannine, à partir du lac jusqu'au réservoir Manicouagan, ont présenté un dépassement du critère chronique de protection de la vie aquatique. Les valeurs obtenues sont cependant relativement faibles et varient entre 0,032 et 0,073 mg/L (tableau 15). La valeur la plus élevée a été obtenue dans le tributaire T1 à proximité de l'ancien parc à résidus (ST13). Notons qu'une fraction importante du phosphore est transportée par les matières en suspension, ce qui peut expliquer l'importance du phosphore dans ce cours d'eau. En 2014, tous les échantillons affichaient des concentrations inférieures à 0,03 mg/L. Cette divergence entre les deux années laisse supposer que les concentrations de phosphore sont variables et qu'un effet chronique potentiel est peu probable au niveau de la vie aquatique. De plus, comme mentionné précédemment, de faibles concentrations des composés azotés ont été observées et n'offrent pas des conditions d'eutrophisation optimales. En effet, l'azote est un élément essentiel pour la croissance algale au même titre que le phosphore. Étant donné que l'enrichissement en azote est beaucoup plus faible que celui en phosphore, une eutrophisation de l'émissaire est peu probable. D'ailleurs, il n'y a aucun signe de prolifération d'algues ou de plantes aquatiques dans l'émissaire du lac Jeannine. En ce qui a trait au carbone organique total et au carbone organique dissous, les valeurs étaient similaires à celles observées en 2014 et varient respectivement entre 4,6 et 12 mg/L ainsi qu'entre 2,8 et 12 mg/L.

En ce qui a trait aux métaux, il est important de mentionner qu'un essai de lixiviation a été réalisé en 2015 sur des échantillons de roches stériles et de résidus miniers (WSP 2015). Les résultats démontrent que certains métaux ont une tendance plus élevée à la lixiviation, tels que l'aluminium, le baryum, le cuivre, le fer, le manganèse, le plomb et le zinc (selon la Directive 019 [MDDEP 2012]). Toutefois, la concentration de ces métaux observée dans le lixiviat ne représente pas un risque élevé selon la Directive 019. Ces résultats peuvent expliquer la présence de certains métaux dans les stations échantillonnées en 2015. Soulignons toutefois la présence de cuivre, de plomb et de zinc dans le lac H où il n'y a aucun apport de résidus miniers ni apport d'eau en provenance de l'ancienne mine.

Les concentrations de fer observées ont dépassé le critère d'effet à long terme du CCME dans 9 stations sur 14 au total (incluant le duplicata). Selon le test de lixiviation (WSP 2015), le fer se retrouve en effet en grande quantité dans les eaux de lixiviation et peut représenter un risque de lixiviation (WSP 2015). Toutefois, la présence du fer peut être influencée par le potentiel d'oxydoréduction, la pénétration de la lumière, le pH et la quantité de matière organique (Belles-Isles et Bérubé 2014). Selon les critères provinciaux pour la protection de la vie aquatique, les concentrations de fer ne seraient pas problématiques pour la faune aquatique, à l'exception de taxons plus sensibles d'invertébrés benthiques, comme les éphémères.

Le cuivre a présenté des dépassements dans le lac O (ST03), le lac H (ST08), l'émissaire du lac Jeannine, en aval du lac du Gneiss Tacheté (ST09) et près du parc à résidus (ST15; tableau 15). Les valeurs obtenues variaient entre 0,004 et 0,110 mg/L. La concentration mesurée au lac H correspond à une valeur d'origine naturelle, car il n'y a aucun résidu minier à cet endroit. Il est à noter que la toxicité du cuivre dépend de plusieurs facteurs incluant la température, le carbone organique dissous, les matières en suspension, le pH, certains cations et anions.

L'aluminium a également présenté une concentration au-dessus des critères dans le tributaire T1 (ST13). À l'exception de ce dépassement, tous les dépassements enregistrés se sont avérés sous le critère après avoir effectué la correction recommandée selon les critères de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique (MDDELCC 2015). La valeur la plus élevée de concentration en aluminium a été détectée dans le tributaire T1 (ST13). Étant donné la dureté relativement élevée de plus de 30 mg/L obtenue à cette station, le critère utilisé pour l'aluminium doit être interprété avec prudence. En effet, ce critère de qualité a été défini pour des eaux de faible dureté (< 10 mg/L) et dont le pH est d'environ 6,5. Étant donné le non-respect des conditions d'application du critère, il est difficile d'évaluer si l'aluminium présente réellement un effet toxique chronique sur la vie aquatique. Par ailleurs, en utilisant le facteur de correction proposée de 0,33, la valeur obtenue pour l'aluminium se rapproche du critère. En 2014, une station d'échantillonnage (site 6) réalisée à proximité de ce site n'avait détecté aucune concentration de ce métal. Cette absence de détection suggère que la concentration plus élevée en 2015 est due à un épisode occasionnel et qu'elle est insuffisante pour provoquer un effet observable sur les populations de poissons de l'émissaire.

Le plomb et le zinc ont également obtenu une concentration supérieure au critère d'effet aigu dans l'échantillon du lac H (ST08; respectivement 0,0024 et 0,034 mg/L) et dans l'émissaire du lac Jeannine, en aval du lac du Gneiss (ST09; respectivement 0,0044 et 0,069 mg/L), ainsi qu'un dépassement du critère d'effet à long terme du CCME pour le plomb. En 2014, une concentration supérieure au critère d'effet chronique a été détectée dans la fosse 1 pour le plomb (0,006 mg/L) alors que le zinc avait seulement été détecté. Il est possible que ces métaux soient issus des résidus miniers en place, mais leur présence dans le lac H où il n'y a aucun résidu ni apport d'eau de l'ancienne mine suggère qu'il pourrait aussi s'agir de teneur naturelle.

Tableau 15. Résultats analytiques 2015 et comparaison aux critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique

Paramètre	Unité	LDR[1]	Émissaire (confluence Réservoir Manicouagan)	Émissaire (amont route 389)	Lac O	Lac N	Lac L	Lac I	Lac H	Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté)	Lac du Gneiss Tacheté	Émissaire (amont lac du Gneiss Tacheté)	Tributaire T1	Émissaire (parc à résidus)	Lac Jeannine	Émissaire (amont route 389, duplicata)	Protection de la vie aquatique [2]		CCME(2015)	
			ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST13	ST15	ST16	ST17	Effet chronique (CVAC)	Toxicité aigüe (CVAA)	Court terme	Long terme
Physicochimie																				-
Alcalinité totale	mg/L $CaCO_3$	1	32	36	17	8	10	7	4	35	10	37	31	31	4	37	(a)			-
Conductivité (*in situ*)	µS/cm	-	70	96,0	31,0	21,7	26,7	22,2	15,4	77,0	22,0	92,0	113	96,5	17,0	N/A				-
Dureté totale	mg/L $CaCO_3$	1	31	44	18	10	10	11	7	43	11	43	31	40	8	43				-
Matières en suspension	mg/L	0,2	2,5	**50 (o)**	1,9	0,6	0,9	1,3	2,0	18	1,5	18	**130 (o)**	2,7	0,8	**58 (o)**	5 (c)	25 (c)		-
Oxygène dissous (*in situ*)	mg/L	-	9,44	8,54	8,46	8,70	8,90	8,58	8,06	10,35	9,18	9,87	8,34	9,42	8,74	N/A	<5 mg/L à 20 °C (b)			-
pH (*in situ*)	-	-	7,47	7,32	6,98	**5,70**	7,00	**5,80**	**6,46**	7,56	7,84	7,17	7,02	7,17	8,37	N/A	6,5 à 9,0			6,5 à 9,0
Solides dissous totaux	mg/L	10	72	72	52	39	30	49	43	75	32	68	70	73	38	73				-
Température (*in situ*)	°C	-	18,89	21,30	18,87	14,20	18,80	15,40	17,80	16,29	19,33	18,80	17,53	15,6	15,38	N/A				-
Turbidité	NTU	0,1	2,5	2,6	1,5	0,6	0,9	0,9	0,6	2,9	0,8	2,2	**18**	0,7	0,6	3,1	2 (d)	8 (d)		-
Anions/Cations																				-
Bromures	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				-
Chlorures	mg/L	0,05	0,41	0,36	0,06	0,19	<0,05	0,34	0,20	0,36	0,10	0,39	0,09	0,50	0,19	0,36	230	860	640	120
Chrome hexavalent (Cr VI)	mg/L	0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,011	0,016	---	0,001
Sulfates	mg/L	0,5	3,9	5,5	0,9	1,2	1,3	1,2	1,2	5,9	1,2	6,1	1,2	8,4	1,2	5,6	500	500		-
Éléments nutritifs																				-
Azote ammoniacal	mg/L N-NH_3	0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,75	<0,02	0,26	<0,02	<0,02	0,29	0,02	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	0,76 (f)	5,6 (f)		-
Azote total Kjeldahl	mg/L	0,40	<0,40	<0,40	<0,40	1,1	<0,40	0,98	0,43	<0,40	0,57	0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40				-
Carbone organique dissous	mg/L	0,2	6,6	5,6	7,6	8,3	3,2	12	9,0	5,4	4,6	5,4	8,3	6,1	7,7	5,5				-
Carbone organique total	mg/L	1	7,3	6,1	7,1	9,1	2,8	12	9,9	5,9	4,8	5,9	8,9	5,5	8,0	6,0				-
Nitrates	mg/L N-NO_3^-	0,01	0,05	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,09	<0,01	0,09	0,02	0,13	<0,01	0,08	2,9 (g)		550	13
Nitrites	mg/L N-NO_2^-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02 (h)	0,06 (h)		0,060
Orthophosphate	mg/L P	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				-
Phosphore total	mg/L P	0,01	**0,048**	**0,043**	**0,038**	**0,043**	**0,041**	**0,045**	**0,047**	**0,042**	**0,05**	**0,033**	**0,073**	**0,032**	**0,047**	**0,04**	0,03			-
Métaux																				-
Aluminium	mg/L	0,01	0,110 (p)	0,087 (p)	0,041	0,100 (p)	0,011	0,180 (p)	0,140	0,095 (p)	0,036	0,087 (p)	**0,31**	0,079	0,190 (p)	0,094 (p)	0,087 (i)	0,750 (j)		-
Antimoine	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,24	1,1		-
Argent	mg/L	0,001	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	<0,001 (q)	0,00010 - 0,00010 (k)	0,000039 - 0,00062 (k)		0,00025
Arsenic	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,15	0,34		0,005
Baryum	mg/L	0,002	0,043	0,063	0,029	0,013	0,011	0,013	0,012	0,063	0,016	0,061	0,063	0,036	0,012	0,063	0,038 - 0,210 (k)	0,110 – 0,600 (k)		-
Bore	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5	28	29	1,5
Cadmium	mg/L	0,0002	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	<0,0002 (q)	0,000049 - 0,000160 (k)	0,00021 - 0,00110 (k)	0,001	0,00009
Calcium	mg/L	0,5	8,7	12,0	4,7	2,4	2,3	2,6	1,8	12,0	2,9	12,0	9,1	11,0	2,0	12,0	(l)			-
Chrome	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005				-
Cobalt	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	0,37		-
Cuivre	mg/L	0,001	0,001	<0,001	**0,0054**	<0,001	<0,001	<0,001	**0,051**	**0,11**	<0,001	<0,001	0,001	**0,0043**	<0,001	<0,001	0,0013 – 0,0052 (k)	0,0016 – 0,0073 (k)		0,002

Tableau 15. Résultats analytiques 2015 et comparaison aux critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (suite)

Paramètre	Unité	LDR[1]	Émissaire (confluence Réservoir Manicouagan)	Émissaire (amont route 389)	Lac O	Lac N	Lac L	Lac I	Lac H	Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté)	Lac du Gneiss Tacheté	Émissaire (amont lac du Gneiss Tacheté)	Tributaire T1	Émissaire (parc à résidus)	Lac Jeannine	Émissaire (amont route 389, duplicata)	Protection de la vie aquatique [2]		CCME (2015)	
			ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST13	ST15	ST16	ST17	Effet chronique (CVAC)	Toxicité aigüe (CVAA)	Court terme	Long terme
Fer	mg/L	0,06	0,44	0,44	0,80	0,20	0,35	0,43	0,26	0,41	0,27	0,37	0,98	0,18	0,13	0,47	1,3 (m)	-		0,3
Magnésium	mg/L	0,1	2,3	3,2	1,4	1,0	1,1	1,0	0,7	3,2	0,9	3,2	2,1	3,2	0,7	3,2				-
Manganèse	mg/L	0,001	0,041	0,041	0,066	0,0066	0,011	0,018	0,006	0,057	0,034	0,053	0,120	0,018	0,0064	0,051	0,260 – 1,000 (k)	0,550 – 2,300 (k)		-
Mercure	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,00091	0,0016		0,000026
Molybdène	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	0,0011	<0,001	<0,001	3,2	29		0,073
Nickel	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,0074 – 0,029 (k)	0,067 – 0,260 (k)		0,025
Plomb	mg/L	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	**0,0024**	**0,0044**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,00017 – 0,0013 (k)	0,0044 – 0,034 (k)		0,001
Potassium	mg/L	0,5	1,6	2,0	1,1	1,0	1,5	0,9	0,9	2,1	1,1	2,0	1,5	1,9	<0,5	2,0				-
Sélénium	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	0,062		0,001
Silicium	mg/L	0,1	2,9	2,7	1,3	2,0	1,0	2,4	2,2	2,6	1,5	2,7	3,4	2,3	1,9	2,6				-
Sodium	mg/L	0,5	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9	0,8	0,9	0,5	0,9				-
Uranium	mg/L	0,001	0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,002	0,002	0,002	<0,001	0,002	0,100 (e)	2,300 (e)	0,033	0,015
Zinc	mg/L	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	**0,034**	**0,069**	<0,007	<0,007	<0,007	0,007	<0,007	<0,007	0,017 – 0,067 (k)	0,017 – 0,067 (k)		0,030
Hydrocarbures																				-
Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	(n)	(n)		-

[1] Limite de détection rapportée.

[2] Critères de qualité de l'eau de surface (MDDELCC 2015).

Notes :

(a) La sensibilité du milieu à l'acidification varie avec l'alcalinité : élevée <10 mg/L; moyenne 10-20 mg/L; faible >20 mg/L.

(b) Cette valeur correspond au déficit maximal tolérable en oxygène pour la vie aquatique à une température estivale moyenne de 20 °C.

(c) CVAA : le critère de qualité est défini par une augmentation maximale de 25 mg/L par rapport à la concentration naturelle ou ambiante (non influencée par une source ponctuelle de matières en suspension, par une pluie importante ou par la fonte) selon le contexte.

CVAC : le critère de qualité est défini par une augmentation moyenne maximale de 5 mg/L par rapport à la concentration naturelle ou ambiante (non influencée par une source ponctuelle de matières en suspension, par une pluie importante ou par la fonte) selon le contexte. En eau turbide, le critère de qualité (en révision) est défini soit par une augmentation maximale en tout temps de 25 mg/L par rapport à la concentration ambiante lorsque celle-ci est de 25 à 250 mg/L ou par une augmentation de 10 % par rapport à la concentration ambiante lorsque celle-ci est supérieure à 250 mg/L mesurée à un moment donné.

(d) CVAA : le critère de qualité est défini par une augmentation maximale de 8 uTN par rapport à la valeur naturelle ou ambiante (non influencée par une source ponctuelle affectant la turbidité de l'eau, par une pluie importante ou par la fonte) selon le contexte. CVAC : le critère de qualité est défini par une augmentation moyenne maximale de 2 uTN par rapport à la valeur naturelle ou ambiante (non influencée par une source ponctuelle affectant la turbidité de l'eau, par une pluie importante ou par la fonte) selon le contexte. En eau turbide, le critère de qualité (en révision) est défini soit par une augmentation maximale en tout temps de 8 uTN par rapport à la valeur ambiante lorsque celle-ci est de 8 à 80 uTN ou par une augmentation de 10 % par rapport à la valeur ambiante lorsque celle-ci est supérieure à 80 uTN mesurée à un moment donné.

(e) Ce critère de qualité est qualifié de provisoire.

(f) CVAA et CVAC: Valeur la plus sévère de la plage de données pour un pH de 8.

(g) Ce critère de qualité est en révision. Cette valeur est établie à partir des effets toxiques et ne tient pas compte des effets indirects d'eutrophisation.

(h) Critère établi pour une concentration de chlorures inférieure à 2 mg/L.

(i) Lorsque le critère est utilisé, les données d'eau de surface doivent être corrigées pour réduire la fraction non biodisponible du métal associée aux particules. Un facteur de correction de 0,66 est utilisé pour les données d'eau de surface ayant une concentration en matière en suspension <5 mg/L. Un facteur de 0,33 est utilisé pour les données d'eau de surface ayant une concentration en matières en suspension ≥5 mg/L.

(j) Il ne devrait pas y avoir d'effets toxiques à cette concentration si le pH se maintient entre 6,5 et 9,0.

(k) Critères établis selon une dureté de 10 et 50 mg/L.

(l) La sensibilité d'un milieu à l'acidification varie avec la concentration en calcium : élevée <4 mg/L; moyenne 4-8 mg/L; faible >8 mg/L.

(m) Ce critère de qualité est qualifié de provisoire. Ce critère de qualité pourrait ne pas être protecteur pour l'éphémère (*Ephemerella subvaria*) si cette espèce est aussi sensible que certaines données l'indiquent. Avant d'être comparées à ce critère de qualité, les données de qualité d'eau de surface doivent être corrigées pour réduire la fraction du métal non biodisponible associée aux particules. Un facteur de correction de 0,5 est utilisé sur les données d'eau de surface ayant une concentration en matières en suspension <10 mg/L. Un facteur de correction de 0,33 est utilisé sur les données d'eau de surface ayant une concentration en matières en suspension ≥10 mg/L. Certaines eaux de surface de bonne qualité peuvent contenir des teneurs naturelles plus élevées que le critère de qualité. Dans ces situations, les teneurs naturelles doivent être considérées comme la valeur de référence plutôt que le critère de qualité. Un critère de qualité propre au site peut aussi être déterminé au cas par cas.

(n) Le critère de qualité varie selon la nature de l'hydrocarbure pétrolier : essence, diesel et huile à chauffage domestique nº 2, pétrole brut, huile « bunker » C. Il n'y a pas de critère général pour les hydrocarbures pétroliers C_{10} à C_{50}.

(o) La concentration très élevée en matières en suspension est considérée comme pouvant potentiellement occasionner une toxicité aigüe en raison de sa valeur très élevée.

(p) Une fois le facteur de correction de 0,33 appliqué, le résultat analytique ne dépasse plus le critère d'effet chronique.

(q) La limite de détection est supérieure aux critères de qualité et elle ne permet pas d'évaluer la qualité de l'eau pour ce paramètre.

3.2.2 SÉDIMENTS

Une campagne d'échantillonnage a été effectuée afin de déterminer, de façon sommaire, la qualité des sédiments de la zone d'étude. Les résultats d'analyse sont présentés au tableau 16. L'évaluation de la qualité des sédiments a été réalisée en regard des *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration* (Environnement Canada et MDDEP 2007). Deux des paramètres analysés, soit l'arsenic et le chrome, présentent des dépassements des critères.

Le chrome affichait un dépassement des critères dans 2 des 14 échantillons (incluant un duplicata) analysés en 2015, soit deux dépassements de la concentration seuil produisant un effet (CSE) dans les lacs N (ST04) et H (ST08) où le sédiment ne contenait pas de trace de résidus miniers et dont la concentration atteint respectivement 48 et 45 mg/kg. De plus, sans dépasser aucun critère, le lac I (ST07) et le lac du Gneiss Tacheté (ST10) présentent également une concentration élevée en chrome (respectivement 13 et 20 mg/kg). Des concentrations similaires de chrome ont déjà été observées dans des sédiments lacustres (lacs Mogridge et Daigle), non influencés par des activités minières, dans la région de Fermont en 2013 (Belles-Isles et Bérubé 2014). Le chrome semble présent naturellement en concentration non négligeable dans la région de Fermont. Il pénètre dans les systèmes aquatiques par voie de dépôt atmosphérique ou de ruissellement puis s'associe à des particules pour ensuite se déposer dans les sédiments. De plus, sous la forme trivalente (Cr [III]), le chrome crée des complexes aux liens forts avec le soufre et des composés organiques. Cette affinité avec des ligands pourrait expliquer la quantité plus élevée de soufre et de carbone organique total dans ces quatre stations (CCME 1999b).

L'arsenic affiche un dépassement de la concentration d'effets occasionnels (CEO) dans l'ensemble de l'émissaire du lac Jeannine. Toutefois, le lac L (ST05) présente une CSE en arsenic. L'arsenic présente une forte affinité avec les particules en suspension et particulièrement avec l'oxyde de fer présent dans l'eau de surface et dans les sédiments de la zone d'étude, ce qui peut expliquer la présence de l'arsenic dans les sédiments meubles échantillonnés, à l'exception de la station ST08 du lac H (CCME 1999a). Bien qu'en faible concentration, l'arsenic a été mesuré dans les échantillons de résidus soumis aux essais de lixiviation (WSP 2015b).

En ce qui a trait aux autres paramètres analysés, aucune station ne se démarque des autres par des concentrations de paramètres très faibles ou très élevées. Les concentrations mesurées sont relativement homogènes dans les sédiments de la zone d'étude. Toutefois, trois stations, soit le lac N (ST04), le lac H (ST08) et celle dans l'émissaire du lac Jeannine en amont du lac du Gneiss Tacheté (ST10) présentent quelques paramètres dont les concentrations sont plus importantes. Il s'agit du carbone organique total, du soufre, du chrome et de plusieurs métaux (aluminium, baryum, cuivre, molybdène, nickel, mercure, potassium, plomb, silicium, sodium et zinc). La concentration particulièrement élevée en carbone organique total suggère la présence d'une décomposition avancée de la matière organique dans les sédiments. Le mercure possède également une grande affinité avec la matière organique en formant des complexes se déposant au fond du milieu aquatique (CCME 1999c). La présence de carbone organique favorisait également le dépôt de certains métaux présents dans l'eau de surface, lorsque mis en suspension.

Tableau 16. Résultats analytiques 2015 et comparaison aux critères de qualité des sédiments d'eau douce

Paramètre	Unité	LDR[1]	Émissaire (confluence Réservoir Manicouagan)	Émissaire (amont route 389)	Lac O	Lac N	Lac L	Lac I	Lac H	Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté)	Lac du Gneiss Tacheté	Émissaire (amont lac du GneissTacheté)	Tributaire T1	Émissaire (parc à résidus)	Lac Jeannine	Émissaire (amont route 389, duplicata)		Critère d'eau douce[2] (EC et MDDEP 2007)				
			Résidus	Résidus	Résidus	Silt-argileux	Résidus	Silt-argileux	Sable	Résidus	Résidus	Résidus	Résidus	Résidus	Sable	Résidus						
			ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST13	ST15	ST16	ST17		CER	CSE	CEO	CEP	CEF
Pourcentage d'humidité	%	N/A	16	14	18	81	24	47	36	8,9	44	16	16	14	19	14						
Carbone organique total	% g/g	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	9,9	<0,5	1,2	2,4	<0,5	5,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5						
Cyanures Totaux	mg/kg	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5						
Fluorure (F)	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
Soufre (S)	% g/g	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,18	0,02	0,03	0,29	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01						
Bromure (Br-)	mg/kg	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
Cyanures disponibles (CN-)	mg/kg	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5						
Métaux																						
Aluminium (Al)	mg/kg	20	1100	550	820	7600	1400	2700	6700	500	3300	620	610	500	1900	580						
Antimoine (Sb)	mg/kg	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2						
Argent (Ag)	mg/kg	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2						
Arsenic (As)	mg/kg	2	**9**	**15**	**11**	2	**7**	**8**	<2	**14**	2	**14**	**13**	**13**	<2	**15**		4,1	5,9	7,6	17	23
Baryum (Ba)	mg/kg	5	28	24	15	110	15	56	130	17	79	14	14	14	22	21						
Bore (B)	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5						
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		0,33	0,60	1,7	3,5	12
Calcium (Ca)	mg/kg	30	3400	4400	2800	3000	1700	2200	3400	3900	1400	4200	4800	4500	2100	4400						
Chrome (Cr)	mg/kg	2	4	<2	3	**48**	6	13	**45**	<2	20	2	2	3	8	2		25	37	57	90	120
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	<1	<1	<1	13	1	3	12	<1	7	<1	<1	2	4	1		22	36	63	200	700
Cobalt (Co)	mg/kg	2	3	<2	2	9	3	8	18	<2	6	<2	<2	<2	<2	<2						
Etain (Sn)	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5						
Fer (Fe)	mg/kg	10	18000	11000	15000	27000	23000	57000	13000	12000	16000	8800	12000	14000	5500	11000						
Magnésium (Mg)	mg/kg	10	1900	1000	1100	4000	1500	2200	4600	960	1600	1200	1300	900	1100	1100						
Manganèse (Mn)	mg/kg	2	440	330	280	170	110	220	110	240	240	260	260	260	50	350						
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	<2	<2	<2	2	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2						
Nickel (Ni)	mg/kg	1	6	3	4	30	7	13	29	4	12	3	3	7	4	5				47		
Mercure (Hg)	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,094	0,17	0,25	0,49	0,87
Potassium (K)	mg/kg	50	500	220	300	1300	600	790	2700	200	830	260	300	150	520	230						
Plomb (Pb)	mg/kg	5	<5	<5	<5	7	<5	<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	<5		25	35	52	91	150
Sélénium (Se)	mg/kg	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10						
Silicium (Si)	mg/kg	20	230	180	260	730	300	430	490	180	370	190	200	190	250	190						
Sodium (Na)	mg/kg	10	11	<10	<10	67	15	28	64	<10	39	10	<10	11	49	12						
Uranium (U)	mg/kg	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	10	<5	<5	<5	<5	<5						
Zinc (Zn)	mg/kg	5	<5	<5	<5	38	<5	12	29	<5	13	<5	<5	<5	14	<5		80	120	170	310	770

Tableau 16. Résultats analytiques 2015 et comparaison aux critères de qualité des sédiments d'eau douce (suite)

Paramètre	Unité	LDR[1]	Émissaire (confluence Réservoir Manicouagan)	Émissaire (amont route 389)	Lac O	Lac N	Lac L	Lac I	Lac H	Émissaire (aval lac du Gneiss Tacheté)	Lac du Gneiss Tacheté	Émissaire (amont lac du GneissTacheté)	Tributaire T1	Émissaire (parc à résidus)	Lac Jeannine	Émissaire (amont route 389, duplicata)		Critère d'eau douce[2] (EC et MDDEP 2007)				
			Résidus	Résidus	Résidus	Silt-argileux	Résidus	Silt-argileux	Sable	Résidus	Résidus	Résidus	Résidus	Résidus	Sable	Résidus						
			ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST13	ST15	ST16	ST17		CER	CSE	CEO	CEP	CEF
Hydrocarbures pétroliers (C_{10}-C_{50})																						
Hydrocarbures pétroliers (C_{10}-C_{50})	mg/kg	100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100						
Granulométrie																						
Gravier	%	0,1	1,8	5,6	1,6	0,16	2	<0,1	19	4	3,7	3,8	4	7,2	14	5,3						
Sable	%	0,1	92	93	92	33	89	12	76	95	74	95	94	91	84	93						
Silt	%	0,1	6	0,98	5,8	41	7,5	81	3	0,62	14	1,1	2,1	1,6	1,9	0,81						
Argile	%	0,1	0,6	0,42	0,66	25	1,5	6,7	2,3	0,5	9	0,35	0,24	0,31	0,5	0,39						

[1] Limite de détection rapportée

[2] CER : concentration d'effets rares; CSE : concentration seuil produisant un effet; CEO : concentration d'effets occasionnels; CEP : concentration produisant des effets probables; CEF : concentration d'effets fréquents

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELLES-ISLES, M. et A. BÉRUBÉ. 2014. *Cycle 4 des études de suivi des effets sur l'environnement à la mine de Mont-Wright. Recherche de causes.* Rapport réalisé pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 79 p. et annexes.
- BRITISH-COLUMBIA, WATER MANAGEMENT BRANCH, MINISTRY OF ENVIRONMENT, LAND AND PARKS (BC WMB). 1999. Ambient water quality guidelines for zinc. 116 p.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 1999a. *Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique - arsenic In Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 1999b. *Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique - chrome In Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement,* 1999, Winnipeg.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 1999c. *Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique - mercure In Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999, Winnipeg.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 1999d. *Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique - zinc In Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement,* 1999, Winnipeg.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2011. *Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada*. Le Conseil canadien des ministres de l'Environnement. ISBN 978-1-89 6997-797. PDF. 211 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2012b. *Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement par les mines de métaux.* Pagination multiple.
- MERRIT, R.W., K.W. CUMMINS et M.B. BERG, EDS. 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America.* 4rd ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1 158 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Directive 019 sur l'industrie minière, mars 2012*. Édition 2012. 66 p. et annexes.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2010. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale : Cahier 5 - Échantillonnage des sols, Québec*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Édition 2008, révisée le 5 février 2010. 57 p. et annexes.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP). 2013. *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69169-3 (PDF), 2e Édition : 88 p. et annexes.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2015. *Critères de qualité de l'eau de surface*. Consulté le 3 février 2015. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/criteres_eau/index.asp
- SANTÉ CANADA. 2015. *Santé de l'environnement et du milieu de travail. Trousse d'information sur le plomb - Questions couramment posées sur l'effet de l'exposition au plomb sur la santé humaine*. Page consultée le 12 février 2015 (http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/lead-plomb/asked_questions-questions_posees-fra.php)

- THORP, J.H., A.P. COVICH. 2010. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates.* Third edition. Elsevier Science. 1 088 p.
- WSP. 2015. *Projet 2045, Mine de Mont-Wright, Programme conceptuel pour la compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides.* Rapport produit pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 111 p. et annexes.
- WSP. 2015. *Caractérisation géochimique sur les résidus et stériles miniers ArcelorMittal, Lac Jeannine (Québec).* Note technique produite pour ArcelorMittal Exploitation minière Canada. 11 p.

Annexe A

CARACTÉRISTIQUES BIOPHYSIQUES DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DU BENTHOS

Caractéristiques biophysiques des stations d'échantillonnage de benthos

Numéro de la station	ST02 ESB	ST03 ESB	ST05 ESB	ST06 B	ST07 ESB	ST08 ESB	ST09 ESB	ST11 ESB	ST12 B	ST14 B	ST15 ESB
Profondeur d'eau moyenne (m)	0,25	0,40	0,58	0,25	0,58	0,73	0,25	0,30	0,23	0,26	0,90
Profondeur d'eau minimum (m)	0,10	0,35	0,40	0,1	0,40	0,70	0,10	0,19	0,13	0,18	0,20
Profondeur d'eau maxumum (m)	0,30	0,45	0,75	0,4	0,75	0,75	0,30	0,40	0,30	0,39	1,00
Faciès d'écoulement	Chenal lotique	Lacustre	Lacustre	Lotique	Lacustre	Lacustre	Lotique	Chenal lotique	Lotique	Lotique	Lentique
Vitesse moyenne (m/s)	0,2	N/A	N/A	0,92	N/A	N/A	0,53	0,23	0,74	0,90	0,1
Transparence de l'eau	Élevée			Élevée			Élevée	Élevée	Élevée	Élevée	Moyenne
Composition du substrat	100S	50S, 45L, 5Mo	45S, 45L, 10Mo	80B, 20S	70L, 20Mo, 10S	20C, 20V, 20S, 20L, 20Mo	100S	100S	60B, 25G, 15S	70B, 20G, 10C	50S, 50L
Température de l'eau (°C)	21,30	18,87	18,80	15,76	19,00	15,40	16,29	18,80	16,94	15,27	15,60
Oxygène dissous (mg/L)	8,54	8,46	8,90	10,21	9,60	8,58	10,35	9,87	9,54	10,42	9,42
Oxygène dissous (%)	96,4	90,7	95,7	103,0	98,2	83,5	106,0	106,1	98,3	104,1	93,2
Conductivité spécifique (µS/cm)	96	31	26,7	91	24	22,2	77	92	34	92	96,5
pH	7,32	6,98	7,00	7,45	7,34	5,80	7,56	7,71	7,39	7,04	7,17
Couverture forestière (%)	5	N/A	N/A	30	N/A	N/A	0	60	90	30	0
Composition de la berge gauche	Arbustif (40%), lichen (60 %)	Herbacée (90 %), Mousse/lichen (10 %)	Herbacée (50 %), arbustif (50 %)	Arbustif (100 %)	Herbacée (90 %), arbustif (10 %)	Herbacée (60 %), Mousse/lichen (40 %)	Herbacée (70 %), arbustif (30 %)	N/A	Arbustif (90 %), herbacée (10 %)	Arbustif (100 %)	Sol nu (90 %), Arbustif (9 %), herbacée (1 %)
Composition de la berge droite	Arbustif (50 %), herbacée (30 %), arbre (20 %)	Herbacée (90 %), Mousse/lichen (10 %)	N/A	Arbustif (100 %)	N/A	Herbacée (60 %), Mousse/lichen (40 %)	Herbacée (30 %), arbustif (70 %)	Arbustif (50 %), herbacée (30 %), sol nu (20 %)	Arbustif (90 %), herbacée (10 %)	Arbustif (60 %), herbacée (40 %)	Herbacée (40 %), arbre (35 %), arbustif (25 %)
Présence d'algues	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Présence de mousses	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non
Présence de plantes aquatiques	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui
Autres informations						Débris ligneux	Présence de résidus miniers				Substrat composé de résidus miniers

Annexe B

DENSITÉ ET ABONDANCE RELATIVE CALCULÉE POUR CHAQUE TAXON IDENTIFIÉ DANS LES ÉCHANTILLONS DE BENTHOS

ANNEXE B-1

DENSITÉ

	Émissaire (amont 389)		Émissaire (aval lac Gneiss)		Émissaire (amont lac Gneiss)		Émissaire (parc à résidus)		Lac O		Lac L		Lac I		Lac H		Émissaire (aval lac K)		Émissaire (aval lac D)		Émissaire (bras ouest)	
	Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Milieu lentique		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique	
	ST02		ST09		ST11		ST15		ST03		ST05		ST07		ST08		ST6		ST12		ST14	
Taxon	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**
PORIFERA																						
Demospongiae																						
Spongillidae																						
NEMATODA	0	0,0	0	0	0	0	2	44,4	5,0	111,1	3,0	66,7	8,0	177,8	11,0	244,4	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
MOLLUSCA																						
Gastropoda																						
Heterobranchia																						
Ancylidae									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	66,7						
Planorbidae	0	0,0	**0**	0,0	0	0,0	2	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	88,9	3,0	66,7						
Valvatidae									0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	333,3	5,0	111,1						
Bivalvia																						
Sphaeriidae	0	0,0	0	0,0	46	1022,2	1	22,2	139,0	3088,9	41,0	911,1	41,0	911,1	25,0	555,6						
ANNELIDA																						
Oligochaeta																						
Enchytraeidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	155,6	0,0	0,0	5,1	114,2	5,0	111,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,2
Naididae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	44,4	4,0	88,9	3,0	66,7	1,0	22,2	3,0	66,7						
Tubificidae									3,0	66,7	189,5	4210,4	82,0	1822,2	4,0	88,9	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Lumbriculidae	0	0,0	0	0,0	1	22,2	0	0,0	19,0	422,2	0,0	0,0	1,0	22,2	10,0	222,2						
Hirudinea																						
Erpobdellidae									1,0	22,2	0,0	0,0	2,0	44,4	1,0	22,2						
Glossiphoniidae									0,0	0,0	2,0	44,4	1,0	22,2	8,0	177,8						
ARTHROPODA																						
Chelicerata																						
Arachnida																						
Acari																						
Prostigmata																						
Lebertiidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	22,2									1,0	0,4	0,0	0,0	1,0	0,4
Limnesiidae									0,0	0,0	1,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0						
Oxidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	22,2									1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Sperchontidae																	1,0	0,4	0,0	0,0	1,0	0,4
Unionicolidae																	2,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea																						
Branchiopoda																						
Cladocera																						
Acantholeberidae									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	44,4						
Chydoridae									4,0	88,9	0,0	0,0	1,0	22,2	0,0	0,0						
Ophryoxidae									3,0	66,7	2,0	44,4	0,0	0,0	13,0	288,9						
Sididae									5,0	111,1	10,0	222,2	0,0	0,0	0,0	0,0						
Copepoda																						
Cyclopoida																						
Cyclopidae									0,0	0,0	3,0	66,7	1,0	22,2	31,0	688,9						
Ostracoda																						
Podocopida																						
Candonidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	155,6														
Cyprididae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	22,2														

	Émissaire (amont 389)		Émissaire (aval lac Gneiss)		Émissaire (amont lac Gneiss)		Émissaire (parc à résidus)		Lac O		Lac L		Lac I		Lac H		Émissaire (aval lac K)		Émissaire (aval lac D)		Émissaire (bras ouest)	
	Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Milieu lentique		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique	
	ST02		ST09		ST11		ST15		ST03		ST05		ST07		ST08		ST6		ST12		ST14	
Taxon	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**	**n**	**densité**
Malacostraca																						
Amphipoda																						
Hyalellidae									0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	133,3	65,0	1444,4						
Uniramia																						
Insecta																						
Odonata																						
Zygoptera																						
Coenagrionidae									0,0	0,0	1,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0						
Anisoptera																						
Corduliidae									0,0	0,0	1,0	22,2	2,0	44,4	4,0	88,9						
Ephemeroptera																						
Caenidae									2,0	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	111,1						
Baetidae									0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	44,4	0,0	0,0	13,0	5,2	0,0	0,0	69,0	27,6
Ephemerellidae									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	66,7	72,0	28,8	0,0	0,0	156,4	62,6
Heptageniidae																	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	1,8
Leptophlebiidae									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	66,7						
Plecoptera																						
Perlodidae																	2,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichoptera																						
Dipseudopsidae									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	22,2						
Hydropsychidae																	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,4
Hydroptilidae									0,0	0,0	2,0	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0						
Leptoceridae									8,0	177,8	8,0	177,8	0,0	0,0	0,0	0,0						
Limnephilidae									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	22,2						
Philopotamidae																	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,8
Polycentropodidae									0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	22,2	3,0	66,7						
Rhyacophilidae																	6,0	2,4	0,0	0,0	8,0	3,2
Coleoptera																						
Dytiscidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	111,1														
Diptera																						
Nematocera																						
Blephariceridae																	1,0	0,4	0,0	0,0	2,0	0,8
Ceratopogonidae	0	0,0	0	0,0	4	88,9	5	111,1	38,0	844,4	47,0	1044,4	9,0	200,0	27,0	600,0						
Chironomidae	0	0,0	1	22,2	16	355,6	195	4333,3	226,0	5022,2	123,0	2733,3	221,0	4911,1	319,0	7088,9	41,0	16,4	1,0	0,4	162,0	64,8
Simuliidae																	381,0	152,4	5,0	2,0	140,0	56,0
Tipulidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	11	244,4														
Brachycera																						
Empididae																	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	4,4
Tabanidae									0,0	0,0	1,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0						

ANNEXE B-2

ABONDANCE RELATIVE

	Émissaire (amont 389)		Émissaire (aval lac Gneiss)		Émissaire (amont lac Gneiss)		Émissaire (parc à résidus)		Lac O		Lac L		Lac I		Lac H		Émissaire (aval lac K)		Émissaire (aval lac D)		Émissaire (bras ouest)	
	Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Milieu lentique		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique	
	ST02		ST09		ST11		ST15		ST03		ST05		ST07		ST08		ST6		ST12		ST14	
Taxon	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
PORIFERA																						
Demospongiae																						
Spongillidae																						
NEMATODA			0	0	0	0	2	1	5	1,1	3	0,7	8	2,0	11	2,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0
MOLLUSCA																						
Gastropoda																						
Heterobranchia																						
Ancylidae									0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,5						
Planorbidae			**0**	0,0	0	0,0	2	1	0	0,0	0	0,0	4	1,0	3	0,5						
Valvatidae									0	0,0	0	0,0	15	3,7	5	0,9						
Bivalvia																						
Sphaeriidae			0	0,0	46	68,7	1	0	139	30,4	41	9,3	41	10,2	25	4,5						
ANNELIDA																						
Oligochaeta																						
Enchytraeidae			0	0,0	0	0,0	7	3	0	0,0	5	1,2	5	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,5
Naididae			0	0,0	0	0,0	2	1	4	0,9	3	0,7	1	0,2	3	0,5						
Tubificidae									3	0,7	189	42,8	82	20,3	4	0,7	1	0,2	0	0,0	0	0,0
Lumbriculidae			0	0,0	1	1,5	0	0	19	4,2	0	0,0	1	0,2	10	1,8						
Hirudinea																						
Erpobdellidae									1	0,2	0	0,0	2	0,5	1	0,2						
Glossiphoniidae									0	0,0	2	0,5	1	0,2	8	1,5						
ARTHROPODA																						
Chelicerata																						
Arachnida																						
Acari																						
Prostigmata																						
Lebertiidae			0	0,0	0	0,0	1	0									1	0,2	0	0,0	1	0,2
Limnesiidae									0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0						
Oxidae			0	0,0	0	0,0	1	0									1	0,2	0	0,0	0	0,0
Sperchontidae																	1	0,2	0	0,0	1	0,2
Unionicolidae																	2	0,4	0	0,0	0	0,0
Crustacea																						
Branchiopoda																						
Cladocera																						
Acantholeberidae									0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,4						
Chydoridae									4	0,9	0	0,0	1	0,2	0	0,0						
Ophryoxidae									3	0,7	2	0,5	0	0,0	13	2,4						
Sididae									5	1,1	10	2,3	0	0,0	0	0,0						
Copepoda																						
Cyclopoida																						
Cyclopidae									0	0,0	3	0,7	1	0,2	31	5,6						
Ostracoda																						
Podocopida																						
Candonidae			0	0,0	0	0,0	7	3														
Cyprididae			0	0,0	0	0,0	1	0														
Malacostraca																						

	Émissaire (amont 389)		Émissaire (aval lac Gneiss)		Émissaire (amont lac Gneiss)		Émissaire (parc à résidus)		Lac O		Lac L		Lac I		Lac H		Émissaire (aval lac K)		Émissaire (aval lac D)		Émissaire (bras ouest)	
	Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Chenal lotique		Résidus miniers Milieu lentique		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Lacustre		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique		Substrat grossier Chenal lotique	
	ST02		ST09		ST11		ST15		ST03		ST05		ST07		ST08		ST6		ST12		ST14	
Taxon	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Amphipoda																						
Hyalellidae									0	0,0	0	0,0	6	1,5	65	11,8						
Uniramia																						
Insecta																						
Odonata																						
Zygoptera																						
Coenagrionidae									0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0						
Anisoptera																						
Corduliidae									0	0,0	1	0,2	2	0,5	4	0,7						
Ephemeroptera																						
Caenidae									2	0,4	0	0,0	0	0,0	5	0,9						
Baetidae									0	0,0	0	0,0	2	0,5	0	0,0	13	2,5	0	0,0	69	12,3
Ephemerellidae									0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,5	72	13,8	0	0,0	156	27,9
Heptageniidae																	0	0,0	0	0,0	5	0,8
Leptophlebiidae									0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,5						
Plecoptera																						
Perlodidae																	2	0,4	0	0,0	0	0,0
Trichoptera																						
Dipseudopsidae									0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,2						
Hydropsychidae																	0	0,0	0	0,0	1	0,2
Hydroptilidae									0	0,0	2	0,5	0	0,0	0	0,0						
Leptoceridae									8	1,8	8	1,8	0	0,0	0	0,0						
Limnephilidae										0,0		0,0		0,0	1	0,2						
Philopotamidae																	0	0,0	0	0,0	2	0,4
Polycentropodidae									0	0,0	0	0,0	1	0,2	3	0,5						
Rhyacophilidae																	6	1,1	0	0,0	8	1,4
Coleoptera																						
Dytiscidae			0	0,0	0	0,0	5	2														
Diptera																						
Nematocera																						
Blephariceridae																	1	0,2	0	0,0	2	0,4
Ceratopogonidae			0	0,0	4	6,0	5	2	38	8,3	47	10,6	9	2,2	27	4,9						
Chironomidae			1	100,0	16	23,9	195	81	226	49,5	123	27,8	221	54,8	319	58,0	41	7,8	1	16,7	162	28,9
Simuliidae																	381	72,8	5	83,3	140	25,0
Tipulidae			0	0,0	0	0,0	11	5														
Brachycera																						
Empididae																	0	0,0	0	0,0	11	2,0
Tabanidae									0	0,0	1	0,2	0	0,0	0	0,0						

ANNEXE

B

CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE SUR LES RÉSIDUS ET STÉRILES DE L'ANCIEN SITE MINIER DU LAC JEANNINE

NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE :	Mme Sarah Bennett, Environnement Canada
EXPÉDITEUR :	M. Steve St-Cyr, ing., WSP Canada Inc.
COPIE CONFORME À :	Mme Julie Gravel, ArcelorMittal Exploitation minière Canada M. Jean-François Poulin, WSP Canada Inc.
DATE :	25 novembre 2015
OBJET :	**Caractérisation géochimique sur les résidus et stériles de l'ancien site minier du lac Jeannine**
	N/Réf.: 141-15758-32

1.0 MANDAT ET OBJECTIFS

Dans le contexte d'un projet de compensation de l'habitat du poisson et des milieux humides impliquant la réutilisation des stériles miniers, ArcelorMittal Exploitation minière Canada (AMEM) a mandaté WSP Canada Inc. (WSP) afin de procéder à une caractérisation géochimique préliminaire des stériles et de résidus miniers qui sont entreposés sur le site de l'ancienne mine du lac Jeannine. Ce document présente les résultats des essais statiques réalisés sur des échantillons de stériles et de résidus miniers pour en évaluer leur composition chimique, leur potentiel de génération d'acide et leur potentiel de lixiviabilité selon différentes conditions. Il est à noter que le programme de travail a été élaboré à la suite d'un échange entre WSP, Environnement Canada (EC) et AMEM. Le programme tient donc compte des particularités du site (pH neutre) dans le choix des essais de lixiviation. En effet, EC a suggéré que les essais de lixiviation TCLP (simulation d'un milieu acide) soient remplacés par les essais CTEU-9 simulant en environnement à pH neutre, ce qui correspond à la condition actuelle du site.

L'objectif principal du mandat est de caractériser les stériles et résidus miniers en fonction de la Directive 019 sur l'industrie minière et des recommandations de EC afin de s'assurer que la réutilisation des stériles dans le projet de compensation n'induisent pas une augmentation des contaminants dans le milieu récepteur. Les objectifs spécifiques du mandat sont les suivants :

- évaluer le potentiel de génération d'acide des stériles et résidus miniers;
- évaluer la composition chimique;
- évaluer les concentrations en métaux présents dans le lixiviat;
- comparaison des essais statiques à des valeurs obtenues sur des échantillons d'eau de surface provenant du site.

2.0 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

2.1 Échantillonnage des stériles et résidus miniers

WSP a procédé aux travaux d'échantillonnage des stériles et des résidus miniers à l'endroit du parc à résidus et de la halde de stériles du site du lac Jeannine le 2 septembre 2015. Les travaux ont consisté au prélèvement de 12 échantillons de résidus miniers, dont deux duplicatas, et 4 échantillons de stériles miniers.

Quatorze (14) stations d'échantillonnage manuel d'une profondeur maximale de 0,50 m ont été réalisées à l'aide d'une pelle pédologique ou d'une tarière manuelle à l'endroit du parc à résidus et de la halde de stériles. Pour chacune des stations d'échantillonnage, cinq points de prélèvement ont été effectués sur la profondeur indiquée plus haut afin d'obtenir un échantillon composé représentatif. Ces stations d'échantillonnage sont réparties (R1 à R10 et S1 à S4) de façon à couvrir respectivement l'ensemble du parc à résidus et de la halde de stériles pour obtenir des échantillons représentatifs.

La localisation des stations d'échantillonnages a été choisie en fonction des conditions de terrain et afin de couvrir de façon représentative la superficie du parc et de la halde. La localisation des sondages est illustrée à la carte 1 de l'annexe 1.

En général, pour chacune des stations d'échantillonnage, les résidus miniers ont été prélevés sur une profondeur de 0,5 m. Dans les cas où des résidus oxydés seraient présents, les échantillons devaient être prélevés sur deux horizons (oxydés et non oxydés). Étant donné qu'aucune trace d'oxydation n'était visible, un seul échantillon par sondage a été prélevé. Un total de 10 échantillons de résidus miniers, quatre échantillons de stériles miniers et un échantillon duplicata a donc été prélevé.

2.2 Programme analytique

Ce programme comprend la réalisation d'essais statiques sur différents échantillons de stériles et de résidus miniers. En premier lieu, des analyses en soufre et en métaux ont été effectuées sur les échantillons de stériles et de résidus miniers afin de caractériser ceux-ci préliminairement. Par la suite, les échantillons ont été analysés de façon à évaluer leur potentiel de lixiviabilité des métaux conformément aux protocoles CTEU-9-1311 (condition d'eau à pH neutre).

Le tableau 1 résume le programme analytique pour la caractérisation géochimique des résidus miniers. Les duplicatas ne sont pas inclus dans le nombre d'analyses proposées.
Les échantillons soumis aux analyses de composition chimique des solides ainsi qu'aux essais de lixiviation (CTEU-9) et l'analyse des métaux lixiviés ont été confiés au Laboratoire AGAT Laboratoires de Québec, accrédité par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) pour réaliser les analyses environnementales.

Tableau 1 Programme analytique

MÉDIUM	PARAMÈTRES	NOMBRE D'ANALYSES PRÉVUES
Stériles et résidus miniers (solides)	S_{total},	16
	Lixiviation CTEU-9	14
	Métaux lixivié (Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Zn, U, fluorures, nitrites, nitrites+ nitrates)	14
	Métaux extractibles totaux (Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Zn)	14

3.0 ANALYSES CHIMIQUES

3.1 Classification des résidus miniers en fonction du risque et de la lixiviabilité

Les échantillons de résidus miniers sont d'abord classés en fonction du risque qu'ils représentent pour l'environnement, notamment dans le cadre de la protection de l'eau souterraine. En effet, d'après la Directive 019, les résidus miniers dont les concentrations en métaux n'excèdent pas les critères génériques « A » de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Politique) (MDDEP, 2001) et dont le lixiviat présente des concentrations inférieures aux valeurs les faisant classer comme « lixiviables » sont dits « à faibles risques ». Les résidus excédant les critères « A » peuvent tout de même être considérés « à faibles risques » si leurs concentrations en métaux ne dépassent pas la teneur de fond local à l'endroit de l'aire où ils seront entreposés.

Si le lixiviat produit présente des concentrations supérieures aux limites maximales indiquées dans le tableau 1 de l'annexe 2 de la Directive 019, les résidus miniers sont toutefois classés comme étant « à risques élevés ». D'autre part, les résidus miniers sont considérés comme « lixiviables » si, lorsque soumis à l'essai TCLP (EPA 1311), leur lixiviat présente des concentrations supérieures aux critères applicables pour la protection des eaux souterraines, soit les critères de Résurgence dans les eaux de surface et d'infiltration à l'égout (RESIE) de la Politique du MDDELCC.

Les critères RESIE pour les métaux ont été calibrés en fonction de la dureté du milieu récepteur. Puisque l'eau du milieu récepteur est classifiée en tant qu'eau douce, une dureté de 10 mg/l de $CaCO_3$ a été utilisée pour les calculs. Étant donné qu'aucune valeur n'était disponible à proximité des valeurs typiques des cours d'eau et lacs de la province géologique du Grenville ont été utilisées. Ces valeurs ont été corroborées avec les données du secteur Mont Reed, situé à 20 km au nord du site à l'étude, pour lequel des valeurs de dureté variant de 9 à 16 mg/l de $CaCO_3$ ont été mesurées.

3.2 Composition chimique

Dans le cas présent, aucun échantillon de résidus et de stériles analysés ne présente une concentration supérieure au critère générique « A » de la Politique, à l'exception de l'échantillon de stériles identifié STE-4 ayant indiqué une concentration en chrome (Cr) dans la plage A-B des critères génériques suggérés par le MDDELCC. En effet, une concentration de 49 mg/kg de Cr a été observée dans cet échantillon, tandis que la teneur de fond (critère A) de la province géologique du Grenville est établie à 45 mg/kg. Les résultats analytiques peuvent être consultés au tableau 1 de l'annexe 2.

3.3 Essais de Lixiviation

Tous les échantillons de résidus ont été soumis aux essais de lixiviation CTEU-9 (eau à pH neutre). Les résultats des essais CTEU-9 sont présentés au tableau 2 de l'annexe 2. De ces échantillons soumis à l'essai de lixiviation CTEU-9, 85 % d'eux ont indiqué une concentration en aluminium (Al) et/ou en cuivre (Cu) et/ou en manganèse (Mn) supérieurs au critère RESIE du MDDELCC. Les résultats ont aussi indiqué des concentrations en Baryum (Ba), en plomb (Pb) et en zinc (Zn) supérieures au critère RESIE du MDDELCC dans des proportions respectives de 64%, 57% et 42% des échantillons soumis à l'analyse. De plus, respectivement 14 % et 43 % des échantillons ont indiqué des concentrations en fer (Fe) et en Zn supérieures au critère RESIE du MDDELCC. Tous les autres paramètres analysés ont indiqué des concentrations inférieures au critère RESIE du MDDELCC.

Il est à noter que les résultats obtenus sur les résidus et les stériles sont très semblables et reflètent une composition minéralogique similaire. Afin d'obtenir ces résultats pour les essais de lixiviation, le laboratoire a dû broyer les échantillons de stériles afin que le protocole d'essai soit respecté. La granulométrie des stériles lors de l'essai s'apparentait à la granulométrie des résidus miniers présents sur le site du lac Jeannine. Les stériles mis à l'essai avaient une surface spécifique beaucoup plus grande que celle que l'on retrouve dans les stériles présents au lac Jeannine (granulométrie plus grossière), donc plus de surface permettant des échanges avec le milieu récepteur. Il est fort probable que les stériles en place au site génèrent des concentrations moindres en métaux dans le milieu récepteur de par leur surface spécifique plus faible.

3.4 Potentiel acidogène et drainage minier acide

L'essai statique de détermination du PGA a été réalisé sur 14 échantillons de stériles et de résidus miniers. Cet essai dresse le bilan entre le potentiel de génération d'acidité (PA) d'un matériau, qui est relié aux minéraux sulfureux, et son potentiel de neutralisation de l'acidité (PN), qui est relié aux minéraux carbonatés et à certains silicates. Les potentiels de neutralisation et d'acidité sont exprimés en kg CaCO3/t. L'interprétation des résultats obtenus en laboratoire a été effectuée à partir de trois critères. Quoique le gisement ne possède pas de minéraux sulfureux tel que la pyrite, la pyrrhotite ou la chalcopyrite typiquement associée aux problématiques de génération d'acide, il est de bonne pratique de réaliser ces analyses afin de prouver l'absence de risque.

Le premier étant la concentration en soufre total (exprimée en %) tel qu'indiqué dans la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEFP, 2012).

Le second critère est le bilan acide des matériaux, soit le potentiel de neutralisation de l'acidité duquel est soustrait le potentiel de génération d'acidité (PN-PA). La différence PN-PA est classifiée de la façon suivante :

- PN-PA > 20 Non générateur
- -20 < PN-PA < 20 Zone d'incertitude
- PN-PA < -20 Potentiel générateur d'acide

Le dernier critère est le ratio PN/PA. Les ratios PN/PA ont été classifiés de la façon suivante :

- PN/PA ≥ 3 Non générateur acide
- 3 > PN/PA ≥ 1 Zone d'incertitude
- PN/PA < 1 Potentiel générateur d'acide

Les limites de la zone d'incertitude sont celles recommandées par l'Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi-Témiscamingue (URSTM) (Bussières et Benzaazoua, 1997).

Les résultats montrent que la teneur en soufre de tous les échantillons de stériles et de résidus miniers analysés est inférieure à 0,3 % (entre <0,002 et 0,074 %), les classifiant ainsi non générateur d'acide en fonction de la Directive 019. Compte tenu de ces résultats en soufre, les valeurs de PN et PA n'ont pas été mesurées puisque non nécessaires pour évaluer le potentiel de génération d'acide.

3.5 Assurance et contrôle de la qualité

Le programme d'assurance et de contrôle de la qualité a consisté à évaluer la validité des résultats analytiques obtenus. Des duplicatas des échantillons de stériles et de résidus miniers ont été collectés durant les travaux d'échantillonnage et ont été transmis au laboratoire pour comparer les concentrations avec les échantillons originaux. Le tableau 4 de l'annexe 2 montre les résultats du contrôle qualité.

Deux des 14 échantillons de stériles et résidus miniers prélevés ont été analysés en duplicata. Il s'agit des échantillons suivants :

- Dup1 - duplicata de l'échantillon de résidus miniers RES-7;
- Dup2 - duplicata de l'échantillon de stériles miniers STE-3;

Dans 100 % des cas, l'écart relatif obtenu est moins de 30 %. Dans l'ensemble, le programme de contrôle et d'assurance qualité a permis de confirmer la validité des procédures d'échantillonnage et de manipulation des échantillons de résidus miniers.

Le laboratoire a effectué des contrôles qualité tout au long du mandat de façon périodique. Les résultats du laboratoire se retrouvent dans les copies de certificats de laboratoires insérés à l'annexe 3.

3.6 Qualité de l'eau de surface

À titre indicatif, nous avons comparé les résultats des essais de lixiviation CTEU-9 aux recommandations pour la qualité des eaux, protection de la vie aquatique du CCME afin de simuler l'impact d'un lixiviat sur la qualité de l'eau de surface. Les résultats des essais de lixiviation CTEU-9 (pH neutre) ont indiqué que tous les échantillons soumis à l'analyse ont montré des concentrations en Cu, en Fe et en plomb (Pb) supérieures au critère de protection de la vie aquatique. De plus, respectivement 28 % et 14 % des échantillons ont indiqué des concentrations en Zn et en arsenic (As) supérieures au critère de protection de la vie aquatique. Étant donné que ces résultats sont issus d'essais en laboratoire et que les matériaux ont dû être réduits à une granulométrie différente (granulométrie plus fine) afin de respecter le protocole d'essai, les résultats ne représentent probablement pas la qualité des eaux de surface observée au site.

Afin de vérifier la qualité environnementale des eaux de surface présentes sur le site, les résultats des échantillons d'eau de surface prélevés à proximité du site du lac Jeannine au cours des dernières années ont été compilés et présentés au tableau 3 de l'annexe 2.

Les résultats ont indiqué que 83 % des échantillons prélevés en 2014 et 62 % des échantillons prélevés en 2015 excèdent les concentrations maximales permises par le CCME pour le Fe. Quatre échantillons prélevés en 2015 ont indiqué des concentrations en Cu supérieures au critère du CCME pour le Cu (E3, E5, E7 et E11) et deux échantillons ont indiqué des concentrations en Pb et Zn supérieures au critère du CCME (E3 et E11). Aucun dépassement des critères n'a été observé pour l'Al, le Ba et le Mn contrairement aux prévisions de l'essai de lixiviation CTEU-9.

L'échantillon E13 a été prélevé dans la lac Jeannine localisé au nord du parc à résidus. Cet échantillon a été prélevé afin de vérifier la qualité des eaux de surface étant en contact avec les stériles miniers. En effet, des stériles miniers ont été entreposés en périphérie du lac Jeannine ainsi que dans celui-ci ce qui fait en sorte que ce plan d'eau représente un essai de lixiviation à l'échelle du site. Les résultats indiquent des concentrations pour les métaux analysés inférieures aux critères du CCME.

À la lumière des concentrations moyennes observées au cours des deux dernières années, les eaux de surfaces prélevées dans le secteur du lac Jeannine indiquent des concentrations en Cu et Fe supérieures au critère de protection de la vie aquatique du CCME.

En 2015, différents relevés ont été effectués afin de caractériser l'utilisation du bassin versant du lac Jeannine par le poisson. Ces relevés ont eu lieu dans l'émissaire du lac Jeannine ainsi que dans des lacs qui ont été en partie remblayés par des résidus lorsque la mine était en opération. Les résultats démontrent que l'on retrouve du poisson dans l'émissaire du lac Jeannine, notamment de l'omble de fontaine, mais en faible abondance en raison de la faible disponibilité d'habitat. Des pêches hivernales ont également démontré que l'omble de fontaine pouvait survivre dans le cours d'eau là où l'on retrouve des bassins (i.e. étangs de castors). Dans les lacs qui furent affectées par les écoulements de résidus lorsque la mine était active, on retrouve aussi de l'omble de fontaine ainsi que des espèces fourragères comme le mulet perlé et le méné de lac. Ces deux dernières espèces sont d'ailleurs présentes en grande abondance. Ces éléments indiquent que malgré quelques dépassements des critères, les conditions actuelles dans le bassin versant, en aval de l'ancien parc à résidus, ne sont pas incompatibles avec la présence et la viabilité des populations de poisson. Par ailleurs, les aménagements projetés amélioreront la situation puisque les résidus se trouveront confinés, ce qui améliorera vraisemblablement la qualité des eaux de surface, tel qu'observé dans le lac Jeannine, qui n'est pas en contact avec des résidus.

La localisation des échantillons d'eau de surface peut être consultée sur la carte 1 de l'annexe 1.

4.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'objectif principal du mandat était de caractériser les stériles et les résidus miniers en fonction de la Directive 019 sur l'industrie minière et des recommandations de EC afin de s'assurer que la réutilisation des stériles dans le projet de compensation n'induisent pas une augmentation des contaminants dans le milieu récepteur.

Les analyses chimiques ont montré que les stériles et les résidus miniers du lac Jeannine sont non générateurs acide en regard de la Directive 019, quoique certains métaux (Al, Ba, Cu, Fe, Mn, Pb Zn,) lixivient lorsque mis à l'essai CTEU-9 (pH neutre).

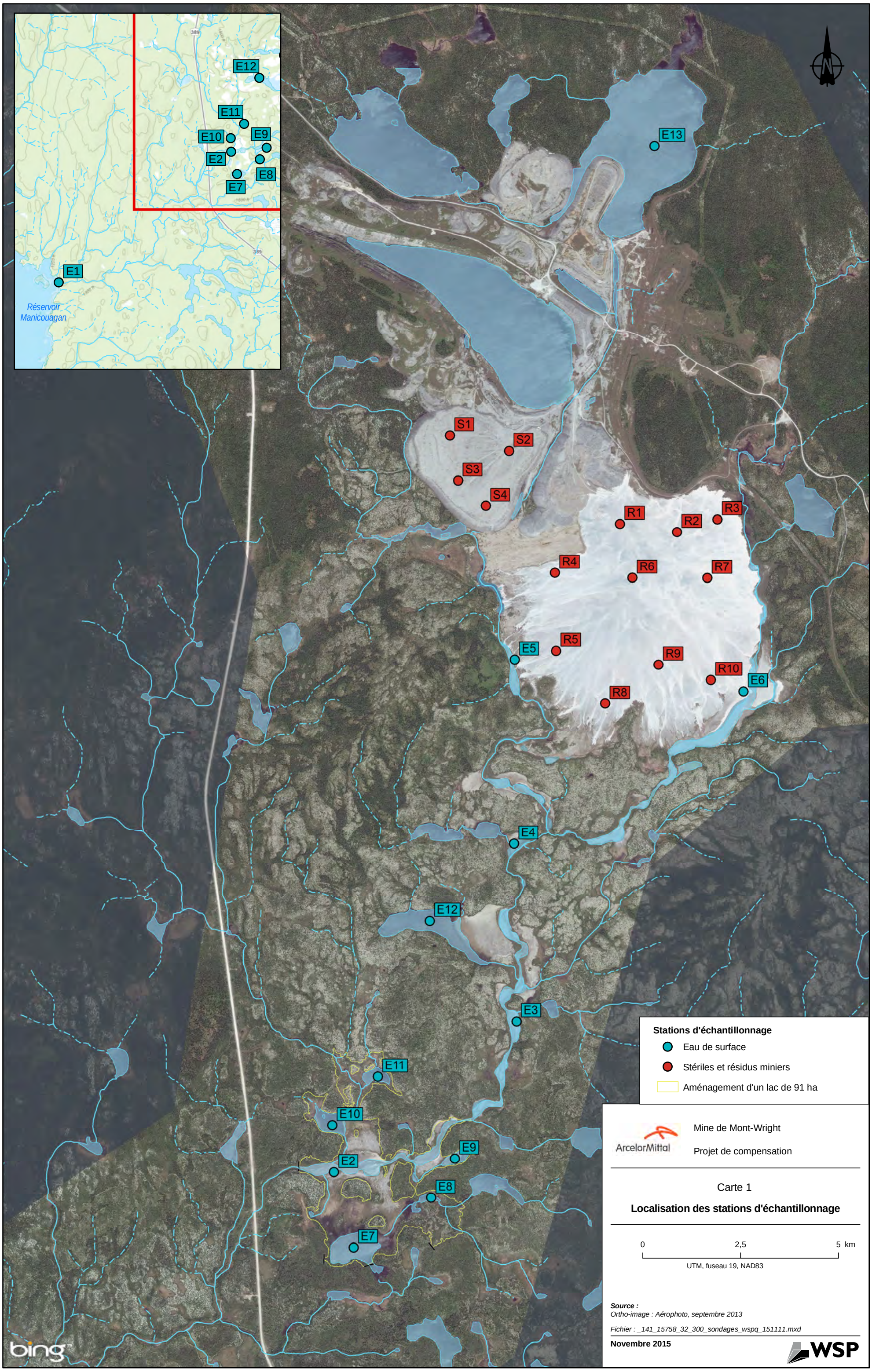
Afin de vérifier la lixiviabilité des stériles et des résidus miniers *in situ*, des résultats analytiques obtenus sur des échantillons d'eau de surface prélevés en 2014 et 2015 dans le secteur du lac Jeannine ont été comparés au critère de protection de la vie aquatique du CCME comme proposé par EC. À la lumière des concentrations moyennes observées au cours des deux dernières années, les eaux de surfaces prélevées dans le secteur du lac Jeannine indiquent des concentrations en Cu et Fe supérieures au critère de protection de la vie aquatique du CCME. Toutefois, les résultats obtenus sur les échantillons d'eau de surface sont attribuables à la minéralogie des résidus présents dans les différents points d'eau échantillonnés ainsi que leur grande surface spécifique et leur granulométrie fine, ce qui explique que des concentrations moyennes en Cu et Fe ont été retrouvées à des distances appréciables du site. Aucun dépassement des critères n'a été observé pour l'Al, le Ba et le Mn.

Il est peu probable que les concentrations en Cu et Fe retrouvées dans les points d'eau soient grandement attribuables à la présence de stériles miniers sur le site du lac Jeannine. Comme mentionné au point 3.3, les résultats obtenus à partir des essais de lixiviation en laboratoire l'ont été sur des stériles miniers broyés finement afin de respecter le protocole d'essai. La surface spécifique du matériel testé est beaucoup plus grande que celle du matériel en place sur le site. Il est donc envisagé que le stérile présent contribue de façon moindre à la présence de Fe et Cu dans les points d'eau échantillonnés en 2014 et 2015. Les résultats obtenus lors de l'analyse de l'échantillon E13 nous indiquent que cette hypothèse est plus que probable étant donné que l'eau du lac Jeannine est constamment en contact avec les stériles miniers, et ce, depuis plusieurs années. L'utilisation des stériles pourrait alors être bénéfique dans un ouvrage de retenue des résidus miniers afin de réduire leur propagation dans le milieu récepteur. Mentionnons également que les stériles qui seraient utilisés dans le cadre des travaux de compensations sont actuellement positionnés dans le bassin versant de sorte que leur utilisation pour les travaux ne peut qu'améliorer la situation en permettant une stabilisation du milieu (bande riveraine et lit de cours d'eau) et éventuellement une revégétalisation du site. À la lumière des résultats analytiques, de la physiographie et de l'hydrographie du site, l'utilisation des stériles pour les travaux de stabilisation et d'aménagement de seuils dans le cadre des travaux de compensation est adéquate.

Préparée par : _____

Steve-St-Cyr, ing. | N° OIQ : 117836

Annexe 1
Carte de localisation des échantillons


E12
E11
E10
E9
E2
E8
E7
E1
Réservoir
Manicouagan
E13
S1
S2
S3
S4
R1
R2
R3
R4
R6
R7
R5
E5
R9
R10
E6
R8
E4
E12
E3
E11
E10
E9
E2
E8
E7
bing
Stations d'échantillonnage
Eau de surface
Stériles et résidus miniers
Aménagement d'un lac de 91 ha
ArcelorMittal
Mine de Mont-Wright
Projet de compensation
Carte 1
Localisation des stations d'échantillonnage
0
2,5
5 km
UTM, fuseau 19, NAD83
Source :
Ortho-image : Aérophoto, septembre 2013
Fichier : _141_15758_32_300_sondages_wspq_151111.mxd
Novembre 2015
WSP

Annexe 2
Tableaux de compilation des résultats d'analyses

TABLEAU 1
Résultats d'analyses chimiques des échantillons de stériles et de résidus miniers

Lac Jeannine, ArcelorMittal (Québec)
N/Réf. : 141-15758-32

Paramètres		Critères (1) ou valeurs limites (2) (mg/kg)				LDR[3]	Identification de l'échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse													
							STE-1	STE-2	STE-3	STE-4	RES-5	RES-6	RES-7	RES-8	RES-9	RES-10	RES-11	RES-12	RES-13	RES-14
		A	B	C	D		2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09
Analyses sols																				
Aluminium	*mg/kg*	-	-	-	-	150	1 310	1 090	1 140	3 010	851	419	902	633	732	353	644	671	645	818
Argent	*mg/kg*	2	20	40	200	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic	*mg/kg*	10	30	50	250	1	1	1	1	2	4	3	4	3	4	2	3	4	4	7
Béryllium	*mg/kg*	-	-	-	-	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmium	*mg/kg*	0,9	5	20	100	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chrome	*mg/kg*	45	250	800	4 000	2	5	6	6	**49**	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2
Cobalt	*mg/kg*	15	50	300	1 500	2	<2	<2	<2	6	3	2	2	<2	<2	<2	2	<2	3	<2
Cuivre	*mg/kg*	50	100	500	2 500	1	2	11	1	16	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fer	*mg/kg*	-	-	-	-	2500	5 060	6 200	4 070	11 500	9 740	8 490	18 800	8 760	11 400	8 810	6 700	10 300	7 590	12 800
Manganèse	*mg/kg*	1 000	1 000	2 200	11 000	10	360	183	138	202	156	87	110	73	414	37	130	243	136	244
Mercure	*mg/kg*	0	2	10	50	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Molybdène	*mg/kg*	6	10	40	200	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Nickel	*mg/kg*	30	100	500	2 500	2	3	2	5	22	3	2	5	3	3	2	3	3	4	5
Plomb	*mg/kg*	50	500	1 000	5 000	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sélénium	*mg/kg*	3	3	10	50	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zinc	*mg/kg*	100	500	1 500	7 500	5	<5	13	<5	20	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Soufre total	*mg/kg*	400	1 000	2 000	-	200	<200	<200	<200	**593**	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	**745**	<200

NOTES :

(1) : Critères génériques de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MENV, 1998 et révisions).
Les critères « A » utilisés représentent la teneur de fond établie pour la province géologique de Grenville.

(2) : Normes de l'Annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC), communément appelées critères D.

(3) : Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.

LÉGENDE:

-	: Non défini ou non analysé
100	: Concentration ≤ A
100	: A < Concentration ≤ B
100	: B < Concentration ≤ C
100	: C < Concentration < D
100	: Concentration ≥ D

TABLEAU 2
Résultats des essais de lixiviation sur les échantillons de stériles et de résidus miniers

Lac Jeannine, ArcelorMittal (Québec)
N/Réf. : 141-15758-32

Paramètres		Critères			LDR[3]	Identification de l'échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse													
		Directive 019[1]		CCME[2] (vie aquatique)		STE-1	STE-2	STE-3	STE-4	RES-5	RES-6	RES-7	RES-8	RES-9	RES-10	RES-11	RES-12	RES-13	RES-14
		Risques élevés	Lixiviables			2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09	2015-02-09
Lixiviation à l'eau (CTEU-9)																			
Aluminium	*µg/L*	-	750	-	20	347	**2 110**	**1 430**	**1 490**	**1 040**	**1 200**	**1 110**	**1 480**	654	**2 940**	**1 420**	602	**1 360**	**1 880**
Argent	*µg/L*	-	0,039	0,25	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Arsenic	*µg/L*	5 000	340	5	2	<2	3	<2	3	4	5	4	4	3	4	**8**	3	5	**6**
Baryum	*µg/L*	100 000	108	-	20	87	**629**	**187**	**752**	90	102	84	**117**	**198**	**178**	88	**123**	**177**	**1480**
Béryllium	*µg/L*	-	-	-	1	<1	<1	1	<1	1	1	1	2	<1	3	1	1	3	3
Cadmium	*µg/L*	500	0,21	0,09	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chrome	*µg/L*	5 000	-	8,9	20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cobalt	*µg/L*	-	500	-	20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cuivre	*µg/L*	-	1,5	2	3	**33**	**317**	**83**	**63**	**34**	**44**	**16**	**56**	**16**	**195**	**138**	**16**	**38**	**69**
Fer	*µg/L*	-	3 400	300	35	**720**	**2 560**	**1 670**	**2 520**	**1 640**	**2 060**	**847**	**1 900**	**1 080**	**5 680**	**1 740**	**1 030**	**2 590**	**3 670**
Manganèse	*µg/L*	-	551	-	2	281	**886**	**739**	**729**	**1 230**	**975**	413	**1 270**	**942**	**1 170**	**783**	**981**	**1 470**	**1 850**
Mercure	*µg/L*	100	0,13	0,026	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	**0,3**
Molybdène	*µg/L*	-	2 000	73	20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Nickel	*µg/L*	-	66,8	25	10	<10	<10	<10	21	<10	10	<10	13	<10	23	<10	<10	<10	14
Plomb	*µg/L*	5 000	4,9	1	1	**4**	**27**	**7**	**11**	**3**	**3**	**3**	**11**	**2**	**6**	**8**	**3**	**5**	**9**
Sélénium	*µg/L*	1 000	20	1	3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Uranium	*µg/L*	2 000	-	15	0,5	2	3	1	7	3	4	2	2	7	3	4	4	5	5
Zinc	*µg/L*	-	16,7	30	9	9	**85**	13	**40**	13	10	10	13	<9	**43**	**19**	10	**25**	**35**
Fluorures	*mg/L*	150	-	0,12	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitrites	*mg/L N*	100	-	0,06	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nitrites + Nitrates	*mg/L N*	1 000	-	-	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

NOTES :

[1] : Critères de la Directive 019 pour les résidus miniers lixiviables et à risques élevés. (MDDEP, 2012)

[2] : « Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (eau douce) » du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 2001).

[3] : Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.

LÉGENDE:

-	: Non défini ou non analysé
100	: Concentration < CCME
100	: CCME < Concentration < Lixiviable
100	: Lixiviable < Concentration < Risque élevé
100	: Concentration > Risque élevé

TABLEAU 3 (1 de 2)
Résultats d'analyses chimiques des échantillons d'eau de surface

Lac Jeannine, ArcelorMittal (Québec)
N/Réf. : 141-15758-32

Paramètres		Critères CCME[1] (vie aquatique)	LDR[2]	Identification de l'échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse																			Valeur moyenne
				2014 - Lac Jeannine						2015 - Lac Jeannine													
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	
Physicochimie																							
Alcalinité totale	*mg/L CaCO3*	-	1	29	41	41	43	37	63	32	36	35	37	31	31	17	8	10	7	4	10	4	27
Conductivité (in situ)	*µS/cm*	-	-	61,8	85,9	87,7	79,8	84,9	81,9	-	-	-	-	-	-	31,0	21,7	26,7	22,2	15,4	22,0	-	52
Dureté totale	*mg/L CaCO3*	-	1	31	44	43	46	41	56	31	44	43	43	40	31	18	10	10	11	7,3	11	7,7	30
Matières en suspension	*mg/L*	-	0,2 / 2	16	17	140	110	14	73	2,5	50	18	18	2,7	130	1,9	0,6	0,9	1,3	2,0	1,5	0,8	32
Oxygène dissous (in situ)	*mg/L*	6,0 / 9,5	-	11,94	11,80	11,28	11,12	10,69	10,13	-	-	-	-	-	-	8,46	8,70	8,90	8,58	8,06	9,18	-	10
pH (in situ)	-	6,5 à 9,0	-	7,82	7,62	7,71	7,80	7,38	7,46	-	-	-	-	-	-	6,98	**5,7**	7,00	**5,8**	**6,46**	7,84	-	7,1
Solides dissous totaux	*mg/L*	-	10	-	-	-	-	-	-	72,0	72,0	75,00	68,0	73,00	70,0	52,00	39,0	30,0	49,0	43,0	32,0	38,0	55
Température (in situ)	*°C*	-	-	6,8	6,7	8,1	8,9	9,8	9,1	-	-	-	-	-	-	18,87	14,2	18,8	15,4	17,8	19,33	-	13
Turbidité	*NTU*	+ 2 / + 8	0,1	2,6	3,1	4,0	2,8	0,4	6,7	2,5	2,6	2,9	2,2	0,7	18	1,5	0,6	0,9	0,9	0,6	0,8	0,6	2,9
Anions/Cations																							
Bromures	*mg/L*	-	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorures	*mg/L*	640	0,05	0,36	0,40	0,38	0,43	0,57	0,10	0,41	0,36	0,36	0,39	0,50	0,09	0,06	0,19	<0,05	0,34	0,20	0,10	0,19	0,28
Chrome hexavalent (Cr VI)	*mg/L*	0,001	0,008	-	-	-	-	-	-	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Fluorures	*mg/L*	0,12	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1
Sulfates	*mg/L*	-	0,5	3,8	5,6	5,7	6,2	7,9	1,2	3,9	5,5	5,9	6,1	8,4	1,2	0,9	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	3,7
Éléments nutritifs																							
Azote ammoniacal	*mg/L N*	-	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	0,03	<0,02	0,02	<0,02	0,05	<0,02	0,75	<0,02	0,26	<0,02	0,29	<0,02	0,08
Azote total Kjeldahl	*mg/L N*	-	0,4 / 1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0,4	<0,4	<0,4	0,40	<0,4	<0,4	<0,4	1,1	<0,4	0,98	0,43	0,57	<0,4	0,18
Carbone organique dissous	*mg/L*	-	0,2	8,0	6,6	6,7	6,4	5,7	8,7	6,6	5,6	5,4	5,4	6,1	8,3	7,6	8,3	3,2	12	9,0	4,6	7,7	6,9
Carbone organique total	*mg/L*	-	1	10	8	8	7	7	10	7,3	6,1	5,9	5,9	5,5	8,9	7,1	9,1	2,8	12	9,9	4,8	8,0	7,5
Nitrates	*mg/L N*	550	0,01 / 0,02	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08	<0,02	0,05	0,07	0,09	0,09	0,13	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04
Nitrites	*mg/L N*	0,06	0,01 / 0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Orthophosphate	*mg/L P*	-	0,01 / 0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Phosphore total	*mg/L P*	-	0,002	0,013	0,007	0,015	0,018	<0,002	0,021	0,048	0,043	0,042	0,033	0,032	0,073	0,038	0,043	0,041	0,045	0,047	0,050	0,047	0,035

NOTES :

[1] : « Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (eau douce) » du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 2001).

[2] : Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.

LÉGENDE :

-	: Non défini ou non analysé
100	: Concentration < CCME
100	: Concentration > CCME

TABLEAU 3 (2 de 2)
Résultats d'analyses chimiques des échantillons d'eau de surface

Lac Jeannine, ArcelorMittal (Québec)
N/Réf. : 141-15758-32

Paramètres		Critères CCME[1] (vie aquatique)	LDR[2]	Identification de l'échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse																		Valeur moyenne
				2014 - Lac Jeannine						2015 - Lac Jeannine												
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	
Métaux																							
Aluminium	*mg/L*	-	0,01 / 0,03	0,11	0,11	0,11	0,15	0,072	<0,01	0,11	0,087	0,095	0,087	0,079	0,31	0,041	0,10	0,011	0,18	0,14	0,036	0,19	0,11
Antimoine	*mg/L*	-	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Argent	*mg/L*	0,00025	0,001	-	-	-	-	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	*mg/L*	0,005	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Baryum	*mg/L*	-	0,002	0,041	0,062	0,060	0,065	0,037	0,150	0,043	0,063	0,063	0,061	0,036	0,063	0,029	0,013	0,011	0,013	0,012	0,016	0,012	0,045
Bore	*mg/L*	29	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cadmium	*mg/L*	0,00009	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcium	*mg/L*	-	0,5	8,7	12	12	13	11	18	8,7	12	12	12	11	9,1	4,7	2,4	2,3	2,6	1,8	2,9	2,0	8,3
Chrome	*mg/L*	0,0089	0,005	<0,005	0,0071	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalt	*mg/L*	-	0,001	<0,001	0,0022	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cuivre	*mg/L*	0,002	0,001	<0,001	0,0015	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0011	<0,001	**0,11**	<0,001	**0,0043**	0,0013	**0,0054**	<0,001	<0,001	<0,001	**0,051**	<0,001	<0,001	**0,009**
Fer	*mg/L*	0,3	0,06	**0,46**	**0,60**	**0,58**	**0,55**	0,18	**1,60**	**0,44**	**0,44**	**0,41**	**0,37**	0,18	**0,98**	**0,80**	0,20	**0,35**	**0,43**	0,26	0,27	0,13	**0,49**
Magnésium	*mg/L*	-	0,1	2,3	3,2	3,1	3,4	3,2	3,1	2,3	3,2	3,2	3,2	3,2	2,1	1,4	0,96	1,1	0,98	0,72	0,89	0,67	2,2
Manganèse	*mg/L*	-	0,001	0,054	0,17	0,076	0,097	0,018	0,32	0,041	0,041	0,057	0,053	0,018	0,12	0,066	0,0066	0,011	0,018	0,0060	0,034	0,0064	0,064
Mercure	*mg/L*	0,000026	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Molybdène	*mg/L*	0,073	0,001	<0,001	0,0011	<0,001	0,0010	0,0011	0,0012	<0,001	<0,001	0,0010	<0,001	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	*mg/L*	0,025	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plomb	*mg/L*	0,001	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	**0,0044**	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	**0,0024**	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Potassium	*mg/L*	-	0,5	1,6	2,0	2,0	2,1	1,9	2,6	1,6	2,0	2,1	2,0	1,9	1,5	1,1	0,98	1,5	0,88	0,90	1,1	<1	1,5
Sélénium	*mg/L*	0,001	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Silicium	*mg/L*	-	0,1	2,8	2,7	2,8	2,8	2,3	3,8	2,9	2,7	2,6	2,7	2,3	3,4	1,3	2,0	1,0	2,4	2,2	1,5	1,9	2,4
Sodium	*mg/L*	-	0,5	0,85	0,88	0,87	0,92	0,86	0,91	0,85	0,89	0,89	0,86	0,87	0,81	0,65	0,67	0,81	0,85	0,71	0,67	0,51	0,81
Uranium	*mg/L*	0,015	0,001	0,0012	0,0020	0,0021	0,0023	0,0018	0,0049	0,0012	0,0019	0,0020	0,0021	0,0017	0,0024	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Zinc	*mg/L*	0,03	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	**0,069**	<0,007	0,0074	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	**0,034**	<0,007	<0,007	<0,007
Hydrocarbures																							
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	*mg/L*	-	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

NOTES :

[1] : « Recommandations pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (eau douce) » du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 2001).

[2] : Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.

LÉGENDE:

-	: Non défini ou non analysé
100	: Concentration < CCME
100	: Concentration > CCME

TABLEAU 4
Résultats du programme de contrôle et d'assurance qualité

Lac Jeannine, ArcelorMittal (Québec)
N/Réf. : 141-15758-32

Paramètres		LDR[1]	Identification de l'échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse					
			RES-7	DUP-1	Écart relatif[2]	STE-3	DUP-2	Écart relatif[2]
			2015-02-09	2015-02-09		2015-02-09	2015-02-09	
Analyses sols								
Soufre total	*mg/kg*	200	<200	<200	0%	<200	<200	0%

NOTES :

[1] : Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.

[2] : Écart relatif calculé selon l'équation suivante : (|Conc. éch#1 - Conc. éch#2| /Conc. moyenne)* 100.
Pour une valeur inférieure à la LDR, la concentration utilisée correspond à |LDR|.

Annexe 3
Copies de certificats d’analyses chimiques

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
5355, BOUL DES GRADINS
QUEBEC, QC G2J1C8
(418) 623-2254

À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr

N° DE PROJET: 141-15758-32

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Frédéric Drouin, chimiste

ANALYSE DE L'EAU VÉRIFIÉ PAR: Frédéric Drouin, chimiste

DATE DU RAPPORT: 2015-09-24

VERSION*: 1

NOMBRE DE PAGES: 13

Si vous désirez de l'information concernant cette analyse, S.V.P. contacter votre chargé de projets au (418) 266-5511.

Préliminaire

*NOTES

Nous disposerons des échantillons dans les 30 jours suivants les analyses. S.V.P. Contactez le laboratoire si vous désirez avoir un délai d'entreposage.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyses inorganiques (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08
DATE DU RAPPORT: 2015-09-16

	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:			res-5	res-6	res-7	res-8	res-9	res-10	res-11	res-12
	MATRICE:			Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:			2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N	LDR	6950749	6950754	6950755	6950756	6950757	6950758	6950759	6950760
Soufre total	mg/kg		200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200	<200

	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:			res-13	res-14	ste-1	ste-2	ste-3	ste-4	dup-2	dup-1
	MATRICE:			Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:			2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N	LDR	6950761	6950762	6950763	6950764	6950765	6950766	6950767	6950768
Soufre total	mg/kg		200	745	<200	<200	<200	<200	593	<200	<200

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes
6950749 L'analyse des soufres totaux est réalisée au laboratoire Agat de Montréal.
6950754-6950768 L'analyse des soufres totaux est fait au laboratoire Agat de Montréal.

Préliminaire

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet

À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyses inorganiques - WSP (15 métaux totaux + mercure)

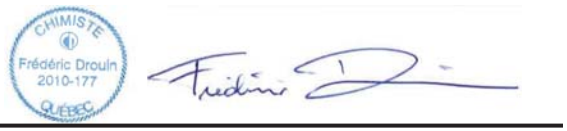
DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08

DATE DU RAPPORT: 2015-09-15

							IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:	res-5	res-6	res-7	res-8	res-9
							MATRICE:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
							DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N: A	C / N: B	C / N: C	C / N: D	LDR		6950749	6950754	6950755	6950756	6950757
Aluminium	mg/kg					30		851	419	902	633	732
Argent	mg/kg	2	20	40	200	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Arsenic	mg/kg	6	30	50	250	1		4[<A]	3[<A]	4[<A]	3[<A]	4[<A]
Béryllium	mg/kg					1		<1	<1	<1	<1	<1
Cadmium	mg/kg	1.5	5	20	100	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Chrome	mg/kg	85	250	800	4000	2		<2	<2	4[<A]	<2	<2
Cobalt	mg/kg	15	50	300	1500	2		3[<A]	2[<A]	2[<A]	<2	<2
Cuivre	mg/kg	40	100	500	2500	1		<1	<1	<1	<1	<1
Fer	mg/kg					2500		9740	8490	18800	8760	11400
Manganèse	mg/kg	770	1000	2200	11000	10		156[<A]	87[<A]	110[<A]	73[<A]	414[<A]
Mercure	mg/kg	0.2	2	10	50	0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Molybdène	mg/kg	2	10	40	200	1		<1	<1	<1	<1	<1
Nickel	mg/kg	50	100	500	2500	2		3[<A]	2[<A]	5[<A]	3[<A]	3[<A]
Plomb	mg/kg	50	500	1000	5000	5		<5	<5	<5	<5	<5
Sélénium	mg/kg	1	3	10	50	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zinc	mg/kg	110	500	1500	7500	5		<5	<5	<5	<5	<5

Préliminaire

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyses inorganiques - WSP (15 métaux totaux + mercure)

DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08
DATE DU RAPPORT: 2015-09-15

						IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:	res-10	res-11	res-12	res-13	res-14
						MATRICE:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
						DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N: A	C / N: B	C / N: C	C / N: D	LDR	6950758	6950759	6950760	6950761	6950762
Aluminium	mg/kg					30	353	644	671	645	818
Argent	mg/kg	2	20	40	200	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Arsenic	mg/kg	6	30	50	250	1	2[<A]	3[<A]	4[<A]	4[<A]	7[A-B]
Béryllium	mg/kg					1	<1	<1	<1	<1	<1
Cadmium	mg/kg	1.5	5	20	100	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Chrome	mg/kg	85	250	800	4000	2	<2	<2	<2	<2	2[<A]
Cobalt	mg/kg	15	50	300	1500	2	<2	2[<A]	<2	3[<A]	<2
Cuivre	mg/kg	40	100	500	2500	1	<1	<1	<1	<1	<1
Fer	mg/kg					2500	8810	6700	10300	7590	12800
Manganèse	mg/kg	770	1000	2200	11000	10	37[<A]	130[<A]	243[<A]	136[<A]	244[<A]
Mercure	mg/kg	0.2	2	10	50	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Molybdène	mg/kg	2	10	40	200	1	<1	<1	<1	<1	<1
Nickel	mg/kg	50	100	500	2500	2	2[<A]	3[<A]	3[<A]	4[<A]	5[<A]
Plomb	mg/kg	50	500	1000	5000	5	<5	<5	<5	<5	<5
Sélénium	mg/kg	1	3	10	50	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Zinc	mg/kg	110	500	1500	7500	5	<5	<5	<5	<5	<5

Préliminaire

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyses inorganiques - WSP (15 métaux totaux + mercure)

DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08 DATE DU RAPPORT: 2015-09-15

							IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:	ste-1	ste-2	ste-3		ste-4
							MATRICE:	Sol	Sol	Sol		Sol
							DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02		2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N: A	C / N: B	C / N: C	C / N: D	LDR		6950763	6950764	6950765	LDR	6950766
Aluminium	mg/kg					30		1310	1090	1140	150	3010
Argent	mg/kg	2	20	40	200	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
Arsenic	mg/kg	6	30	50	250	1		1[<A]	1[<A]	1[<A]	1	2[<A]
Béryllium	mg/kg					1		<1	<1	<1	1	<1
Cadmium	mg/kg	1.5	5	20	100	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
Chrome	mg/kg	85	250	800	4000	2		5[<A]	6[<A]	6[<A]	2	49[<A]
Cobalt	mg/kg	15	50	300	1500	2		<2	<2	<2	2	6[<A]
Cuivre	mg/kg	40	100	500	2500	1		2[<A]	11[<A]	1[<A]	1	16[<A]
Fer	mg/kg					2500		5060	6200	4070	2500	11500
Manganèse	mg/kg	770	1000	2200	11000	10		360[<A]	183[<A]	138[<A]	10	202[<A]
Mercure	mg/kg	0.2	2	10	50	0.2		<0.2	<0.2	<0.2	0.2	<0.2
Molybdène	mg/kg	2	10	40	200	1		<1	<1	<1	1	<1
Nickel	mg/kg	50	100	500	2500	2		3[<A]	2[<A]	5[<A]	2	22[<A]
Plomb	mg/kg	50	500	1000	5000	5		<5	<5	<5	5	<5
Sélénium	mg/kg	1	3	10	50	0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
Zinc	mg/kg	110	500	1500	7500	5		<5	13[<A]	<5	5	20[<A]

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes: A se réfère QC PTC (Critère A), B se réfère QC PTC (Critère B), C se réfère QC PTC (Critère C), D se réfère QC RESC (Annexe 1)

Préliminaire

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyses inorganiques - Lixiviation à l'eau (CTEU-9)

DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08
DATE DU RAPPORT: 2015-09-22

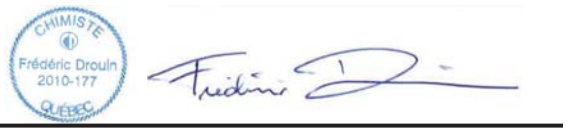
IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				res-5	res-6	res-7	res-8	res-9	res-10	res-11	res-12
MATRICE:				Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N	LDR	6950749	6950754	6950755	6950756	6950757	6950758	6950759	6950760
Fluorures lixivié	mg/L		10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitrites lixivié	mg/L - N		0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nitrites - Nitrates lixivié	mg/L - N		1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				res-13	res-14	ste-1	ste-2	ste-3	ste-4
MATRICE:				Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N	LDR	6950761	6950762	6950763	6950764	6950765	6950766
Fluorures lixivié	mg/L		10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitrites lixivié	mg/L - N		0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Nitrites - Nitrates lixivié	mg/L - N		1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

Préliminaire

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Lixiviation Basses Limites - Métaux CTEU-9

DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08 DATE DU RAPPORT: 2015-09-22

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				res-5	res-6	res-7	res-8	res-9	res-10	res-11	res-12
MATRICE:				Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N	LDR	6950749	6950754	6950755	6950756	6950757	6950758	6950759	6950760
Aluminium	ug/L		20	1040	1200	1110	1480	654	2940	1420	602
Argent	ug/L		0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Arsenic	ug/L		2	4	5	4	4	3	4	8	3
Baryum	ug/L		20	90	102	84	117	198	178	88	123
Béryllium	µg/L		1	1	1	1	2	<1	3	1	1
Cadmium	ug/L		1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chrome	ug/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cobalt	ug/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cuivre	ug/L		3	34	44	16	56	16	195	138	16
Fer	ug/L		35	1640	2060	847	1900	1080	5680	1740	1030
Manganèse	ug/L		2	1230	975	413	1270	942	1170	783	981
Mercure	ug/L		0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Molybdène	ug/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Nickel	ug/L		10	<10	10	<10	13	<10	23	<10	<10
Plomb	ug/L		1	3	3	3	11	2	6	8	3
Sélénium	ug/L		3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Uranium	µg/L		0.5	2.7	3.7	1.5	2.3	7.3	2.6	4.4	4.1
Zinc	ug/L		9	13	10	10	13	<9	43	19	10

Préliminaire

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Lixiviation Basses Limites - Métaux CTEU-9

DATE DE RÉCEPTION: 2015-09-08 DATE DU RAPPORT: 2015-09-22

IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:				res-13	res-14	ste-1	ste-2	ste-3	ste-4
MATRICE:				Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:				2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02	2015-09-02
Paramètre	Unités	C / N	LDR	6950761	6950762	6950763	6950764	6950765	6950766
Aluminium	ug/L		20	1360	1880	347	2110	1430	1490
Argent	ug/L		0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Arsenic	ug/L		2	5	6	<2	3	<2	3
Baryum	ug/L		20	177	1480	87	629	187	752
Béryllium	µg/L		1	3	3	<1	<1	1	<1
Cadmium	ug/L		1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chrome	ug/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cobalt	ug/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cuivre	ug/L		3	38	69	33	317	83	63
Fer	ug/L		35	2590	3670	720	2560	1670	2520
Manganèse	ug/L		2	1470	1850	281	886	739	729
Mercure	ug/L		0.2	<0.2	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Molybdène	ug/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Nickel	ug/L		10	<10	14	<10	<10	<10	21
Plomb	ug/L		1	5	9	4	27	7	11
Sélénium	ug/L		3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Uranium	µg/L		0.5	4.6	5.1	1.6	2.8	1.2	6.9
Zinc	ug/L		9	25	35	9	85	13	40

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes
6950749 À cause d'une contamination du blanc, la LDR pour le paramètre ZINC a été augmentée.

Préliminaire

Certifié par:

CHIMISTE Frédéric Drouin 2010-177 QUÉBEC

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
N° DE PROJET: 141-15758-32
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyse des Sols

Date du rapport:			DUPLICATA			MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE				BLANC FORTIFIÉ			ÉCH. FORTIFIÉ		
PARAMÈTRE	Lot	N° éch.	Dup #1	Dup #2	% d'écart	Blanc de méthode	% Récup.	Limites Inf.	Limites Sup.	% Récup.	Limites Inf.	Limites Sup.	% Récup.	Limites Inf.	Limites Sup.
Analyses inorganiques - WSP (15 métaux totaux + mercure)															
Aluminium	6955984		(3050)	(2790)	8.9	< 30	NA	80%	120%	101%	80%	120%	89%	70%	130%
Argent	6955984		<0.5	<0.5	0.0	< 0.5	106%	80%	120%	98%	80%	120%	101%	70%	130%
Arsenic	6955984		<1	<1	0.0	< 1	110%	80%	120%	106%	80%	120%	105%	70%	130%
Béryllium	6955984		<1	<1	0.0	< 1	108%	80%	120%	104%	80%	120%	100%	70%	130%
Cadmium	6955984		<0.5	<0.5	0.0	< 0.5	102%	80%	120%	98%	80%	120%	98%	70%	130%
Chrome	6955984		6	5	0.0	< 2	105%	80%	120%	101%	80%	120%	98%	70%	130%
Cobalt	6955984		3	3	0.0	< 2	105%	80%	120%	98%	80%	120%	100%	70%	130%
Cuivre	6955984		5	5	0.0	< 1	105%	80%	120%	99%	80%	120%	97%	70%	130%
Fer	6955984		NA	NA	NA	< 500	94%	80%	120%	101%	80%	120%	NA	70%	130%
Manganèse	6955984		74	72	1.8	< 10	99%	80%	120%	97%	80%	120%	95%	70%	130%
Mercure	6956637		<0.2	<0.2	0.0	< 0.2	111%	80%	120%	NA	80%	120%	123%	70%	130%
Molybdène	6955984		<1	<1	0.0	< 1	115%	80%	120%	100%	80%	120%	99%	70%	130%
Nickel	6955984		4	4	0.0	< 2	104%	80%	120%	97%	80%	120%	98%	70%	130%
Plomb	6955984		<5	<5	0.0	< 5	105%	80%	120%	98%	80%	120%	103%	70%	130%
Sélénium	6955984		<0.5	<0.5	0.0	< 0.5	99%	80%	120%	98%	80%	120%	99%	70%	130%
Zinc	6955984		30	27	10.8	< 5	103%	80%	120%	98%	80%	120%	97%	70%	130%
Analyses inorganiques (Sol)															
Soufre total	1	6950749	< 200	< 200	0.0	< 200	109%	80%	120%	97%	80%	120%	97%	80%	120%

Préliminaire

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
N° DE PROJET: 141-15758-32
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet

N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

Analyse de l'eau

Date du rapport:			DUPLICATA			MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE				BLANC FORTIFIÉ			ÉCH. FORTIFIÉ		
PARAMÈTRE	Lot	N° éch.	Dup #1	Dup #2	% d'écart	Blanc de méthode	% Récup.	Limites		% Récup.	Limites		% Récup.	Limites	
								Inf.	Sup.		Inf.	Sup.		Inf.	Sup.
Analyses inorganiques - Lixiviation à l'eau (CTEU-9)															
Fluorures lixivié	1	6950755	<10	<10	0.0	< 10	111%	80%	120%	115%	80%	120%	117%	80%	120%
Nitrites lixivié	1	6950755	< 0.5	< 0.5	0.0	< 0.5	NA	80%	120%	93%	80%	120%	94%	80%	120%
Nitrites - Nitrates lixivié	1	6950755	< 1.0	< 1.0	0.0	< 1.0	93%	80%	120%	97%	80%	120%	98%	80%	120%
Lixiviation Basses Limites - Métaux CTEU-9															
Aluminium	6950755	6950755	1110	1240	11.1	< 20	NA	80%	120%	101%	80%	120%	NA	80%	120%
Argent	6950755	6950755	< 0.3	< 0.3	0.0	< 0.3	NA	80%	120%	86%	80%	120%	NA	80%	120%
Arsenic	6950755	6950755	4	4	0.0	< 2	NA	80%	120%	96%	80%	120%	NA	80%	120%
Baryum	6950755	6950755	86	94	8.9	< 20	NA	80%	120%	95%	80%	120%	NA	80%	120%
Béryllium	6950755	6950755	1	1	0.0	< 1	NA	80%	120%	107%	80%	120%	NA	80%	120%
Cadmium	6950755	6950755	< 1	< 1	0.0	< 1	NA	80%	120%	98%	80%	120%	NA	80%	120%
Chrome	6950755	6950755	< 20	< 20	0.0	< 20	NA	80%	120%	99%	80%	120%	NA	80%	120%
Cobalt	6950755	6950755	< 20	< 20	0.0	< 20	NA	80%	120%	105%	80%	120%	NA	80%	120%
Cuivre	6950755	6950755	16	17.5	9.0	< 3	NA	80%	120%	96%	80%	120%	NA	80%	120%
Fer	6950755	6950755	847	837	1.2	< 35	NA	80%	120%	111%	80%	120%	NA	80%	120%
Manganèse	6950755	6950755	413	414	0.2	< 2	NA	80%	120%	110%	80%	120%	NA	80%	120%
Molybdène	6950755	6950755	< 20	< 20	0.0	< 20	NA	80%	120%	95%	80%	120%	109%	80%	120%
Nickel	6950755	6950755	< 10	< 10	0.0	< 10	NA	80%	120%	92%	80%	120%	NA	80%	120%
Plomb	6950755	6950755	3	2	NA	< 1	NA	80%	120%	103%	80%	120%	NA	80%	120%
Sélénium	6950755	6950755	< 3	< 3	0.0	< 3	NA	80%	120%	90%	80%	120%	NA	80%	120%
Uranium	6950755	6950755	1.5	1.5	0.0	< 0.5	NA	80%	120%	101%	80%	120%	NA	80%	120%
Zinc	6950755	6950755	10	11	9.5	< 9	NA	80%	120%	110%	80%	120%	NA	80%	120%

Préliminaire

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEFP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEFP.

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires
350, rue Franquet
Québec, Québec
CANADA G1P 4P3
TEL (418)266-5511
FAX (418)653-2335
http://www.agatlabs.com

Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: WSP CANADA INC.
N° BON DE TRAVAIL: 15Q017012
N° DE PROJET: 141-15758-32
À L'ATTENTION DE: Steve St-Cyr
PRÉLEVÉ PAR:Ben Paquet
LIEU DE PRÉLÈVEMENT:Mine Lac Jeanine

PARAMÈTRE	PRÉPARÉ LE	ANALYSÉ LE	AGAT P.O.N.	RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE	TECHNIQUE ANALYTIQUE
Analyse des Sols					
Soufre total	2015-09-16	2015-09-16	INOR-101-6056F	MA.310-CS 1.0	COMBUSTION
Aluminium	2015-09-14	2015-09-15	MET-161-6106F, 6108F, non accrédité MDDELCC	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Argent	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Arsenic	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Béryllium	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F, non accrédité MDDELCC	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Cadmium	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Chrome	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Cobalt	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Cuivre	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Fer	2015-09-15	2015-09-15	MET-161-6106F, 6108F, non accrédité MDDELCC	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Manganèse	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F, non accrédité MDDELCC	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Mercure	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6107F	EPA 245.5	VAPEUR FROIDE/AA
Molybdène	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Nickel	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Plomb	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Sélénium	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Zinc	2015-09-14	2015-09-14	MET-161-6106F, 6108F	MA. 200 - Mét 1.2	ICP/MS
Analyse de l'eau					
Fluorures lixivié	2015-09-22	2015-09-22	INOR-101-6059F	SM 4500C 21ed 2005	ÉLECTROMÉTRIE
Nitrites lixivié	2015-09-22	2015-09-22	INOR-101-6004F	MA. 300 - Ions 1.3	CHROMATO IONIQUE
Nitrites - Nitrates lixivié	2015-09-22	2015-09-22	INOR-101-6004F	MA. 300 - Ions 1.3	CHROMATO IONIQUE
Aluminium	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Argent	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Arsenic	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Baryum	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Béryllium	2015-09-14	2015-09-22	MET-101-6105F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Cadmium	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Chrome	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Cobalt	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Cuivre	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Fer	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Manganèse	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Mercure	2015-09-22	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	FIMS
Molybdène	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Nickel	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Plomb	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Sélénium	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Uranium	2015-09-14	2015-09-22	MET-101-6105F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS
Zinc	2015-09-14	2015-09-22	INOR-101-6001F	MA.100-Lix.com.1.1	ICP/MS

Préliminaire

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse.

AGAT Laboratoires

350 rue Franquet
Quebec City, QC
G1P 4P3
fr.agatlabs.com

Chaîne de traçabilité • Environnement

Tél.: 418.266.5511 • Téléc.: 418.653.2335

À l'usage exclusif du laboratoire
Température à l'arrivée: 5°C
Bon de travail AGAT: 15Q017012
Notes:

Information du client
Compagnie : WSP canada inc.
Adresse : 5355 Boul. des Gradins
Québec (QC.) G2J 1C8 Canada
Téléphone : 418-623-7066 Téléc. :
Projet : 141-15758-32
Lieu de prélèvement : Mine Inc Jeanine
Prélevé par : Ben Paquet

Rapport envoyé à
1. Nom: selve St-cyr
Courriel: steve.st.cyr@wspgroup.com
2. Nom:
Courriel:

Format de rapport
☐ Portrait — *un échantillon par page*
☐ Paysage — *plusieurs échantillons/page*
☐ Un échantillon par bon de travail

Délais d'analyse requis (jours ouvrables)
Environnemental: Régulier: ☐ 5 à 7 jours; Urgent: ☐ < 12 heures ☐ 24 heures ☐ 48 heures ☐ 72 heures
Haute Résolution: Régulier: ☐ 10 à 15 jours; Urgent: ☐ < 10 jours
Date Requise: (a/m/j)

Facturé à Même adresse : ☑ Oui ☐ Non
Compagnie :
Contact :
Courriel :
Adresse :
Bon de commande : Soumission :

Critères à respecter
☐ PRTC ☐ Eau consom. ☐ RQEP ☐ RESC
☐ CCME ☐ Eau résurg. ☐ Autre :

LES ÉCHANTILLONS REÇUS APRÈS 16 H SERONT ENREGISTRÉS COMME ÉTANT REÇUS LE JOUR OUVRABLE SUIVANT.

Commentaires:

Matrice (légende)
S Sol — B Boue — ES Eau de surface
SL Solide — EU Eau usée — EF Effluent
SE Sédiment — ST Eau souterraine — AF Affluent
EP Eau potable (Note pour réseau : Veuillez fournir votre formulaire MDDEFP) — A Air

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON | DATE DE PRÉLÈVEMENT | MATRICE | NOMBRE DE CONTENANTS | BTEX ☐ | HAM ☐ | COV: HAC-HAM ☐ | THM ☐ | PHC F2 | Hydrocarbures pétroliers C10-C50 | HCRE | Chlorophénols ☐ | Phénols ☑ | BPC : Congénères ☐ | Aroclor ☐ | Styrène ☐ | Glycols ☐ | Formaldéhyde | Huiles et graisses | Minérales ☐ | Tox. ☐ | Pesticides (spécifier) : | Phénols (CG-MS) ☐ | Indice : Indice phénol (4AAP) ☐ | 6 métaux (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) | 13 métaux | Eau ☐ | Sol ☐ | Métaux (spécifier): | Mercure ☐ | Sélénium ☐ | Sol ☐ | Eau ☐ | Durcissement | Bicarbonates ☐ | Alcalinité ☐ | Ions ☐ | Ions ☐ | Sulfures ☐ | Bromures ☐ | Cyanures : Totaux ☐ | Disponibles ☐ | Oxydables ☐ | DCO ☐ | Total ☐ | Soluble ☐ | NH$_3$ ☐ | NTK ☐ | NO$_2$ + NO$_3$ ☐ | Solides : totaux ☐ | Dissous ☐ | MES ☐ | Soufre total - Sol ☐ | Soufres - Eau ☐ | Nitrate dissous filtrés au laboratoire : | Chrome hexavalent ☐ | pH ☐ | Absorbance UV ☐ | Couleur ☐ | Turbidité ☐ | DBO$_5$ ☐ | DBO$_5$ Carbonée ☐ | NO$_2$ ☐ | PO$_4$ ☐ | E.coli ☐ | Coliformes : Totaux ☐ | Fécaux ☐ | Microbiologie (autre) : | HR/MS : PCDD/PCDF ☐ | HAP ☐ | BPC ☐ | CMM 2008-47 | Salinité ☐ | Fluvial ☐ | RMD ☐ | REIMR art. ☐ | LIXIVIATION CTEU-9 ** |
|---|---|---

AGAT Laboratoires

350 rue Franquet
Quebec City, QC
G1P 4P3
fr.agatlabs.com

Chaîne de traçabilité • Environnement

Tél.: 418.266.5511 • Téléc.: 418.653.2335

À l'usage exclusif du laboratoire
Température à l'arrivée:
Bon de travail AGAT:
Notes:

Information du client
Compagnie : WSP canada inc.
Adresse : 5355 Boul. des Gradins
Québec (QC.) G2J 1C8 Canada
Téléphone : 418-623-7066 Téléc. :
Projet : 141-15758-32
Lieu de prélèvement : Mine lac Jeanine
Prélevé par : Ben Paquet

Rapport envoyé à
1. Nom: steve St-cyr
Courriel: steve.st.cyr@wspgroup.com
2. Nom:
Courriel:

Format de rapport
☐ **Portrait** *un échantillon par page*
☐ **Paysage** *plusieurs échantillons/page*
☐ Un échantillon par bon de travail

Délais d'analyse requis (jours ouvrables)
Environnemental: Régulier: ☐ 5 à 7 jours; Urgent: ☐ < 12 heures ☐ 24 heures ☐ 48 heures ☐ 72 heures
Haute Résolution: Régulier: ☐ 10 à 15 jours; Urgent: ☐ < 10 jours
Date Requise:

Facturé à Même adresse : ☑ Oui ☐ Non
Compagnie :
Contact :
Courriel :
Adresse :
Bon de commande : Soumission :

Critères à respecter
☐ PRTC ☐ Eau consom. ☐ RQEP ☐ RESC
☐ CCME ☐ Eau résurg. ☐ Autre :

LES ÉCHANTILLONS REÇUS APRÈS 16 H SERONT ENREGISTRÉS COMME ÉTANT REÇUS LE JOUR OUVRABLE SUIVANT.

Commentaires:

Matrice (légende)
S Sol; B Boue; ES Eau de surface
SL Solide; EU Eau usée; EE Effluent
SE Sédiment; ST Eau souterraine; AF Affluent
EP Eau potable (Note pour réseau : Veuillez fournir votre formulaire MDDEFP); A Air

| IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON | DATE DE PRÉLÈVEMENT | MATRICE | NOMBRE DE CONTENANTS | BTEX ☐ | HAM ☐ | COV: HAC-HAM ☐ | THM ☐ | HAP ☐ | Hydrocarbures pétroliers C10-C50 | ACR ☐ | Chlorobenzènes ☐ | Phtalates ☐ | BPC : Congénères ☐ | Aroclor ☐ | Extractible acidique ☐ | Glycols ☐ | Formaldéhyde | Huiles et graisses : Minérales ☐ | Totales ☐ | Pesticides (spécifier) : | Dioxines (OCDD) ☐ | 6 métaux (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) | 13 Métaux (Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cr, Co, Cu, Sn, Mo, Ni, Se, Ag, Tl, U, V, Zn) ☐ | Métaux (spécifier): | Mercure ☐ | Sélénium Sol ☐ | Acidalinité ☐ | Alcalinité ☐ | Chlorure ☐ | Cyanures : Totaux ☐ | DCO ☐ | Phénols ☐ | NH$_3$ ☐ | NTK ☐ | NO$_2$ + NO$_3$ ☐ | Sulfates ☐ | Sulfures : Totaux ☐ | MES ☐ | Soufre total - Sol ☐ | Métaux dissous filtrés au laboratoire | Chrome hexavalent ☐ | Absorbance UV ☐ | DBO$_5$ ☐ | NO$_2$ ☐ | Coliformes : Totaux ☐ | Microbiologie (autre) | HR/MS : PCDD/PCDF ☐ | CMM 2008-47 : Samarre ☐ | RMD ☐ | pH ☐ | Couleur ☐ | DBO$_5$ Carbonée ☐ | NO$_3$ ☐ | o-PO$_4$ ☐ | E.coli ☐ | HAP ☐ | Pluvial ☐ | REMR art. | Turbidité ☐ | Bromures ☐ | Oxydables ☐ | Disponibles ☐ | Fluorures ☐ | Sulfures ☐ | Sulfures - Eau ☐ | Bassins ☐ | BPC ☐ | COURT DÉLAI DE CONSERVATION | LIXIVIATION CTEU-9 ** |
|---|---|---

ANNEXE

C

AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE SUR L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

PROJET 2045 - MINE DE MONT-WRIGHT

AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE SUR L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

DÉCEMBRE 2016

WSP

PROJET 2045 - MINE DE MONT-WRIGHT

AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE SUR L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c.

Version finale – R02

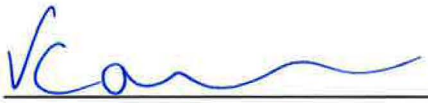
Projet nº : 141-15758-32
Date : Décembre 2016

WSP Canada Inc.
1175, boulevard Lebourgneuf, bureau 300
Québec (Québec) G2K 0B4

Téléphone : 418-780-0878
Télécopieur : 418-780-4182
www.wspgroup.com

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Vincent Cormier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 5059748

Simon Nolin, ing., M. Sc.
N° OIQ : 137105

Etienne Cormier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 143460

RÉVISÉ PAR

Etienne Cormier, ing., M. Sc.
N° OIQ : 143460

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

RÉVISION N°	PRÉPARÉ POUR	DATE
Préliminaire	ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c.	18 février 2016
Finale	ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c.	22 avril 2016
Finale - R01	ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c.	28 octobre 2016
Finale - R02	ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c.	21 décembre 2016

ÉQUIPE DE RÉALISATION

ARCELORMITTAL EXPLOITATION MINIÈRE CANADA S.E.N.C.

Directeur Projets environnementaux et parcs à résidus	Sébastien Moreau, ing.
Conseillère III – Protection de l'environnement	Julie Gravel, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargé de projet – hydraulique	Etienne Cormier, ing., M. Sc.
Comité de révision	François Groux, ing., Master Génie de l'Eau
Ingénieurs de projet	Simon Nolin, ing., M. Sc. Vincent Cormier, ing., M. Sc.
Dessins conceptuels	Kevin Laroche, tech.
Relevés et cartographie	Alexandre Paradis, tech.
Relevés	Sylvain Paquet, tech. François Sabourin, tech.
Traitement de texte et édition	Nancy Paquet, adj. administrative

Référence à citer :

WSP. 2016. *Projet 2045 - Mine de Mont-Wright - Aménagement hydraulique sur l'émissaire du lac Jeannine.* Rapport de WSP Canada Inc. à ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c. 63 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

2 AMÉNAGEMENTS À L'ÉTUDE 3

3 MESURES AU SITE 5

3.1 PREMIÈRE CAMPAGNE 5

3.2 DEUXIÈME CAMPAGNE 6

3.3 TROISIÈME CAMPAGNE 6

3.4 DONNÉES RECUEILLIES 6

4 HYDROLOGIE 11

4.1 BASSINS VERSANTS À L'ÉTUDE 11

4.2 DÉBITS DE CRUE 11

4.2.1 MÉTHODOLOGIE 11

4.2.1.1 MÉTHODE RATIONNELLE 11

4.2.1.2 ANALYSE RÉGIONALE 12

4.2.1.3 ANALYSE FRÉQUENTIELLE 15

4.2.1.4 FACTEUR DE POINTE 15

4.2.2 RÉSULTATS 15

4.3 DÉBITS D'ÉTIAGE 16

4.3.1 MÉTHODOLOGIE 16

4.3.2 RÉSULTATS 17

4.4 DÉBITS MOYENS ANNUELS 17

4.4.1 MÉTHODOLOGIE 17

4.4.2 RÉSULTATS 19

4.5 RÉSUMÉ 19

5 REPROFILAGE DU COURS D'EAU 21

5.1 MÉTHODOLOGIE 21

5.1.1 HYDRAULIQUE 21

5.2 CRITÈRES DE CONCEPTION 21

5.2.1 HYDROLOGIE 21

5.2.2 ENROCHEMENT DE PROTECTION 21

5.2.3 AMÉNAGEMENT FAUNIQUE 22

5.2.4 PONCEAU 22

5.3 CONCEPT RETENU 22

5.3.1 CARACTÉRISTIQUES DU PONCEAU 23

6 SEUILS EN ENROCHEMENT 25

6.1 LOCALISATION 25

6.2 CRITÈRES DE CONCEPTION 25

6.2.1 HYDROLOGIE 25

6.2.2 GÉOMÉTRIE DES SEUILS 25

6.2.2.1 HAUTEUR DES SEUILS 25

6.2.2.2 ÉCHANCRURES 26

6.2.2.3 HAUTEUR DE CHUTE 26

6.2.2.4 CALIBRE D'ENROCHEMENT ET PENTES LATÉRALES DES SEUILS 29

6.2.2.5 PROTECTION EN ENROCHEMENT DES BERGES 29

6.2.2.6 SYNTHÈSE 29

7 OUVRAGES DE RETENUE POUR LA CRÉATION D'UN LAC ... 55

7.1 CRITÈRE DE CONCEPTION 55

7.1.1 HYDROLOGIE 55

7.1.2 CAPACITÉ HYDRAULIQUE DES PONCEAUX EXISTANT AU DROIT DE LA 389 55

7.1.2.1 DIGUE N^{O} 1 55

7.1.2.2 DIGUE N^{O} 4 57

7.1.3 NIVEAU DE CONSÉQUENCES 58

7.1.4 CRUE DE SÉCURITÉ 59

7.1.5 REVANCHE 59

7.1.6 NIVEAU D'EXPLOITATION 60

7.2 DIGUES ET APPAREIL D'ÉVACUATION 60

7.2.1 DIGUE N^{O} 1 60

7.2.2 DIGUE N^{O} 2 61

7.2.3 DIGUE N^{O} 3 62

7.2.4 DIGUE N^{O} 4 62

7.2.5 PASSE MIGRATOIRE DE LA DIGUE N^{O} 1 63

7.2.6 LIMITE DE CONCEPTION 63

7.3 TAUX DE RENOUVELLEMENT 63

TABLEAUX

TABLEAU 3-1 CARACTÉRISTIQUES DES PONCEAUX SOUS LA ROUTE 389. 5

TABLEAU 3-2 CARACTÉRISTIQUES DES PONCEAUX SOUS LA ROUTE 389 AU SUD DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE. 5

TABLEAU 3-3 RÉSUMÉ DES DÉBITS MESURÉS ET ESTIMÉS ENTRE JUIN ET OCTOBRE 2015. 9

TABLEAU 4-1 CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS VERSANTS À L'ÉTUDE. 11

TABLEAU 4-2 DÉBITS DE CRUES POUR LES BASSINS REP, AMONT, AVAL, T1 ET LAC. 16

TABLEAU 4-3 DÉBITS D'ÉTIAGE À CHACUN DES SITES À L'ÉTUDE. 17

TABLEAU 4-4 DÉBIT MOYEN AUX STATIONS AVOISINANTES SUR LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE ET LA PÉRIODE HISTORIQUE. 18

TABLEAU 4-5 DÉBIT MOYEN ANNUEL À CHACUN DES SITES À L'ÉTUDE. 19

TABLEAU 4-6 RÉSUMÉ DES DÉBITS À CHACUN DES SITES À L'ÉTUDE. 20

TABLEAU 5-1 DÉBITS DE CRUES POUR LE SECTEUR DU REPROFILAGE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE. 21

TABLEAU 5-2 CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES DIFFÉRENTES SECTIONS DU COURS D'EAU REPROFILÉ. 23

TABLEAU 5-3 CARACTÉRISTIQUES DU PONCEAU LOCALISÉ AU CHAINAGE 0+420 DU COURS D'EAU PROPOSÉ. 23

TABLEAU 6-1 DÉBITS DE CONCEPTION DES SEUILS PRÉVUS. 25

TABLEAU 6-2 CARACTÉRISTIQUES DE CHACUN DES SEUILS DANS L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE. 30

TABLEAU 6-3 ESTIMATION DE LA SUPERFICIE ET DU VOLUME D'EAU RETENUE EN AMONT DE CHACUN DES SEUILS AU DÉBIT D'ÉTIAGE, AU DÉBIT MOYEN ANNUEL ET EN CRUE 2 ANS. 31

TABLEAU 6-4 ESTIMATION DE LA PROFONDEUR MOYENNE ET MAXIMUM EN AMONT DE CHACUN DES SEUILS AU DÉBIT D'ÉTIAGE, AU DÉBIT MOYEN ANNUEL ET EN CRUE 2 ANS. 32

TABLEAU 7-1 DÉBITS UTILISÉS POUR LA CONCEPTION. 55

TABLEAU 7-2 CAPACITÉ HYDRAULIQUE EN CONDITIONS ACTUELLES DES PONCEAUX AU DROIT DE LA ROUTE 389 EN AVAL DIGUE N^{O} 1. 57

TABLEAU 7-3 CAPACITÉ HYDRAULIQUE EN CONDITIONS FUTURES DES PONCEAUX AU DROIT DE LA ROUTE 389 EN AVAL DIGUE N^{O} 1. 57

TABLEAU 7-4 CAPACITÉ HYDRAULIQUE EN CONDITIONS ACTUELLES DU PONCEAU AU DROIT DE LA ROUTE 389 EN AVAL DIGUE N^{O} 4. 58

TABLEAU 7-5 CAPACITÉ HYDRAULIQUE EN CONDITIONS ACTUELLES DU PONCEAU AU DROIT DE LA ROUTE 389 EN AVAL DIGUE N^{O} 4. 58

TABLEAU 7-6 CARACTÉRISTIQUES DE LA DIGUE N^{O} 1. 61

TABLEAU 7-7 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉVACUATEUR DE LA DIGUE N^{O} 1. 61
TABLEAU 7-8 CARACTÉRISTIQUES DE LA DIGUE N^{O} 2. 61
TABLEAU 7-9 CARACTÉRISTIQUES DE LA DIGUE N^{O} 3. 62
TABLEAU 7-10 CARACTÉRISTIQUES DE LA DIGUE N^{O} 4. 62
TABLEAU 7-11 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉVACUATEUR DE LA DIGUE N^{O} 4. 62
TABLEAU 7-12 CARACTÉRISTIQUES DE LA PASSE MIGRATOIRE LORS DE SON FONCTIONNEMENT AU NIVEAU D'EXPLOITATION DU LAC (477,0 M). 63

FIGURES

FIGURE 3-1 HAUTEURS D'EAU ET DE PRÉCIPITATIONS ENREGISTRÉES ENTRE JUIN ET OCTOBRE 2015. 6
FIGURE 3-2 DÉBITS ET PRÉCIPITATIONS MESURÉS ENTRE JUIN ET OCTOBRE 2015. 9
FIGURE 4-1 DÉBITS SPÉCIFIQUES MESURÉS À LA SONDE 3 (LAC) ET À LA STATION GODBOUT SUR LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE EN 2015. 19
FIGURE 6-1 CONCEPT D'ÉCHANCRURE DANS LES SEUILS FAUNIQUES. 26

CARTES

CARTE 3-1 ÉTAT DES LIEUX ET LOCALISATION DES SONDES À NIVEAU ET DU PLUVIOMÈTRE. 7
CARTE 4-1 LIMITE DES DIFFÉRENTS BASSINS VERSANTS DU SITE À L'ÉTUDE. 13
CARTE 6-1 LOCALISATION DES SEUILS. 27
CARTE 6-2 LIMITE D'INFLUENCE ET ZONES INONDÉES DIRECTEMENT EN AMONT DES SEUILS EN ENROCHEMENT AU DÉBIT MOYEN ET AU DÉBIT DE RÉCURRENCE 1:2 ANS (1 DE 3). 33
CARTE 6-3 LIMITE D'INFLUENCE ET ZONES INONDÉES DIRECTEMENT EN AMONT DES SEUILS EN ENROCHEMENT AU DÉBIT MOYEN ET AU DÉBIT DE RÉCURRENCE 1:2 ANS (2 DE 3). 34
CARTE 6-4 LIMITE D'INFLUENCE ET ZONES INONDÉES DIRECTEMENT EN AMONT DES SEUILS EN ENROCHEMENT AU DÉBIT MOYEN ET AU DÉBIT DE RÉCURRENCE 1:2 ANS (3 DE 3). 35
CARTE 6-5 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT D'ÉTIAGE (1 DE 3). 37

CARTE 6-6 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT D'ÉTIAGE (2 DE 3). 39
CARTE 6-7 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT D'ÉTIAGE (3 DE 3). 41
CARTE 6-8 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT MOYEN (1 DE 3). 43
CARTE 6-9 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT MOYEN (2 DE 3). 45
CARTE 6-10 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT MOYEN (3 DE 3). 47
CARTE 6-11 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT DE CRUE 2 ANS (1 DE 3). 49
CARTE 6-12 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT DE CRUE 2 ANS (2 DE 3). 51
CARTE 6-13 PROFONDEUR D'EAU EN AMONT DES SEUILS : DÉBIT DE CRUE 2 ANS (3 DE 3). 53
CARTE 7-1 LIMITE DU LAC AMÉNAGÉ AU NIVEAU D'EXPLOITATION DE 477,0 M ET PROFONDEUR D'EAU. 56

ANNEXES

ANNEXE A **DESSINS CONCEPTUELS – REPROFILAGE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE**
ANNEXE B **DESSINS CONCEPTUELS – SEUILS EN ENROCHEMENT**
ANNEXE C **DESSINS CONCEPTUELS – OUVRAGES DE RETENUE POUR LA CRÉATION D'UN LAC**
ANNEXE D **DESSINS CONCEPTUELS – PASSE MIGRATOIRE DE LA DIGUE 1**

1 INTRODUCTION

ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c. doit entreprendre divers aménagements ayant trait à la gestion des résidus miniers, de l'eau et des stériles au complexe minier de Mont-Wright près de Fermont dans le but d'assurer la pérennité des opérations jusqu'à la fin du plan minier actuellement en vigueur jusqu'en 2045 (Projet 2045). Dans le cadre du Projet 2045, un agrandissement des aires de stockage est nécessaire puisque les superficies actuellement autorisées pour l'entreposage des stériles et des résidus ne sont pas suffisantes pour maintenir les opérations jusqu'à la fin de vie de la mine de Mont-Wright.

La nature du territoire à l'étude et les contraintes imposées par les milieux naturel et humain font en sorte qu'il est impossible d'éviter un empiètement du nouveau parc à résidus envisagé sur un ou plusieurs cours et plans d'eau naturels abritant des populations de poissons. Des empiètements dans des plans ou cours d'eau où vivent des espèces de poissons surviendront et les pertes de productivité qui en découleront devront donc être compensées. Par ailleurs, le futur parc à résidus entraînera également des pertes au niveau des milieux humides. WSP Canada Inc. (WSP) a donc été mandatée afin d'élaborer un programme de compensation (pour le futur parc ainsi que pour l'agrandissement du parc actuel) couvrant à la fois l'habitat du poisson et les milieux humides qui sera déposé respectivement auprès du ministère de Pêches et Océans Canada (MPO) et du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Une campagne de terrain a été menée à l'été 2014 dans le but de trouver des avenues de compensation locales concernant l'habitat du poisson. Toutefois, les pistes potentielles ne sont pas suffisantes pour combler l'ensemble des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides. L'ancien site minier du lac Jeannine (site orphelin) a donc été ciblé pour répondre à cette exigence.

L'ensemble du concept proposé pour le site minier vise une approche globale afin de restaurer le parc à résidus et compenser les pertes associées au projet de Mont-Wright concernant l'habitat du poisson et les milieux humides. Les travaux proposés sont localisés entre l'ancien site minier et la route régionale 389.

Ce rapport présente les concepts retenus des ouvrages hydrauliques permettant de compenser les pertes associées au projet de Mont-Wright.

2 AMÉNAGEMENTS À L'ÉTUDE

Le premier objectif est d'empêcher que les résidus miniers du parc ne puissent continuer à s'éroder et à migrer vers les cours d'eau et plans d'eau avoisinants. Lorsque le parc à résidus sera stabilisé, il est prévu de restaurer l'émissaire du lac Jeannine et de rehausser le niveau d'eau dans la série de lacs (maintenant comblés) en aval du parc afin de permettre, dans un premier temps, la franchissabilité par le poisson et également de pouvoir recréer des écosystèmes stables et productifs, par la restauration des habitats aquatiques et des milieux humides. À proximité de la route régionale 389, il est proposé de créer un lac d'environ 70 ha.

Pour atteindre ces objectifs, la séquence des travaux devra être exécutée de l'amont vers l'aval et les interventions proposées sont les suivantes :

- la stabilisation du parc à résidus, dans les portions propices à l'érosion, et la végétalisation de l'ensemble de sa superficie;
- reprofiler le cours d'eau au droit de la halde à stériles, sur le tronçon où l'eau s'écoule actuellement au travers du sol et sous la halde à stériles (tronçon REP);
- mettre en place des bassins de sédimentation sur le tributaire T1 de manière à capter les sédiments ruisselés en provenance du parc à résidus (tronçon T1);
- créer des habitats fauniques pour l'ichtyofaune sur le cours principal de l'émissaire du lac Jeannine en rehaussant les niveaux d'eau à l'aide de seuils en enrochement (tronçons AMONT et AVAL);
- créer un lac artificiel dans la partie aval du bassin versant, en amont de la route 389, ayant pour principal objectif de créer des habitats fauniques (tronçon LAC).

Ce rapport présente les concepts des seuils de retenue dans l'émissaire du lac Jeannine, des digues de retenue et ouvrages d'évacuation pour la réalisation du lac projeté et le reprofilage et la restauration de l'émissaire du lac Jeannine au pied de la halde à stériles. Les critères de conception sont présentés ainsi que des dessins conceptuels illustrant l'ensemble des ouvrages.

Pour simplifier les identifications et les calculs hydrologiques, le cours d'eau à l'étude est divisé en cinq tronçons : tronçon REP, AMONT, AVAL, T1 et LAC.

3 MESURES AU SITE

WSP a réalisé des mesures hydrologiques en continu sur l'émissaire du lac, entre le 20 juin et le 22 octobre 2015 (125 jours). Trois sondes à niveau (sondes 1, 2 et 3) et un pluviomètre ont été mis en place en juin puis récupérés en octobre. La Carte 3-1 présente la localisation des appareils de mesure. Les emplacements des sondes sont :

- sonde 1 : directement en amont de la halde à stériles;
- sonde 2 : directement en aval de la halde à stériles;
- sonde 3 : au droit de la route 389.

Au total, trois campagnes ont été effectuées par WSP dans le secteur de l'émissaire du lac Jeannine. Les activités réalisées lors de ces visites sont : installation et opération de sondes à niveau et d'un pluviomètre, mesures ponctuelles du débit du cours d'eau (jaugeages) et relevés d'arpentages.

3.1 PREMIÈRE CAMPAGNE

La première campagne de mesures a été réalisée en juin 2015. Lors de celle-ci, les sondes à niveau et le pluviomètre ont été installés et des jaugeages ont été effectués au droit de chacune des sondes. Des relevés topographiques ont aussi été réalisés dans le secteur du cours d'eau à reprofiler (tronçon REP) et les ponceaux sous la route 389 au droit de l'émissaire du lac Jeannine et plus au sud de celui-ci ont été relevés. Le Tableau 3-1 et le Tableau 3-2 présentent les caractéristiques de ces ponceaux.

Tableau 3-1 Caractéristiques des ponceaux sous la route 389.

NUMÉRO DU PONCEAU	DIAMÈTRE (m)	ÉLÉVATION DU RADIER AMONT (m)	LONGUEUR (m)	PENTE (%)	ÉLÉVATION DE LA ROUTE (m)
1	2,0	464,60	24	2,04	467,55
2	2,0	464,60	23,93	2,17	
3	2,0	464,62	23,96	2,17	
4	2,0	464,28	23,97	1,50	

Tableau 3-2 Caractéristiques des ponceaux sous la route 389 au sud de l'émissaire du lac Jeannine.

NUMÉRO DU PONCEAU	DIAMÈTRE (m)	ÉLÉVATION DU RADIER AMONT (m)	LONGUEUR (m)	PENTE (%)	ÉLÉVATION DE LA ROUTE (m)
1	1,4	456,27	22	1,80	458,60*
2	1,4	456,35	22*	1,80*	

* *Valeurs approximatives.*

3.2 DEUXIÈME CAMPAGNE

La deuxième campagne de terrain s'est déroulée en août 2015. Lors de cette campagne, des jaugeages ont été réalisés au droit des trois sondes et un relevé de la ligne d'eau a été effectué dans l'émissaire du lac Jeannine (tronçons AMONT et AVAL) ainsi que dans le tributaire contournant le parc à résidu (tronçon T1). Les données des sondes ont aussi été récupérées lors de la visite.

3.3 TROISIÈME CAMPAGNE

La troisième campagne de terrain s'est déroulée en octobre 2015. Lors de celle-ci, des jaugeages ont été effectués au droit des trois sondes et les appareils de mesure (pluviomètre et sondes) ont été récupérés.

3.4 DONNÉES RECUEILLIES

Les données de hauteur d'eau et de précipitation enregistrées par les sondes et le pluviomètre sont présentées à la Figure 3-1.

Les données des sondes et les jaugeages ponctuels ont été analysés puis combinés afin d'estimer une relation « niveau-débit » pour chacune des sondes. À la suite de ce travail, les données de niveaux d'eau ont été transformées en une série temporelle de débits. Pour la sonde 2, les données recueillies n'ont pas permis de définir une relation satisfaisante entre le niveau et le débit. Par conséquent, cette sonde n'a pas été retenue dans les analyses hydrologiques. La Figure 3-2 présente les débits mesurés aux sondes 1 et 3. Le Tableau 3-3 résume les débits mesurés par chacune des sondes.

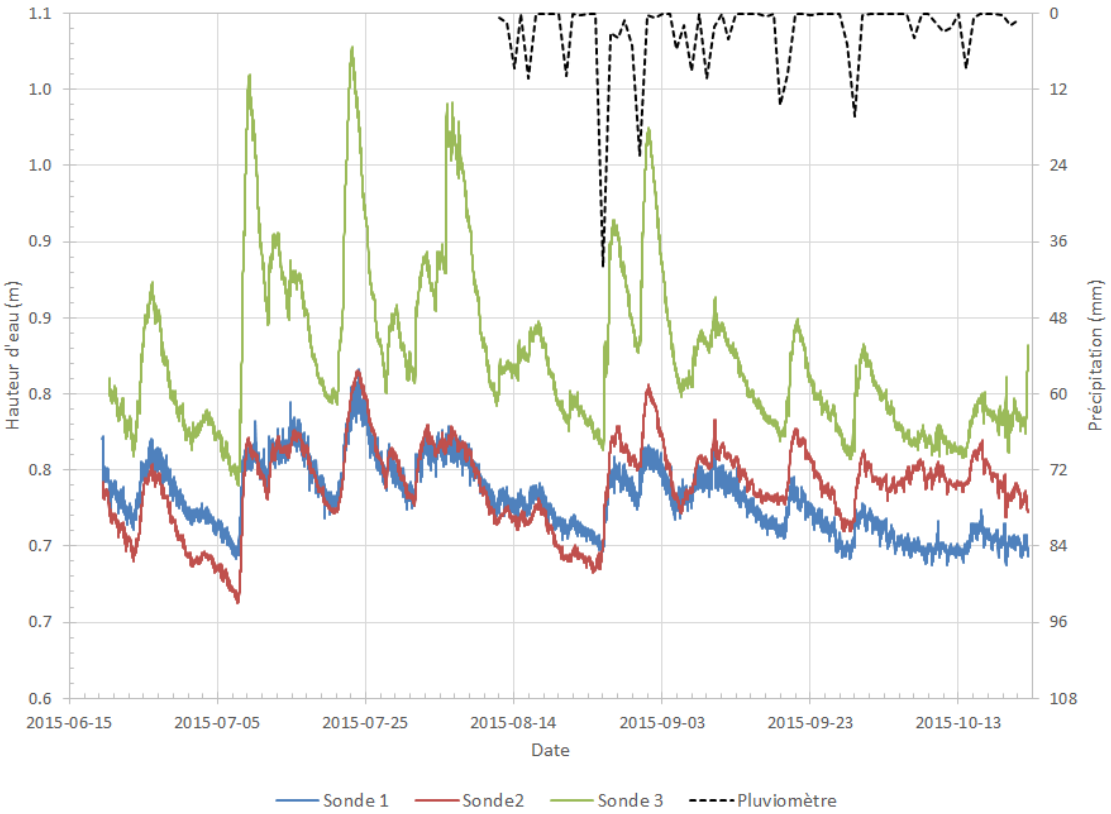


Figure 3-1 Hauteurs d'eau et de précipitations enregistrées entre juin et octobre 2015.

Labrador
Wabush
Fermont
Site à l'étude
Sept-Îles
Baie-Comeau
Fleuve Saint-Laurent
Rimouski
Amqui
Tadoussac
0
100
200 km
N
Lac des Débâcles
Lac Jeannine
Fosse 2
Fosse 1
Sonde 1
Halde à stériles
Sonde 2
Pluviomètre
Parc à résidus
Tributaire T1
Émissaire du lac Jeannine
389
Lac du Gneiss Tacheté
Sonde 3
Émissaire du lac Jeannine
bing
ArcelorMittal
Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides
Ancien site minier du lac Jeannine
État des lieux et localisation des sondes à niveau et pluviomètre
0 250 500 750 1 000 m
MTM, fuseau 6, NAD83
Sources :
-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto
Fichier WSP : 141-15758-32_C3-1_Loc_Inst.mxd
Carte 3-1
Novembre 2016
141-15758-32
WSP

Tableau 3-3 Résumé des débits mesurés et estimés entre juin et octobre 2015.

SONDE	SUPERFICIE DRAINÉE (km²)	DÉBIT MESURÉ (m³/s)			DÉBIT ESTIMÉ* (m³/s)	
		Campagne 1 (19 juin 2015)	Campagne 2 (10 août 2015)	Campagne 3 (22 oct. 2015)	Maximum sur la période**	Moyen sur la période**
1	29,3	1,0	1,0	0,7	1,2	0,9
2	32,9	1,1	0,9	0,7	N/D	N/D
3	68,8	1,5	2,3	1,8	4,2	2,4

* *En utilisant la relation « niveau-débit ».*
** *Période du 20 juin au 22 octobre 2015.*

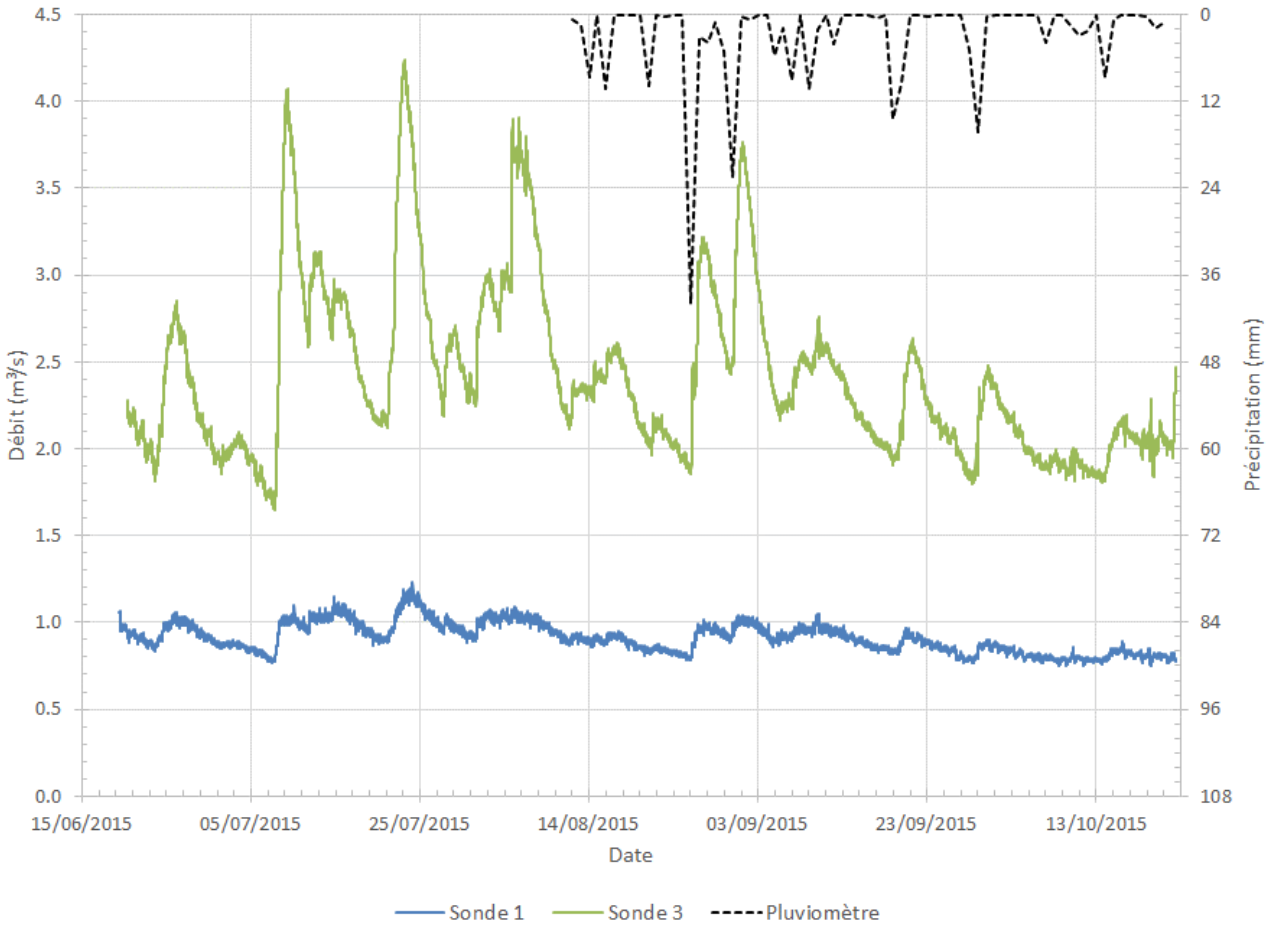


Figure 3-2 Débits et précipitations mesurés entre juin et octobre 2015.

4 HYDROLOGIE

4.1 BASSINS VERSANTS À L'ÉTUDE

La Carte 4-1 présente la délimitation des bassins versants à l'étude : bassins REP, AMONT, AVAL, T1 et LAC. Le bassin REP correspond au territoire drainé en amont de la section de cours d'eau pour laquelle des travaux de reprofilage sont requis. Le bassin AMONT, correspond au bassin versant de l'émissaire du lac Jeannine directement en amont de l'embouchure du tributaire T1. Le bassin AVAL, correspond au territoire drainé directement en amont du lac projeté. Le bassin T1 correspondant au bassin versant total du tributaire T1. Le bassin LAC correspond au territoire se drainant dans le lac projeté. Le Tableau 4-1 présente les caractéristiques de chacun des bassins.

Le bassin REP correspond au territoire drainé à la sonde 1. Le bassin LAC correspond au territoire drainé à la sonde 3.

Le relief des bassins versants est vallonneux et plusieurs lacs et zones humides se trouvent à l'intérieur de ceux-ci, dont le lac Jeannine. Le couvert est principalement forestier, sauf pour l'ancien site minier comprenant le parc à résidus et les haldes à stériles, où le couvert est composé de matériaux granulaires sans végétation.

Tableau 4-1 Caractéristiques des bassins versants à l'étude.

BASSIN	SUPERFICIE DRAINÉE (km²)	PENTE MOYENNE DU BASSIN (%)	SUPERFICIE DES LACS ET MARÉCAGES (km²)
REP	29,3	7,8	2,9
AMONT	36,0	6,5	3,0
AVAL	54,7	4,4	3,7
T1	11,8	7,7	0,3
LAC	68,8	5,3	3,9

4.2 DÉBITS DE CRUE

4.2.1 MÉTHODOLOGIE

Trois méthodes ont été considérées pour l'estimation des débits de crues au site à l'étude : la méthode rationnelle, l'analyse régionale et l'analyse fréquentielle. Chacune de ces méthodes est brièvement décrite ci-dessous.

4.2.1.1 MÉTHODE RATIONNELLE

La méthode rationnelle, dans sa version présentée par le ministère des Transports du Québec (MTQ, 2004), a été utilisée pour estimer les débits de crues pour les bassins REP et T1. La méthode n'a pas été utilisée pour estimer les débits de crues des autres bassins, car leur superficie drainée est significativement supérieure à limite d'application de la méthode rationnelle (25 km²). L'équation de base de la méthode rationnelle est la suivante :

$$Q = 0{,}278 * C * F_L * I * A$$

Où :

Q est le débit de pointe (m^3/s), C est le coefficient de ruissellement de pointe, F_L est un coefficient de laminage, I est l'intensité des précipitations (mm/h) et A est la superficie du bassin versant (km^2).

Le coefficient de ruissellement C a été calculé en tenant compte de la nature du sol, du couvert forestier et de la pente. La nature du sol a été déterminée à partir de la carte des dépôts de surface et la pente moyenne du bassin versant à partir des cartes topographiques à l'échelle 1 :50 000.

Le coefficient de laminage F_L reproduit l'effet de laminage des crues par les milieux humides et les lacs. Il atténue la pointe de l'hydrogramme de ruissellement en tenant compte de la proportion des lacs et des marécages présents sur le bassin versant, ainsi que de leur localisation à l'intérieur du bassin.

Les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) proviennent de la station météorologique Gagnon A (7 042 590) située à environ 13 km au nord du site à l'étude. Les données à cette station sont disponibles entre 1966 et 1985. La durée des précipitations est fonction du temps de concentration de chaque bassin versant.

Afin de tenir compte des changements climatiques, les débits de pointe ont été majorés de 18 %, tel que recommandé par le MTQ (2004).

4.2.1.2 ANALYSE RÉGIONALE

La méthode de régionalisation des crues développée par Anctil et al. (1998) a été utilisée pour la présente étude. Selon cette méthode, les débits de crue sont déterminés en multipliant le débit de crue moyen (moyenne des maximums annuels) par des quantiles normalisés régionaux de crue associés à différentes récurrences.

Puisque la crue moyenne des cours d'eau étudiés n'est pas connue, une estimation du débit (Q) a été calculée à l'aide de l'équation proposée par Messier *et al*. (2007) pour des bassins versants de petite taille (de 10 km^2 à 360 km^2) :

$$Q_{\text{crue moyenne}} = 0{,}84\ A^{0{,}79}$$

où :

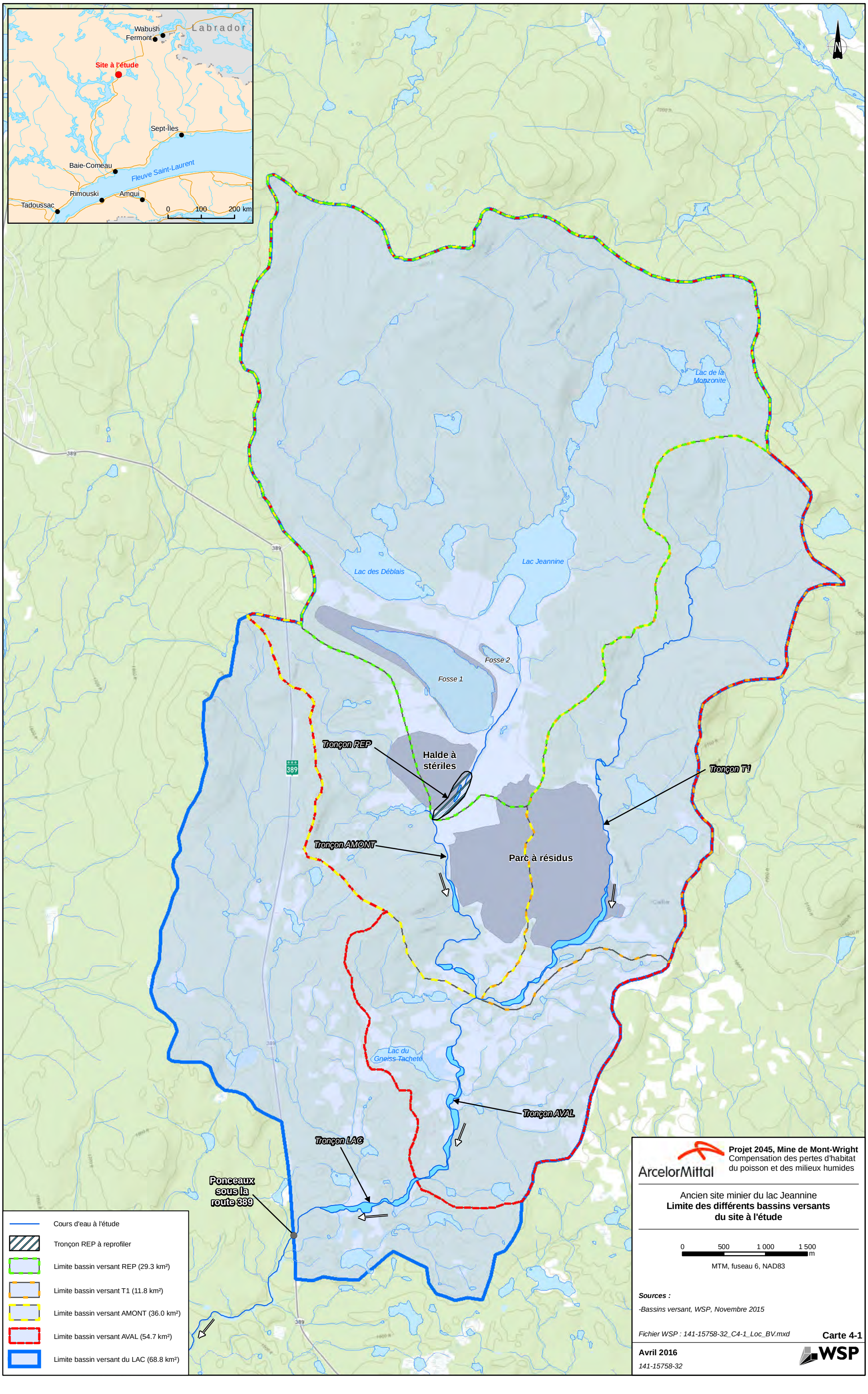
A est l'aire du bassin versant (km^2).

Cependant, cette équation ne tient pas compte des particularités du bassin versant, telles que la pente du terrain et le laminage par les lacs et marécages, lesquels couvrent une superficie non négligeable dans le secteur à l'étude. Elle pourrait donc avoir tendance à surestimer le débit de la crue moyenne dans la zone d'étude.

L'estimation du débit de crue pour différentes périodes de retour (Qt) est finalement basée sur l'équation suivante :

$$Qt = \text{Quantile normalisé régional t} * Q \text{ crue moyenne}$$

Le résultat issu de l'application de la méthode régionale est une estimation du débit moyen journalier de la crue. Pour obtenir les débits maximums instantanés (les pointes pouvant survenir durant la journée), il est habituellement nécessaire de majorer le débit journalier par un facteur de pointe. Ce facteur de pointe est typiquement plus élevé pour les bassins versants de petite taille et dont la pente est forte, car ceux-ci réagissent plus rapidement aux précipitations. Toutefois, considérant le potentiel de laminage des crues par les lacs et marécages à l'intérieur des bassins versants à l'étude (négligé par l'analyse régionale), aucun facteur de pointe n'a été appliqué afin de ne pas surestimer davantage l'amplitude de la crue instantanée.


Labrador
Wabush
Fermont
Site à l'étude
Sept-Îles
Baie-Comeau
Fleuve Saint-Laurent
Rimouski
Amqui
Tadoussac
0
100
200 km
N
Lac de la Monzonite
Lac des Déblais
Lac Jeannine
Fosse 2
Fosse 1
Tronçon REP
Halde à stériles
Tronçon T1
Tronçon AMONT
Parc à résidus
Lac du Gneiss Tacheté
Tronçon AVAL
Tronçon LAC
Ponceaux sous la route 389
389
Cours d'eau à l'étude
Tronçon REP à reprofiler
Limite bassin versant REP (29.3 km²)
Limite bassin versant T1 (11.8 km²)
Limite bassin versant AMONT (36.0 km²)
Limite bassin versant AVAL (54.7 km²)
Limite bassin versant du LAC (68.8 km²)
ArcelorMittal
Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides
Ancien site minier du lac Jeannine
Limite des différents bassins versants du site à l'étude
0
500
1 000
1 500
m
MTM, fuseau 6, NAD83
Sources :
-Bassins versant, WSP, Novembre 2015
Fichier WSP : 141-15758-32_C4-1_Loc_BV.mxd
Carte 4-1
Avril 2016
141-15758-32
WSP

4.2.1.3 ANALYSE FRÉQUENTIELLE

L'analyse fréquentielle consiste à calculer les crues statistiques à partir d'une série temporelle de débits mesurés sur le terrain durant une longue période (habituellement supérieure à 10 ans). Dans le cas présent, puisque l'émissaire du lac Jeannine n'est pas jaugé et qu'aucune série historique de débits n'est disponible pour le bassin versant à l'étude, il est nécessaire de calculer les crues statistiques à partir des données d'une station située sur un bassin versant voisin (station de référence) puis de transposer ces valeurs au site à l'étude, en appliquant le ratio de superficie des bassins versants.

La station de référence retenue est la station 072201 qui était en opération sur la rivière des Rapides entre 1947 et 1983. Cette station hydrométrique est celle située la plus près du site à l'étude dont la superficie drainée (557 km²) se rapproche le plus des bassins versants de la zone à l'étude et dont la quantité de données est suffisante.

La station des Rapides (072201) a été choisie pour le calcul des crues statistiques sur l'émissaire du lac Jeannine malgré le fait que son régime d'écoulement est dit « influencé mensuellement ». Selon toute vraisemblance, cette influence mensuelle ne modifierait pas les débits lors des événements individuels de crue dont la durée est inférieure à un mois. À l'opposé, le régime influencé de la rivière modifierait les débits d'étiage et c'est pourquoi la station des Rapides n'a pas été retenue pour le calcul des débits d'étiage (section 4.3).

Une transposition de bassin versant a ensuite été effectuée afin de transférer les données de la station 072201 vers les sites à l'étude sur l'émissaire du lac Jeannine. Un facteur de pointe a par la suite été appliqué aux débits journaliers afin d'obtenir les valeurs de débits maximaux instantanés. Le logiciel HYFRAN, développé par l'Institut national de recherche scientifique (INRS, 2002), a été utilisé pour effectuer l'analyse fréquentielle à partir d'une série hydrologique. Les lois de distribution les plus couramment utilisées pour l'analyse de fréquence d'évènements de crue extrêmes, d'après le Conseil national de recherches du Canada (CNRC, 1990), sont : Pearson de type III, Gumbel, Normale et la loi générale des valeurs extrêmes (GEV). Parmi toutes ces distributions, celle présentant le meilleur ajustement à l'échantillon a été retenue dans les analyses.

4.2.1.4 FACTEUR DE POINTE

Le facteur de pointe permet de calculer un débit maximal instantané à partir d'un débit moyen journalier d'une crue reliée à une période de retour. Cependant, étant donné la présence de plusieurs lacs à l'intérieur des bassins versants à l'étude (causant un effet de laminage de crue), aucun facteur de pointe n'a été utilisé dans la présente analyse.

4.2.2 RÉSULTATS

Le Tableau 4-2 résume les débits de crues obtenus par la méthode rationnelle, l'analyse régionale et l'analyse fréquentielle sur chacun des bassins versants à l'étude.

Les résultats obtenus montrent que les débits calculés par l'analyse régionale sont toujours plus élevés que ceux calculés avec les deux autres méthodes, et ce, même si aucun facteur de pointe n'a été utilisé dans le calcul par analyse régionale. De plus, dans son estimation des débits, l'analyse régionale utilise des données d'autres stations hydrométriques de la région ayant des superficies beaucoup plus élevées que celle de la rivière des Rapides. Dans ce contexte, l'analyse régionale n'est pas retenue dans le cadre de la présente étude.

Pour le bassin REP, les débits calculés par la méthode rationnelle et l'analyse fréquentielle sont similaires. Par contre, pour le bassin T1, les débits calculés par la méthode rationnelle sont supérieurs à

ceux de l'analyse fréquentielle, ce qui s'explique en partie par l'utilisation d'un facteur de majoration (+18 %) selon la méthode rationnelle.

La méthode d'estimation des débits de crue retenue pour tous les bassins versants dans le cadre de l'étude est l'analyse fréquentielle.

Tableau 4-2 Débits de crues pour les bassins REP, AMONT, AVAL, T1 et LAC.

BASSIN/ TRONÇON	SUPERFICIE DRAINÉE (km²)	RÉCURRENCE	MÉTHODE RATIONNELLE		ANALYSE RÉGIONALE		ANALYSE FRÉQUENTIELLE*	
			DÉBIT (m³/s)	DÉBIT SPÉCIFIQUE (l/s/ha)	DÉBIT (m³/s)	DÉBIT SPÉCIFIQUE (l/s/ha)	DÉBIT (m³/s)	DÉBIT SPÉCIFIQUE (l/s/ha)
REP	29,3	2	10,0	3,4	11,4	3,9	**7,1**	2,4
		10	14,2	4,9	17,8	6,1	**13,2**	4,5
		25	16,3	5,6	20,9	7,1	**16,4**	5,6
		100	17,8	6,1	25,6	8,7	**21,3**	7,3
AMONT	36,0	2	--	--	13,4	3,7	**8,7**	2,4
		10	--	--	20,9	5,8	**16,2**	4,5
		25	--	--	24,6	6,8	**20,2**	5,6
		100	--	--	30,1	8,4	**26,2**	7,3
AVAL	54,7	2	--	--	18,7	3,4	**13,3**	2,4
		10	--	--	29,1	5,3	**24,6**	4,5
		25	--	--	34,3	6,3	**30,7**	5,6
		100	--	--	41,9	7,7	**39,8**	7,3
T1	11,8	2	5,0	4,2	5,6	4,7	**2,9**	2,4
		10	7,1	6,0	8,7	7,3	**5,3**	4,5
		25	8,1	6,9	10,2	8,6	**6,6**	5,6
		100	8,9	7,5	12,5	10,6	**8,6**	7,3
LAC	68,8	2	--	--	22,0	3,3	**16,7**	2,4
		10	--	--	34,2	5,1	**31,0**	4,5
		25	--	--	40,3	6,0	**38,6**	5,6
		100	--	--	49,2	7,3	**50,1**	7,3

* *Méthode retenue pour l'estimation des débits de crue dans le cadre de l'étude.*

4.3 DÉBITS D'ÉTIAGE

4.3.1 MÉTHODOLOGIE

Les étiages des cours d'eau québécois surviennent habituellement à deux périodes durant l'année : 1° en hiver, alors que les précipitations tombent sous forme solide et ruissellent très peu pour alimenter les cours d'eau et 2° en été, alors que surviennent des périodes de sécheresse plus ou moins longues. De manière générale, sur le territoire de la province de Québec, les étiages hivernaux sont plus sévères que les étiages estivaux.

Afin d'offrir un portrait des étiages québécois, le CEHQ a calculé les débits d'étiage de plusieurs cours d'eau jaugés du Québec (CEHQ, 2005). Trois valeurs ont été estimées par le CEHQ à plusieurs stations hydrométriques pour la période annuelle et estivale (1er juin au 31 octobre) :

- $Q_{2,7}$: débit d'étiage de récurrence 2 ans calculé sur une plage de 7 jours consécutifs;
- $Q_{10,7}$: débit d'étiage de récurrence 10 ans calculé sur une plage de 7 jours consécutifs;
- $Q_{5,30}$: débit d'étiage de récurrence 5 ans calculé sur une plage de 30 jours consécutifs.

Les débits spécifiques d'étiage annuel de la station 072302 sur la rivière aux Pékans ont été retenus pour la présente étude. Cette station a été utilisée puisqu'elle est située à proximité du site à l'étude (à environ 90 km à vol d'oiseau), possède une série d'enregistrement assez longue (16 ans) et les débits d'étiage à cette station ont été calculés par le CEHQ. La station des Rapides (072201) n'a pas été retenue dans les calculs, car son régime d'écoulement est "influencé mensuellement" ce qui influence probablement les débits en période d'étiage. De plus, les débits d'étiage à cette station n'ont pas été calculés par le CEHQ.

Les débits spécifiques d'étiage à la station 072302 (aux Pékans) sont : 4,1 L/s/km³ ($Q_{2,7}$ annuel), 2,7 L/s/km² ($Q_{10,7}$ annuel) et 3,3 L/s/km² ($Q_{5,30}$ annuel). Les débits d'étiage à chacun des sites à l'étude sur l'émissaire du lac Jeannine ont été estimés en multipliant le débit spécifique d'étiage par la superficie du bassin à l'étude.

Pour fins de comparaison, les débits spécifiques à la station 072201 (des Rapides) ont été estimés par WSP : 2,5 L/s/km³ ($Q_{2,7}$ annuel), 1,4 L/s/km² ($Q_{10,7}$ annuel) et 2,0 L/s/km² ($Q_{5,30}$ annuel). Ces débits sont significativement inférieurs aux valeurs retenues dans la présente étude.

4.3.2 RÉSULTATS

Le Tableau 4-3 présente les débits d'étiage à chacun des sites à l'étude.

Tableau 4-3 Débits d'étiage à chacun des sites à l'étude.

BASSIN/TRONÇON	SUPERFICIE DRAINÉE (km²)	$Q_{2,7}$ ANNUEL (m³/s)	$Q_{10,7}$ ANNUEL (m³/s)	$Q_{5,30}$ ANNUEL (m³/s)
REP	29,3	0,12	0,08	0,10
AMONT	36,0	0,15	0,10	0,12
AVAL	54,7	0,22	0,15	0,18
T1	11,8	0,05	0,03	0,04
LAC	68,8	0,28	0,19	0,23

4.4 DÉBITS MOYENS ANNUELS

4.4.1 MÉTHODOLOGIE

Les données enregistrées par les sondes sur l'émissaire du lac Jeannine couvrent uniquement la période entre le 20 juin et le 22 octobre 2015 (période de référence de 125 jours). Il est n'est donc pas possible d'estimer le débit moyen annuel du cours d'eau uniquement à partir de ces données partielles. Afin d'estimer cette valeur, la méthode suivante a été utilisée :

- identification d'une station hydrométrique de référence à proximité du site à l'étude dont le régime d'écoulement est naturel, qui possède des mesures durant la période de référence et qui possède une longue série d'enregistrement (période historique supérieure à 15 ans);

- calcul du débit moyen annuel de la station sur la période historique;
- comparaison des débits mesurés au site et à la station sur la période de référence et calage de l'équation simplifiée suivante pour le débit moyen sur la période de référence :

$$Q_{Site} = A * \left(Q_{Ref}\right)^{1.0}$$

Où :

Qsite est le débit au site sur l'émissaire du lac Jeannine, Qref est le débit de la station de référence et A est un coefficient de transfert.

- calcul du débit annuel au site en utilisant l'équation précédente et le débit moyen annuel de la station de référence.

Le Tableau 4-4 présente les débits moyens sur la période de référence et sur la période historique d'enregistrement aux stations Moisie (072301), Magpie (073503), Godbout (071401), aux Pékans (072302) et des Rapides (072201). La station retenue pour le calcul du débit moyen annuel est la station Godbout, car il s'agit de la station possédant des mesures durant la période de référence et ayant la plus petite superficie de bassin versant; c'est-à-dire la plus près des bassins versants à l'étude.

La Figure 4-1 présente les débits spécifiques mesurés à la sonde 3 (LAC) et à la station Godbout sur la période de référence. Malgré la différence de taille et l'éloignement des bassins versants, un certain synchronisme dans les pointes de crue est observé, surtout aux mois de juin et juillet.

Le coefficient A calculé à partir des données de la rivière Godbout sur la période de référence est de 0,067.

Tableau 4-4 Débit moyen aux stations avoisinantes sur la période de référence et la période historique.

NUMÉRO	NOM DE LA STATION	SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (km²)	RÉGIME D'ÉCOULEMENT	PÉRIODE HISTORIQUE D'ENREGISTREMENT	DÉBIT MOYEN SUR LA PÉRIODE			
					DE RÉFÉRENCE*		HISTORIQUE	
					(m³/s)	(L/s/km²)	(m³/s)	(L/s/km²)
072301	Moisie	19 012	Naturel	1965 à aujourd'hui	484	25,5	408	21,5
073503	Magpie	7 201	Naturel	1978 à aujourd'hui	220	30,5	163	22,6
071401**	Godbout	1 577	Naturel	1974 à aujourd'hui	36	22,8	42	26,6
072302	aux Pékans	3 390	Naturel	1965-1982	N/D	N/D	76	22,4
072201	Des Rapides	557	Influencé mensuellement	1947-1983	N/D	N/D	16	29,3

** 20 juin au 22 octobre 2015.*
*** Station de référence retenue pour le calcul du débit moyen annuel.*
N/D : Valeur non disponible.

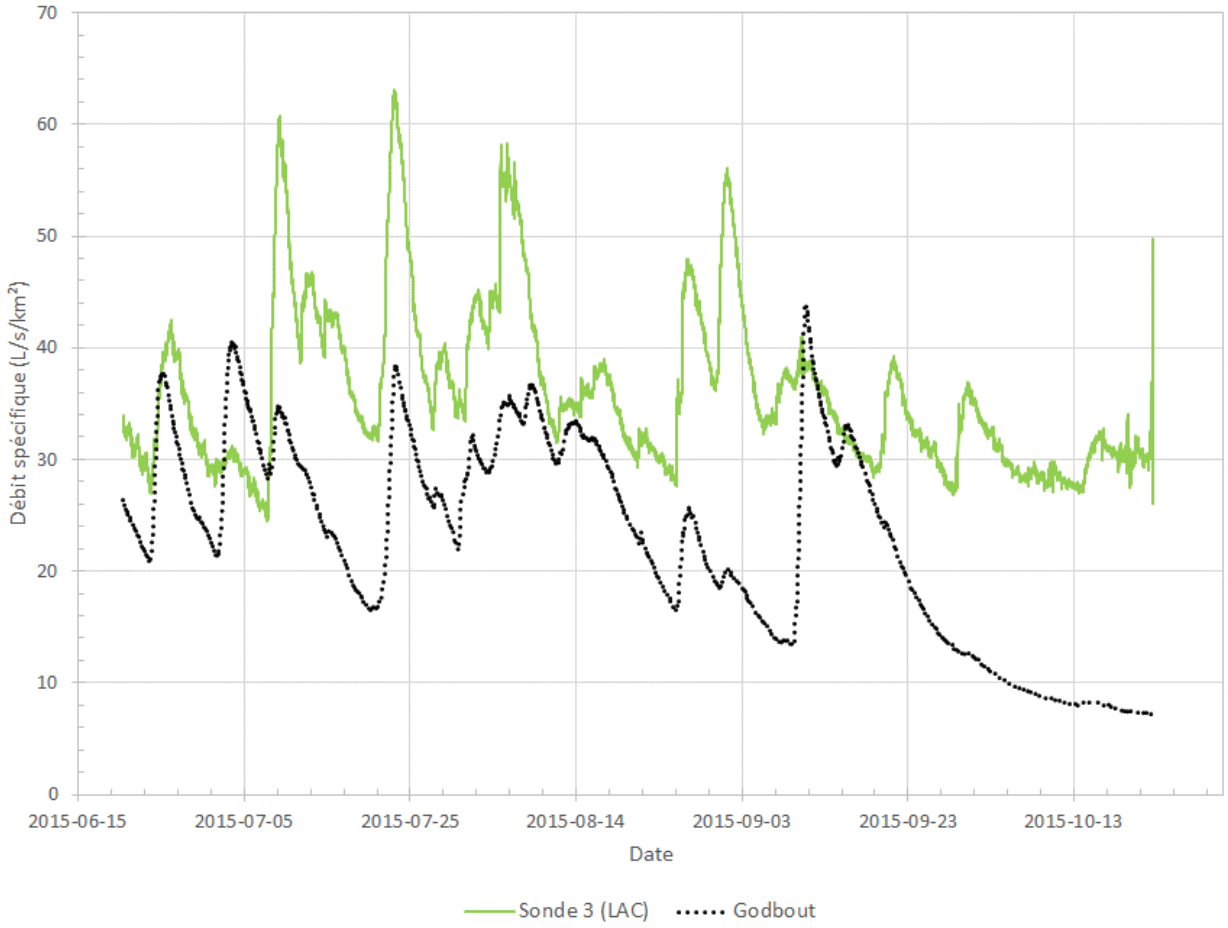


Figure 4-1 Débits spécifiques mesurés à la sonde 3 (LAC) et à la station Godbout sur la période de référence en 2015.

4.4.2 RÉSULTATS

Le Tableau 4-5 présente le débit moyen annuel estimé à chacun des sites à l'étude.

Tableau 4-5 Débit moyen annuel à chacun des sites à l'étude.

BASSIN/TRONÇON	SUPERFICIE DRAINÉE (km²)	DÉBIT MOYEN ANNUEL (m³/s)
REP	29,3	1,2
AMONT	36,0	1,5
AVAL	54,7	2,3
T1	11,8	0,5
LAC	68,8	2,8

4.5 RÉSUMÉ

Le Tableau 4-6 résume les débits calculés à chacun des sites (débit d'étiage $Q_{2,7}$, débit moyen annuel et crue 2 ans).

Tableau 4-6 Résumé des débits à chacun des sites à l'étude.

BASSIN/TRONÇON	SUPERFICIE DRAINÉE (km^2)	DÉBIT D'ÉTIAGE $Q_{2,7}$ (m^3/s)	DÉBIT MOYEN ANNUEL (m^3/s)	CRUE 2 ANS (m^3/s)
REP	29,3	0,12	1,2	7,1
AMONT	36,0	0,15	1,5	8,7
AVAL	54,7	0,22	2,3	13,3
T1	11,8	0,05	0,5	2,9
LAC	68,8	0,28	2,8	16,7

5 REPROFILAGE DU COURS D'EAU

Une portion de l'émissaire du lac Jeannine est hydrauliquement discontinue et s'écoule sous la halde à stériles. Afin d'assurer une continuité hydraulique sur toute la longueur de l'émissaire et pour permettre le libre passage du poisson, ce tronçon de cours d'eau doit être reprofilé et restauré. Cette section présente la méthodologie, les critères de conception et le concept retenu pour réaliser ce nouveau tronçon.

Les plans comprenant le tracé proposé du cours et des coupes types des sections transversales de celui-ci sont présentés à l'annexe A.

5.1 MÉTHODOLOGIE

5.1.1 HYDRAULIQUE

Pour évaluer la capacité hydraulique du nouveau tronçon de l'émissaire du lac Jeannine, le modèle d'écoulement HEC-RAS (USACE, 2008) a été employé. Ce logiciel permet de déterminer les niveaux et les vitesses moyennes à chaque section, et ce, pour tous les débits considérés. Ce logiciel est un outil reconnu pour la simulation des conditions hydrauliques en rivière. HEC-RAS évalue les pertes de charge dues à la friction, à la contraction et à l'expansion de l'écoulement entre chacune des sections.

5.2 CRITÈRES DE CONCEPTION

5.2.1 HYDROLOGIE

Le Tableau 5-1 présente les débits de crues dans le secteur du reprofilage de l'émissaire du lac Jeannine ainsi que les débits d'étiage et moyen retenus pour la conception. Le débit de crue retenu pour la conception est de récurrence 25 ans.

Tableau 5-1 Débits de crues pour le secteur du reprofilage de l'émissaire du lac Jeannine.

RÉCURRENCE	DÉBIT (m^3/s)
2	7,1
10	13,2
25	**16,4**
100	21,3
Débit moyen	1,2
Débit d'étiage $Q_{2,7}$	0,12

5.2.2 ENROCHEMENT DE PROTECTION

L'enrochement de protection sur les rives et le littoral est essentiel pour assurer la pérennité de l'ensemble de l'ouvrage et permet d'éviter des détériorations telles que les défauts d'affouillement, d'érosion et de soulèvement aux endroits où les vitesses d'écoulement sont élevées. Le Manuel de conception des ponceaux (MTQ, 2004) a été utilisé pour sélectionner le calibre et l'épaisseur de l'enrochement de protection à mettre en place dans le cours d'eau.

5.2.3 AMÉNAGEMENT FAUNIQUE

Des seuils en enrochement seront mis en place dans la nouvelle section de l'émissaire du lac Jeannine. Ces seuils serviront principalement à diminuer les vitesses et améliorer l'habitat faunique. Dans la première section du cours d'eau à reprofiler, la pente est assez importante et les vitesses d'écoulement générées sont élevées. La mise en place de seuils à bassins successifs permettra de diminuer les vitesses d'écoulement et de faciliter le passage du poisson. Les seuils permettront aussi de créer une retenue d'eau en amont de ceux-ci, d'améliorer l'oxygénation des eaux et de diversifier l'habitat de l'omble de fontaine aux endroits où l'écoulement est uniforme.

Les seuils sont formés de blocs de roches ensevelis au 2/3 de leur diamètre et sont disposés de façon à créer une échancrure au centre du seuil. La hauteur de chute est limitée à 0,3 m afin de permettre le passage de l'omble de fontaine. Les seuils sont espacés aux 9 m dans la première section du cours d'eau à reprofiler (0+000 à 0+250) alors qu'ils sont espacés aux 15 m dans la troisième section du cours d'eau reprofilé (0+800 à 0+968).

Le plan 04-05\0001C009 de l'annexe A présente les détails de ces seuils.

5.2.4 PONCEAU

Une traverse de cours d'eau est prévue au chainage approximatif 0+420 pour permettre la traverse du chemin d'accès existant. Le ponceau existant devra être démantelé. Ce ponceau a été modélisé à l'aide du logiciel HEC-RAS afin de définir les dimensions lui permettant de passer le débit de conception ($Q_{25\ ans}$).

Pour cette traverse de cours d'eau où il y aura présence de poisson, les recommandations du MPO pour les traverses de cours d'eau de moins de 25 m doivent être prises en considération. L'approche privilégiée par le MPO pour les cours d'eau ayant un potentiel pour la montaison du poisson est l'approche par simulation de cours d'eau, regroupant les critères de conception suivants :

- pente du ponceau inférieure à 3 %;
- enfouissement minimal de 20 % de la hauteur pour un ponceau rectangulaire afin de reconstituer un lit de cours d'eau à l'intérieur du ponceau. Le lit du cours d'eau reconstitué devrait résister à la crue centennale;
- la largeur du ponceau devrait être au minimum égale à 0,8 fois la largeur du débit plein bord (LDPB).

5.3 CONCEPT RETENU

Le cours d'eau actuel est intermittent sur sa partie amont, entre la halde à stériles et le parc à résidus, jusqu'à ce qu'il atteigne le pied de la halde à stériles où l'écoulement est entièrement situé sous celle-ci. Le tracé proposé est semblable à celui du cours d'eau actuel sur sa portion amont jusqu'à ce que celui-ci devienne entièrement souterrain. Le tracé proposé rejoint l'émissaire du lac Jeannine en aval en suivant le pied de talus de la halde à stériles. Le tracé proposé du cours d'eau est présenté au plan 04-05\0001C008 de l'annexe A.

Le tracé proposé du cours d'eau reprofilé est divisé en trois sections distinctes caractérisées par des pentes différentes et des aménagements fauniques spécifiques afin de favoriser le passage du poisson. Les principales caractéristiques de ces trois sections sont présentées au Tableau 5-2.

Tableau 5-2 Caractéristiques principales des différentes sections du cours d'eau reprofilé.

RÉCURRENCE	SECTION 1	SECTION 2	SECTION 3
Longueur (m)	250	550	200
Chainage (m)	0+000 – 0+250	0+250 – 0+800	0+800 – 0+968
Pente longitudinale (%)	3,2	0,7	2,0
Forme de section	Trapézoïdale avec chenal d'étiage	Trapézoïdale avec chenal d'étiage	Trapézoïdale avec chenal d'étiage
Pente latérale (m/m)	1.5H:1V à 2H:1V	2H:1V	2H:1V
Largeur minimale (m)	2,0	3,0	5
Vitesse maximale d'écoulement (m/s)	2,2	1,6	2,1
Enrochement (mm)	200-300	100-200	200-300
Épaisseur (mm)	500	300	500
Type d'aménagement	Rampe en empierrement à bassins successifs	Aucun aménagement spécifique	Rampe en empierrement à bassins successifs

5.3.1 CARACTÉRISTIQUES DU PONCEAU

Les caractéristiques du ponceau permettant de passer la crue de conception (période de retour de 25 ans) et respectant les critères de conception du MPO sont présentées au Tableau 5-3.

Tableau 5-3 Caractéristiques du ponceau localisé au chainage 0+420 du cours d'eau proposé.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Type	Rectangulaire en béton armé préfabriqué (PBA)
Hauteur (mm)	2 500
Largeur (mm)	4 000
Pente (%)	0,7
Enfouissement (mm)	500

6 SEUILS EN ENROCHEMENT

6.1 LOCALISATION

Afin de créer des habitats fauniques sur le cours principal de l'émissaire du lac Jeannine, il est prévu rehausser localement les niveaux d'eau actuels à l'aide de seuils en enrochement sur les tronçons AMONT et AVAL. De la même façon, des seuils en enrochement sont aussi prévus sur le tronçon T1 afin de créer des bassins de sédimentation pour capter les sédiments ruisselés qui pourraient provenir du parc à résidus.

La position des seuils en rivière a été déterminée en se basant sur les données topographiques LiDAR et sur les relevés d'arpentage réalisés par WSP en août 2015. Chaque seuil a été positionné de manière à créer un habitat faunique (ou un bassin de sédimentation) le plus grand possible grâce à un ouvrage le moins haut possible.

La Carte 6-1 présente la localisation des seuils en rivière sur le tronçon AVAL (seuils fauniques 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 et 10), sur le tronçon AMONT (seuils fauniques 11, 12, 16, 17, 19 et 21) et sur le tronçon T1 (seuils de sédimentation 25, 28 et 29).

6.2 CRITÈRES DE CONCEPTION

6.2.1 HYDROLOGIE

Le Tableau 6-1 présente une synthèse des débits utilisés pour la conception des seuils. Les débits associés à chacun des seuils correspondent aux débits du tronçon sur lequel il est situé (tronçon AMONT, AVAL ou T1).

Tableau 6-1 Débits de conception des seuils prévus.

DÉBIT	DÉBIT (m^3/s) SUR LE TRONÇON		
	AMONT	AVAL	T1
Débit moyen annuel	**1,5**	**2,3**	**0,5**
Débit d'étiage Q2,7	**0,15**	**0,22**	**0,05**
Crue 2 ans	**8,7**	**13,3**	**2,9**

6.2.2 GÉOMÉTRIE DES SEUILS

La section suivante présente la géométrie des seuils à aménager et les critères de conception qui ont mené à celle-ci. La géométrie des seuils est aussi présentée au dessin 04-05\0001C003 de l'annexe B qui comprend la coupe type des seuils avec vue en plan typique.

6.2.2.1 HAUTEUR DES SEUILS

La hauteur des seuils a été optimisée pour maximiser l'influence de ceux-ci en amont tout en limitant leur l'envergure. De plus, les seuils ont été classés à « faible contenance » au sens de la *Loi sur la sécurité des barrages* (LSB). Les critères pour être classés dans cette catégorie sont les suivants :

- barrage de 1 m ou plus dont la capacité de retenue est inférieure à 1 000 000 m³;
- seuil d'une hauteur entre 2 et 2,5 m dont le volume retenu est moins de 1 000 000 m³;
- seuil d'une hauteur entre 2,5 et 7,5 m dont le volume retenu est moins de 30 000 m³.

La hauteur des seuils proposés varie entre 0,9 et 1,3 m et la capacité de retenue est toujours inférieure à 1 000 000 m³. Tous les seuils proposés sont donc à « faible contenance ».

La seule disposition particulière pour les barrages à faible contenance est que des plans et devis des ouvrages, préparés par un ingénieur, doivent être fournis au MDDELCC avant la construction et la modification de ceux-ci. Ainsi, aucune inspection et étude d'évaluation de la sécurité ne sont requises pendant l'exploitation des ouvrages.

Ces barrages seront tout de même inscrits au registre des barrages tenu par le MDDELCC.

6.2.2.2 ÉCHANCRURES

La Figure 6-1 présente le concept d'évacuation des seuils fauniques (sur les tronçons AMONT et AVAL) qui est composé de deux échancrures. La première (la plus large) permet d'évacuer le débit moyen lorsque le niveau d'eau en amont est égal à l'élévation de la crête du seuil. La seconde échancrure permet d'obtenir une lame d'eau minimum de 200 mm en conditions d'étiage ($Q_{2,7}$) et ainsi assurer le passage du poisson.

La largeur de la première échancrure est de 5 m et sa profondeur varie entre 200 et 300 mm. Les pentes latérales de celle-ci sont de 3H:1V. La profondeur de la seconde échancrure est de 200 mm, sa largeur à la base est de 0,5 m et ses pentes latérales sont de 3H:1V.

Pour un débit supérieur au débit moyen annuel, l'eau déverse sur la crête du seuil sur une largeur contrôlée.

Les seuils des bassins de sédimentation (seuils 25, 28 et 29) sur le tronçon T1 ne comportent aucune échancrure. Il s'agit uniquement d'ouvrages en enrochement avec un niveau fixe en crête.

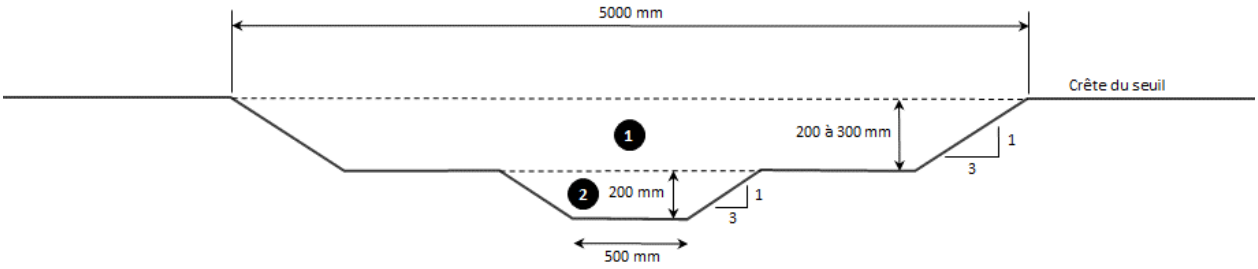


Figure 6-1 Concept d'échancrure dans les seuils fauniques.

6.2.2.3 HAUTEUR DE CHUTE

La hauteur de chute correspond au dénivelé entre le niveau d'eau amont du seuil et le début du coursier aval. Dans tous les cas, celle-ci est d'environ 20 cm. La pente du coursier aval a été diminuée à 10H:1V (10 %) pour faciliter et permettre le passage de l'omble de fontaine. Par exemple, si la pente aval avait été fixée à 3H:1V (33%), la hauteur de chute, correspondant à la différence d'élévation des niveaux d'eau amont et aval dans ce cas, aurait été supérieure à 20 cm et le passage de l'omble de fontaine n'aurait pas été assuré.

Seuil 21
Émissaire du lac Jeannine
Parc à résidus
Seuil 19
Seuil 17
Seuil 16
Seuil 12
Seuil 29
Seuil 11
Seuil 28
Seuil 10
Tributaire T1
Seuil 25
Seuil 9
Lac du Gneiss Tacheté
Seuil 7
Seuil 5
Seuil 4
Seuil 3
Émissaire du lac Jeannine
Seuil 2
Seuil 1
Seuil 0

Tronçons	Seuils
Amont	11, 12, 16, 17, 19, et 21
Aval	0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 et 10
T1	25, 28 et 29

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Localisation des seuils

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-1_Loc_Seuils.mxd

Carte 6-1

Avril 2016

141-15758-32

WSP

6.2.2.4 CALIBRE D'ENROCHEMENT ET PENTES LATÉRALES DES SEUILS

Pour résister aux vitesses d'écoulement en période de crue ainsi qu'aux impacts de débris et de glace, un calibre d'enrochement de 300-500 mm de diamètre a été sélectionné. Pour assurer une étanchéité des seuils dès leur mise en eau, cet enrochement devra être colmaté avec un matériel granulaire de calibre 80 µm-80 mm. Ensuite au cours des années, des sédiments viendront également colmater naturellement les seuils.

La pente amont des seuils a été fixée à 3H:1V pour augmenter la résistance des seuils et diminuer la force d'impact des glaces et débris. Tel que mentionné, la pente aval des seuils sera de 10H:1V pour faciliter et permettre le passage du poisson. Cette pente permet également d'augmenter la stabilité des ouvrages.

6.2.2.5 PROTECTION EN ENROCHEMENT DES BERGES

La mise en place des seuils provoquera un rehaussement des niveaux d'eau, plus particulièrement en période de crue, il y a donc un risque accru d'érosion des berges durant cette période. Une protection en enrochement des berges supplémentaire doit donc être mise en place. Celle-ci s'étendra sur la largeur complète d'écoulement lors du passage de la crue 2 ans au droit du seuil et sur une distance d'environ 5 m de part et d'autre du seuil. Cette protection en enrochement sera également de calibre 300-500 mm avec plantation de végétaux tels que des aulnes et herbacés à l'intérieur de celui-ci.

6.2.2.6 SYNTHÈSE

Le Tableau 6-2 présente pour chaque seuil, la hauteur, la largeur, la profondeur et la largeur des échancrures et la différence de niveaux d'eau à l'amont et l'aval du seuil. À noter que la largeur des seuils est approximative et est basée sur l'interprétation des photos aériennes et sur les données topographiques LiDAR. De plus, cette longueur comprend les protections en enrochement des berges au droit des seuils.

Les cartes 6-2 à 6-4 présentent la position des seuils ainsi que la zone d'influence en amont de ceux-ci lors du passage de la crue 2 ans et du débit moyen.

Le Tableau 6-3 présente les estimations de superficie et de volume d'eau retenu en amont de chacun des seuils et le Tableau 6-4 présente les profondeurs moyennes et maximales en amont de chacun des seuils pour différents débits. Les valeurs ont été estimées en considérant un niveau fixe du plan d'eau en amont de chaque seuil et la topographie LiDAR. Ainsi, la bathymétrie du cours d'eau n'est pas considérée puisqu'elle est inconnue à cette étape du projet. Les cartes 6-5 à 6-13 présentent les hauteurs d'eau à la suite de la mise en place des seuils lors du passage du débit d'étiage ($Q_{2,7}$ annuel), du débit annuel moyen et du débit de crue de récurrence 2 ans.

Tableau 6-2 Caractéristiques de chacun des seuils dans l'émissaire du lac Jeannine.

TRONÇON	SEUILS	HAUTEUR (m)	LARGEUR TOTALE* (m)	LARGEUR ÉCHANCRURE 1 (m)	PROFONDEUR ÉCHANCRURE 1 (m)	LARGEUR ÉCHANCRURE 2 (m)	PROFONDEUR ÉCHANCRURE 2 (m)	DÉNIVELÉ AVAL** (m)
AVAL	0	1,10	15	5,00	0,30	1,0	0,20	S.O.
	1	0,90	15	5,00	0,30	1,0	0,20	0,46
	2	0,95	15	5,00	0,30	1,0	0,20	0,44
	3	1,10	20	5,00	0,30	1,0	0,20	0,48
	4	1,10	20	5,00	0,20	1,0	0,20	0,38
	5	0,90	30	5,00	0,30	1,0	0,20	0,36
	7	0,85	30	5,00	0,30	1,0	0,20	0,38
	9	0,85	25	5,00	0,30	1,0	0,20	0,46
	10	1,05	15	5,00	0,30	0,5	0,20	0,65
AMONT	11	0,80	30	5,00	0,20	0,5	0,20	0,32
	12	1,05	20	5,00	0,30	0,5	0,20	0,48
	16	0,85	20	5,00	0,30	0,5	0,20	0,46
	17	1,00	30	5,00	0,20	0,5	0,20	0,48
	19	0,95	20	5,00	0,30	0,5	0,20	0,51
	21	0,85	40	5,00	0,30	0,5	0,20	0,35
T1	25	1,10	20	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	0,93
	28	1,30	20	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	1,00
	29	1,15	20	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.	0,95

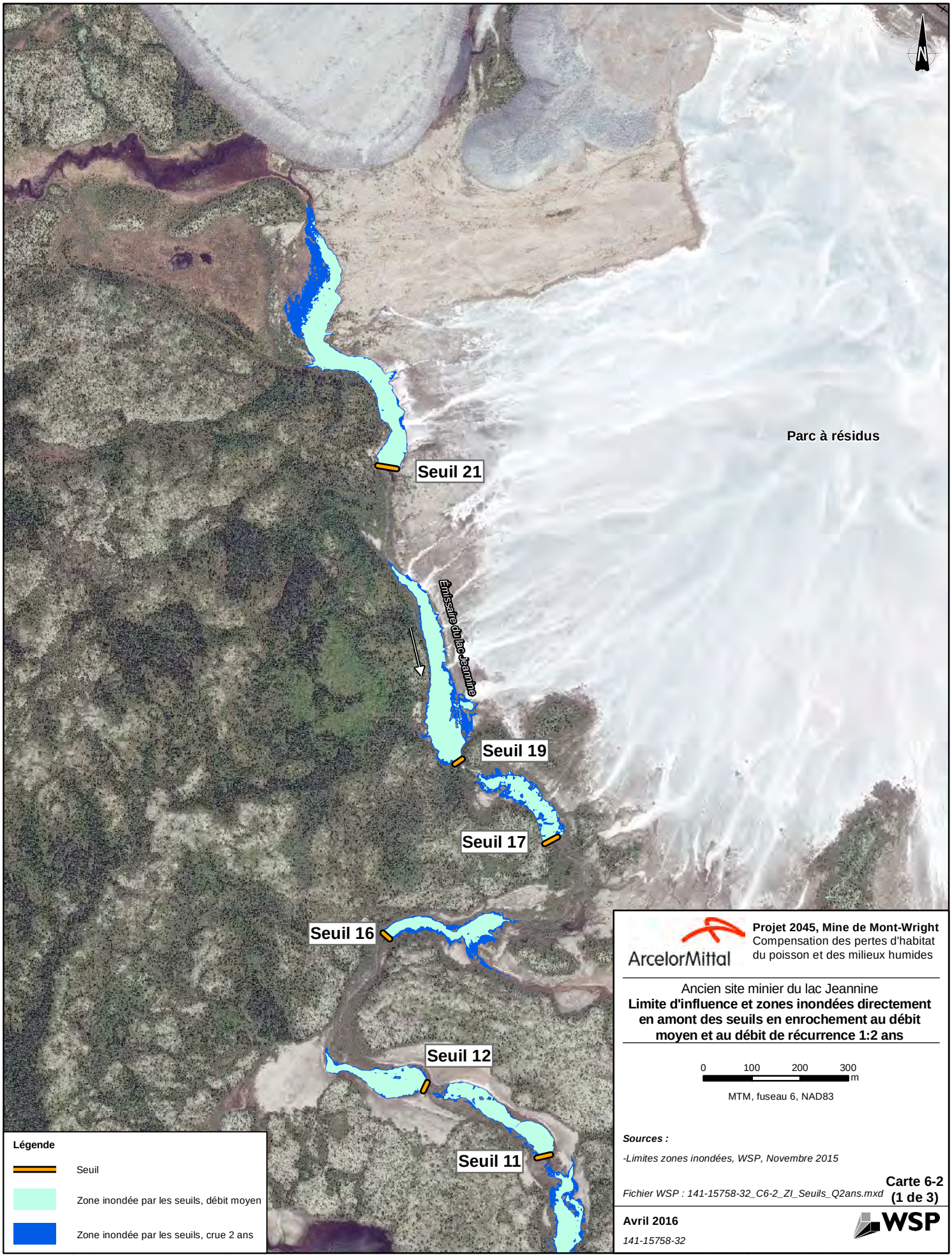
* Largeur totale approximative comprenant les protections en enrochement des berges.
** Correspond à la différence entre les niveaux d'eau amont et aval du seuil. La hauteur de chute réelle pour le poisson est de 20 cm.
S. O. : Sans objet (les seuils 25, 28 et 29 ne comportent aucune échancrure).

Tableau 6-3 Estimation de la superficie et du volume d'eau retenue en amont de chacun des seuils au débit d'étiage, au débit moyen annuel et en crue 2 ans.

TRONÇON	SEUIL	SUPERFICIE INONDÉE (m²)			VOLUME RETENU (m³)		
		ÉTIAGE	DÉBIT MOYEN	CRUE 2 ANS	ÉTIAGE	DÉBIT MOYEN	CRUE 2 ANS
AVAL	0	14 980	25 300	41 270	3 110	8 950	25 650
	1	590	12 510	16 230	100	1 840	9 230
	2	5 360	11 650	14 670	450	3 400	9 890
	3	3 220	16 900	19 120	230	3 610	10 790
	4	2 670	6 690	9 010	130	1 230	4 340
	5	4 430	9 940	12 220	240	2 720	6 020
	7	4 090	16 710	19 570	320	3 600	9 120
	9	5 350	11 740	13 940	670	3 420	7 260
	10	4 660	6 440	11 240	840	2 520	6 760
AMONT	11	5 300	8 410	9 490	680	2 130	3 920
	12	6 100	7 330	8 550	820	2 180	5 350
	16	4 890	6 270	9 230	750	1 880	4 910
	17	5 110	7 220	8 820	1 060	2 300	3 910
	19	13 780	15 740	20 670	2 310	5 280	12 470
	21	12 500	21 420	28 420	1 440	5 030	12 490
T1	25	6 330	8 040	10 450	1 380	2 100	3 010
	28	6 890	7 790	8 490	2 090	2 820	3 640
	29	13 400	15 540	17 610	4 050	5 490	7 150

Tableau 6-4 Estimation de la profondeur moyenne et maximum en amont de chacun des seuils au débit d'étiage, au débit moyen annuel et en crue 2 ans.

TRONÇON	SEUIL	PROFONDEUR MOYENNE (m²)			PROFONDEUR MAXIMUM (m³)		
		ÉTIAGE	DÉBIT MOYEN	CRUE 2 ANS	ÉTIAGE	DÉBIT MOYEN	CRUE 2 ANS
AVAL	0	0,21	0,35	0,62	0,86	1,16	1,66
	1	0,04	0,15	0,57	0,27	0,57	1,07
	2	0,08	0,29	0,67	0,63	0,93	1,43
	3	0,07	0,21	0,56	0,50	0,80	1,20
	4	0,05	0,18	0,48	0,46	0,66	1,06
	5	0,05	0,27	0,49	0,43	0,74	1,04
	7	0,08	0,21	0,46	0,44	0,74	1,05
	9	0,12	0,29	0,52	0,52	0,82	1,12
	10	0,18	0,39	0,60	0,61	0,91	1,41
AMONT	11	0,13	0,25	0,41	0,59	0,79	0,99
	12	0,13	0,30	0,62	0,56	0,76	1,16
	16	0,15	0,30	0,53	0,50	0,70	1,10
	17	0,20	0,32	0,44	0,71	0,91	1,11
	19	0,17	0,33	0,60	0,61	0,81	1,21
	21	0,11	0,23	0,44	1,24	1,44	1,74
T1	25	0,22	0,26	0,29	0,66	0,76	0,86
	28	0,30	0,36	0,43	1,00	1,10	1,20
	29	0,30	0,35	0,40	1,06	1,16	1,26



Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine

Limite d'influence et zones inondées directement en amont des seuils en enrochement au débit moyen et au débit de récurrence 1:2 ans

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

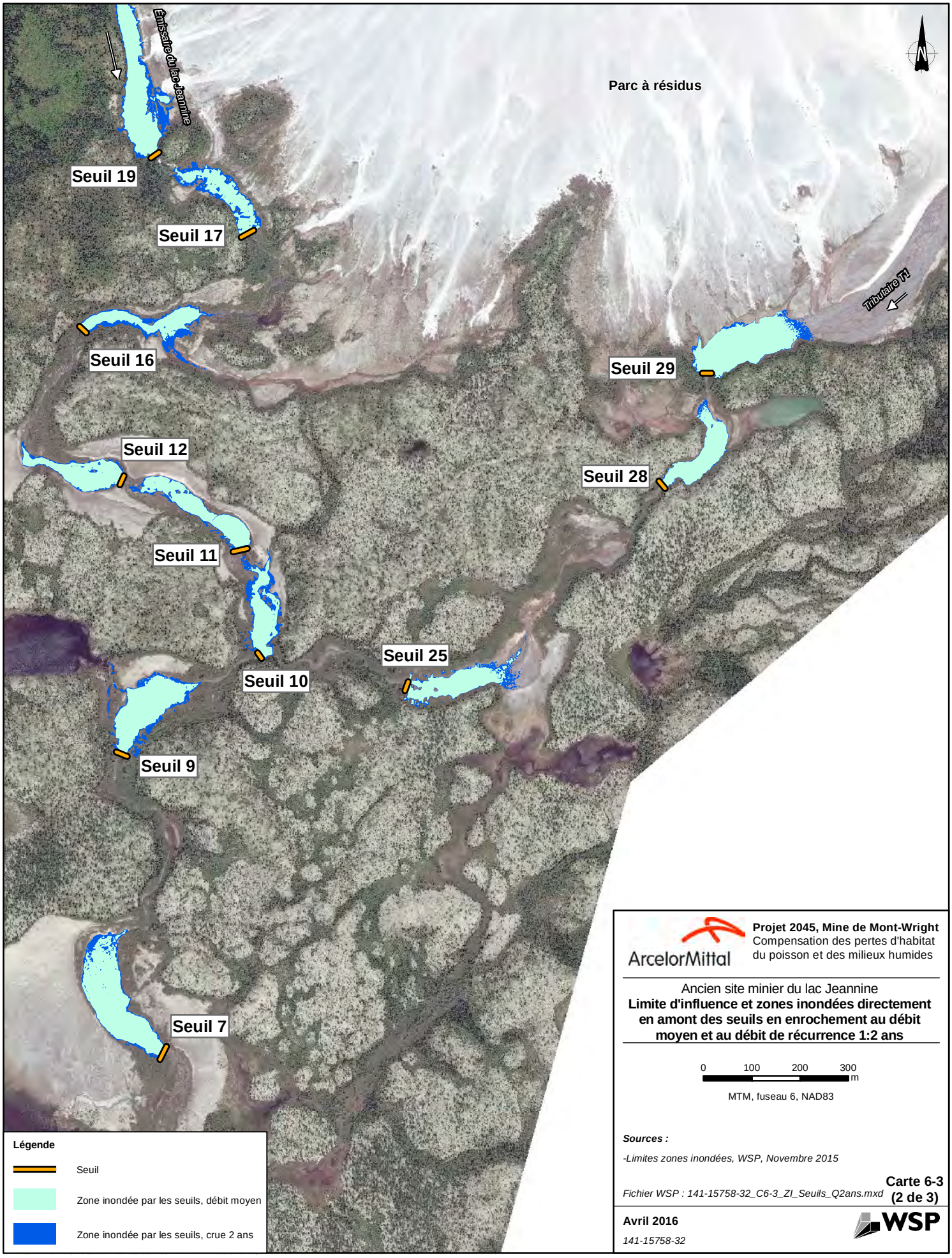
-Limites zones inondées, WSP, Novembre 2015

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-2_ZI_Seuils_Q2ans.mxd

Carte 6-2 (1 de 3)

Avril 2016

141-15758-32



ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine

Limite d'influence et zones inondées directement en amont des seuils en enrochement au débit moyen et au débit de récurrence 1:2 ans

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Limites zones inondées, WSP, Novembre 2015

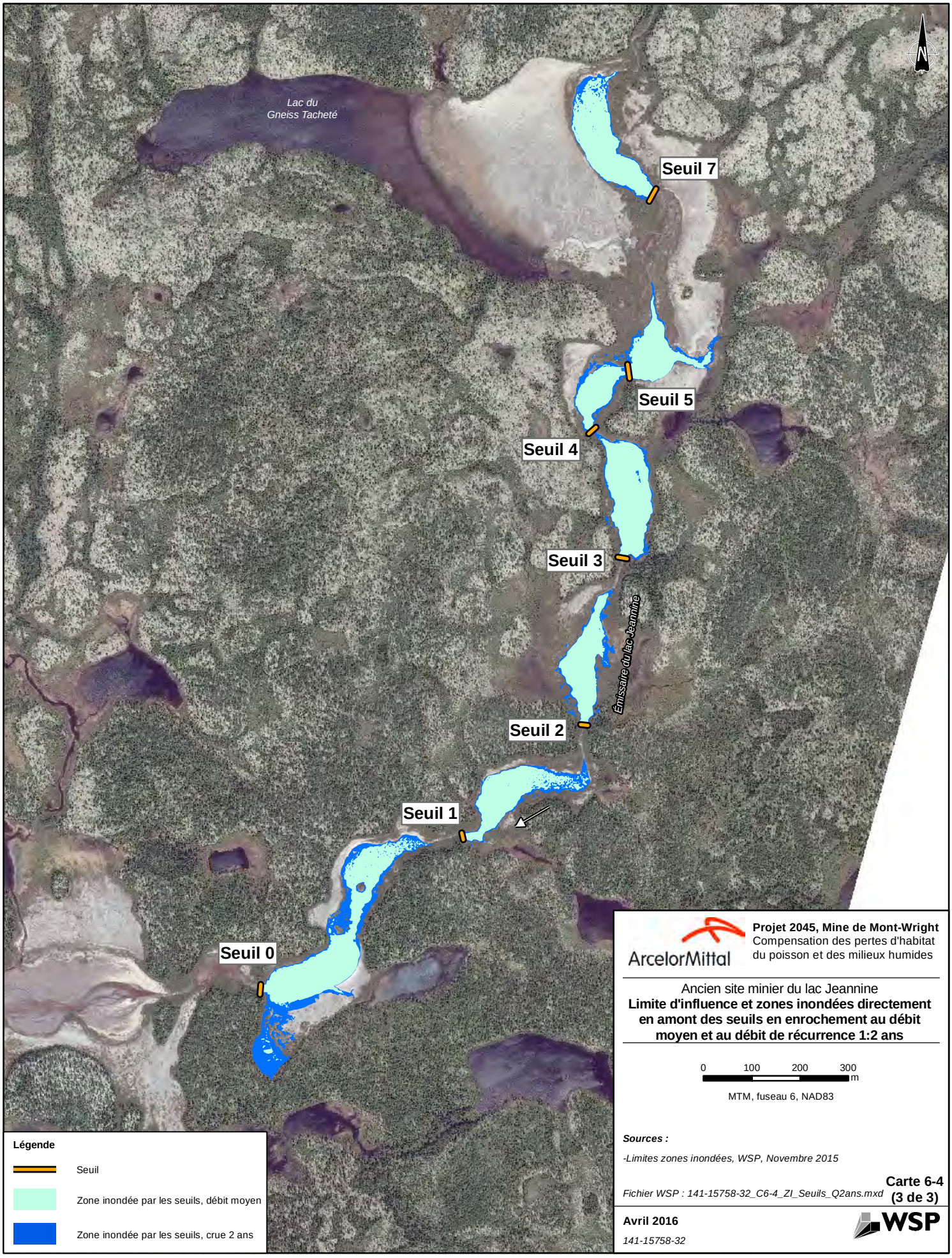
Fichier WSP : 141-15758-32_C6-3_ZI_Seuils_Q2ans.mxd

Carte 6-3 (2 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP



Légende

- Seuil
- Zone inondée par les seuils, débit moyen
- Zone inondée par les seuils, crue 2 ans

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine

Limite d'influence et zones inondées directement en amont des seuils en enrochement au débit moyen et au débit de récurrence 1:2 ans

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Limites zones inondées, WSP, Novembre 2015

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-4_ZI_Seuils_Q2ans.mxd

Carte 6-4 (3 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 21

Émissaire du lac Jeannine

Parc à résidus

Seuil 19

Seuil 17

Seuil 16

Seuil 12

Seuil 11

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils: Débit d'étiage

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-5_Ctr_Seuils_Qeti.mxd

Carte 6-5 (1 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 17

Seuil 16

Seuil 12

Seuil 11

Seuil 10

Seuil 9

Seuil 7

Seuil 29

Seuil 28

Tributaire T1

Seuil 25

Tributaire T1

Vers seuils 28 et 29

Émissaire du lac Jeannine

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils: Débit d'étiage

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-6_Ctr_Seuils_Qeti.mxd

Carte 6-6 (2 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 7

Seuil 5

Seuil 4

Seuil 3

Seuil 2

Émissaire du lac Jeannine

Seuil 1

Seuil 0

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

0 - 0.2

0.2 - 0.4

0.4 - 0.6

0.6 - 0.8

0.8 - 1.0

1.0 - 1.2

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils: Débit d'étiage

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-7_Ctr_Seuils_Qeti.mxd

Carte 6-7 (3 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 21

Émissaire du lac Jeannine

Parc à résidus

Seuil 19

Seuil 17

Seuil 16

Seuil 12

Seuil 11

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils: Débit moyen

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-8_Ctr_Seuils_Qann.mxd

Carte 6-8 (1 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 17

Seuil 16

Seuil 12

Seuil 11

Seuil 10

Seuil 9

Seuil 7

Seuil 29

Seuil 28

Tributaire T1

Vers seuils 28 et 29

Tributaire T1

Seuil 25

Émissaire du lac Jeannine

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils: Débit moyen

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-9_Ctr_Seuils_Qann.mxd

Carte 6-9 (2 de 3)

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

Lac du Gneiss Tacheté

N

Seuil 7

Seuil 5

Seuil 4

Seuil 3

Émissaire du lac Jeannine

Seuil 2

Seuil 1

Seuil 0

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils: Débit moyen

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Carte 6-10

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-10_Ctr_Seuils_Qann.mxd **(3 de 3)**

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 21

Émissaire du lac Jeannine

Parc à résidus

Seuil 19

Seuil 17

Seuil 16

Seuil 12

Seuil 11

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4
- 1.4 - 1.6
- 1.6 - 1.8

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils:
Débit de crue 2 ans

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Carte 6-11

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-11_Ctr_Seuils_Q2ans.mxd **(1 de 3)**

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Seuil 17
Seuil 16
Seuil 29
Seuil 28
Tributaire T1
Seuil 12
Seuil 11
Vers seuils 28 et 29
Seuil 10
Tributaire T1
Seuil 25
Seuil 9
Émissaire du lac Jeannine
Seuil 7

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4
- 1.4 - 1.6
- 1.6 - 1.8

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils:
Débit de crue 2 ans

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Carte 6-12
(2 de 3)

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-12_Ctr_Seuils_Q2ans.mxd

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Légende

Seuil

Profondeur, en mètre

- 0 - 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4
- 1.4 - 1.6
- 1.6 - 1.8

Note:
Les resultats illustrés ont été obtenus en utilisant uniquement le relevé topographique LiDAR. La bathymétrie n'a pas été considérée car non disponible à cet étape du projet.

Lac du Gneiss Tacheté

Seuil 7

Seuil 5

Seuil 4

Seuil 3

Émissaire du lac Jeannine

Seuil 2

Seuil 1

Seuil 0

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

ArcelorMittal

Ancien site minier du lac Jeannine
Profondeur d'eau en amont des seuils:
Débit de crue 2 ans

0 50 100 150 200 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Orthophoto, résolution 12 cm, 27 sept. 2013, Aérophoto

Carte 6-13
(3 de 3)

Fichier WSP : 141-15758-32_C6-13_Ctr_Seuils_Q2ans.mxd

Avril 2016

141-15758-32

WSP

7 OUVRAGES DE RETENUE POUR LA CRÉATION D'UN LAC

Sur le tracé de l'écoulement de l'émissaire du lac Jeannine, au droit la route 389, il est proposé de créer un lac. Un total de quatre digues, dont deux avec appareil d'évacuation, sont requises pour créer ce plan d'eau. La carte 7-1 présente l'emplacement et l'empreinte du lac au niveau d'exploitation ainsi que la localisation des digues. Ce chapitre présente les critères de conception qui ont mené au concept retenu.

7.1 CRITÈRE DE CONCEPTION

7.1.1 HYDROLOGIE

Le Tableau 7-1 présente les débits de crues dans le secteur du nouveau lac ainsi que les débits d'étiage et moyen utilisés pour la conception des ouvrages de retenue. À noter que les débits de crues sont plus faibles que ceux présentés à la section "hydrologie" puisqu'un facteur de laminage a été utilisé. La présence du nouveau lac ayant une superficie assez importante (70 ha) créera un important laminage des crues. Le coefficient de laminage, calculé à l'aide du Manuel de conception des ponceaux du MTQ, est de 0,69. À titre indicatif, les débits présentés à la section "hydrologie" sont également présentés au Tableau 7-1.

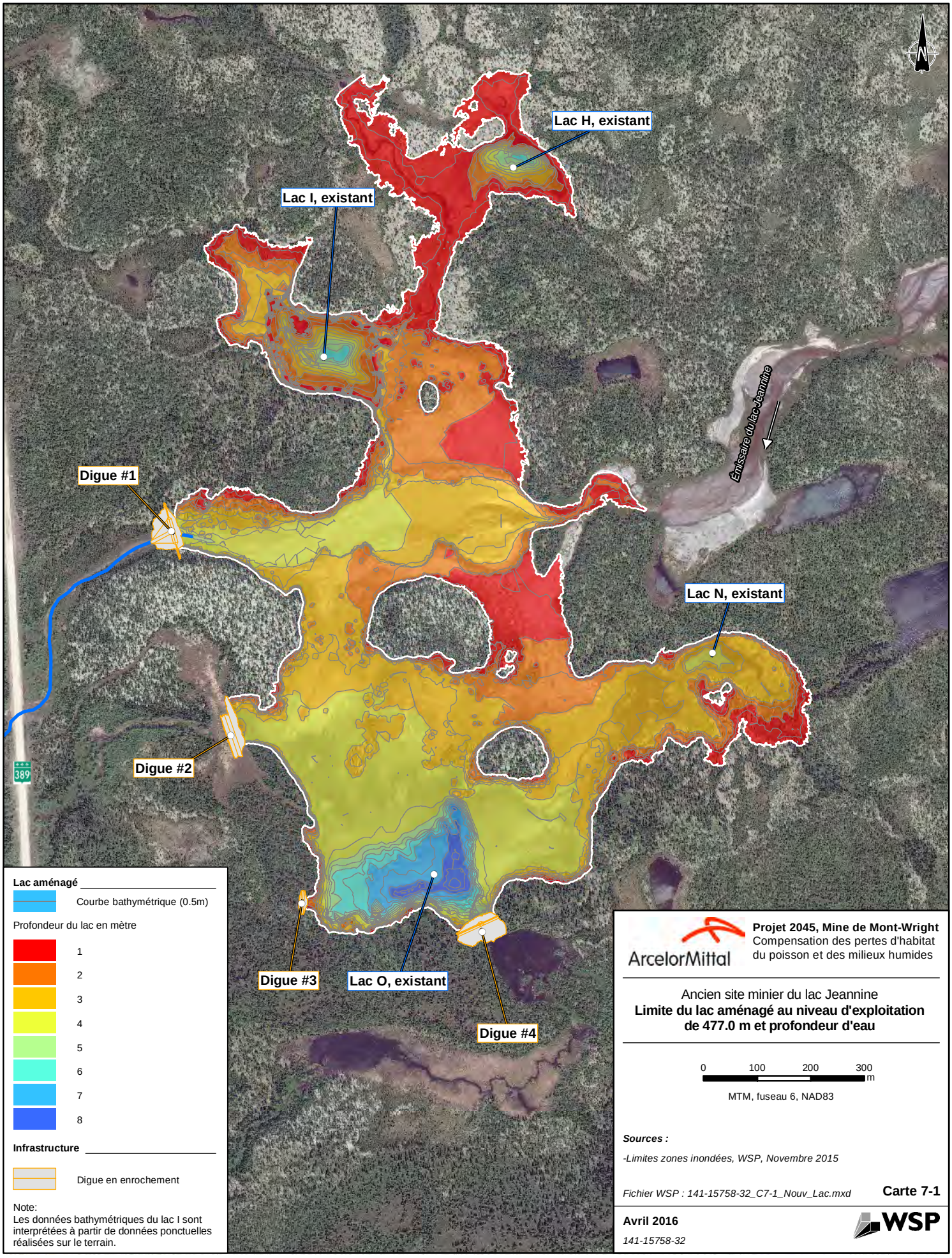
Tableau 7-1 Débits utilisés pour la conception.

RÉCURRENCE	DÉBIT EN CONDITIONS ACTUELLES (m^3/s)	DÉBIT LAMINÉ PROJETÉ (m^3/s)
2	16,7	11,5
10	31,0	21,4
25	38,6	26,6
100	50,1	34,6
1 000	69,1	47,7
10 000	87,9	60,7
Débit moyen	2,8	2,8
Débit d'étiage $Q_{2,7}$	0,28	0,28

7.1.2 CAPACITÉ HYDRAULIQUE DES PONCEAUX EXISTANT AU DROIT DE LA 389

7.1.2.1 DIGUE N^{O} 1

Le Tableau 7-2 présente la capacité d'évacuation des ponceaux au droit de la route 389 en aval de la digue n^{o} 1 en conditions actuelles. À noter que les caractéristiques de ces ponceaux sont présentées à la section "Mesures au site". Les résultats montrent que les ponceaux tombent en charge dès la crue 10 ans.



Lac aménagé

Courbe bathymétrique (0.5m)

Profondeur du lac en mètre

1
2
3
4
5
6
7
8

Infrastructure

Digue en enrochement

Note:
Les données bathymétriques du lac I sont interprétées à partir de données ponctuelles réalisées sur le terrain.

ArcelorMittal

Projet 2045, Mine de Mont-Wright
Compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides

Ancien site minier du lac Jeannine

Limite du lac aménagé au niveau d'exploitation de 477.0 m et profondeur d'eau

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 6, NAD83

Sources :

-Limites zones inondées, WSP, Novembre 2015

Fichier WSP : 141-15758-32_C7-1_Nouv_Lac.mxd

Carte 7-1

Avril 2016

141-15758-32

WSP

Tableau 7-2 Capacité hydraulique en conditions actuelles des ponceaux au droit de la route 389 en aval digue nº 1.

RÉCURRENCE	DÉBIT (m^3/s)	NIVEAU D'EAU AMONT (m)	HAUTEUR D'EAU AMONT (m)	TIRANT D'AIR (m)	VITESSE (m/s)	HAUTEUR D'EAU SUR LA ROUTE (m)
2	16,7	466,10	1,50	0,50	3,46	0,00
10	31,0	466,97	2,37	-0,37	4,03	0,00
25	38,6	467,53	2,93	-0.93	4,22	0,00
50	44,4	467,76	3.16	-1,16	4,26	0,21
100	50,1	467,91	3,31	-1,31	4,28	0,36
1 000	69,1	468,31	3,71	-1,71	4,32	0,76
10 000	87,9	468,63	4,03	-2,03	4,42	1,08

Le Tableau 7-3 présente la capacité hydraulique des mêmes ponceaux, mais avec les débits laminés en conditions projetées. Les résultats montrent que les ponceaux tombent en charge à la crue 25 ans. La présence du lac en amont des ponceaux n'a donc pas d'effets négatifs sur ceux-ci étant donné que les débits de crues en conditions futures sont inférieurs à ceux en conditions actuelles.

Tableau 7-3 Capacité hydraulique en conditions futures des ponceaux au droit de la route 389 en aval digue nº 1.

RÉCURRENCE	DÉBIT (m^3/s)	NIVEAU D'EAU AMONT (m)	HAUTEUR D'EAU AMONT (m)	TIRANT D'AIR (m)	VITESSE (m/s)	HAUTEUR D'EAU SUR LA ROUTE (m)
2	11,5	465,8	1,20	0,80	3,13	0,00
10	21,4	466,37	1,77	0,23	3,70	0,00
25	26,6	466,68	2,08	-0,08	3,90	0,00
50	30,6	466,94	2,34	-0,34	4,02	0,00
100	34,6	467,22	2,62	-0,62	4,09	0,00
1 000	47,7	467,85	3,25	-1,25	4,28	0,30
10 000	60,7	468,14	3,54	-1,54	4,31	0,59

7.1.2.2 DIGUE Nº 4

Le Tableau 7-4 présente la capacité d'évacuation des ponceaux en conditions actuelles au droit de la route 389 en aval de la digue nº 4 et localisés au sud des ponceaux permettant le passage de l'émissaire du lac Jeannine. À noter que les caractéristiques des ponceaux sont présentées à la section "Mesures au site". Les résultats montrent que les ponceaux ont une capacité hydraulique suffisante pour assurer le passage de la crue de récurrence 10 000 ans.

Tableau 7-4 Capacité hydraulique en conditions actuelles du ponceau au droit de la route 389 en aval digue nº 4.

RÉCURRENCE	DÉBIT (m³/s)	NIVAEU D'EAU AMONT (m)	HAUTEUR D'EAU AMONT (m)	TIRANT D'AIR (m)	VITESSES (m/s)	HAUTEUR D'EAU SUR LA ROUTE (m)
2	0.8	456,74	0,47	0,93	1,75	0,00
10	1,1	456,82	0,55	0,85	1,88	0,00
25	1,2	456,85	0,58	0,82	1,97	0,00
50	1,4	456,90	0,63	0,77	2,06	0,00
100	1,5	456,92	0,65	0,79	2,09	0,00
1 000	1,87	457,01	0,74	0,66	2,23	0,00
10 000	2,27	457,09	0,82	0,58	2,36	0,00

Le Tableau 7-5 présente la capacité hydraulique des mêmes ponceaux, mais en conditions futures avec la présence du lac projeté. Celui-ci a une grande influence sur les débits puisqu'en conditions futures, l'écoulement naturel est contrôlé par l'appareil d'évacuation de la digue nº 4 dont les débits évacués par celui-ci sont présentés au Tableau 7-5.

En période de crue 25 ans, soit le débit de conception des ponceaux sous la route 389, il est évacué à 3,2 m³/s à la digue nº 4. Le critère de conception pour les ponceaux est qu'ils ne doivent pas couler en charge lors du passage de la crue de conception. Les résultats montrent que pour ce débit, les ponceaux au droit de la route 389 permettent de l'évacuer sans tomber en charge.

Donc, bien que les débits soient plus élevés en conditions futures qu'en conditions actuelles, la création du lac n'a pas d'impacts négatifs sur les ponceaux et la route 389 puisque les critères de conception sont respectés en conditions futures.

Tableau 7-5 Capacité hydraulique en conditions actuelles du ponceau au droit de la route 389 en aval digue nº 4.

RÉCURRENCE	DÉBIT (M³/S)	NIVEAU D'EAU AMONT (M)	HAUTEUR D'EAU AMONT (M)	TIRANT D'AIR (M)	VITESSES (M/S)	HAUTEUR D'EAU SUR LA ROUTE (M)
2	1,25	456,86	0,59	0,81	2,0	0,00
10	2,55	457,15	0,88	0,52	2,44	0,00
25	3,19	457,28	1,01	0,39	2,57	0,00
50	3,90	457,42	1,15	0,25	2,73	0,00
100	4,52	457,54	1,27	0,13	2,83	0,00
1 000	6,71	458,01	1,74	-0,34	3,08	0,00
10 000	8,95	458,61	2,34	-0,94	3,38	0,01

7.1.3 NIVEAU DE CONSÉQUENCES

Les ouvrages de retenue qui seront mis en place pour la création du nouveau plan d'eau seront soumis à la LSB ainsi qu'au *Règlement sur la sécurité des barrages* (RSB). Tous ces ouvrages seront classés à "forte contenance" selon la LSB.

La seule infrastructure présente en aval des ouvrages de retenue est la route 389, classée comme route nationale. Dans le cas de la rupture d'une des deux digues déversantes sur le pourtour du nouveau lac, la route serait inondée puisque les ponceaux en place n'ont pas la capacité requise pour évacuer le débit maximum de l'onde de rupture. Le niveau de conséquences, lorsqu'une route nationale est touchée par la rupture d'ouvrages de retenue, est "très important".

Un niveau de conséquences très important implique des visites de reconnaissance et des inspections à intervalles définis selon la classe du barrage. Préliminairement et selon les données disponibles, la classe des digues a été évaluée de façon conservatrice à "B", mais devra être révisée lors de l'ingénierie détaillée. Cela impliquera 6 visites de reconnaissance par année et 1 inspection par tranche de 2 ans. Un plan de mesures d'urgence et un plan de gestion des eaux retenues devront être réalisés avant sa mise en exploitation et une étude de l'évaluation de la sécurité devra être effectuée à tous les 10 ans.

À l'étape de concept et selon les données disponibles, il est considéré que les quatre ouvrages de retenue ont un niveau de conséquences en cas de rupture "très important" puisque dans tous les cas, la route 389 est située tout juste en aval. À l'étape d'ingénierie détaillée, où une étude d'évaluation de la sécurité sera effectuée, incluant une étude de rupture, il est possible que les digues n^{o} 2 et n^{o} 3 aient un niveau de conséquences moindre.

7.1.4 CRUE DE SÉCURITÉ

La crue de sécurité normalement associée à un niveau de conséquences "très important" est de récurrence 10 000 ans. Les ponceaux actuellement en place au droit de la route 389 permettent le passage de la crue 100 ans sans déverser sur la route. Lors du passage de la crue 1 000 ans, une épaisseur d'eau de 0,30 m est présente sur la route. Cependant, à partir des données disponibles, il est difficile de se prononcer si la route sera lourdement endommagée dans cette situation. Il y a des incertitudes sur l'étude de laminage et également sur la largeur de déversement sur la route. Cette dernière peut faire varier l'épaisseur d'eau sur la route en augmentant la capacité d'évacuation. Pour ces raisons, il a donc été jugé plus conservateur de statuer que la route ne serait pas lourdement endommagée au passage de la crue 1 000 ans.

L'article 23 du RSB permet de diminuer la crue de sécurité si une analyse démontre qu'une rupture en période de crue entrainerait un niveau de conséquences de rupture inférieur à très important. Cependant, suivant cette analyse, la crue de sécurité doit demeurer à une récurrence 10 000 ans.

Selon l'article 24, il n'y a qu'une seule crue de sécurité applicable pour l'ensemble des barrages situés sur le pourtour d'un même réservoir. La crue alors applicable est celle du barrage dont la crue de sécurité établie est la plus élevée. La crue de sécurité pour l'ensemble des ouvrages de retenue est de récurrence 10 000 ans.

7.1.5 REVANCHE

Les digues sur le pourtour du lac projeté sont, selon la LSB et son règlement d'application, des ouvrages susceptibles d'érosion. Ainsi, l'article 25 du RSB mentionne que « *la crête d'un barrage susceptible d'érosion, en son point le plus bas, doit être d'au moins 1 mètre au-dessus du niveau atteint par la crue de sécurité, à moins que le propriétaire ne démontre, à la satisfaction du ministre, que toutes les incertitudes hydrologiques et hydrauliques ainsi que celles relatives à la gestion des crues ont été prises en compte dans l'établissement de la crue de sécurité*.

Les éléments considérés par le ministre sont notamment la taille de l'échantillon et la fiabilité des données de base, les méthodes et les modèles utilisés, la précision des calculs, le temps de réponse du bassin versant et le laminage de la crue de sécurité ainsi que la capacité de la gérer, particulièrement en

ce qui concerne les délais d'intervention et d'opération, la fiabilité des appareils d'évacuation et le plan de gestion des eaux retenues ».

La revanche, lors du passage de la crue de sécurité, est de 600 mm en considérant la crête des ouvrages à 478,50 m. Il a été jugé que, bien qu'il y ait des incertitudes dans la conception hydraulique attribuable au niveau de détail atteint à cette étape du projet, la revanche pouvait être réduite à moins de 1 m. Les incertitudes justifiant la revanche de 700 mm sont principalement attribuables aux données hydrologiques de la rivière des Rapides qui, bien qu'en nombre suffisant, ne sont pas actuelles. L'étude de laminage réalisée est très sommaire et l'appareil d'évacuation de la digue nº 4 est de faible largeur et peut être partiellement obstrué lors du passage des crues et ainsi diminuer la capacité d'évacuation.

7.1.6 NIVEAU D'EXPLOITATION

Le niveau normal d'exploitation du nouveau lac a été fixé en fonction de la profondeur d'eau requise dans le lac et l'envergure des digues associée à ce niveau. Plus le niveau normal d'exploitation sera élevé, plus l'envergure des digues de fermeture le sera. Une profondeur d'eau minimale variant entre 0,5 et 1,0 m a été fixée pour permettre le déplacement du poisson sur l'ensemble du nouveau lac. Le niveau normal d'exploitation nécessaire pour respecter ce critère est de 477,0 m. La Carte 7-1 présente la profondeur d'eau sur l'ensemble du nouveau lac ainsi que les limites d'inondation à ce niveau.

7.2 DIGUES ET APPAREIL D'ÉVACUATION

Pour la création du nouveau plan d'eau, quatre digues devront être mises en place. La localisation de celles-ci est présentée sur la Carte 7-1 et les sections suivantes présentent les principales caractéristiques de chacune d'elle.

7.2.1 DIGUE NO 1

La digue mise en place sur le cours principal de l'émissaire du lac Jeannine comportera un appareil d'évacuation et constituera l'exutoire principal du lac. L'élévation de la crête de la digue a été fixée pour permettre de respecter la revanche requise lors du passage de la crue de sécurité.

Le Tableau 7-6 présente les principales caractéristiques de la digue nº 1. Le plan 04-05\0001C004 de l'annexe C présente la vue en plan ainsi que deux coupes de la digue nº 1. Le Tableau 7-7 présente les caractéristiques de l'évacuateur de la digue nº 1. Sa géométrie permet de conserver le niveau d'exploitation et le passage de la crue de sécurité.

Lors du passage de la crue de sécurité dans l'appareil d'évacuation, dont le débit est de 59,1 m³/s, le niveau d'eau résultant dans le lac est de 477,90 m. Afin d'assurer une revanche suffisante pour un ouvrage en remblai, l'élévation de la crête de la digue a été fixée à 478,50 m. La revanche ainsi obtenue est de 0,6 m. L'élévation de la crête de chacune des autres digues sur le pourtour du lac est par conséquent également fixée à 478,50 m.

La pente du coursier aval de l'évacuateur est très douce (8 H:1 V) afin d'assurer la stabilité de la digue lors du passage de la crue de sécurité.

Tableau 7-6 Caractéristiques de la digue nº 1.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Élévation en crête (m)	478,5
Largeur (m)	108,0
Longueur (m)	53,75
Hauteur (m)	5,1
Pente amont	2,5 H:1 V
Pente aval	8 H:1 V
Calibre d'enrochement (mm)	400-600

Tableau 7-7 Caractéristiques de l'évacuateur de la digue nº 1.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Élévation seuil (m)	477,0
Largeur (m)	45,0
Longueur (m)	8,75
Pente longitudinale	3 H:1 V
Pente du coursier aval	8 H:1 V
Calibre d'enrochement (mm)	400-600

7.2.2 DIGUE NO 2

Une digue existante est présente sur le pourtour du lac projeté, mais son élévation n'est pas suffisante pour assurer la revanche requise lors du passage de la crue de sécurité. Celle-ci doit donc être rehaussée. Des points bas ont été observés à l'élévation 477,5 m alors que l'élévation minimale de la crête doit être à 478,5 m.

Il s'agit d'une digue de fermeture et aucun évacuateur n'est présent sur cette digue. De plus, une couche de roulement sera mise en place sur la crête de celle-ci puisque l'accès à la digue nº 3 se fera via la crête de cette digue. Le plan 04-05\0001C005 de l'annexe C présente les détails du rehaussement de la digue. Le Tableau 7-8 présente les caractéristiques principales de la digue nº 2.

Tableau 7-8 Caractéristiques de la digue nº 2.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Élévation en crête (m)	478,5
Largeur (m)	27,9
Longueur (m)	85,0
Hauteur (m)	4,3
Pente amont	3 H:1 V
Calibre d'enrochement de la face amont (mm)	300-500

7.2.3 DIGUE N^{O} 3

Tout comme la digue n^{o} 2, la digue n^{o} 3 est une digue de fermeture sans appareil d'évacuation. Aucune digue existante n'est présente au droit de celle-ci, il s'agit d'un point bas dans le terrain naturel nécessitant un rehaussement pour la création du lac. Il s'agit de la digue de plus petite envergure des quatre. Le plan 04-05\0001C006 de l'annexe C présente les détails de la digue n^{o} 2 et le Tableau 7-9 présente les caractéristiques principales de celle-ci.

Tableau 7-9 Caractéristiques de la digue n^{o} 3.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Élévation en crête (m)	478,5
Largeur (m)	12,0
Longueur (m)	43,0
Hauteur (m)	2,4
Pente amont	2,5 H:1 V
Calibre d'enrochement de la face amont (mm)	300-500

7.2.4 DIGUE N^{O} 4

La digue n^{o} 4 est située sur un exutoire secondaire du lac projeté, celle-ci sera munie d'un appareil d'évacuation pour évacuer un débit réservé. Le débit réservé a été fixé à 0,25 m^{3}/s en conditions de débit moyen estival. Le cours d'eau en aval de cette digue traverse la route 389, tout comme le cours principal de l'émissaire du lac Jeannine, et rejoint celui-ci environ 400 m en aval de la 389.

Le plan 04-05\0001C007 de l'annexe C présente les détails de la digue. Le Tableau 7-10 et le Tableau 7-11 présentent les caractéristiques principales de la digue et de l'évacuateur respectivement.

Tableau 7-10 Caractéristiques de la digue n^{o} 4.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Élévation crête (m)	478,5
Largeur (m)	48,3
Longueur (m)	83,0
Hauteur (m)	3,0
Pente amont	2,5 H:1 V
Pente aval	8 H:1 V

Tableau 7-11 Caractéristiques de l'évacuateur de la digue n^{o} 4.

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Élévation seuil (m)	477,0
Largeur (m)	4,0
Longueur (m)	8,0
Pente longitudinale	3 H:1 V
Pente du coursier aval	8 H:1 V
Calibre d'enrochement du seuil et du coursier aval (mm)	400-600

7.2.5 PASSE MIGRATOIRE DE LA DIGUE N^{O} 1

La passe migratoire de la digue n^{o} 1 a été conçue pour permettre la montaison de l'omble de fontaine et son dénivelé total est de 4,5 m. Elle permet le passage d'une crue estivale de récurrence 20 ans pendant la période des travaux et sa configuration permet le passage d'un débit important lors du passage de la crue de sécurité. Le Tableau 7-12 présente les caractéristiques hydrauliques de la passe lors de son fonctionnement au niveau d'exploitation du lac, soit 477,0 m. Le dessin 04-05\0001C0010 de l'annexe D présente les détails de la passe migratoire.

Tableau 7-12 Caractéristiques de la passe migratoire lors de son fonctionnement au niveau d'exploitation du lac (477,0 m).

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS
Largeur du radier (m)	4,0
Pente latérale (m/m)	2H :1V
Dénivelé total (m)	4,0
Longueur (m)	190
Hauteur de chute entre les bassins (m)	0,20
Nombre de bassin	20
Longueur des bassins (m)	9,05
Débit dans la passe au niveau d'exploitation du lac	3,7
Profondeur d'eau dans les bassins	0,9
Énergie dissipée (w/m^{3})	160

7.2.6 LIMITE DE CONCEPTION

Les concepts de digues présentés assument une profondeur de roc entre 2 et 3 m pour assurer l'étanchéité. À la suite de la campagne géotechnique, si cette profondeur s'avère supérieure, une révision du concept concernant l'étanchéité des digues pourrait être requise. De plus, la nature des matériaux de la digue n^{o} 2 existante est inconnue. Une campagne géotechnique sera requise pour connaitre ces matériaux et des analyses de stabilité pourront être effectuées. En fonction des résultats de ceux-ci, une révision du concept de rehaussement de la digue pourrait être requise.

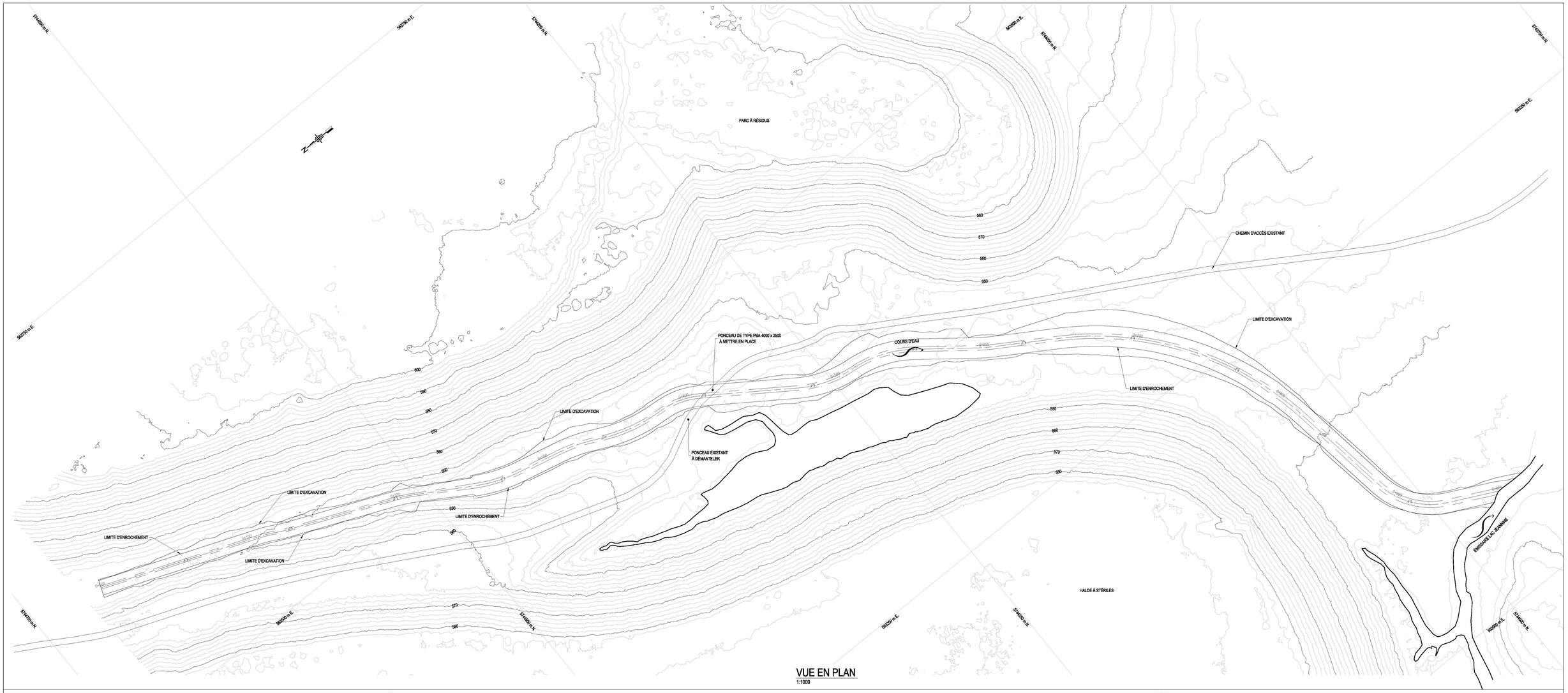
Pour la passe migratoire, il a été considéré que l'excavation se fait exclusivement dans des matériaux de deuxième classe. Si du roc était présent, les limites d'excavation seraient différentes et la composition des seuils serait à revoir.

7.3 TAUX DE RENOUVELLEMENT

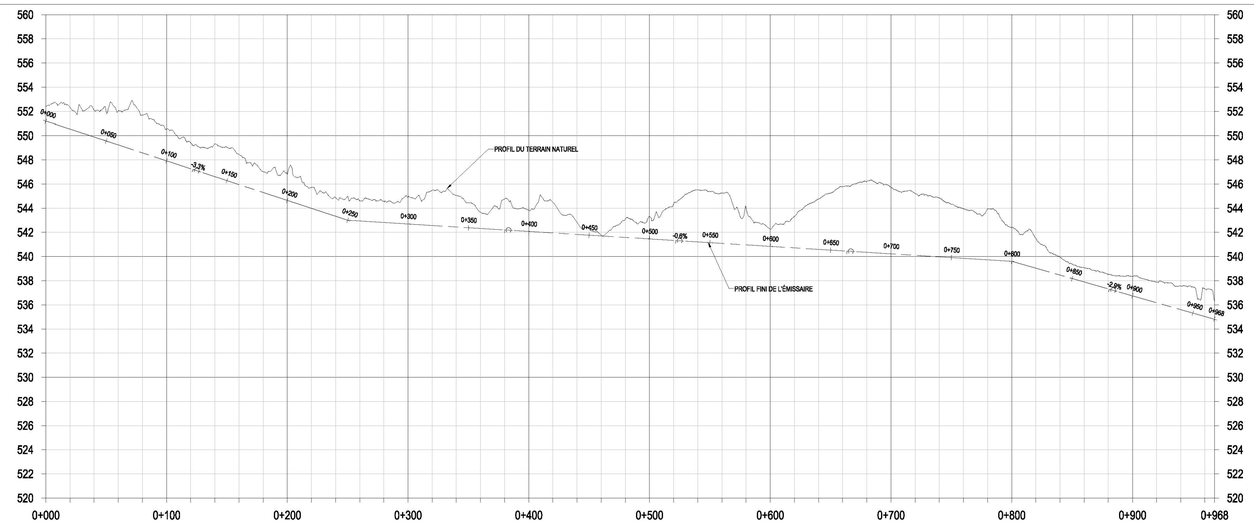
Le volume du lac projeté au niveau d'exploitation de 477,0 m est de 1 447 270 m^{3}. Le taux de renouvellement a été calculé en faisant le rapport entre le volume total du lac et le volume entrant dans le lac. Ainsi, en considérant un débit annuel moyen de 2,8 m^{3}/s, le volume du lac sera renouvelé après 6 jours. En considérant le débit d'étiage de 0,28 m^{3}/s, le renouvellement du volume du lac se fera en 60 jours.

Annexe A

DESSINS CONCEPTUELS – REPROFILAGE DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE



VUE EN PLAN
1:1000



VUE EN PROFIL
1:2000

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.

CAHIER DES CHARGES No: N/A

DOSSIER ArcelorMittal No: N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

WSP

ArcelorMittal

		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
	NOMS	
PROJETE PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16

MINE DE MONT-WRIGHT

LAC JEANNINE

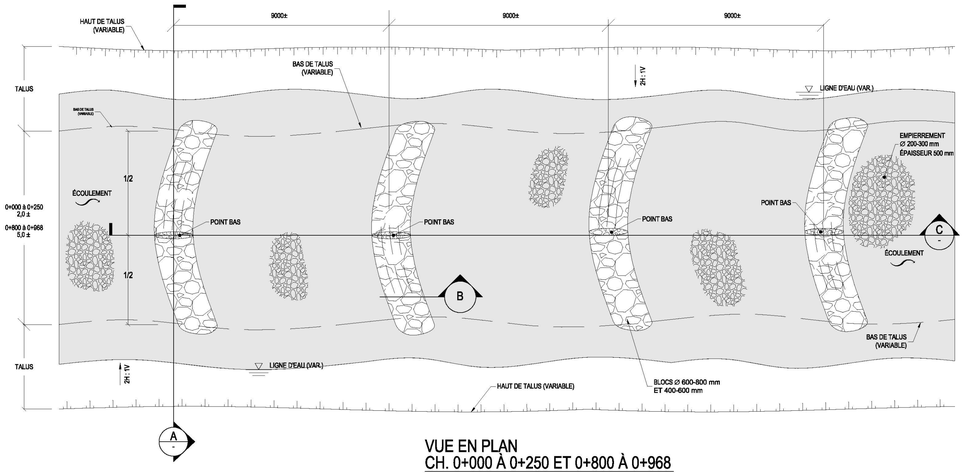
RESTAURATION ET REPROFILAGE D'UNE SECTION DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE

VUE EN PLAN GÉNÉRALE ET PROFIL

CLASSEUR No: ssras

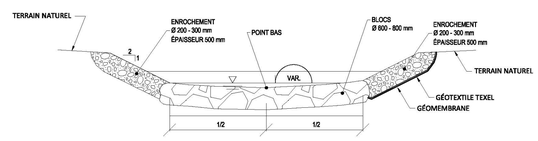
DESSIN No: 04-05\0001C008

REV.: A



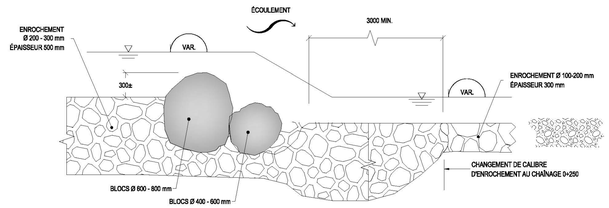
VUE EN PLAN
CH. 0+000 À 0+250 ET 0+800 À 0+968
N.A.E

A
-



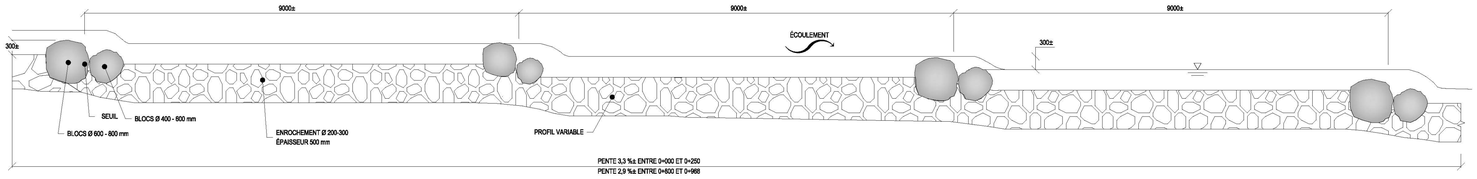
COUPE TRANSVERSALE
CH. 0+000 À 0+250 ET 0+800 À 0+968
1:100

A
-



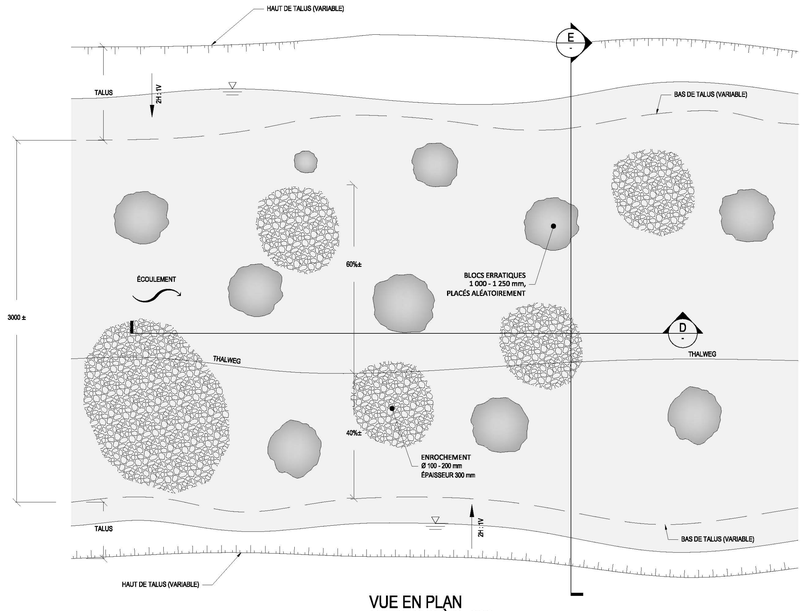
DÉTAILS DU PROFIL
CH. 0+000 À 0+250 ET 0+800 À 0+968
1:25

B
-

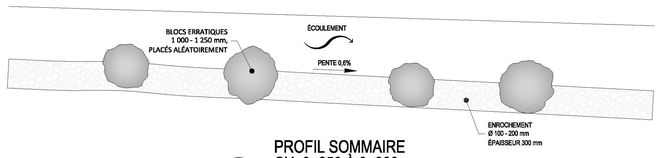


PROFIL DES SEUILS
CH. 0+000 À 0+250 ET 0+800 À 0+968
1:50

C
-

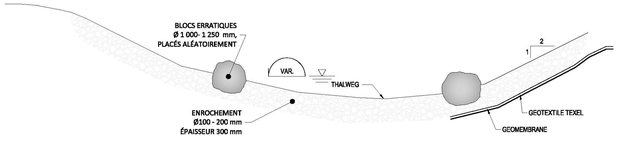


VUE EN PLAN
CH. 0+250 À 0+800
N.A.E



PROFIL SOMMAIRE
CH. 0+250 À 0+800
1:50

D
-



COUPE TRANSVERSALE
CH. 0+250 À 0+800
1:50

E
-

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No	N/A
DOSSIER ArcelorMittal No	N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

ECHELLE	Indiquée	DATE AA-MM-JJ
NOMS		
PROJETE PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVE PAR :	E. Cormier	16-03-16

WSP
ArcelorMittal

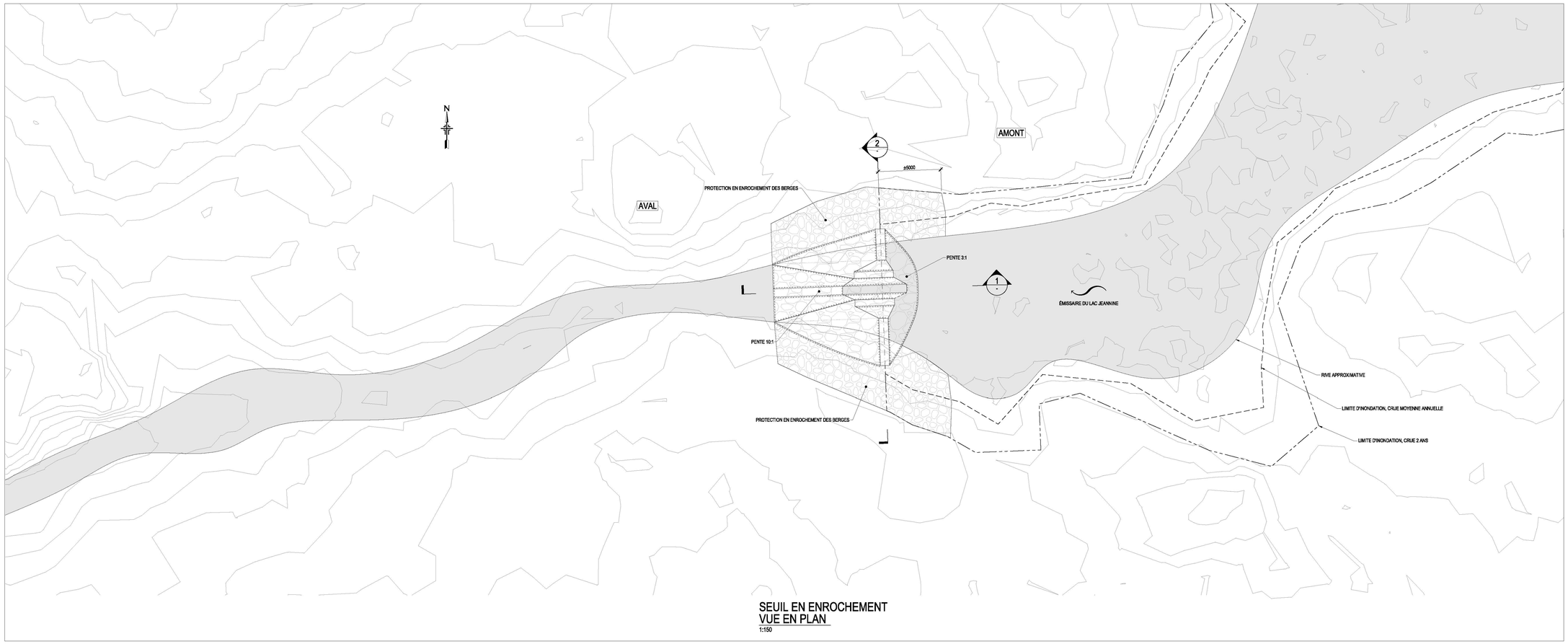
MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE

RESTAURATION ET REPROFILAGE D'UNE SECTION DE L'ÉMISSAIRE DU LAC JEANNINE
SEUILS EN ENROCHEMENT
CHAÎNAGE 0+000 À 0+250 ET 0+800 À 0+698
VUE EN PLAN, COUPE TYPE ET DÉTAILS

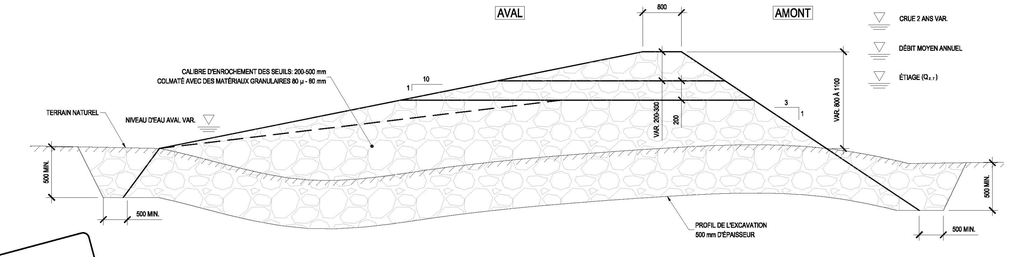
CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C009	A

Annexe B

DESSINS CONCEPTUELS – SEUILS EN ENROCHEMENT

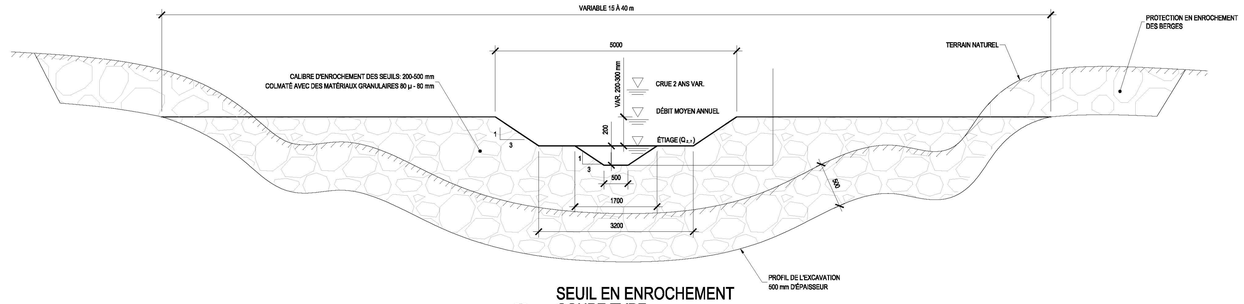


SEUIL EN ENROCHEMENT
VUE EN PLAN
1:150



CONCEPT

SEUIL EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
1 / -
H 1:50
V 1:25



SEUIL EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
2 / -
H 1:50
V 1:25

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE
UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION.
(OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE	No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No	N/A
DOSSIER ArcelorMittal No	N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

ECHELLE	Indiquée	DATE AA-MM-JJ
NOMS		
PROJETE PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16

WSP — ArcelorMittal

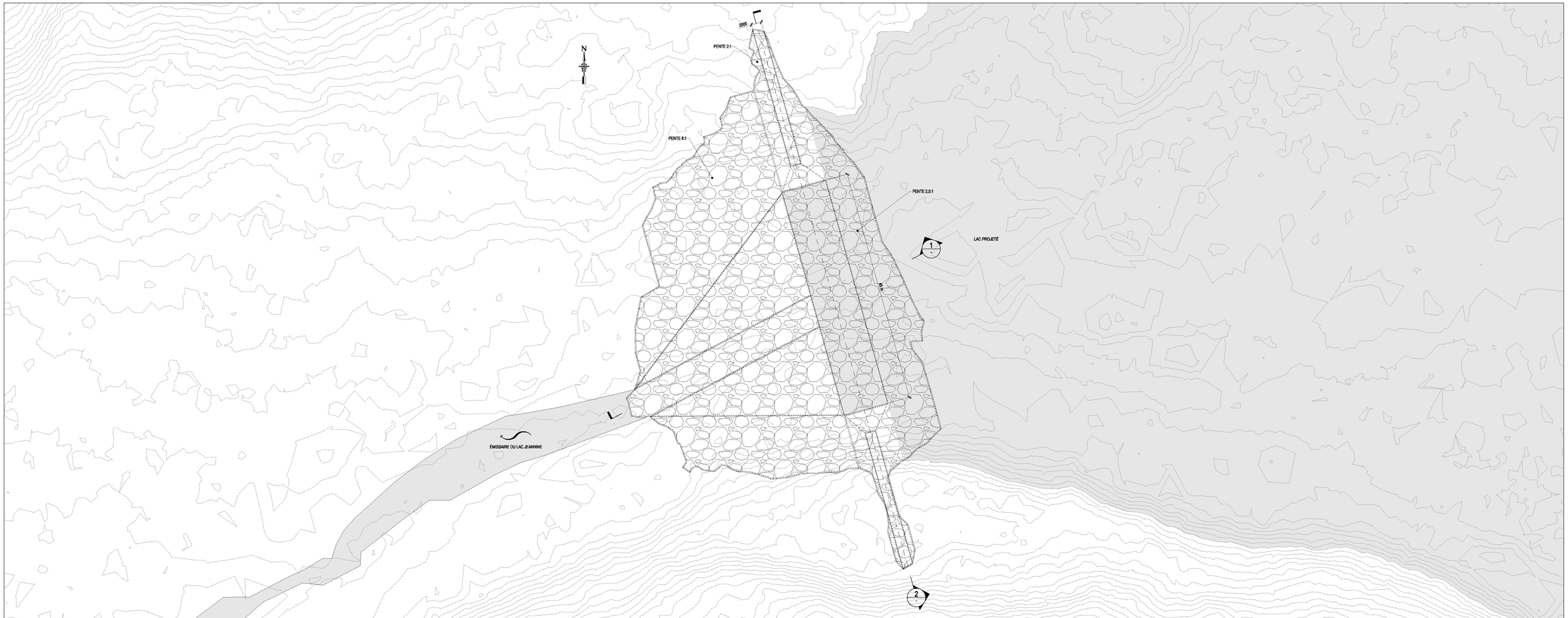
MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE

COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILIEUX HUMIDES
SEUILS EN ENROCHEMENT
TRONÇON AMONT ET AVAL
VUE EN PLAN ET COUPES TYPES

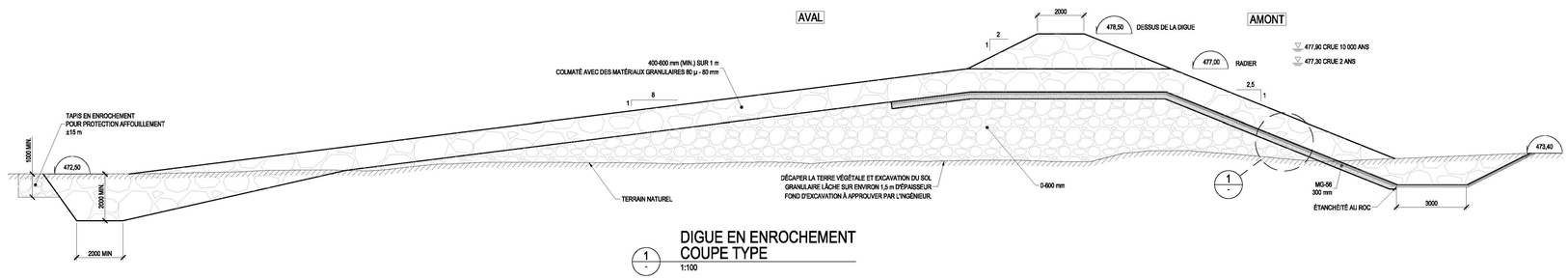
CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C003	A

Annexe C

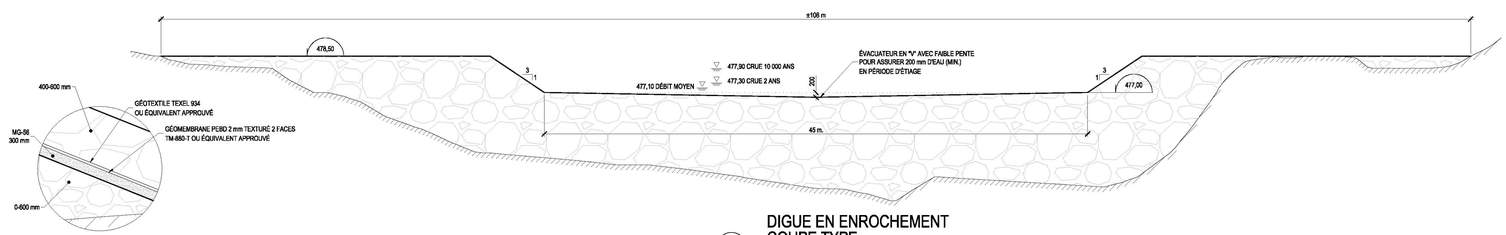
DESSINS CONCEPTUELS – OUVRAGES DE RETENUE POUR LA CRÉATION D'UN LAC



DIGUE EN ENROCHEMENT
VUE EN PLAN
1:300



DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
1:100



DÉTAIL 1

DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
H 1:200
V 1:100

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No
N/A

DOSSIER ArcelorMittal No
N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

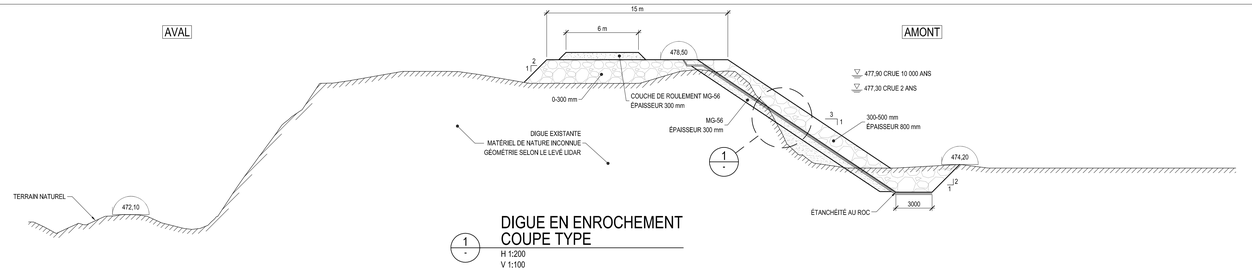
		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
	NOMS	
PROJETÉ PAR :	E.Cormier et S. Noln	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16

WSP ArcelorMittal

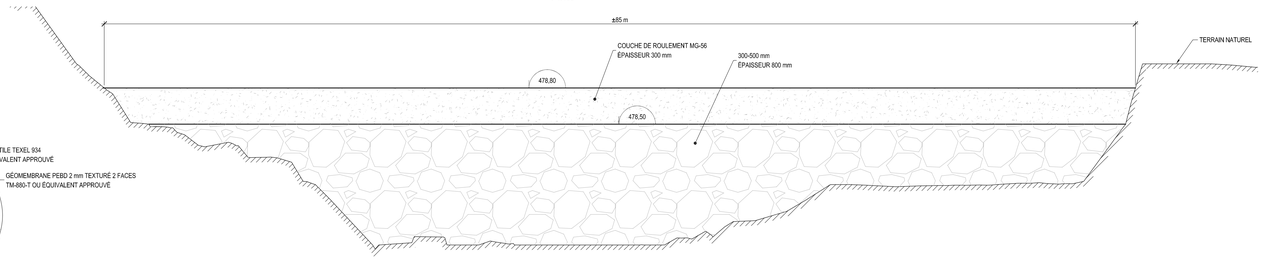
MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE
COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILIEUX HUMIDES
DIGUE # 1
VUE EN PLAN ET COUPES TYPES

CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C004	A

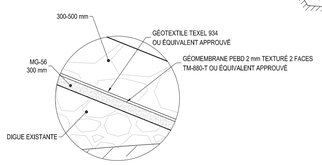
DIGUE EN ENROCHEMENT
VUE EN PLAN
1:300



1
-
DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
H 1:200
V 1:100



2
-
DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
H 1:200
V 1:20



DÉTAIL 1

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE	No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.	No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
									A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No	N/A
DOSSIER ArcelorMittal No	N/A

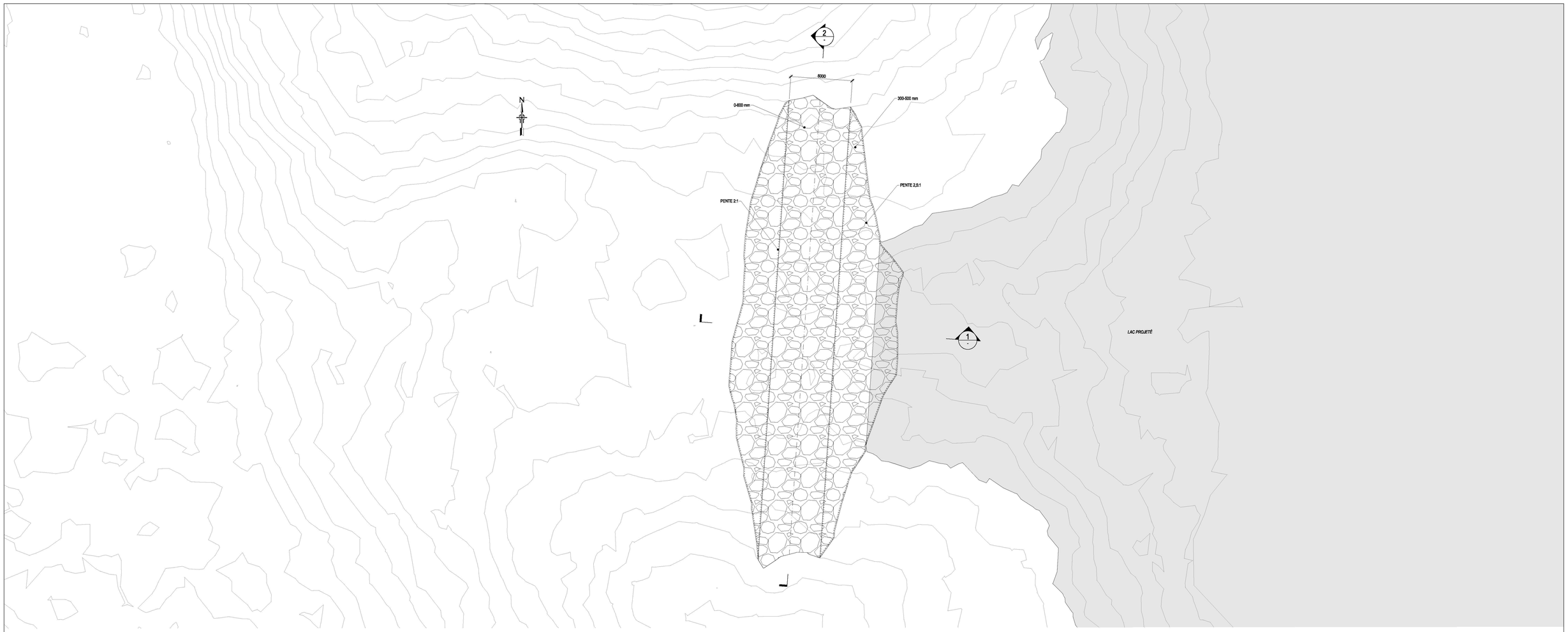
SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

ECHELLE	Indiquée	DATE AA-MM-JJ
NOMS		
PROJETE PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16

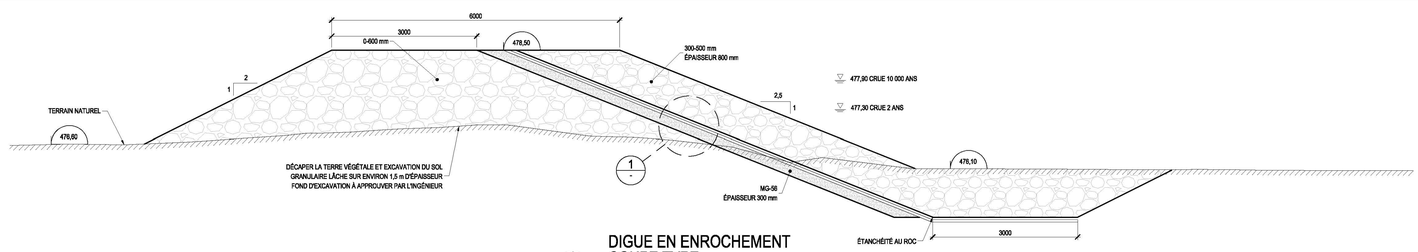
WSP
ArcelorMittal

MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE
COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILIEUX HUMIDES
DIGUE # 2
VUE EN PLAN ET COUPES TYPES

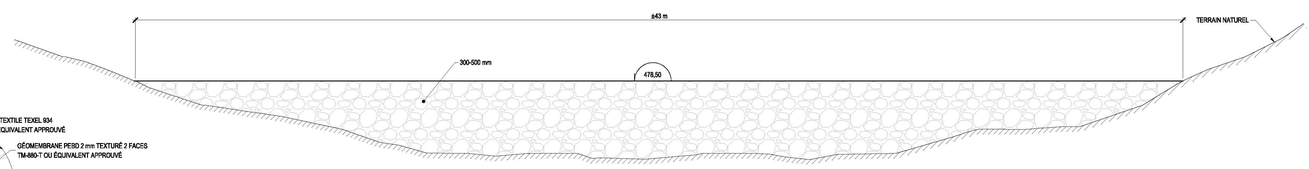
CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C005	A

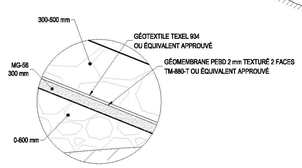


DIGUE EN ENROCHEMENT
VUE EN PLAN
1:150



DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
1 / - — 1:50





DÉTAIL 1

DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
2 / - — H 1:100, V 1:50

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No
N/A

DOSSIER ArcelorMittal No
N/A

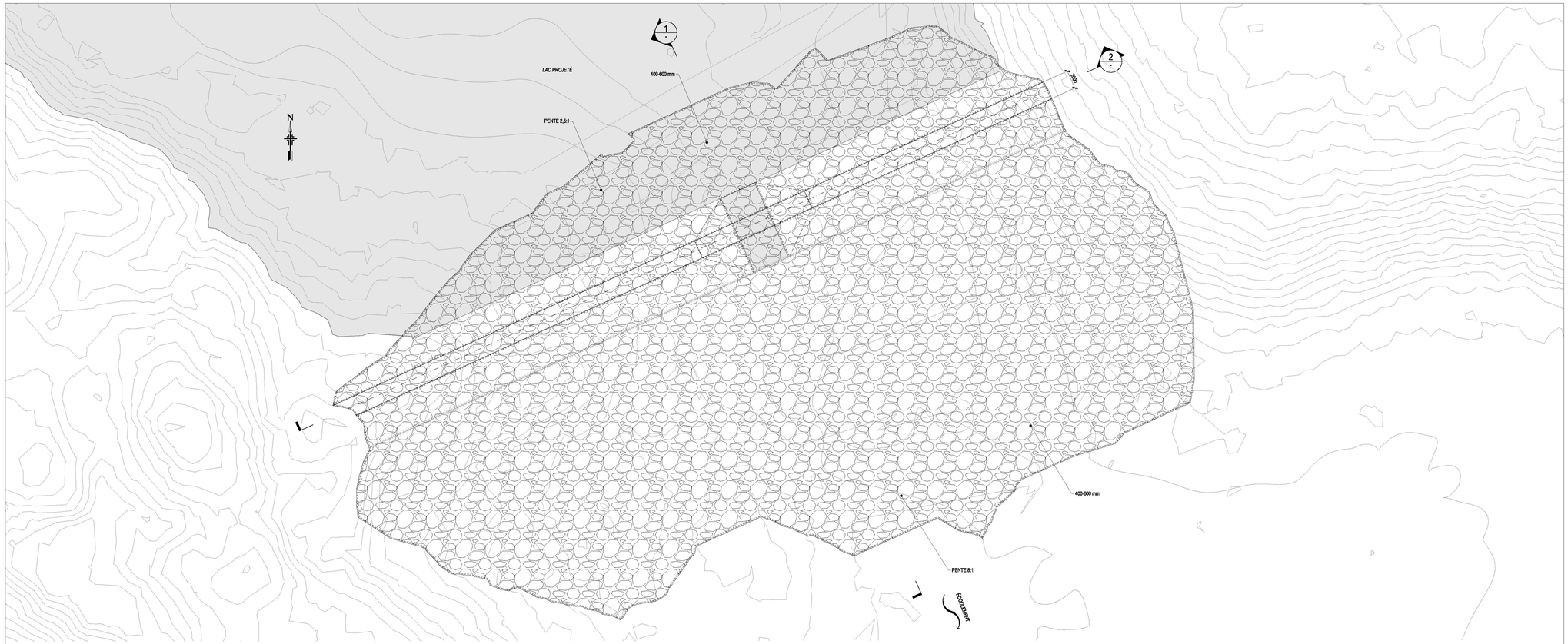
SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
	NOMS	
PROJETÉ PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINÉ PAR :	K. Laroche	16-03-16
VÉRIFIÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16

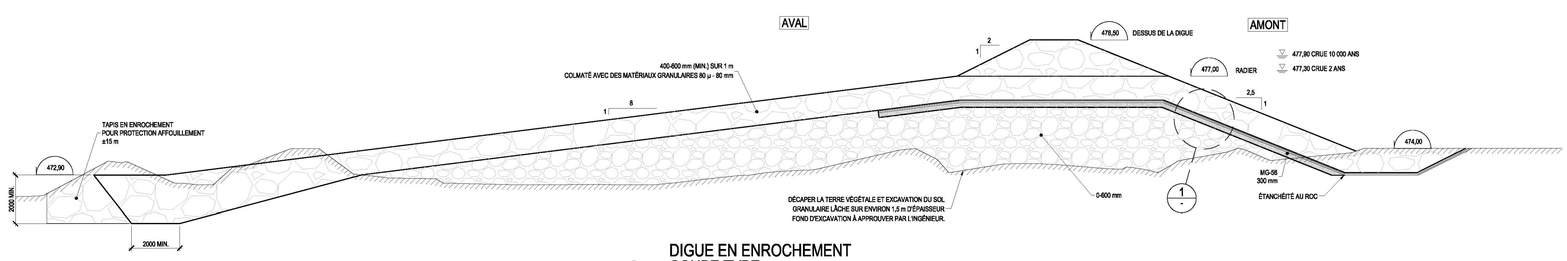
WSP — ArcelorMittal

MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE
COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILIEUX HUMIDES
DIGUE # 3
VUE EN PLAN ET COUPES TYPES

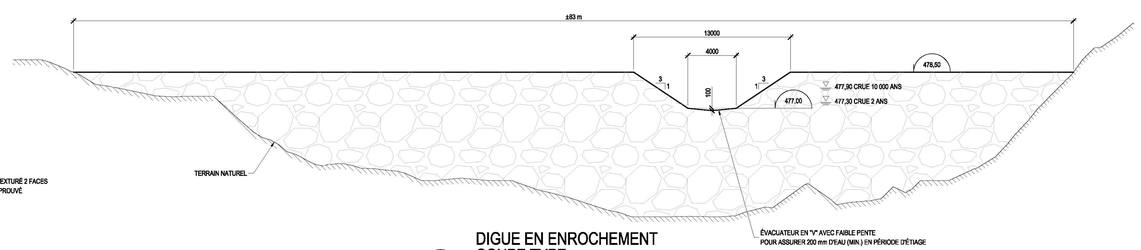
CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C006	A



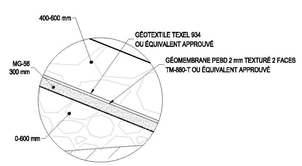
DIGUE EN ENROCHEMENT
VUE EN PLAN
1:200



1 - DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
1:100



2 - DIGUE EN ENROCHEMENT
COUPE TYPE
H 1:200
V 1:100



DÉTAIL 1

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No
N/A

DOSSIER ArcelorMittal No
N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
NOMS		
PROJETE PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVÉ PAR :	E. Cormier	16-03-16

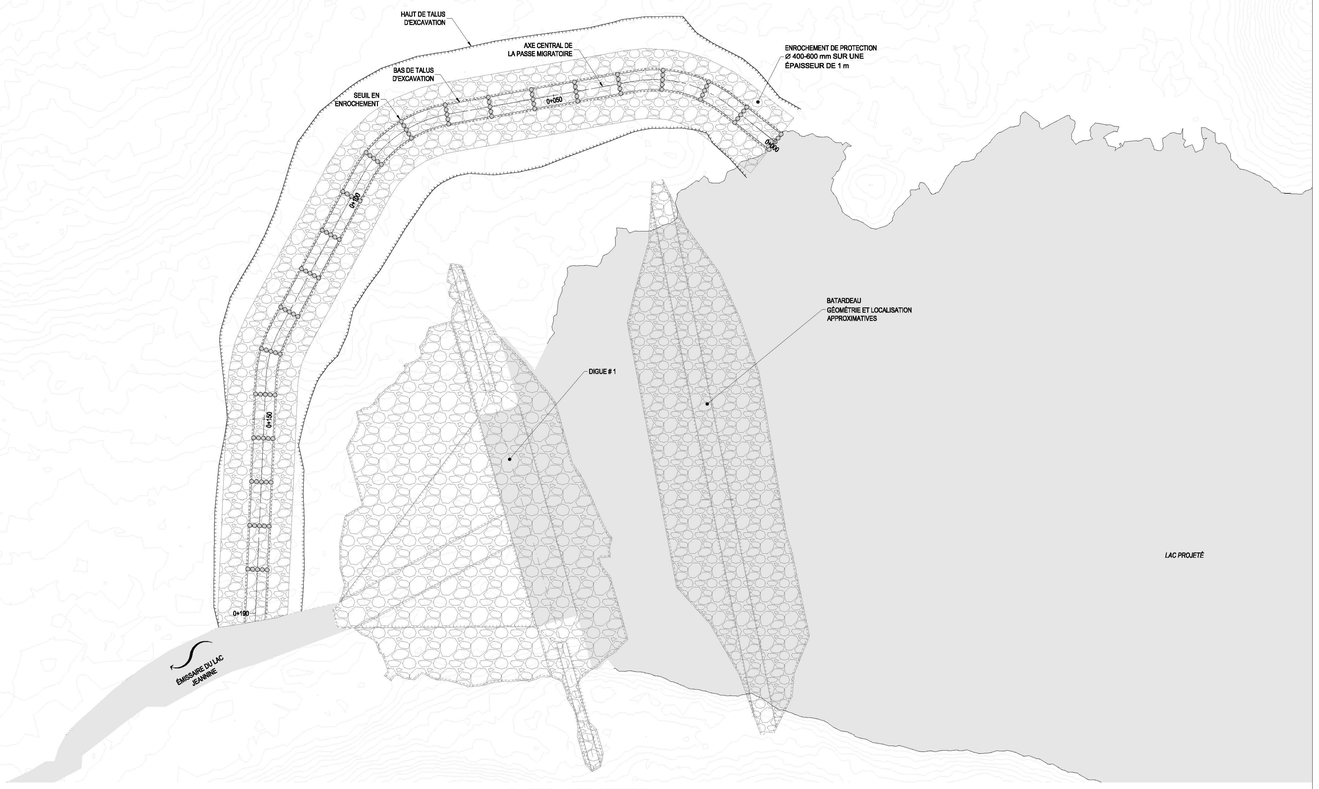
WSP
ArcelorMittal

MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE
COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILIEUX HUMIDES
DIGUE # 4
VUE EN PLAN ET COUPES TYPES

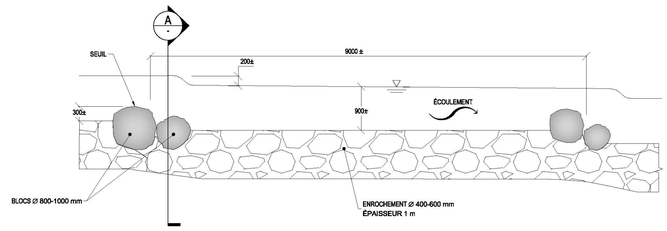
CLASSEUR No: ssras
DESSIN No: 04-05\0001C007
REV.: A

Annexe D

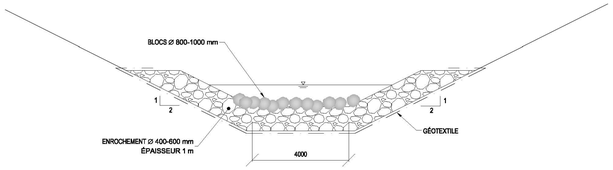
DESSINS CONCEPTUELS – PASSE MIGRATOIRE DE LA DIGUE 1



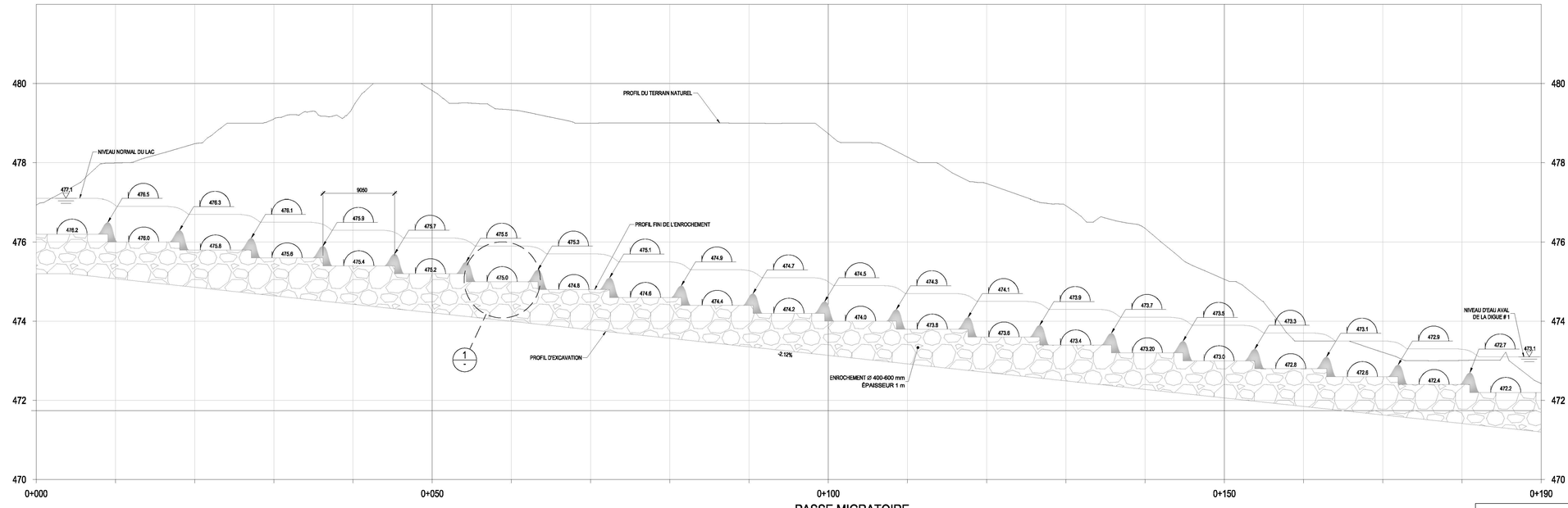
PASSE MIGRATOIRE
VUE EN PLAN
1:500



1 DÉTAIL
1:50



A COUPE TRANSVERSALE D'UN SEUIL
1:100



PASSE MIGRATOIRE
PROFIL EN LONG
H 1:250
V 1:50

CONCEPT

CE DOCUMENT NE DOIT PAS ÊTRE UTILISÉ À DES FINS DE CONSTRUCTION. (OU DE FABRICATION OU D'INSTALLATION)

REMARQUE : SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMÈTRES.

No	DESSINS DE REFERENCE	No	DESSINS DE REFERENCE

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.

No	AA-MM-JJ DATE	REVISIONS	PAR	APPR.
A	16-03-16	POUR DEMANDE D'AUTORISATION	K. L.	E. C.

CAHIER DES CHARGES No: N/A

DOSSIER ArcelorMittal No: N/A

SCEAU DE L'INGENIEUR
INGENIEUR : E. Cormier
No DU MEMBRE : 143 460
COMPAGNIE : WSP
DATE AA-MM-JJ : 16-03-16

		DATE AA-MM-JJ
ECHELLE	Indiquée	
	NOMS	
PROJETE PAR :	E.Cormier et S. Nolin	16-03-16
DESSINE PAR :	K. Laroche	16-03-16
VERIFIE PAR :	E. Cormier	16-03-16
APPROUVE PAR :	E. Cormier	16-03-16

WSP

ArcelorMittal

MINE DE MONT-WRIGHT
LAC JEANNINE
COMPENSATION DES PERTES D'HABITAT DU POISSON ET DES MILIEUX HUMIDES
PASSE MIGRATOIRE
VUE EN PLAN ET PROFIL

CLASSEUR No	DESSIN No	REV.
ssras	04-05\0001C010	A

ANNEXE

D

DONNÉES BRUTES - FAUNE AQUATIQUE

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Effort de pêche et dénombrement des poissons en lac)

Endroit	Station	Date de pose	Heure de pose	Date de levée	Heure de levée	Engin[1]	Effort (nuit-engin)	Prof. max (m)	Petite maille en rive	Temp. eau (ºC)	CACA	COPL	MAMA	SAFO	TOTAL
Lac D	FE01	2015-08-17	15:09	2015-08-18	12:40	FE	1	2,4	Oui	20,3				9	9
Lac D	BO02	2015-08-17	15:13	2015-08-19	12:44	BO	1	0,3	-	20,3			16		16
Lac D	BO03	2015-08-17	15:15	2015-08-20	12:46	BO	1	0,4	-	20,3					0
Lac E	FE-05	2015-08-17	17:37	2015-08-20	9:00	FE	1	5,4	Oui	17,7			4	11	15
Lac E	FE-06	2015-08-17	17:55	2015-08-20	10:00	FE	1	1,80	Non	17,7	2		2	12	16
Lac E	BO-01	2015-08-17	17:18	2015-08-20	10:28	BO	1	0,60	-	20,1				1	1
Lac E	BO-02	2015-08-17	17:24	2015-08-20	10:33	BO	1	0,30	-	18,3			3		3
Lac E	BO-03	2015-08-17	17:27	2015-08-20	10:38	BO	1	0,20	-	19,9			3		3
Lac E	BO-04	2015-08-17	18:20	2015-08-20	10:42	BO	1	1,20	-	20,0					0
Lac G	VE01	2015-08-14	16:05	2015-08-15	8:42	VE	1	0,80	-	14,3				6	6
Lac G	FE02	2015-08-14	16:10	2015-08-15	8:05	FE	1	3,00	Oui	14,3				28	28
Lac G	BO03	2015-08-14	16:16	2015-08-15	8:50	BO	1	0,80	-	14,3					0
Lac G	BO04	2015-08-14	16:20	2015-08-15	8:52	BO	1	1,00	-	14,3					0
Lac Gneiss Tacheté	FE01	2015-08-16	17:40	2015-08-17	10:40	FE	1	3,00	Non	17,9			11	13	24
Lac Gneiss Tacheté	BO02	2015-08-16	17:45	2015-08-17	13:10	BO	1	0,80	-	17,9					0
Lac Gneiss Tacheté	FE03	2015-08-16	17:50	2015-08-17	12:40	FE	1	4,20	Oui	17,9	1			19	20
Lac Gneiss Tacheté	BO04	2015-08-16	17:53	2015-08-17	13:12	BO	1	0,60	-	17,9					0
Lac Gneiss Tacheté	BO05	2015-08-16	17:55	2015-08-17	13:13	BO	1	0,45	-	17,9					0
Lac Gneiss Tacheté	BO06	2015-08-16	18:10	2015-08-17	13:15	BO	1	0,70	-	19,2					0
Lac Gneiss Tacheté	VE07	2015-08-16	18:07	2015-08-17	11:56	VE	1	1,20	-	18,5			280	14	294
Lac H	VE-01	2015-08-13	14:49	2015-08-14	8:50	VE	1	1,00	-	17,8			115	12	127
Lac H	FE02	2015-08-13	15:13	2015-08-14	9:42	FE	1	2,20	Oui	17,2	2		4	27	33
Lac H	BO03	2015-08-13	15:22	2015-08-14	10:30	BO	1	1,00	-	17,4					0
Lac H	BO04	2015-08-13	15:27	2015-08-14	10:31	BO	1	1,10	-	17,8			1		1
Lac I	BO01	2015-08-12	15:35	2015-08-13	8:32	BO	1	0,60	-	15,8					0
Lac I	BO02	2015-08-12	15:37	2015-08-13	8:42	BO	1	0,25	-	16,0			17		17
Lac I	BO03	2015-08-12	15:41	2015-08-13	8:39	BO	1	0,80	-	15,8			10		10
Lac I	BO04	2015-08-12	15:47	2015-08-13	8:55	BO	1	0,20	-	14,9			2		2
Lac I	BO05	2015-08-12	15:50	2015-08-13	8:53	BO	1	0,30	-	15,1			13		13
Lac I	BO06	2015-08-12	15:52	2015-08-13	8:57	BO	1	0,30	-	14,7			1		1
Lac I	VE07	2015-08-12	15:58	2015-08-13	9:36	VE	1	0,80	-				146	2	148
Lac I	FE08	2015-08-12	16:10	2015-08-13	9:15	FE	1	2,40	Oui	16,1			2	11	13
Lac I	VE09	2015-08-12	16:25	2015-08-13	9:53	VE	1	1,70	-	15,7			33		33
Lac I	FE10	2015-08-12	16:37	2015-08-13	10:50	FE	1	4,40	Oui	15,7	1		1	4	6
Lac I	VE11	2015-08-12	16:45	2015-08-13	10:01	VE	1	-	-		12		8	7	27
Lac I	VE12	2015-08-12	16:57	2015-08-13	10:37	VE	1	-	-		1		11	10	22
Lac J	FE01	2015-08-16	15:58	2015-08-17	16:30	FE	1	2,40	Oui	21,04					0
Lac J	FE02	2015-08-16	16:05	2015-08-17	16:40	FE	1	2,20	Oui	21,04					0
Lac J	VE03	2015-08-16	16:15	2015-08-17	16:50	VE	1	1,00	-	21,04					0
Lac J	BO04	2015-08-16	16:20	2015-08-17	16:55	BO	1	0,50	-	21,04					0
Lac J	BO05	2015-08-16	16:22	2015-08-17	16:57	BO	1	0,40	-	21,04					0
Lac J	BO06	2015-08-16	16:23	2015-08-17	16:58	BO	1	0,60	-	21,04					0
Lac J	BO07	2015-08-16	16:25	2015-08-17	17:00	BO	1	0,40	-	21,04					0
Lac Jeannine	VE7	2015-07-20	8:15	2015-07-21	7:52	VE	1	0,6	-		3	9		14	26
Lac Jeannine	FE4	2015-07-20	8:20	2015-07-21	8:00	FE	1	12,0	Oui		42	10		9	61
Lac Jeannine	VE8	2015-07-20	8:30	2015-07-21	8:05	VE	1	1,0	-		2	3		6	11
Lac Jeannine	FE5	2015-07-20	8:40	2015-07-21	8:45	FE	1	4,0	Oui		13	14		28	55
Lac Jeannine	FE6	2015-07-20	8:50	2015-07-21	9:10	FE	1	3,0	Non		19	24		22	65
Lac Jeannine	FE7	2015-07-20	9:00	2015-07-21	9:40	FE	1	2,0	Non		14	34		29	77
Lac Jeannine	FE8	2015-07-20	9:10	2015-07-21	10:15	FE	1	2,0	Oui		32	11		61	104
Lac Jeannine	VE9	2015-07-20	9:20	2015-07-21	10:56	VE	1	0,6	-					2	2
Lac Jeannine	FE9	2015-07-20	9:30	2015-07-21	11:22	FE	1	1,8	Non		23	16		37	76
Lac Jeannine	FE10	2015-07-20	9:40	2015-07-21	12:00	FE	1	2,0	Non		11	25		44	80

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Effort de pêche et dénombrement des poissons en lac)

Endroit	Station	Date de pose	Heure de pose	Date de levée	Heure de levée	Engin[1]	Effort (nuit-engin)	Prof. max (m)	Petite maille en rive	Temp. eau (ºC)	CACA	COPL	MAMA	SAFO	TOTAL
Lac Jeannine	VE10	2015-07-20	9:45	2015-07-21	12:05	VE	1	0,8	-			7		11	18
Lac Jeannine	FE11	2015-07-20	9:50	2015-07-21	12:25	FE	1	12,0	Oui		18	2		11	31
Lac L	BO01	2015-08-14	12:00	2015-08-15	10:42	BO	1	1,00	-	18,0			25		25
Lac L	BO02	2015-08-14	12:37	2015-08-15	10:39	BO	1	1,10	-	18,2					0
Lac L	VE03	2015-08-14	12:05	2015-08-15	10:08	VE	1	1,00	-	18,0			580		580
Lac L	FE04	2015-08-14	12:20	2015-08-15	10:01	FE	1	2,00	Non	18,0			3		3
Lac M	FE01	2015-08-15	12:03	2015-08-16	8:59	FE	1	2,60	Oui	17,3			3	21	24
Lac M	FE02	2015-08-15	12:09	2015-08-16	9:29	FE	1	2,00	Oui				4	8	12
Lac M	VE03	2015-08-15	12:41	2015-08-16	10:00	VE	1	1,00	-				28	2	30
Lac M	BO04	2015-08-15	12:13	2015-08-16	10:20	BO	1	0,60	-	17,3			5		5
Lac M	BO05	2015-08-15	12:16	2015-08-16	10:25	BO	1	0,60	-	17,3			21		21
Lac M	BO06	2015-08-15	12:20	2015-08-16	10:33	BO	1	0,80	-	17,3			8		8
Lac M	BO07	2015-08-15	12:27	2015-08-16	-	BO	1	0,30	-						0
Lac N	VE05	2015-07-17	15:00	2015-07-18	9:15	VE	1	1,0	-				21		21
Lac N	VE06	2015-07-17	15:20	2015-07-18	9:56	VE	1	0,6	-				307		307
Lac N	FE03	2015-07-17	15:30	2015-07-18	10:15	FE	1	2,0	Milieu				1	11	12
Lac O	VE04	2015-07-17	14:30	2015-07-18	11:30	VE	1	0,4	-				782		782
Lac O	FE01	2015-07-17	13:35	2015-07-18	8:55	FE	1	2,0	Oui					8	8
Lac O	FE02	2015-07-17	14:30	2015-07-18	11:30	FE	1	1,2	Oui					5	5
Lac O	VE01	2015-07-17	12:30	2015-07-18	12:40	VE	1	1,1	-				1276		1276
Lac O	VE02	2015-07-17	15:45	2015-07-18	12:00	VE	1	1,0	-				1637		1637
Lac O	VE03	2015-07-17	13:20	2015-07-18	8:15	VE	1	1,0	-				1578		1578

[1]Engin de pêche : BO : Bourolle, VE : Verveux, FE : Filet expérimental
Espèce : CACA : Meunier rouge, COPL : Méné de lac, MAMA : Mulet perlé, SAFO : Omble de fontaine

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
1	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	75	4,5	1,1					
2	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	95	7,0	0,8					
3	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	86	5,0	0,8					
4	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	74	3,0	0,7					
5	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	76	4,0	0,9					
6	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	91	5,5	0,7					
7	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	68	4,0	1,3					
8	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	49	2,0	1,7					
9	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	80	3,5	0,7					
10	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	76	3,0	0,7					
11	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	84	4,5	0,8					
12	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	89	5,5	0,8					
13	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	86	5,5	0,9					
14	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	89	6,0	0,9					
15	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA	87	5,0	0,8					
16	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				640,0	200			VRAC
17	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				580,0	200			VRAC
18	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				570,0	200			VRAC
19	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				790,0	265			VRAC
20	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				630,0	211			VRAC
21	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				710,0	238			VRAC
22	Lac O	2015-07-18	VE3	VE	MAMA				740,0	248			VRAC
23	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	46	0,5	0,5					
24	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	69	3,0	0,9					
25	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	77	3,0	0,7					
26	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	45	0,5	0,5					
27	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	55	1,0	0,6					
28	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	36	0,5	1,1					
29	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	57	1,0	0,5					
30	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	44	1,0	1,2					
31	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	45	1,0	1,1					
32	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	48	1,0	0,9					
33	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	75	4,0	0,9					
34	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	65	1,5	0,5					
35	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	53	1,0	0,7					
36	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	41	1,0	1,5					
37	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	90	4,5	0,6					
38	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	62	1,5	0,6					
39	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	71	4,0	1,1					
40	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	87	5,0	0,8					
41	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	41	1,0	1,5					
42	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	46	1,5	1,5					
43	Lac N	2015-07-18	VE5	VE	MAMA	42	1,0	1,3					
44	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	95	6,5	0,8					
45	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	75	5,0	1,2					
46	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	106	7,0	0,6					
47	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	78	5,0	1,1					
48	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	71	5,0	1,4					
49	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	74	5,0	1,2					
50	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	75	5,5	1,3					
51	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	65	2,0	0,7					
52	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	62	2,0	0,8					
53	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	92	6,0	0,8					
54	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	70	3,5	1,0					
55	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	62	2,0	0,8					
56	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	47	1,5	1,4					
57	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	87	5,5	0,8					
58	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA	92	6,0	0,8					
59	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA				240,0	50			VRAC
60	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA				700,0	146			VRAC
61	Lac N	2015-07-18	VE6	VE	MAMA				460,0	96			VRAC
62	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	72	3,5	0,9					
63	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	60	2,0	0,9					
64	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	71	3,5	1,0					
65	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	89	5,0	0,7					
66	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	66	2,0	0,7					
67	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	77	4,0	0,9					
68	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	62	2,0	0,8					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
69	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	49	1,5	1,3					
70	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	59	2,0	1,0					
71	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	69	2,5	0,8					
72	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	62	2,0	0,8					
73	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	66	2,0	0,7					
74	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	59	2,0	1,0					
75	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	56	2,0	1,1					
76	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA	48	1,5	1,4					
77	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA				150,0	50			VRAC
78	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA				900,0	300			VRAC
79	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA				680,0	227			VRAC
80	Lac O	2015-07-18	VE4	VE	MAMA				570,0	190			VRAC
81	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	70	3,5	1,0					
82	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	86	4,5	0,7					
83	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	81	4,0	0,8					
84	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	116	8,0	0,5					
85	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	104	7,5	0,7					
86	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	89	5,0	0,7					
87	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	95	6,0	0,7					
88	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	102	7,5	0,7					
89	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	67	2,5	0,8					
90	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	95	6,5	0,8					
91	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	94	6,4	0,8					
92	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	84	5,0	0,8					
93	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	82	5,0	0,9					
94	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	87	5,5	0,8					
95	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA	112	7,5	0,5					
96	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				725,0	158			VRAC
97	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				230,0	50			VRAC
98	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				810,0	176			VRAC
99	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				700,0	152			VRAC
100	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				860,0	187			VRAC
101	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				880,0	191			VRAC
102	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				1000,0	217			VRAC
103	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				895,0	195			VRAC
104	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				750,0	163			VRAC
105	Lac O	2015-07-18	VE2	VE	MAMA				610,0	133			VRAC
106	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	73	3,5	0,9					
107	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	55	2,0	1,2					
108	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	82	4,0	0,7					
109	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	86	4,0	0,6					
110	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	84	4,0	0,7					
111	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	84	4,0	0,7					
112	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	74	3,5	0,9					
113	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	126	20,0	1,0					
114	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	118	17,0	1,0					
115	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	86	4,0	0,6					
116	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	77	3,5	0,8					
117	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	93	5,0	0,6					
118	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	74	3,0	0,7					
119	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	49	2,0	1,7					
120	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA	101	8,0	0,8					
121	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				715,0	128			VRAC
122	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				280,0	50			VRAC
123	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				650,0	116			VRAC
124	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				710,0	127			VRAC
125	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				940,0	168			VRAC
126	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				1400,0	250			VRAC
127	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				920,0	164			VRAC
128	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				850,0	152			VRAC
129	Lac O	2015-07-18	VE1	VE	MAMA				595,0	106			VRAC
130	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	MAMA	115	14,1	0,9					
131	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	160	37,5	0,9			F	3	
132	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	173	51,4	1,0			M	3	
133	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	250	138,5	0,9			F	3	
134	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	234	125,1	1,0			M	3	
135	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	140	24,2	0,9			M	3	
136	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	151	33,9	1,0			F	3	

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
137	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	195	72,7	1,0			F	3	
138	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	204	85,1	1,0			F	3	
139	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	199	53,2	0,7			F	3	
140	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	172	50,6	1,0			F	3	
141	Lac N	2015-07-18	FE3	FE	SAFO	292	270,0	1,1			F	3	
142	Lac O	2015-07-18	FE2	FE	SAFO	154	31,7	0,9			F	3	
143	Lac O	2015-07-18	FE2	FE	SAFO	227	122,2	1,0			M	3	
144	Lac O	2015-07-18	FE2	FE	SAFO	206	83,2	1,0			M	3	
145	Lac O	2015-07-18	FE2	FE	SAFO	245	169,4	1,2			M	3	
146	Lac O	2015-07-18	FE2	FE	SAFO	181	52,5	0,9			F	3	
147	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	340	396,4	1,0			F	3	
148	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	376	552,5	1,0			F	3	
149	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	310	323,3	1,1			F	3	
150	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	342	434,5	1,1			F	3	
151	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	406	631,5	0,9			M	3	
152	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	211	106,8	1,1			M	3	
153	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	272	205,3	1,0			F	3	
154	Lac O	2015-07-18	FE1	FE	SAFO	157	37,5	1,0			F	3	
155	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	259	166,5	1,0					
156	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	190	63,2	0,9					
157	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	182	54,9	0,9					
158	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	242	144,8	1,0					
159	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	176	53,9	1,0					
160	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	251	160,0	1,0					
161	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	236	116,5	0,9					
162	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	232	119,9	1,0					
163	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	229	113,8	0,9					
164	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	182	64,8	1,1					
165	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	186	52,8	0,8					
166	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	231	111,9	0,9					
167	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	176	51,4	0,9					
168	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	181	53,3	0,9			F	2	
169	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	236	119,5	0,9			F	3	
170	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	272	168,6	0,8			F	2	
171	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	278	160,9	0,7			F	2	
172	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	380	446,7	0,8			M	3	
173	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	335	353,1	0,9			M	2	
174	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	280	162,5	0,7			F	3	
175	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	192	60,0	0,8			M	2	
176	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	359	438,5	0,9			M	3	
177	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	206	71,0	0,8			F	3	
178	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	SAFO	193	66,0	0,9			M	2	
179	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	194	68,1	0,9					
180	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	234	133,3	1,0					
181	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	182	55,2	0,9					
182	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	149	30,8	0,9					
183	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	CACA	142	26,6	0,9					
184	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	COPL	134	22,7	0,9					
185	Lac Jeannine	2015-07-21	FE11	FE	COPL	135	19,8	0,8					
186	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	264	167,2	0,9					
187	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	182	58,0	1,0					
188	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	224	110,2	1,0					
189	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	309	298,1	1,0					
190	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	182	53,0	0,9					
191	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	244	150,6	1,0			F	3	
192	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	259	164,9	0,9			F	3	
193	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	223	99,3	0,9			F	2	
194	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	242	126,9	0,9			F	3	
195	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	189	66,4	1,0			F	3	
196	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	176	50,7	0,9			F	2	
197	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	189	50,4	0,7			F	3	Poisson sans tête
198	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	251	136,9	0,9			M	3	
199	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	241	116,1	0,8			X	I	
200	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	191	64,6	0,9			M	2	
201	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	205	81,6	0,9			F	3	
202	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	276	195,9	0,9			F	3	
203	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	231	104,4	0,8			M	3	
204	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	214	98,1	1,0			F	3	

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
205	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	171	45,8	0,9			X	1	
206	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	208	76,5	0,9			F	3	
207	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	203	80,1	1,0			F	3	
208	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	184	59,0	0,9			F	4	
209	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	208	83,7	0,9			M	1	
210	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	251	146,3	0,9			F	3	
211	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	178	52,5	0,9			M	3	
212	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	264	163,0	0,9			F	3	
213	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	206	81,9	0,9			M	3	
214	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	142	27,6	1,0			X	I	
215	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	255	159,9	1,0			F	1	
216	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	210	92,3	1,0			F	3	
217	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	237	120,9	0,9			F	2	
218	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	143	25,5	0,9			X	I	
219	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	233	115,8	0,9			M	2	
220	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	241	128,0	0,9			F	2	
221	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	199	72,4	0,9			F	3	
222	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	226	115,2	1,0			M	3	
223	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	154	35,5	1,0			X	1	
224	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	274	204,8	1,0					
225	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	233	135,3	1,1					
226	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	189	59,5	0,9					
227	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	172	55,4	1,1					
228	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	176	48,4	0,9					
229	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	190	59,1	0,9					
230	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	141	26,0	0,9					
231	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	179	48,6	0,8					
232	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	134	24,3	1,0					
233	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	123	16,8	0,9					
234	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	144	27,9	0,9					
235	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	114	13,7	0,9					
236	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	129	19,1	0,9					
237	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	154	39,7	1,1					
238	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	159	34,6	0,9					
239	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	142	27,3	1,0					
240	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	144	26,8	0,9					
241	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	166	47,7	1,0					
242	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	151	31,8	0,9					
243	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	163	41,1	0,9					
244	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	144	29,8	1,0					
245	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	187	56,2	0,9					
246	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	CACA	125	19,8	1,0					
247	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	114	13,5	0,9					
248	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	132	19,6	0,9					
249	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	129	20,6	1,0					
250	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	134	21,2	0,9					
251	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	134	17,6	0,7					
252	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	120	14,5	0,8					
253	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	131	17,8	0,8					
254	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	124	16,7	0,9					
255	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	136	18,7	0,7					
256	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	COPL	134	20,7	0,9					
257	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	192	66,2	0,9			F	4	
258	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	200	72,0	0,9			M	3	
259	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	242	137,1	1,0			M	3	
260	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	225	109,1	1,0			M	3	
261	Lac Jeannine	2015-07-21	FE9	FE	SAFO	219	103,1	1,0			M	3	
262	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	261	162,2	0,9			M	3	
263	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	251	145,2	0,9					
264	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	183	60,8	1,0					
265	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	186	57,4	0,9					
266	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	260	163,8	0,9					
267	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	190	58,7	0,9					
268	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	231	109,9	0,9					
269	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	262	163,0	0,9					
270	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	255	163,1	1,0					
271	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	212	79,2	0,8					
272	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	198	75,5	1,0					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
273	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	163	42,0	1,0					
274	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	229	120,1	1,0					
275	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	270	175,5	0,9					
276	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	207	81,8	0,9					
277	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	232	114,9	0,9					
278	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	232	117,7	0,9					
279	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	264	180,4	1,0					
280	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	188	59,8	0,9					
281	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	142	26,2	0,9					
282	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	248	121,4	0,8					
283	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	184	62,7	1,0					
284	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	161	36,3	0,9					
285	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	236	123,5	0,9					
286	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	172	47,1	0,9					
287	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	205	70,5	0,8					
288	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	192	67,5	1,0					
289	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	203	75,2	0,9					
290	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	221	89,1	0,8					
291	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	212	94,2	1,0					
292	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	291	187,2	0,8					
293	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	192	64,4	0,9					
294	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	196	73,6	1,0					
295	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	192	67,7	1,0					
296	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	182	56,3	0,9					
297	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	139	25,8	1,0					
298	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	161	37,8	0,9					
299	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	172	46,9	0,9					
300	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	166	41,9	0,9					
301	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	171	47,7	1,0					
302	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	152	33,4	1,0					
303	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	164	41,1	0,9					
304	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	148	30,8	1,0					
305	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	SAFO	146	30,8	1,0					
306	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	136	26,0	1,0					
307	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	135	23,1	0,9					
308	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	123	17,4	0,9					
309	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	133	19,9	0,8					
310	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	133	21,3	0,9					
311	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	135	23,4	1,0					
312	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	144	25,5	0,9					
313	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	131	21,4	1,0					
314	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	127	19,0	0,9					
315	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	112	14,3	1,0					
316	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	116	15,2	1,0					
317	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	136	21,1	0,8					
318	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	146	31,6	1,0					
319	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	141	22,3	0,8					
320	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	127	19,2	0,9					
321	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	122	18,4	1,0					
322	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	131	21,0	0,9					
323	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	122	17,8	1,0					
324	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	142	27,2	0,9					
325	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	133	24,9	1,1					
326	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	132	22,3	1,0					
327	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	119	15,7	0,9					
328	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	126	20,0	1,0					
329	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	139	24,5	0,9					
330	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	COPL	123	15,0	0,8					
331	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	155	35,1	0,9					
332	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	155	36,0	1,0					
333	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	166	41,1	0,9					
334	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	209	87,5	1,0					
335	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	191	71,0	1,0					
336	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	174	54,1	1,0					
337	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	168	44,6	0,9					
338	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	144	30,2	1,0					
339	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	141	29,1	1,0					
340	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	151	37,2	1,1					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
341	Lac Jeannine	2015-07-21	FE10	FE	CACA	159	34,9	0,9					
342	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	222	131,5	1,2					
343	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	242	170,0	1,2					
344	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	234	137,5	1,1					
345	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	192	64,3	0,9					
346	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	162	36,5	0,9					
347	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	196	66,7	0,9					
348	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	121	14,3	0,8					
349	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	152	32,0	0,9					
350	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	134	24,1	1,0					
351	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	114	12,3	0,8					
352	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	SAFO	115	12,4	0,8					
353	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	116	11,4	0,7					
354	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	121	13,2	0,7					
355	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	123	13,2	0,7					
356	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	121	13,4	0,8					
357	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	134	20,1	0,8					
358	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	136	19,7	0,8					
359	Lac Jeannine	2015-07-21	VE10	VE	COPL	116	12,1	0,8					
360	Lac Jeannine	2015-07-21	VE9	VE	SAFO	156	39,7	1,0					
361	Lac Jeannine	2015-07-21	VE9	VE	SAFO	139	25,2	0,9					
362	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	171	50,6	1,0					
363	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	251	150,2	0,9					
364	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	262	167,6	0,9					
365	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	244	140,4	1,0					
366	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	239	125,7	0,9					
367	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	239	128,9	0,9					
368	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	264	163,0	0,9					
369	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	196	66,2	0,9					
370	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	216	87,2	0,9					
371	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	174	49,8	0,9					
372	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	354	508,5	1,1					
373	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	270	116,0	0,6					
374	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	182	51,7	0,9					
375	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	201	80,7	1,0					
376	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	192	64,6	0,9					
377	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	242	132,3	0,9					
378	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	256	176,7	1,1					
379	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	142	27,2	0,9					
380	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	239	127,7	0,9					
381	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	183	61,4	1,0					
382	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	242	123,6	0,9					
383	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	204	73,6	0,9					
384	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	204	81,2	1,0					
385	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	182	51,5	0,9					
386	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	259	151,9	0,9					
387	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	244	133,5	0,9					
388	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	187	59,2	0,9					
389	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	269	200,3	1,0					
390	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	261	163,9	0,9					
391	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	269	193,1	1,0					
392	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	181	52,3	0,9					
393	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	171	46,6	0,9					
394	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	172	40,6	0,8					
395	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	139	26,6	1,0					
396	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	114	13,6	0,9					
397	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	211	79,5	0,8					
398	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	110	16,7	1,3					
399	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	242	138,1	1,0					
400	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	206	76,4	0,9					
401	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	226	107,4	0,9					
402	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	214	83,9	0,9					
403	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	152	32,6	0,9					
404	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	239	132,0	1,0					
405	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	264	182,5	1,0					
406	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	277	215,9	1,0					
407	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	146	27,8	0,9					
408	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	129	18,8	0,9					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
409	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	229	112,6	0,9					
410	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	166	44,1	1,0					
411	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	239	125,5	0,9					
412	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	166	45,1	1,0					
413	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	166	42,4	0,9					
414	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	181	55,1	0,9					
415	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	179	53,8	0,9					
416	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	141	28,8	1,0					
417	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	140	26,6	1,0					
418	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	219	98,1	0,9					
419	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	187	104,2	1,6					
420	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	139	28,0	1,0					
421	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	189	65,1	1,0					
422	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	151	32,8	1,0					
423	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	129	19,2	0,9					
424	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	124	18,5	1,0					
425	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	174	47,3	0,9					
426	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	114	28,7	1,9					
427	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	114	14,7	1,0					
428	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	109	13,6	1,1					
429	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	134	20,7	0,9					
430	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	137	27,1	1,1					
431	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	114	15,4	1,0					
432	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	169	47,3	1,0					
433	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	111	14,7	1,1					
434	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	116	16,9	1,1					
435	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	117	17,3	1,1					
436	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	186	60,4	0,9					
437	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	179	56,0	1,0					
438	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	230	112,3	0,9					
439	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	212	95,7	1,0					
440	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	248	137,5	0,9					
441	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	242	128,4	0,9					
442	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	190	62,8	0,9					
443	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	201	73,7	0,9					
444	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	192	64,3	0,9					
445	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	209	90,0	1,0					
446	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	220	96,6	0,9					
447	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	216	106,0	1,1					
448	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	SAFO	188	55,5	0,8					
449	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	189	57,4	0,9					
450	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	206	78,1	0,9					
451	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	152	31,6	0,9					
452	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	174	50,1	1,0					
453	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	CACA	239	131,6	1,0					
454	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	131	16,9	0,8					
455	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	116	15,6	1,0					
456	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	124	15,8	0,8					
457	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	104	14,4	1,3					
458	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	101	12,1	1,2					
459	Lac Jeannine	2015-07-21	FE8	FE	COPL	121	16,1	0,9					
460	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	196	68,1	0,9					
461	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	246	143,2	1,0					
462	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	176	49,1	0,9					
463	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	204	73,4	0,9					
464	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	196	66,3	0,9					
465	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	246	136,7	0,9					
466	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	256	157,7	0,9					
467	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	236	136,3	1,0					
468	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	194	67,0	0,9					
469	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	172	47,3	0,9					
470	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	186	57,5	0,9					
471	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	220	99,1	0,9					
472	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	195	66,9	0,9					
473	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	262	174,6	1,0					
474	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	232	124,7	1,0					
475	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	142	36,6	1,3					
476	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	171	49,8	1,0					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
477	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	146	28,9	0,9					
478	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	145	32,2	1,1					
479	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	166	43,5	1,0					
480	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	221	99,6	0,9					
481	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	202	72,3	0,9					
482	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	196	77,5	1,0					
483	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	266	185,0	1,0					
484	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	229	113,3	0,9					
485	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	242	125,7	0,9					
486	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	159	36,7	0,9					
487	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	161	37,8	0,9					
488	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	188	63,5	1,0					
489	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	186	66,3	1,0					
490	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	151	30,1	0,9					
491	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	169	46,6	1,0					
492	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	114	13,4	0,9					
493	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	116	16,2	1,0					
494	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	135	20,6	0,8					
495	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	123	19,1	1,0					
496	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	112	13,8	1,0					
497	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	122	19,7	1,1					
498	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	132	22,0	1,0					
499	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	132	22,3	1,0					
500	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	104	11,9	1,1					
501	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	139	23,2	0,9					
502	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	126	19,4	1,0					
503	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	127	17,6	0,9					
504	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	107	13,4	1,1					
505	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL	126	20,0	1,0					
506	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	209	80,0	0,9					
507	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	164	44,2	1,0					
508	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	171	48,4	1,0					
509	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	138	28,3	1,1					
510	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	149	34,2	1,0					
511	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	174	51,4	1,0					
512	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	SAFO	162	38,1	0,9					
513	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	229	119,7	1,0					
514	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	212	94,9	1,0					
515	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	239	146,3	1,1					
516	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	CACA	186	61,2	1,0					
517	Lac Jeannine	2015-07-21	FE7	FE	COPL				373,2	20			VRAC
518	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	249	130,6	0,8					
519	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	287	234,3	1,0					
520	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	202	86,8	1,1					
521	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	182	57,9	1,0					
522	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	216	92,2	0,9					
523	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	152	33,9	1,0					
524	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	158	42,2	1,1					
525	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	209	77,4	0,8					
526	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	227	113,5	1,0					
527	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	191	58,7	0,8					
528	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	183	56,1	0,9					
529	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	188	57,4	0,9					
530	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	153	36,9	1,0					
531	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	204	84,2	1,0					
532	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	245	145,9	1,0					
533	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	189	66,5	1,0					
534	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	120	17,3	1,0					
535	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	241	122,8	0,9					
536	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	239	134,3	1,0					
537	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	190	68,1	1,0					
538	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	151	36,3	1,1					
539	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	194	70,2	1,0					
540	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	164	39,0	0,9					
541	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	178	54,4	1,0					
542	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	123	21,4	1,2					
543	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	176	49,8	0,9					
544	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	129	17,8	0,8					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
545	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	134	23,2	1,0					
546	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	249	132,3	0,9					
547	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	223	101,8	0,9					
548	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	152	33,7	1,0					
549	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	240	148,9	1,1					
550	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	148	28,7	0,9					
551	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	144	29,5	1,0					
552	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	261	159,7	0,9					
553	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	SAFO	211	95,6	1,0					
554	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	156	33,7	0,9					
555	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	124	20,8	1,1					
556	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	149	30,3	0,9					
557	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	154	61,9	1,7					
558	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	CACA	211	102,5	1,1					
559	Lac Jeannine	2015-07-21	FE6	FE	COPL				466,0	24			VRAC
560	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	224	91,6	0,8					
561	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	155	37,7	1,0					
562	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	259	185,5	1,1					
563	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	206	73,3	0,8					
564	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	242	142,9	1,0					
565	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	184	60,8	1,0					
566	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	220	104,2	1,0					
567	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	204	83,7	1,0					
568	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	262	158,0	0,9					
569	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	212	96,8	1,0					
570	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	149	29,4	0,9					
571	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	144	28,5	1,0					
572	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	254	165,3	1,0					
573	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	192	64,7	0,9					
574	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	156	37,1	1,0					
575	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	110	13,6	1,0					
576	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	176	56,0	1,0					
577	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	144	26,8	0,9					
578	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	151	34,1	1,0					
579	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	281	186,0	0,8					
580	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	161	32,6	0,8					
581	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	SAFO	155	39,6	1,1					
582	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	114	14,7	1,0					
583	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	208	80,2	0,9					
584	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	175	50,6	0,9					
585	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	156	34,7	0,9					
586	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	154	33,2	0,9					
587	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	192	62,5	0,9					
588	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	151	25,9	0,8					
589	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	144	24,4	0,8					
590	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	161	36,1	0,9					
591	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	124	17,7	0,9					
592	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	127	18,9	0,9					
593	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	188	58,1	0,9					
594	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	186	57,4	0,9					
595	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	161	36,0	0,9					
596	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	148	29,7	0,9					
597	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	200	76,3	1,0					
598	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	155	33,9	0,9					
599	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	141	25,1	0,9					
600	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	146	24,6	0,8					
601	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	182	50,1	0,8					
602	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	136	25,8	1,0					
603	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	111	14,9	1,1					
604	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	202	80,8	1,0					
605	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	181	51,7	0,9					
606	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	122	19,6	1,1					
607	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	136	22,9	0,9					
608	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	156	38,7	1,0					
609	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	146	30,5	1,0					
610	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	CACA	144	27,0	0,9					
611	Lac Jeannine	2015-07-21	FE4	FE	COPL				209,0	10			VRAC
612	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	264	171,9	0,9					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
613	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	151	31,5	0,9					
614	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	214	86,6	0,9					
615	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	165	22,3	0,5					
616	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	154	33,1	0,9					
617	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	200	74,7	0,9					
618	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	204	69,8	0,8					
619	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	208	89,5	1,0					
620	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	167	45,7	1,0					
621	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	148	32,4	1,0					
622	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	238	121,2	0,9					
623	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	161	46,6	1,1					
624	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	227	99,5	0,9					
625	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	209	80,3	0,9					
626	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	232	118,8	1,0					
627	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	292	235,7	0,9					
628	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	242	161,9	1,1					
629	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	169	47,5	1,0					
630	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	240	130,7	0,9					
631	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	154	31,9	0,9					
632	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	141	28,1	1,0					
633	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	166	41,0	0,9					
634	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	149	29,9	0,9					
635	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	123	19,3	1,0					
636	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	191	68,4	1,0					
637	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	226	107,3	0,9					
638	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	156	31,4	0,8					
639	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	259	159,5	0,9					
640	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	191	61,7	0,9					
641	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	246	126,8	0,9					
642	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	190	63,3	0,9					
643	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	194	64,5	0,9					
644	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	212	87,8	0,9					
645	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	SAFO	268	178,7	0,9					
646	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	176	45,6	0,8					
647	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	179	50,5	0,9					
648	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	146	27,8	0,9					
649	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	186	56,1	0,9					
650	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	148	29,8	0,9					
651	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	159	36,9	0,9					
652	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	CACA	184	56,7	0,9					
653	Lac Jeannine	2015-07-21	FE5	FE	COPL				244,6	14			VRAC
654	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	SAFO	90	6,8	0,9					
655	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	SAFO	151	32,3	0,9					
656	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	SAFO	184	54,6	0,9					
657	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	SAFO	161	39,3	0,9					
658	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	SAFO	171	43,1	0,9					
659	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	SAFO	114	12,4	0,8					
660	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	CACA	164	39,2	0,9					
661	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	CACA	108	11,4	0,9					
662	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	COPL	136	21,2	0,8					
663	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	COPL	124	14,9	0,8					
664	Lac Jeannine	2015-07-21	VE8	VE	COPL	112	10,5	0,7					
665	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	126	19,3	1,0					
666	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	114	13,7	0,9					
667	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	222	110,8	1,0					
668	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	172	44,2	0,9					
669	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	198	65,1	0,8					
670	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	109	11,4	0,9					
671	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	114	14,4	1,0					
672	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	104	10,9	1,0					
673	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	159	35,0	0,9					
674	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	166	38,7	0,8					
675	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	167	42,6	0,9					
676	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	165	35,9	0,8					
677	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	172	48,0	0,9					
678	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	SAFO	172	48,5	1,0					
679	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	CACA	126	19,1	1,0					
680	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	CACA	161	36,5	0,9					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
681	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	CACA	132	19,1	0,8					
682	Lac Jeannine	2015-07-21	VE7	VE	COPL				106,2	9			VRAC
683	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE01-01	PE	CACA	42	1,0	1,3					
684	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE01-01	PE	CACA	89	6,5	0,9					
685	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE01-01	PE	CACA	88	6,5	1,0					
686	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE01-01	PE	SAFO	54	1,5	1,0					
687	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE01-02	PE	SAFO	111	13,0	1,0					
688	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE01-02	PE	CACA	54	1,5	1,0					
689	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-01	PE	SAFO	49	1,5	1,3					
690	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-01	PE	SAFO	41	1,0	1,5					
691	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-01	PE	SAFO	43	1,0	1,3					
692	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	174	43,0	0,8					
693	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	46	1,5	1,5					
694	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	44	1,0	1,2					
695	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	42	1,0	1,3					
696	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	43	1,0	1,3					
697	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	45	1,5	1,6					
698	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-02	PE	SAFO	41	1,0	1,5					
699	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-03	PE	SAFO	90	6,0	0,8					
700	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-03	PE	SAFO	43	1,0	1,3					
701	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-03	PE	SAFO	31	0,5	1,7					
702	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-04	PE	SAFO	49	1,5	1,3					
703	Émissaire Jeannine	2015-07-22	PE02-04	PE	SAFO	36	1,0	2,1					
0002	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	83	5,0	0,9					
0003	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	120	17,8	1,0					
0004	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	110	12,5	0,9					
0005	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	95	7,2	0,8					
0006	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	106	11,8	1,0					
0007	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	89	7,0	1,0					
0008	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	86	6,4	1,0					
0009	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	105	9,5	0,8					
0010	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	105	11,0	1,0					
0011	Lac I	2015-08-13	BO03	BO	MAMA	68	3,2	1,0					
0012	Lac I	2015-08-13	BO02	BO	MAMA	109	11,4	0,9					plus gros
0013	Lac I	2015-08-13	BO02	BO	MAMA	65	2,3	0,8					plus petit
0014 à 0028	Lac I	2015-08-13	BO02	BO	MAMA				75,8	15			VRAC
0029	Lac I	2015-08-13	BO05	BO	MAMA	128	17,5	0,8					plus gros
0030	Lac I	2015-08-13	BO05	BO	MAMA	71	2,2	0,6					plus petit
0031 à 0040	Lac I	2015-08-13	BO05	BO	MAMA				49,0	10			VRAC
0041	Lac I	2015-08-13	BO05	BO	MAMA								Échappé
0042	Lac I	2015-08-13	BO06	BO	MAMA	63	2,1	0,8					
0043	Lac I	2015-08-13	BO04	BO	MAMA	73	2,8	0,7					
0044	Lac I	2015-08-13	BO04	BO	MAMA	58	1,3	0,7					
0045	Lac I	2015-08-13	VE07	VE	SAFO	183	51,0	0,8					
0046	Lac I	2015-08-13	VE07	VE	SAFO	205	90,9	1,1					
0047	Lac I	2015-08-13	VE07	VE	MAMA	125	16,3	0,8					plus gros
0048	Lac I	2015-08-13	VE07	VE	MAMA	44	0,5	0,6					plus petit

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
0049 à 0192	Lac I	2015-08-13	VE07	VE	MAMA				506,0	144			VRAC
0193	Lac I	2015-08-13	VE09	VE	MAMA	114	11,7	0,8					plus gros
0194	Lac I	2015-08-13	VE09	VE	MAMA	52	1,0	0,7					plus petit
0195 à 0225	Lac I	2015-08-13	VE09	VE	MAMA				160,8	31			VRAC
0226	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	149	27,0	0,8					
0227	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	152	27,0	0,8					
0228	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	180	58,0	1,0					
0229	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	180	52,7	0,9					
0230	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	185	66,9	1,1					
0231	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	170	43,0	0,9					
0232	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	SAFO	114	9,8	0,7					
0233	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	198	66,0	0,9					
0234	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	138	24,5	0,9					
0235	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	172	45,0	0,9					
0236	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	146	26,0	0,8					
0237	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	154	32,0	0,9					
0238	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	160	33,5	0,8					
0239	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	151	30,5	0,9					
0240	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	98	8,7	0,9					
0241	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	101	8,0	0,8					
0242	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	126	16,5	0,8					
0243	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	101	9,0	0,9					
0244	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	CACA	128	18,3	0,9					
0245	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	100	8,0	0,8					
0246	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	116	14,2	0,9					
0247	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	114	12,0	0,8					
0248	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	109	10,7	0,8					
0249	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	108	10,3	0,8					
0250	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	113	12,9	0,9					
0251	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	85	5,5	0,9					
0252	Lac I	2015-08-13	VE11	VE	MAMA	68	3,6	1,1					Mort
0253	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	260	160,0	0,9					
0254	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	230	133,0	1,1					
0255	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	185	62,0	1,0					
0256	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	180	55,5	1,0					
0257	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	182	62,0	1,0					
0258	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	192	68,0	1,0					
0259	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	194	65,3	0,9					
0260	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	161	36,0	0,9					
0261	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	174	44,0	0,8					
0262	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	CACA	167	34,0	0,7					
0263	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	MAMA	110	9,0	0,7					plus gros
0264	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	MAMA	72	3,5	0,9					
0265	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	MAMA	41	0,5	0,7					plus petit
0266 À 273	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	MAMA				61,0	8			VRAC
0274	Lac I	2015-08-13	VE12	VE	SAFO	75	4,0	0,9					
0275	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	201	77,0	0,9			M	4	
0276	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	166	43,8	1,0			F	4	
0277	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	199	72,3	0,9			M	4	
0278	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	185	58,0	0,9			F	4	
0279	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	210	84,4	0,9			M	3	
0280	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	214	89,1	0,9			F	4	
0281	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	228	109,0	0,9			F	4	
0282	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	180	53,4	0,9			F	4	
0283	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	192	64,3	0,9			F	4	
0284	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	186	55,8	0,9			X	1	
0285	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	SAFO	150	28,3	0,8			F	4	
0286	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	MAMA	131	21,0	0,9			F	4	
0287	Lac I	2015-08-13	FE08	FE	MAMA	119	15,2	0,9			F	4	
0288	Lac I	2015-08-13	FE10	FE	SAFO	184	56,1	0,9			M	4	
0289	Lac I	2015-08-13	FE10	FE	SAFO	211	78,0	0,8			M	1	
0290	Lac I	2015-08-13	FE10	FE	SAFO	200	73,3	0,9			F	4	
0291	Lac I	2015-08-13	FE10	FE	SAFO	158	38,3	1,0			F	3	
0292	Lac I	2015-08-13	FE10	FE	CACA	154	37,0	1,0			X	X	
0293	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	164	33,0	0,7					
0294	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	200	73,0	0,9					
0295	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	196	67,5	0,9					
0296	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	226	107,1	0,9					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
0297	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	200	69,0	0,9					
0298	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	154	34,8	1,0					
0299	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	210	84,8	0,9					
0300	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	175	51,0	1,0					
0301	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	188	70,0	1,1					
0302	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	162	31,1	0,7					
0303	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	157	33,2	0,9					
0304	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	SAFO	148	23,5	0,7					
0305	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	111	12,0	0,9					plus gros
0306	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	66	3,1	1,1					
0307	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	87	5,7	0,9					
0308	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	72	3,5	0,9					
0309	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	62	2,0	0,8					
0310	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	85	6,0	1,0					
0311	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	74	3,0	0,7					
0312	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	88	4,9	0,7					
0313	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	60	1,5	0,7					plus petit
0314	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	66	2,2	0,8					
0315	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	89	6,8	1,0					
0316	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	94	7,2	0,9					
0317	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	89	8,5	1,2					
0318	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	73	3,3	0,8					
0319	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA	77	3,7	0,8					
0320 à 419	Lac H	2015-08-14	VE01	VE	MAMA				308,5	100			VRAC
0420	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	CACA	258	153,9	0,9			M		
0421	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	189	58,5	0,9			M		
0422	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	204	73,2	0,9			F		
0423	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	190	63,5	0,9			M		
0424	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	153	37,7	1,1			F		
0425	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	188	60,2	0,9			M		
0426	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	160	37,1	0,9			F		
0427	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	170	45,9	0,9			M		
0428	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	194	65,2	0,9			F		
0429	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	191	58,0	0,8			F		
0430	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	165	43,6	1,0			F		
0431	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	160	32,1	0,8			X		
0432	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	170	41,3	0,8			X		
0433	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	149	29,6	0,9			F		
0434	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	166	38,0	0,8			X		
0435	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	158	32,3	0,8			X		
0436	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	161	41,5	1,0			F		
0437	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	162	36,7	0,9			M		
0438	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	144	23,2	0,8			F		
0439	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	152	30,2	0,9			F		
0440	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	153	29,8	0,8			F		
0441	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	135	20,1	0,8			X		
0442	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	158	31,5	0,8			M		
0443	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	145	26,8	0,9			F		
0444	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	154	31,5	0,9			M		
0445	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	143	25,5	0,9			X		
0446	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO	152	30,3	0,9			F		
0447	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	CACA	185	64,6	1,0			M		
0448	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	MAMA	114	14,6	1,0			F		
0449	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	MAMA	132	22,8	1,0			F		
0450	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	MAMA						I		
0451	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	MAMA						I		
0452	Lac H	2015-08-14	FE02	FE	SAFO						I		
0453	Lac H	2015-08-14	BO04	BO	MAMA	138	24,0	0,9					
0454	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	188	53,6	0,8			I	I	
0456	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	166	39,8	0,9			F	4	
0457	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	175	43,7	0,8			M	4	
0458	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	150	31,1	0,9			F	4	
0459	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	165	41,3	0,9			F	4	
0460	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	148	26,1	0,8			F	2	Parasite (vers blanc)
0461	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	157	30,2	0,8			F	2	
0462	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	207	80,6	0,9			M	3	
0463	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	184	55,0	0,9			F	4	
0464	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	177	49,9	0,9			F	4	

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
0465	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	188	60,5	0,9			F	4	Parasite (vers blanc)
0466	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	152	30,4	0,9			M	3	Parasite (vers blanc)
0467	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	142	25,4	0,9			M	3	
0468	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	183	58,0	0,9			F	4	
0469	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	195	69,8	0,9			F	4	
0470	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	185	58,3	0,9			F	4	
0471	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	172	51,5	1,0			F	4	
0472	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	146	27,3	0,9			F	3	
0473	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	165	35,9	0,8			M	3	Parasite (vers blanc)
0474	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	152	30,6	0,9			F	4	Parasite (vers blanc)
0475	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	150	28,9	0,9			M	3	
0476	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	144	26,6	0,9			M	4	
0477	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	155	28,6	0,8			X	1	
0478	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	143	22,7	0,8			F	2	
0479	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	148	28,8	0,9			F	3	
0480	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	152	27,5	0,8			F	3	
0481	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	132	18,5	0,8			X	1	
0482	Lac G	2015-08-15	FE02	FE	SAFO	125	15,6	0,8			X	1	
0483	Lac G	2015-08-15	VE01	VE	SAFO	189	59,8	0,9					
0484	Lac G	2015-08-15	VE01	VE	SAFO	168	43,6	0,9					
0485	Lac G	2015-08-15	VE01	VE	SAFO	167	39,6	0,9					
0486	Lac G	2015-08-15	VE01	VE	SAFO	172	47,0	0,9					
0487	Lac G	2015-08-15	VE01	VE	SAFO	122	15,3	0,8					
0488	Lac G	2015-08-15	VE01	VE	SAFO	165	37,6	0,8					
0489	Lac L	2015-08-15	FE04	FE	MAMA	113	15,2	1,1			F	3	
0490	Lac L	2015-08-15	FE04	FE	MAMA	119	18,4	1,1			X	X	Parasite Ligula
0491	Lac L	2015-08-15	FE04	FE	MAMA	106	11,2	0,9			X	X	Parasite Ligula
0492	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	91	7,0	0,9					
0493	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	27	0,5	2,5					Plus petit
0494	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	70	4,0	1,2					
0495	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	68	2,3	0,7					
0496	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	52	1,1	0,8					
0497	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	66	2,4	0,8					
0498	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	123	18,9	1,0					Plus gros
0499	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	58	1,7	0,9					
0500	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	72	3,5	0,9					
0501	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA	86	7,7	1,2					
0502 à 1071	Lac L	2015-08-15	VE03	VE	MAMA				1314,0	570			VRAC
1072	Lac L	2015-08-15	BO01	BO	MAMA	85	6,3	1,0					Plus gros
1073	Lac L	2015-08-15	BO01	BO	MAMA	55	1,7	1,0					Plus petit
1074 à 1096	Lac L	2015-08-15	BO01	BO	MAMA				78,1	23			VRAC
1097	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	146	30,0	1,0			F	2	
1098	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	207	77,3	0,9			X	X	Vers dans intestin
1099	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	235	135,5	1,0			F	4	
1100	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	280	217,1	1,0			M	3	Vers dans estomac
1101	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	291	232,4	0,9			M	3	
1102	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	261	168,7	0,9			M	3	Copépodes branchies
1103	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	209	84,5	0,9			F	3	Vers dans intestin et cavité abdominale
1104	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	277	214,3	1,0			M	3	Copépodes branchies; vers intestins
1105	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	265	190,0	1,0			F	4	Copépodes branchies et nageoires
1106	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	264	177,9	1,0			F	4	
1107	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	240	133,8	1,0			F	3	
1108	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	227	116,5	1,0			F	3	
1109	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	227	113,7	1,0			M	3	
1110	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	134	21,0	0,9			X	X	
1111	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	196	70,7	0,9			F	3	Vers dans estomac
1112	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	249	154,1	1,0			F	4	Vers dans estomac et intestin
1113	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	193	70,0	1,0			M	3	Copépodes sur nageoires
1114	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	133	22,1	0,9			X	1	
1115	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	122	17,0	0,9			X	1	
1116	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	121	15,9	0,9			X	1	
1117	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	SAFO	185	64,0	1,0			F	4	Copépodes sur nageoires

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
1118	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	MAMA	121	18,6	1,0			F	3	
1119	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	MAMA	124	18,0	0,9			F	3	Vers dans intestin, mutilé
1120	Lac M	2015-08-16	FE01	FE	MAMA	120	16,0	0,9			X	X	
1121	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	182	53,2	0,9			F	2	Copépodes nageoires
1122	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	169	44,0	0,9			F	3	Copépodes nageoires et vers instestin
1123	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	187	62,5	1,0			F	3	Copépodes branchies et vers intestin
1124	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	262	151,7	0,8			F	4	Copépodes branchies
1125	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	196	67,8	0,9			F	4	Vers intestin
1126	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	183	57,3	0,9			M	3	Vers intestin
1127	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	174	44,7	0,8			X	1	Vers intestin
1128	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	SAFO	151	28,6	0,8			M	3	
1129	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	MAMA	124	14,0	0,7			F	4	
1130	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	MAMA	130	15,3	0,7			F	3	
1131	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	MAMA	126	12,6	0,6			F	4	
1132	Lac M	2015-08-16	FE02	FE	MAMA	120	12,5	0,7			F	3	
1133	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	SAFO	174	42,4	0,8					
1134	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	SAFO	128	18,1	0,9					
1135	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	126	18,5	0,9					plus gros
1136	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	122	15,7	0,9					
1137	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	89	7,0	1,0					
1138	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	73	3,6	0,9					
1139	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	111	13,2	1,0					
1140	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	73	3,5	0,9					
1141	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	74	3,6	0,9					
1142	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	70	3,4	1,0					
1143	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	108	12,6	1,0					
1144	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	71	3,8	1,1					
1145	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	77	4,3	0,9					
1146	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	74	3,6	0,9					
1147	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	66	2,3	0,8					plus petit
1148	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	76	3,2	0,7					
1149	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA	78	4,2	0,9					
1150 À 1162	Lac M	2015-08-16	VE03	VE	MAMA				44,8	13			VRAC
1163	Lac M	2015-08-16	BO04	BO	MAMA	102	13,7	1,3					
1164	Lac M	2015-08-16	BO04	BO	MAMA	108	10,4	0,8					
1165	Lac M	2015-08-16	BO04	BO	MAMA	87	4,5	0,7					
1166	Lac M	2015-08-16	BO04	BO	MAMA	73	3,9	1,0					
1167	Lac M	2015-08-16	BO04	BO	MAMA	77	4,3	0,9					
1168	Lac M	2015-08-16	BO05	BO	MAMA	97	8,5	0,9					plus gros
1169	Lac M	2015-08-16	BO05	BO	MAMA	70	2,5	0,7					plus petit
1170 à 1188	Lac M	2015-08-16	BO05	BO	MAMA				80,1	19			VRAC
1189	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	113	13,2	0,9					
1190	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	111	11,8	0,9					
1191	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	90	6,3	0,9					
1192	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	100	9,0	0,9					
1193	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	97	8,5	0,9					
1194	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	96	6,9	0,8					
1195	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	89	8,4	1,2					
1196	Lac M	2015-08-16	BO06	BO	MAMA	75	3,9	0,9					
1533	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	124	16,8	0,9			X	1	
1209	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	164	38,0	0,9			F	1	
1208	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	187	58,0	0,9			X	1	
1528	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	201	76,0	0,9			X	X	
1531	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	202	77,4	0,9			X	X	
1532	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	212	81,7	0,9			X	1	
1227	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	215	101,0	1,0					
1516	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	216	100,1	1,0			F	4	

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
1530	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	217	97,6	1,0			X	1	
1517	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	218	103,1	1,0			F	3	
1529	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	220	98,0	0,9			X	1	
1527	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	221	113,4	1,1			F	4	
1232	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	231	116,0	0,9					
1210	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	183	55,6	0,9			F	4	
1211	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	140	24,0	0,9			I	I	
1212	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	135	18,8	0,8			I	I	
1213	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	123	18,3	1,0			I	I	
1215	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	115	14,5	1,0			I	I	
1216	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	125	14,0	0,7			I	I	
1217	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	119	16,2	1,0			I	I	
1218	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	121	15,3	0,9			I	I	
1219	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	114	14,1	1,0			I	I	
1220	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	116					I	I	Mutilé
1221	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	MAMA	121	14,1	0,8			I	I	
1207	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	232	110,0	0,9			X	1	
1230	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	234	141,0	1,1					
1206	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	241	115,0	0,8			F	1	
1231	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	242	160,0	1,1					
1522	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	244	170,6	1,2			F	3	
1234	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	251	176,0	1,1					
1228	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	255	177,0	1,1					
1233	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	255	173,0	1,0					
1235	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	255	160,0	1,0					
1203	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	256	168,0	1,0			F	4	
1226	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	260	246,0	1,4					
1229	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	260	195,0	1,1					
1520	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	262	195,5	1,1			X	1	
1225	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	265	196,0	1,1					
1236	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	MAMA	93	7,0	0,9					plus gros
1237	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	MAMA	34	0,5	1,3					plus petit
1238 à 1515	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	MAMA				773,0	278			VRAC
1205	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	271	175,0	0,9			M	2	

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
1521	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	282	179,7	0,8			X	1	
1224	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	290							
1201	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	294	241,0	0,9			F	4	
1202	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	295	256,0	1,0			F	4	
1223	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	300	235,0	0,9					
1519	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	301	206,0	0,8			X	1	
1204	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	302	230,0	0,8			M	3	
1526	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	307	277,6	1,0			M	3	
1518	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	308	304,3	1,0			F	4	
1200	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	309	271,0	0,9			M	3	
1197	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	313	280,0	0,9			M	3	
1525	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	314	266,0	0,9			F	3	
1199	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	320	350,0	1,1			M	3	
1523	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	320	420,7	1,3			F	4	
1524	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	320	294,0	0,9			M	4	
1198	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE01	FE	SAFO	332	315,0	0,9			M	4	
1598	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	SAFO	334	334,0	0,9			M	3	
1222	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	VE07	VE	SAFO	340	368,0	0,9					
1534	Lac Gneiss Tacheté	2015-08-17	FE03	FE	CACA	272	202,3	1,0			M	4	
1535	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	293	206,6	0,8			M	3	
1536	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	280	212,0	1,0			M	3	Piscivore
1537	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	234	112,5	0,9			X	1	
1538	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	200	74,0	0,9			F	4	
1539	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	180	56,0	1,0			F	4	
1540	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	153	30,2	0,8			X	X	
1541	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	140	26,3	1,0			X	1	
1542	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	150	29,0	0,9			F	2	Parasite
1543	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	149	27,1	0,8			X	1	
1544	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	131	18,1	0,8			F	2	
1545	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	SAFO	124	15,9	0,8			X	1	
1546	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	MAMA	109	10,0	0,8			X	X	Ligula 2,9g
1547	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	MAMA	122	16,1	0,9			F	3	
1548	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	MAMA	126	20,6	1,0			X	X	Chauffé
1549	Lac E	2015-08-20	FE05	FE	MAMA	120	17,3	1,0			F	4	
1550	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	257	152,4	0,9			M	3	
1551	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	283	198,6	0,9			M	4	
1552	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	257	173,5	1,0			M	3	Piscivore
1553	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	271	176,6	0,9			F	4	
1554	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	244	135,3	0,9			X	1	
1555	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	228	106,3	0,9			M	3	
1556	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	220	91,9	0,9			M	3	
1557	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	236	103,2	0,8			F	2	
1558	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	222	94,0	0,9			F	4	
1559	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	196	58,5	0,8			F	4	Parasite
1560	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	185	56,0	0,9			X	1	
1561	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	SAFO	127	19,4	0,9			F	3	
1562	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	CACA	192	66,5	0,9			M	4	
1563	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	CACA	167	43,2	0,9			X	1	
1564	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	MAMA								Chauffé

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
1565	Lac E	2015-08-20	FE06	FE	MAMA								Chauffé
1566	Lac E	2015-08-20	BO01	BO	SAFO	184	58,4	0,9					
1567	Lac E	2015-08-20	BO02	BO	MAMA	88	5,6	0,8					
1568	Lac E	2015-08-20	BO02	BO	MAMA	87	6,3	1,0					
1569	Lac E	2015-08-20	BO02	BO	MAMA	86	7,3	1,1					Parasite
1570	Lac E	2015-08-20	BO03	BO	MAMA	89	5,9	0,8					
1571	Lac E	2015-08-20	BO03	BO	MAMA	85	5,8	0,9					
1572	Lac E	2015-08-20	BO03	BO	MAMA	83	5,1	0,9					
1573	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	203	96,9	1,2					
1574	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	205	96,7	1,1					
1575	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	203	86,0	1,0					
1576	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	215	114,3	1,2					
1577	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	270	217,0	1,1					
1578	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	280	210,0	1,0					
1579	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	302	292,9	1,1					
1580	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	175	59,9	1,1					
1581	Lac D	2015-08-18	FE01	FE	SAFO	131	20,7	0,9					
1582	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	124	17,0	0,9					
1583	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	144	28,3	0,9					
1584	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA								
1585	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA								
1586	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA								
1587	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	83	3,7	0,6					
1588	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	105	8,9	0,8					
1589	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	90	5,9	0,8					
1590	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	87	5,6	0,9					
1591	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	104	7,1	0,6					
1592	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	87	5,5	0,8					
1593	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	89	5,4	0,8					
1594	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	82	4,6	0,8					
1595	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	86	5,1	0,8					
1596	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	89	5,5	0,8					
1597	Lac D	2015-08-19	BO02	BO	MAMA	84	4,5	0,76					
10001	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-01	PE	SAFO	180	56,8	0,97					
10002	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-01	PE	SAFO	131	17,8	0,79					
10003	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-01	PE	SAFO	153	31,5	0,88					
10004	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-01	PE	SAFO	112	13,2	0,94					
10005	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-02	PE	SAFO	93	7,6	0,94					
10006	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-03	PE	SAFO	154	35,0	0,96					
10007	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-03	PE	SAFO	159	42,0	1,04					
10008	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE03-03	PE	SAFO	128	23,1	1,10					
10009	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	52	1,2	0,9					
10010	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	51	1,1	0,8					
10011	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	57	1,9	1,0					
10012	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	49	1,1	0,9					
10013	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	54	1,4	0,9					
10014	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	61	2,1	0,9					
10015	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-01	PE	SAFO	60	2,0	0,9					
10016	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-02	PE	SAFO	53	1,6	1,1					
10017	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-02	PE	SAFO	53	1,4	0,9					

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Données détaillées recueillies sur les poissons)

No spécimen	Endroit	Date de levée	Station	Engin[1]	Espèce[2]	Long. tot. (mm)	Masse (g)	Indice de Fulton	Masse vrac (g)	Nb. de spécimens	Sexe[3]	Maturité[4]	Remarques
10018	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-02	PE	SAFO	42	0,6	0,8					
10019	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-02	PE	SAFO	55	1,5	0,9					
10020	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-03	PE	SAFO	54	1,7	1,1					
10021	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-03	PE	SAFO	53	1,5	1,0					
10022	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE04-03	PE	SAFO	53	1,3	0,9					
10023	Émissaire Jeannine	2015-08-13	PE05-01	PE	SAFO	90	7,3	1,00					
10024	Émissaire Jeannine	2015-08-13	PE05-01	PE	SAFO	58	2,1	1,1					
10025	Émissaire Jeannine	2015-08-13	PE05-02	PE	CACA	190	76,7	1,1					
10026	Émissaire Jeannine	2015-08-13	PE05-02	PE	SAFO	65	3,0	1,1					
10027	Émissaire Jeannine	2015-08-13	PE05-03	PE	SAFO	57	2,0	1,1					
10028	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE06-01	PE	SAFO	107	10,8	0,9					
10029	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE06-01	PE	CACA	75	3,8	0,9					
10030	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE06-01	PE	SAFO	72	3,7	1,0					
10031	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE06-02	PE	CACA	79	3,8	0,8					
10032	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE07-01	PE	SAFO	194	72,5	1,0					
10033	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE07-01	PE	SAFO	91	6,9	0,9					
10034	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE07-01	PE	CACA	27							
10035	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE07-01	PE	CACA	27							
10036	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	157	28,8	0,7					
10037	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	224	112,0	1,0					
10038	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	112	12,5	0,9					
10039	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	57	1,8	1,0					
10040	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	51	1,3	1,0					
10041	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	52	1,4	1,0					
10042	Émissaire Jeannine	2015-08-14	PE08-01	PE	SAFO	49	1,0	0,8					
10043	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE10-01	PE	SAFO	70	3,8	1,1					
10044	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE10-01	PE	SAFO	170	46,9	1,0					
10045	Émissaire Jeannine	2015-08-15	PE10-01	PE	SAFO	137	30,6	1,2					

[1] Engin de pêche : BO : Bourolle, VE : Verveux, FE : Filet expérimental, PE : Pêche électrique

[2] Espèce : CACA : Meunier rouge, COPL : Méné de lac, MAMA : Mulet perlé, SAFO : Omble de fontaine

[3] Sexe : F : Femelle, M : Mâle, I : Inconnue, X : Non déterminée

[4] Maturité : Stades de maturité des gonades selon Nikolsky (1963). 1 : Immature, 2 : En repos, 3 : En maturation, 4 : Mature, I : Inconnue, X : Non déterminée

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Résultats des pêches électriques)

				Caractéristiques de la station											Espèce capturée[2]			
Date	**Endroit**	**Type**	**Engin**	**Station**	**Fosse**	**# Passe**	**Longueur (m)**	**Largeur (m)**	**Superficie (m^2)**	**Profondeur (cm)**	**Granulométrie[1] (%)**	**Vitesse (m/s)**	**Temp. de l'eau (°C)**	**Effort (sec)**	**CACA**	**SAFO**	**ECHA**	**Remarques**
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE01	Aucune	1	10	8	80	48	100 % résidus miniers	0,1	11,3	483	3	1	1	
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE01	Aucune	2	10	8	80	48	100 % résidus miniers	0,1	11,3	477	1	1		
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE01	Aucune	3	10	8	80	48	100 % résidus miniers	0,1	11,3	390				
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE01	Aucune	4	10	8	80	48	100 % résidus miniers	0,1	11,3	405				
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE02	Aucune	1	10	8	80	43	B15-G15-S70	0,1	11,3	344		3		
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE02	Aucune	2	10	8	80	43	B15-G15-S70	0,1	11,3	321		7		
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE02	Aucune	3	10	8	80	43	B15-G15-S70	0,1	11,3	379		3	1	
2015-07-22	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE02	Aucune	4	10	8	80	43	B15-G15-S70	0,1	11,3	344		2		
2015-08-15	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE03	Aucune	1	40	5	200	25	S90-B10	0,4	18,9	575		4	2	Présence d'un herbier de carex sur 5%; Végétation surplomb de 10%
2015-08-15	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE03	Aucune	2	40	5	200	13	S90-B10	0,5	18,9	496		1	2	
2015-08-15	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE03	Aucune	3	40	5	200	32	S90-B10	0,2	18,9	525		3	1	
2015-08-15	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE03	Aucune	4	40	5	200	20	S90-B10	0,5	18,9	514				
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE04	Aucune	1	20	5	100	38	S100	0,4	17,7	318		7		Présence d'un herbier de carex sur 5%
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE04	Aucune	2	20	5	100	17	S100	0,5	17,7	321		4		
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE04	Aucune	3	20	5	100	22	S100	0,5	17,7	315		3		
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE04	Aucune	4	20	5	100	30	S100	0,5	17,7	254				
2015-08-13	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE05	Aucune	1	28	7	200	18	Bx40-S40-B20	0,3	18,6	725		2		Végétation surplomb : 10% ; Faciès de type rapides
2015-08-13	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE05	Aucune	2	28	7	200	40	Bx40-S40-B20	0,7	18,6	506	1	1		
2015-08-13	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE05	Aucune	3	28	7	200	25	Bx40-S40-B20	0,5	18,6	528		1		
2015-08-13	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE05	Aucune	4	28	7	200	20	Bx40-S40-B20	0,3	18,6	396				
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE06	Aucune	1	20	5	100	22	S100	0,2	17,9	335	1	2		Végétation surplomb 10%
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE06	Aucune	2	20	5	100	40	S100	0,2	17,9	296	1			
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE06	Aucune	3	20	5	100	18	S100	0,3	17,9	243				
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Fermée	PE	PE06	Aucune	4	20	5	100	27	S100	0,4	17,9	252				
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Ouverte	PE	PE07	Aucune	1	20	5	100	29	S90-Bx10	0,3	18,0	300	2	2		Végétation surplomb : 10%
2015-08-14	Émissaire Jeannine	Ouverte	PE	PE08	Aucune	1	20	5	100	45	S95-Bx10-B5	0,4	17,7	254		7		Le "tailing" recouvre le substrat grossier et est très instable, présence d'un herbier de carex sur 5%
2015-08-15	Émissaire Jeannine	Ouverte	PE	PE09	Aucune	1	20	5	100	25	S100	0,4	19,3	345				Devait être PE03 Fermée mais aucune capture; Présence d'un herbier de carex sur 5%
2015-08-15	Émissaire Jeannine	Ouverte	PE	PE10	Aucune	1	20	5	100	28	S85-Bx10-B5	0,4	19,3	260		3		

[1] Bx : Gros bloc; B : Bloc; G : Galet; C : Cailloux; V : Gravier; S : Sable; L : Limon; MO : Matière organique

[2] CACA : Meunier rouge; SAFO : Omble de fontaine; ECHA : Échappé (poisson non identifié)

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Caractérisation des cours d'eau)

									Granulométrie[2]										Végétation			Fosse			Obstacle à la migration					Site de fraie				
Date	Site	Segment	Faciès d'écoul.[1]	Longueur (m)	Largeur moyenne (m)	Prof. moy (m)	Vitesse d'écoul. (m/s)	Signe d'érosion sur la rive	Ta	MO	L	S	V	C	G	B	Bx	R	Recouv. (%)	Sup. (m²)	Espèces présentes	Nb.	Sup. (m²)	Prof. (m)	# obstacle	Type	Hauteur (m)	Largeur (m)	Franchissabilité	Potentiel	Dimension (m)	Prof. moy. (m)	Vitesse (m/s)	Remarques
18-08-2015	Émissaire Lac E	S1	100CH	65	1,5	0,3	0,2	non			50	50							45	10	70%prêle-30%cypéracée, scirpe	0			EOBS1	Vieux barrage castor	0,25	4	Franchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac E	S2	100CH	27	3	6	0,1	non			50	50							25	3	Cypéracée	1	4	1,5	EOBS2	Vieux barrage castor	0,3	10	Franchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac E	S3	100BA	13	15	1,5	<0,1			80	20								10			0			EOBS3	Vieux barrage castor	0,3	20	Franchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac F	S1	100CH	81	8	>1,5	<0,1	non		80	20								10	2	Cypéracée	0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac F	S2	100CH	52	2	0,5	0,1	non		80	20								30			0			FOBS1	Vieux barrage castor	0,3	8	Franchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac D	S1	100CH	19	3	0,3	0,1	non			50	50							10	15	Cypéracée	0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac D	S2	100CH	36	0,7	0,5	0,2	non			40	40				10			100			0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac A	S1	Recouvert à 100 %	353				non											100			0			AOBS1	Talus d'une ancienne voie ferrée		25	Infranchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac A	S2	100BA	46	50		<0,1	non		60		30				10			5			0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac A	S3	100CH	43	0,75	0,4	<0,1	non		50		50							40			0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac C	S1	100CH	483	2	0,15	0,2	oui	100										0			0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac C	S2	Recouvert à 95 %	1004				non											95			0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac C	S3	100CH	186	1	0,4	0,2	non		70		20				10			20	60	95%cypéracée-5%nénuphar	0			COBS1	Vieux barrage castor	0,3	4	Franchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac N	S1	100CH	202	4	0,3	0,25	oui	100										10		90%cypéracée-10%éricacée	0								non				Réseau de chenaux qui se répand sur une largeur d'env. 40 m. Le chenal principal est décrit.
18-08-2015	Émissaire Lac N	S2	Marais	134	60	>1,5	<0,1	non		100									10		70%cypéracée-30%éricacée	0								non				C'est une zone inondée mais pas d'obstacles. C'est le "tailing" qui a rehaussé le chenal entre le lac N et O.
18-08-2015	Émissaire Lac I	S1	100CH	140	5	0,25	0,1	oui	90								10			6	Rubanier	0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac I	S2	100SE	32	7	0,25	0,25	oui			20					70	10			4	Rubanier	0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac I	S3	100CH	127	5	0,4	0,1	oui	80							10	10		10	20	Rubanier	0			IOBS1 et IOBS2	Barrage de castor	0,3	8 et 10	Franchissable	non				
18-08-2015	Émissaire Lac H	S1	100CH	80	5	0,5	0,2	non			70					10	20			40	Rubanier									non				
18-08-2015	Émissaire Lac H	S2	100RA	53	2	0,3	0,4	non				20				30	50		10			0								Omble de fontaine	3 de 0,5x1m.	0,2	0,3	Fraie possible un peu partout où il y a un ralentissement du courant et la présence de gravier
18-08-2015	Émissaire Lac H	S3	100CH	161	6	0,6	0,1	non			80					10	10								HOBS1	Barrage de castor	0,5	6	Franchissable avec réserve	non				
18-08-2015	Émissaire Lac H	S4	100CH	467	7	0,8	<0,1	non			80					10	10			30	Rubanier				HOBS2	Barrage de castor	0,5	10	Franchissable avec réserve	non				
18-08-2015	Émissaire Lac H	S5	100RA	210	2		0,4	non				20				30	50		20			0								Omble de fontaine	2 de 1x1m.	0,3	0,3	Fraie possible un peu partout où il y a un ralentissement du courant et la présence de gravier
18-08-2015	Émissaire Lac L	S1	100CH	70	0,75		<0,1	non	100										100			0								non				
18-08-2015	Émissaire Lac L	S2	100BA	95	20	0,8	<0,1	non		100											Cypéracée sur le pourtour et en amont du bassin. Élodée recouvrant le fond.	1	25	1,5						Grand brochet		0,8	<0,1	Fraie possible un peu partout dans le bassin, le fond est recouvert de végétation aquatique (Élodée sp.)
18-08-2015	Émissaire Lac L	S3	100CH	195	0,5		<0,1	non	100										100			0								non				
19-08-2015	Émissaire Lac K	S1	100BA	71	4	0,5	0	non		90		10							10															
19-08-2015	Émissaire Lac K	S2	100CH	24	1	0,3	<0,1	non		90		10							40	8	Cypéracée													
19-08-2015	Émissaire Lac K	S3	100BA	83	7	0,75	0	non		90		10							10															
19-08-2015	Émissaire Lac K	S4	100CH	77	1,5	0,3	<0,1	non											95															

Annexe D. Données brutes - Faune aquatique (Caractérisation des cours d'eau)

									Granulométrie[2]									Végétation			Fosse			Obstacle à la migration					Site de fraie				
Date	Site	Segment	Faciès d'écoul.[1]	Longueur (m)	Largeur moyenne (m)	Prof. moy (m)	Vitesse d'écoul. (m/s)	Signe d'érosion sur la rive	Ta	MO	L	S	V	C	G	B	Bx	R	Recouv. (%)	Sup. (m²)	Espèces présentes	Nb.	Sup. (m²)	Prof. (m)	# obstacle	Type	Hauteur (m)	Largeur (m)	Franchissabilité	Potentiel	Dimension (m)	Prof. moy. (m)	Vitesse (m/s)	Remarques
19-08-2015	Émissaire Lac J	S1	100CH	52	1	0,5	0	non		80	20								5														
19-08-2015	Émissaire Lac J	S2	100CH	405	0,3	0,25	0,1	non		80		20							95														
19-08-2015	Émissaire Lac M	S1	100CH	70	3	1	<0,1	non		80	20								10	6	Nénuphar 4 m² et cypéracée 2 m²												
19-08-2015	Émissaire Lac M	S2	100CH	211			<0,1	non											100						MOBS1	Vieux barrage castor	0,4	6	Infranchissable avec réserve					MOBS1 semble être un très vieux barrage de castor. La végétation a poussé dessus et le niveau d'eau élevé passe par-dessus et au travers la végétation
19-08-2015	Affluent de l'émissaire du lac M (Mb)	S1	100CH	204			<0,1	non											100														Drainage d'une tourbière en amont
17-08-2015	Émissaire Lac Gneiss tacheté	S1	100CH	285	0	0,05	0,4	oui	100										5											Omble de fontaine dans le "tailing"				Alevin et juvénile d'omble de fontaine observé
17-08-2015	Émissaire Lac G	S1	80RA-20EV	44	0,7	0,2	0,4	non			15	5			30	50			95														
17-08-2015	Émissaire Lac G	S2	100BA	85	10	1	0	non	20	80									20						GOBS1	Barrage de castor	0,8	3	Infranchissable avec réserve					GOBS1 est plus contraignant que GOBS2. GOBS2 est un très vieux barrage d'une largeur de 15 m. env. et une hauteur de 0,5 m avec une brèche de 0,3 m de large. Poissons observé près de GOBS1 (aval)
17-08-2015	Émissaire Lac G	S3	80EV-20RA	69	0,7	0,2	0,5	non			5	10	5	10	30	40			90														Cours d'eau très diffus et coule dans plusieurs embranchements

[1] Faciès d'écoulement : BA : Bassin, CH : Chenal, EV : Eaux vives, RA : Rapides, SE : Seuil

[2] Ta : Tailing (résidus miniers), MO : Matière organique, L : Limon, S : Sable, V : Gravier, C : Cailloux, G : Galet, B : Bloc, Bx : Gros bloc, R : Roc

ANNEXE

E

DÉCISION D'ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA CONCERNANT LA NOCIVITÉ DES ROCHES STÉRILES ET DU REMANIEMENT DES RÉSIDUS MINIERS PROVENANT DU SITE MINIER ABANDONNÉ DU LAC JEANNINE

Environnement et Changement climatique Canada
Environment and Climate Change Canada

Gatineau le 31 mars, 2017

Mme Julie Gravel, Conseillère III – Protection de l'environnement

ArcelorMittal
Exploitation minière Canada
1010 De Sérigny, Suite 200
Longueuil, Québec J4K 5G7

Objet : Décision d'Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC) concernant la nocivité des roches stériles et du remaniement des résidus miniers et sédiments provenant du site minier abandonné du lac Jeannine

Madame,

La présente lettre est pour vous avisez des décisions qu'ECCC a pris concernant la nocivité des roches stériles entreposées au site minier abandonné du lac Jeannine et des résidus/sédiments déposés dans une section de l'émissaire du lac Jeannine.

Roches stériles

Suite à la révision du rapport : ÉVALUATION DE LA NATURE NON DÉLÉTÈRE DES ROCHES STÉRILES ENTREPOSÉES AU LAC JEANNINE, QUÉBEC, Golder Associés, février 2017, 004-1655754_RF_Rev1, ECCC adhère, au meilleur de ses connaissances, à la conclusion du rapport indiquant que les stériles du lac Jeannine n'auraient pas d'effets négatifs sur la qualité de l'eau ni l'habitat du poisson. ECCC considère donc ces roches stériles comme une substance non-nocive pour le poisson et son habitat au sens de l'article 34 (1) de la *Loi sur les pêches*.

Canada

Toutefois, ECCC précise que le présent avis prévôt seulement pour les roches stériles entreposées au site minier abandonné du lac Jeannine dans les zones d'échantillonnage LJ-ST1 et LJ-ST2 tel que montrer à la Figure A-1 de l'Annexe A du rapport. L'utilisation de ces roches stériles est donc autorisée exclusivement pour effectuer différentes interventions visant à restaurer le site minier abandonné du lac Jeannine et à créer de nouveaux habitats tel que proposé dans le Programme conceptuel pour la compensation des pertes d'habitat du poisson et des milieux humides, WSP Canada, avril 2015, 141-15758-04.

D'autre part, bien que les roches stériles du site minier abandonné du lac Jeannine soient considérées comme une substance non-nocive sur les aspects chimique et éco-toxicologique; les matières particulaires fines qu'elles contiennent pourraient générer dans les eaux où les stériles seraient déposées des solides en suspension, qui par définition sont une substance nocive. Le promoteur devra donc appliquer les mesures d'atténuation nécessaires pour minimiser le dépôt de matières particulaires en suspension dans l'eau de sorte à respecter soit le guide canadien de la protection de l'eau et de la vie aquatique du Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) pour les matières particulaires totales (http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/fr/129) ou toutes autres directives que Pêche et Océans Canada (MPO) pourrait exiger.

Résidus miniers/Sédiments

Suite à la révision du mémorandum technique : ÉVALUATION DE L'EFFET POTENTIEL DES RÉSIDUS MINIERS SUR LA QUALITÉ DES EAUX LORS DES TRAVAUX RESTAURATIFS AU SITE DE L'ANCIENNE MINE DU LAC JEANNINE, QUÉBEC, Golder Associés, mars 2017, 006_1655754_MTF_RevA, ECCC adhère, au meilleur de ses connaissances, et dans le contexte des travaux proposés dans le Programme conceptuel pour la compensation des pertes d'habitat du poisson, à la conclusion du mémorandum indiquant que le remaniement potentiel des résidus de l'émissaire du lac Jeannine ne présenterait pas de risques additionnels pour la qualité de l'eau ni pour l'habitat du poisson dans ce dernier.

Néanmoins, bien que le remaniement des résidus/sédiments de l'émissaire du lac Jeannine ne soit pas considéré comme un dépôt au sens de la *Loi sur les pêches,* les matières particulaires fines qu'ils contiennent pourraient générer dans les eaux où les travaux seraient exécutés des solides en suspension, qui par définition sont une

substance nocive. Le promoteur devra donc appliquer les mesures d'atténuation nécessaires pour minimiser le dépôt de matières particulaires en suspension dans l'eau de sorte à respecter soit le guide canadien de la protection de l'eau et de la vie aquatique du Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) pour les matières particulaires totales (http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/fr/129) ou toutes autres directives que Pêches et Océans Canada (MPO) pourrait exiger.

Note

Le présent avis ne constitue pas une approbation ou une autorisation pour le programme conceptuel de compensation pour les pertes d'habitat du poisson proposé pour le Projet 2045 de la mine de Mont-Wright (volet agrandissement du parc Hessé existant, du bassin Hessé Nord, du nouveau parc à résidus Nord-Ouest, du bassin d'eau de procédé B-B+ ainsi que l'ensemble des canaux collecteurs associés à ces infrastructures). Ce programme est toujours en cours d'analyse par les services concernés d'ECCC et du MPO.

Cordialement,

Ken Olsen, Chef de groupe - Analyse technique

Exploitation minière
Division des mines et traitement
Environnement et Changement Climatique Canada

351, boulevard St-Joseph, 18^{e} étage
Gatineau (Québec) K1A 0H3

CC : Chris Doiron (ECCC)
Marion Vaché (MPO)

ANNEXE

F

SURVIE ET CROISSANCE DE VÉGÉTAUX LIGNEUX CULTIVÉS DANS LES RÉSIDUS MINIERS PROVENANT DU PARC DU LAC JEANNINE ET IMPACTS DES AMENDEMENTS SUR LES PROPRIÉTÉS BIO-PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTRATS

Rapport final

Survie et croissance de végétaux ligneux cultivés dans les résidus miniers provenant du parc du Lac Jeanine et impacts des amendements sur les propriétés bio-physico-chimiques des substrats

Chaire en éco-conseil, UQAC

Avril 2016

AVANT-PROPOS

Au mois d'octobre 2015, une entente de service a été signée entre la Chaire en éco-conseil de l'UQAC et Arcelor Mittal Exploitation Minière (AMEM). Cette entente portait sur la réalisation d'une expérience en serre visant à déterminer le potentiel de survie et de croissance de différentes espèces ligneuses boréales lorsque mises en terre dans des substrats principalement constitués de résidus miniers issus du parc à résidus du Lac Jeanine et de déterminer l'impact de différents amendements sur les propriétés bio-physico-chimiques du résidu.

Selon les termes de l'entente initiale l'expérimentation devait se terminer le 4 janvier 2016, mais le matériel biologique ayant été plus long à réagir aux conditions expérimentales que prévu, il a été convenu que l'expérience allait être prolongée de 28 jours pour se terminer le 2 février 2016. De plus, suite à un échange courriel entre les différents partenaires du projet, nous avons pris la décision de retirer un des blocs expérimentaux des mesures destructives afin de le soumettre à une deuxième saison de croissance pour valider les observations effectuées au cours du premier volet. La mise en dormance des plants voués à cette deuxième saison de croissance est débutée depuis le 4 février et devrait se terminer aux environs de la mi-mars. Les plants ont ensuite été placés au réfrigérateur (T 1-3^{o}C) jusqu'au début mai avant de débuter la deuxième saison de croissance.

Le présent rapport présente les données de survie, de croissance et de statut nutritif des plants ainsi que les données sur les propriétés bio-physico-chimiques des substrats. Les résultats de ce rapport n'ont pas la prétention de conclure sur les modalités d'aménagement à appliquer pour végétaliser le site du Lac Jeanine. Ils permettent toutefois de réduire l'incertitude associée au succès d'une opération de végétalisation du parc de résidus miniers du Lac Jeanine et de cibler les modalités d'aménagement les plus porteuses qui devraient idéalement faire l'objet de test *in situ*.

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

- La nature du résidu minier issu du site du Lac Jeanine n'est pas une contrainte à la survie durant la phase d'installation des plants.

- Il n'y a aucune contre-indication à l'utilisation des cinq espèces mises à l'épreuve dans ce projet, en l'occurrence; l'épinette noire, le pin gris, le mélèze laricin, l'aulne rugueux et l'aulne crispé.

- En combinant la réponse des plants et les données sur les propriétés bio-physico-chimiques des substrats obtenus au cours de cette expérience, il apparait que l'utilisation d'amendements organiques risque fortement d'augmenter les chances de succès et le rendement des plantations qui pourraient être effectuées sur le site du lac Jeanine.

- L'approvisionnement en matériel biologique de qualité est un élément clé du succès d'une opération de végétalisation du parc à résidus miniers du Lac Jeanine.

- Nous recommandons d'attendre les résultats de la deuxième saison de croissance avant de statuer sur les modalités d'aménagement à appliquer sur le site du Lac Jeanine. De plus, nous recommandons de mettre en place un dispositif permettant de déterminer la réaction des plants et l'effet des amendements *in situ.*

- Il apparait que l'ajout tourbe de sphaigne aux autres amendements pourrait améliorer les propriétés bio-physico-chimiques des substrats et il serait pertinent de tester cette approche dans l'éventualité où des tests seraient effectués sur le site du lac Jeanine au cours des étés 2016 et 2017.

TABLE DES MATIÈRES

Contenu

Avant-propos 2

Résumé exécutif 3

Table des matières 4

Introduction 5

Matériel et méthode 7

- Description du site et des conditions de croissance 7
- Matériel biologique 7
- Support et substrats de croissance 7
- Dispositif expérimental 9
- Analyses statistiques 10

Résultats 11

- Survie et Variables morphologiques 11
- Croissance 14
- Statut nutritif 16

Discussion 23

- Survie 23
- Variables morphologiques et croissance 25
- Statut nutritif des plants et caractéristiques bio-physico-chimiques des substrats. 28

Conclusion 32

Liste des personnes ressources 34

RÉFÉRENCES 36

- Literature consultée 36

INTRODUCTION

Les parcs de résidus miniers sont généralement des milieux peu propices à l'établissement de la végétation. Dans le cadre de ses obligations réglementaires en matière de compensation environnementale et de sa volonté de contribuer aux efforts de lutte aux changements climatiques par la séquestration du carbone, ArcelorMittal souhaite développer des méthodologies de revégétalisation de ses parcs à résidus par l'utilisation d'espèces ligneuses. Dans le cas particulier du parc à résidus du Lac Jeanine, qui est inactif depuis plus de trente ans, un faible pourcentage de sa superficie s'est végétalisé de lui-même depuis sa fermeture, malgré la présence de superficies boisées adjacentes au parc. Cela suggère donc qu'il existe une limitation provenant du résidu minier ou encore que les conditions de sites rendent difficile la colonisation naturelle. Pour mener à bien la végétalisation de ce site par des essences ligneuses, il apparait important de procéder à des tests en conditions contrôlées permettant d'identifier les limitations potentielles à l'établissement et à la croissance de la végétation, ainsi que les essences ligneuses pouvant présenter les meilleures chances de succès.

L'application d'amendements organiques est reconnue pour améliorer les propriétés physico-chimiques des sols ainsi que la croissance des végétaux (références scientifiques disponibles sur demande). Ces amendements améliorent la capacité des substrats à retenir l'eau et les éléments nutritifs et de les rendre plus facilement disponibles pour les plantes. Dans l'optique où les limitations à l'implantation d'un couvert végétal seraient causées par la nature du substrat, l'application d'amendements organiques tels la terre noire, la mousse de tourbe ou les biosolides de papetières pourrait améliorer les chances de succès de l'opération de végétalisation.

Pour la végétalisation du site du Lac Jeanine, l'utilisation d'espèces endémiques telles l'épinette noire, le pin gris, le mélèze laricin, l'aulne rugueux et l'aulne crispé permet de réduire l'incertitude associée aux facteurs climatiques puisque ces espèces évoluent déjà dans les forêts avoisinant le site. Toutefois, les interactions entre ces espèces et le résidu minier et les amendements organiques qui pourraient y être appliqués ne sont pas connus et pourraient influencer positivement ou négativement le succès de l'opération. Il convient donc de porter attention à ces interactions potentielles afin de prendre les meilleures décisions possibles et

ainsi réduire l'incertitude quant aux chances de succès de l'implantation d'un couvert arbustif et arborescent.

Pour le présent projet, différentes espèces ligneuses ont été mises en croissance dans des substrats principalement constitués de résidus miniers issus du site du Lac Jeanine. Des mesures de survie, de croissance, de statut nutritif des végétaux ainsi que des propriétés bio-physico-chimiques des substrats visent à identifier les combinaisons d'amendements et d'espèces présentant la meilleure survie et croissance et ainsi réduire l'incertitude quant aux chances de succès de l'opération de végétalisation.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Description du site et des conditions de croissance

Afin d'atteindre les objectifs du projet, un dispositif expérimental a été mis en place dans deux serres de verre du Pavillon de la Recherche Forestière (PRF) de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC, Saguenay, Qc, Canada). Pour toute la durée de l'expérience, les conditions de croissance ont été contrôlées à l'aide d'un système automatisé PRIVA. En date du 2 février 2016, l'expérience aura duré 16 semaines durant lesquelles les plants ont été soumis à une photopériode de 16 heures, une température diurne maintenue entre 21°C et 25°C et une température nocturne de 17°C. L'arrosage était automatisé et administré au besoin avant que n'apparaissent des symptômes d'un manque d'eau.

Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé pour cette expérience était constitué de pin gris *(Pinus banksiana)* (PIG), de plants d'épinette noire (*Picea mariana*) (EPN) et de plants de mélèze laricin (*Larix laricina*) (MEL) tous cultivés en récipient IPL 45-110 (*IPL,* Saint-Damien, Qc, Canada) et obtenus de la pépinière ministérielle de Normandin (Qc, Canada). Les plants d'aulne crispé (*Alnus crispa*) (ALC) ont été cultivés en récipient 45-110 et obtenus de la pépinière Girardville (Girardville, Qc, Canada), alors que les plants d'aulne rugueux (*Alnus rugosa*) (ALR) ont été cultivés en récipient 45-110 obtenus de la pépinière Boucher (Saint-Ambroise, Qc, Canada). Toutes les espèces étaient en nombre surnuméraire et une sélection aléatoire des plants a été effectuée pour la mise en place du dispositif. Pour chacune des espèces, 10 plants ont été recueillis au jour 0 de l'expérience afin d'établir les caractéristiques morphologiques de hauteur totale de la tige (mm), du diamètre à la base (mm) et de biomasse initiale.

Support et substrats de croissance

Le volume de résidus du Lac Jeanine disponible pour cette expérience était le facteur limitant pour le nombre d'unités expérimentales du dispositif. Le matériel fourni par M. Jean-François Poulin de la firme W.S.P. présentait un volume total de 135 l. De ce matériel, 30% présentait une granulométrie grossière et 70 % présentait une granulométrie plus fine, ces deux types de

résidus ont été mélangés et homogénéisés. Les substrats de croissance des plants pour cette expérience ont été constitués majoritairement à partir de ce résidu.

Pour cette expérience, il fallait s'assurer de la correspondance entre le volume de résidus disponible, la taille des alvéoles contenant les plants expérimentaux et les pots de cultures disponibles. Afin de s'assurer que la totalité du système racinaire des plants soit enfouie dans les substrats de croissance, nous avons sélectionné des pots de culture en polypropylène modèle 06.00 Standard Thinwall de The HC Companies (Middlefield, OH, USA).

Le premier substrat était constitué de résidus miniers purs n'ayant été soumis à aucun traitement préalable. Pour ce substrat, les plants ont été mis en terre dans un volume de 1.12 l de résidus.

Le second substrat était constitué de résidu amendé avec des biosolides de papetières (BP), pré-enfouies, pour une quantité équivalente à 50 tonnes sèches par ha. Les BP ont été prélevés sur le site d'enfouissement de la papetière Kénogami (Kénogami, Qc, Canada) de la compagnie Produits Forestiers Résolu. Ce prélèvement a été effectué en date du 6 octobre 2015 avec la participation de MM. Daniel Desbiens et Stéphane Boukatem, respectivement technicien en santé-sécurité et environnement et coordonnateur environnement. Suite au prélèvement, les biosolides ont été conservés dans une chambre froide à 2^{o}C jusqu'à la mise en place du dispositif et ont été tamisés à 12 mm afin de briser les agglomérats de sol pour assurer l'uniformité du mélange. Le mélange des BP et du résidu minier a été effectué dans une cuve en acier inoxydable avant l'empotage.

Le troisième substrat était constitué de résidu minier amendé avec de l'humus forestier (Terre noire (TN)) prélevé dans un site à proximité de la municipalité de Saguenay où l'assemblage spécifique s'apparente à ce que l'on retrouve à proximité du Lac Jeanine (PIG, EPN, MEL, Bouleau à papier, Peuplier Sp.). Suite au prélèvement, la TN a été conservée dans une chambre froide à 2^{o}C jusqu'à la mise en place du dispositif pour ensuite être tamisée à 12 mm afin de briser les agglomérats de sol et de retirer les morceaux de bois pour assurer l'uniformité du mélange. Le mélange de TN et du résidu minier a été effectué dans une cuve en acier inoxydable

avant l'empotage. L'amendement en TS a été appliqué à hauteur de 0,58 L par pot pour un volume total de 1,7 L.

Le quatrième substrat était constitué de résidu minier amendé avec de la tourbe de sphaigne régulière (3.8 pi^3) de marque Fafard (Fafard et Frères Ltée, Bonaventure, Qc, Canada). La tourbe de sphaigne a préalablement été décompactée et homogénéisée manuellement, humidifiée (5:1 v/v, tourbe/eau) et tamisée à 12 mm afin de briser les agglomérats de sol et de retirer les morceaux de bois pour assurer l'uniformité du mélange. Le mélange de la tourbe de sphaigne et du résidu minier a été effectué dans une cuve en acier inoxydable avant l'empotage. L'amendement en tourbe de sphaigne a été appliqué à hauteur de 0,58 L par pot pour un volume total de 1,7 L.

Le cinquième substrat (témoin productif) était composé à 100% de terreau d'empotage tout usage AGRO MIX de la compagnie Fafard (Saint-Bonaventure, Qc, Canada). Le volume de ce substrat était de 1,7 L par pot.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un dispositif en blocs (3) factoriels complètement aléatoire. Les blocs 1 et 3 (fig 1) étaient localisés dans la chapelle no 3 du pavillon de la recherche forestière (PRF) de l'UQAC et le bloc no 2 était localisé dans la chapelle 4 du PRF. Dans chacun des blocs on retrouvait deux unités d'échantillonnages (u.e.) de chacune des combinaisons substrats*espèces (5*5) pour un total de 150 unités d'échantillonnages pour l'ensemble du dispositif (5 substrats*5 espèces*2 u.e.*3 blocs).

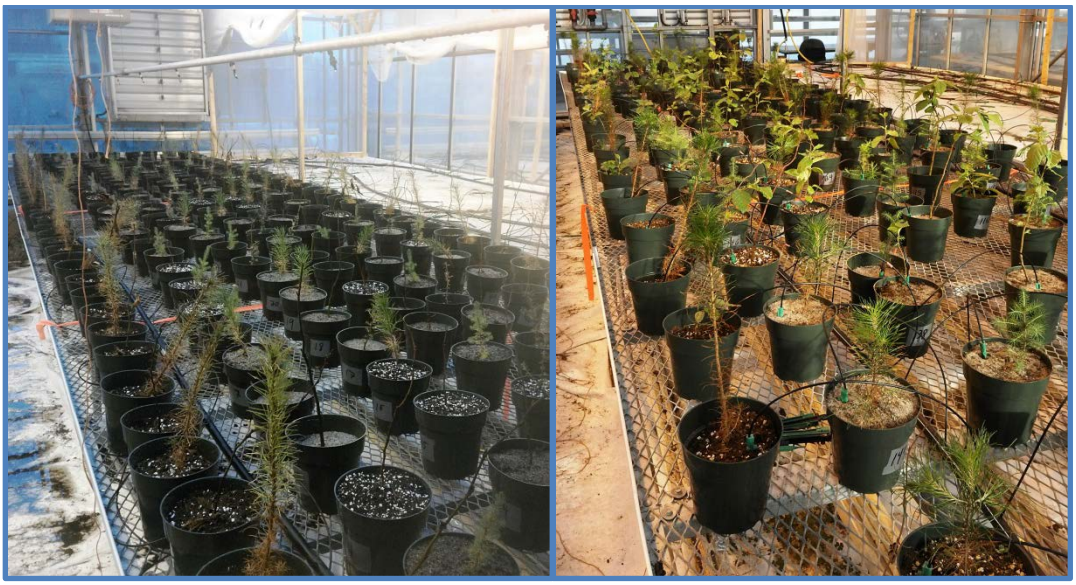


Figure 1 : Photographie des blocs expérimentaux 1 et 3 en date du (a) 26 octobre 2015 et en date du (b) 18 janvier 2016.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel JMP 11 (SAS institute, Cary, Caroline du Nord, USA). Les données ont été analysées à l'aide d'analyses de variances (ANOVA) selon un modèle en blocs factoriels complètement aléatoire. Les données recueillies ont été analysées afin de déterminer l'effet des facteurs substrats et espèces et de l'interaction substrats*espèces sur l'ensemble des variables recueillies. Lorsque l'un de ces facteurs, ou l'interaction entre ceux-ci se révélait significative, un test de comparaison de moyennes multiples était effectué afin de déterminer d'où provenaient ces différences.

Pour ce qui est de l'analyse physico-chimique des substrats de croissance, les substrats ont dû être « poolé » de façon à obtenir un volume suffisant pour les analyses visées. Le modèle d'Anova impliquant l'interaction des facteurs amendements*espèces a donc dû être retiré du modèle et seuls les effets simples ont été analysés.

L'uniformité de la dispersion des résidus a été évaluée de façon visuelle et les données ont été transformées lorsque nécessaire. Les transformations effectuées, si nécessaire, sont décrites au bas des tableaux d'Anova.

RÉSULTATS

Survie et Variables morphologiques

L'analyse des résultats a révélé que la survie a été affectée par le facteur espèces, mais que les substrats de croissance n'ont eu aucun effet significatif (tableau 1). La figure 2 montre que les seules espèces à avoir exprimé de la mortalité sont l'aulne rugueux et l'aulne crispé qui affichent des taux de survie respectifs de 87% et 93%.

Tableau 1 : Résumé de l'analyse de variance pour les variables de survie, hauteur, diamètre et biomasse totale de plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Sources de variation	Survie			Hauteur		Diamètre		Biomasse	
	dl	dld	*P*	dld	*P*	dld	*P*	dld	*P*
Substrats (s)	4	123	0.2044	117	0.2226	117.4	**<0.0001**	74	0.23771
Espèces (E)	4	123	**0.0273**	117	**<0.0001**	117.2	**<0.0001**	74	**0.0277**
S*E	16	123	0.7578	117	0.3924	117.4	**<0.0001**	74	0.3242

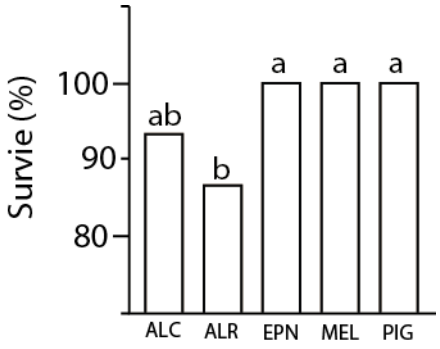


Figure 2 : Taux de survie moyen (%) de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

La hauteur des plants quant à elle a significativement été influencée par le facteur espèces (Tableau 1). De façon générale l'ALR présente une hauteur 20% supérieure aux ALC et aux MEL qui quant à eux sont 36% plus haut que les EPN et les PIG (Fig. 3).

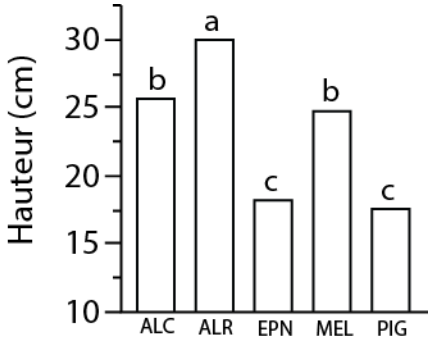


Figure 3 : Hauteur (cm) moyenne de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

Pour ce qui est du diamètre des plants, l'ANOVA révèle une interaction substrats*espèces significative (tableau 1). La figure 4 démontre que cette interaction provient du fait que le « comportement » du diamètre de chacune des espèces est relativement uniforme entre les substrats, à l'exception de l'aulne rugueux qui lorsqu'il a poussé dans le résidu brut présente un diamètre près de 2 fois supérieur à ceux ayant cru dans les autres substrats.

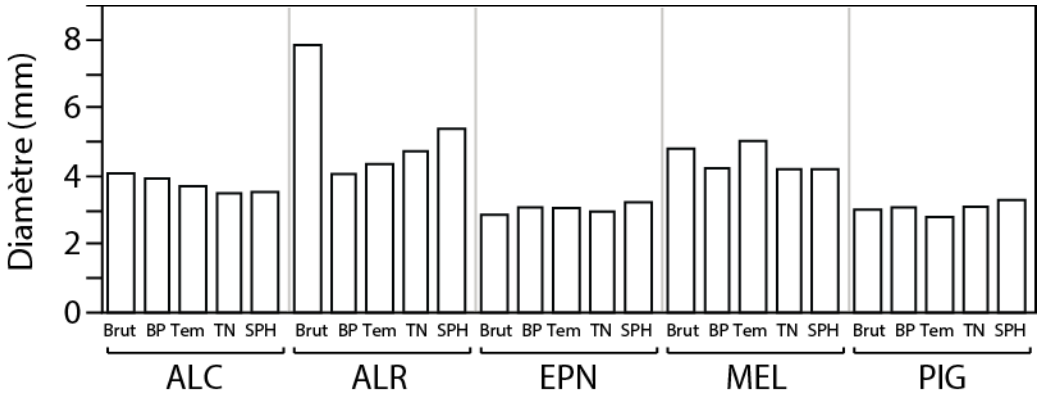


Figure 4 : Diamètre (mm) moyen de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Tout comme pour la hauteur et le diamètre des plants, la biomasse totale a été influencée par le facteur espèce (Tableau 1). L'analyse révèle que la biomasse des plants d'ALR est significativement (25%) plus élevée que pour l'ALC, l'EPN et le PIG. Le MEL quant à lui présente des valeurs intermédiaires entre l'ALR et les autres espèces (Figure 5).

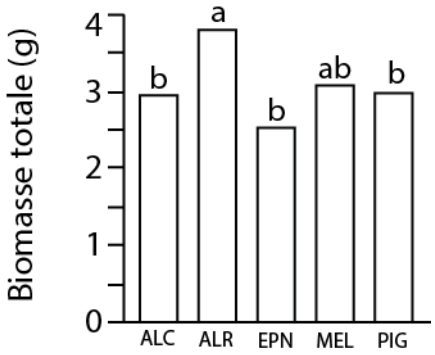


Figure 5 : Biomasse totale moyenne(g) de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

Croissance

L'ANOVA sur la variable de croissance relative en hauteur (Fig. 5a) des plants révèle que cette variable a significativement été influencée par le facteur espèces (tableau 1). L'analyse des résultats indique que l'ALR présente une croissance relative en hauteur négative, significativement inférieure aux quatre autres espèces. Le PIG pour sa part a enregistré une croissance équivalente à celle de l'EPN, mais 50% inférieure de celle du MEL. L'aulne crispé a quant à lui démontré le taux de croissance relatif en hauteur semblable au mélèze, mais plus de deux fois supérieur à la moyenne des autres espèces (Figure 6a).

Tableau 2 : Résumé de l'analyse de variance pour les variables de croissance relative (%) en hauteur, diamètre et biomasse de plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Sources de variation		Croissance relative en hauteur		Croissance relative en diamètre		Croissance relative en biomasse	
	dl	dld	*P*	dld	*P*	dld	*P*
Substrats (s)	4	117.1	0.0618	117	0.1213	74	0.5875
Espèces (E)	4	117	**<0.0001**	117	**<0.0001**	74	**0.0006**
S*E	16	117.1	0.2101	117	0.0789	74	0.5528

Les substrats de croissance ont aussi influencé significativement la croissance en hauteur des plants (Tableau 2). En effet, l'analyse révèle que les plants ayant poussé dans le résidu amendé avec de la mousse de sphaigne (SPH) présentent une croissance en hauteur 66% plus élevée que ceux ayant poussé dans les résidus amendés avec les biosolides de papetières (BP) et de la terre noire (TN) ainsi que dans le substrat témoin (TEM) (Fig. 5b). Les plants ayant poussé dans le résidu brut ont pour leur part présenté une valeur moyenne semblable à celles obtenues avec la TN, les BP et le TEM, mais qui ne se différenciait pas significativement des taux observés pour les plants ayant poussé en présence de SPH.

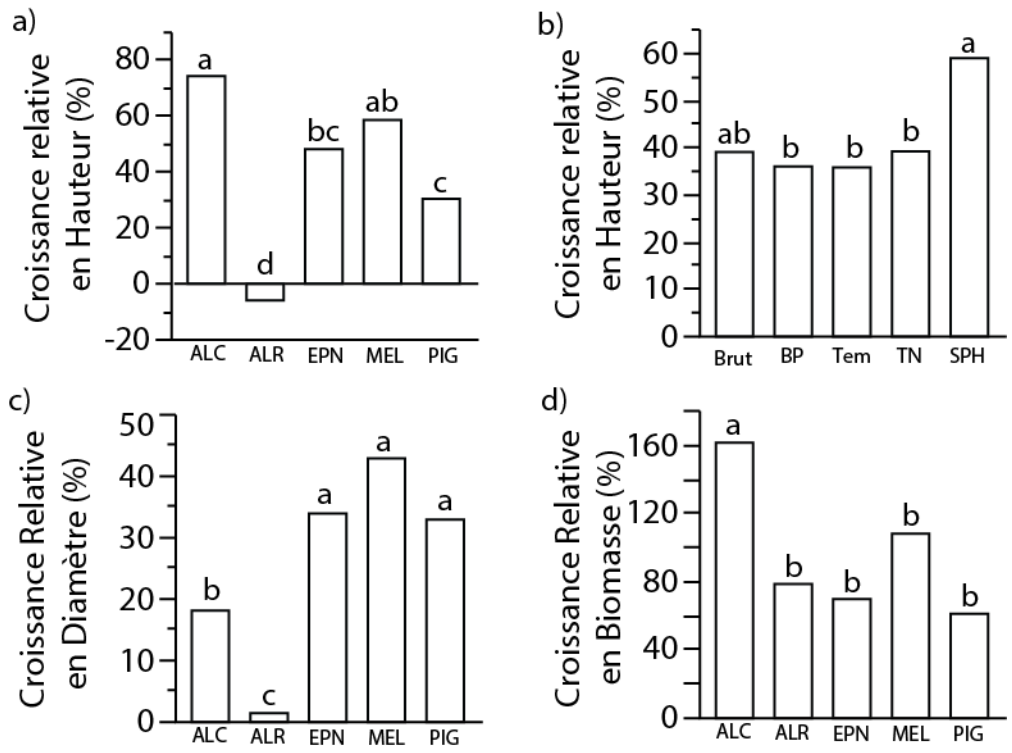


Figure 6 : Croissance relative (%) en (a) hauteur et (b) diamètre (mm) de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 12 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Pour ce qui est de la croissance en diamètre (Fig 5c), l'ANOVA a révélé une différence significative entre les espèces (tableau 1). Le MEL, l'EPN et le PIG ont tous trois enregistré des croissances relatives d'environ 25% alors que l'ALC et l'ALR ont enregistré des croissances relatives en diamètre deux fois moins importantes avec l'ALR ayant même, dans certains cas, exprimé une croissance négative.

Statut nutritif

L'analyse des résultats a révélé que la concentration foliaire en éléments nutritifs a significativement été influencée par les substrats de croissance (Tableau 3). Pour les six éléments ayant été significativement influencés par les substrats de croissance, il apparait que le fait d'avoir cru dans des substrats amendés ou dans le substrat témoin a résulté en une concentration foliaire en éléments nutritifs plus élevée (N, P, K, B, S) que lorsque les plants ont cru dans le substrat brut (Fig. 6a, b, c, e, f) pour au moins un des 3 amendements mis à l'épreuve dans ce projet.

Tableau 3 : Résumé de l'analyse de variance pour les variables de contenu foliaire en éléments nutritifs de plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Sources de variation		N	P**	K	Ca*	Mg	Na	Zn**	Cu	Mn	Fe	B	S**	Al*
	dl	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*
Substrats (s)	4	**0.0195**	**0.0039**	**0.0003**	**<0.0001**	0.3413	0.1527	0.2987	**0.0237**	**<0.0001**	**0.0256**	**<0.0001**	**0.0303**	0.8439
Espèces (E)	4	**<0.0001**	**0.0043**	**<0.0001**	**<0.0001**	**<0.0001**	**0.0214**	**<0.0001**	**<0.0001**	**<0.0001**	**0.0017**	**0.0539**	**0.0016**	**<0.0001**
S*E	16	0.3446	0.6846	0.4959	**0.0280**	0.4725	0.7549	0.8126	**0.0072**	**0.0078**	0.1716	0.4564	0.7496	0.9115

*Données transformées en Log

**Une valeur extrême retirée de la base de données

Pour leurs parts, les espèces ont aussi eu un effet significatif sur la concentration foliaire en éléments nutritifs (Tableau 3). Les effets sont nombreux (N, P, K, Mg, Na, Zn, Fe, B, S, Al), mais seuls les résultats concernant les éléments ayant une incidence majeure sur les chances de succès de la mise en place d'une plantation sur le site du Lac Jeanine seront approfondis, en l'occurrence N, P et Al. L'effort d'analyses sera concentré sur ces éléments, car ils présentent des différences importantes de concentration foliaire entre les espèces et qu'il n'y avait aucun symptôme visuel de carence chez les plants. Les deux espèces d'aulnes (ALC et ALR) présentent des [N] foliaires ≈45% supérieures aux autres espèces (Tableau 3, Fig. 7a). Pour sa part, l'ALC présente des [P] foliaires ≈45% supérieures aux autres espèces, exception faite du MEL qui pour sa part présente des valeurs intermédiaires entre l'ALC et les autres espèces. L'analyse des résultats révèle aussi que le PIG présente une [Al] foliaire cinq fois supérieures aux autres espèces.

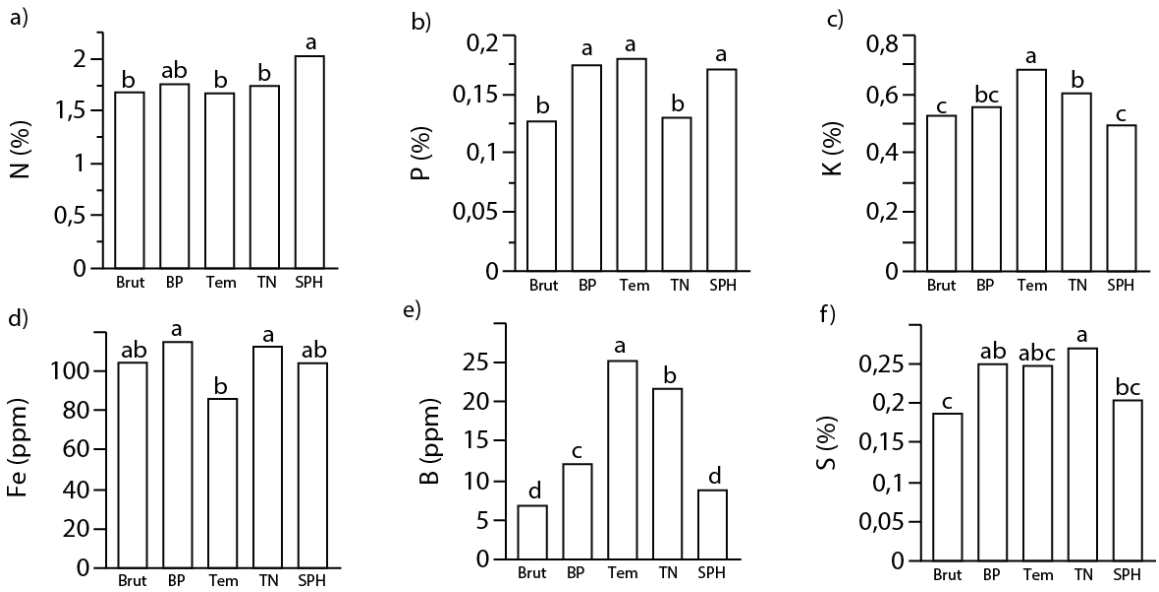


Figure 7 : Effet des substrats de croissance sur la concentration foliaire moyenne en éléments nutritifs (N, P, K, Fe, B, S) de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

L'Anova a aussi révélé des interactions substrats*espèces significatives (Tableau 3). La [Ca] foliaire de l'ALC et de l'ALR n'ont pas été influencées par les substrats de croissance alors que les trois autres espèces l'ont été. Pour sa part, l'interaction substrats*espèces observée au niveau de la [Cu] foliaire révèle quelques légères différences entre certaines combinaisons substrats*espèces, mais le principal effet provient du MEL qui présente une [Cu] foliaire très élevée lorsqu'il pousse dans le résidu brut. Pour ce qui est de la [Mn] foliaire, l'analyse des résultats révèle que l'EPN et le MEL qui croissent dans les substrats amendés avec des BP et de la SPH présentent des [Mn] foliaires de deux à trois fois supérieurs à ceux poussant dans les autres substrats de croissance alors que cet effet n'est pas présent chez les autres espèces.

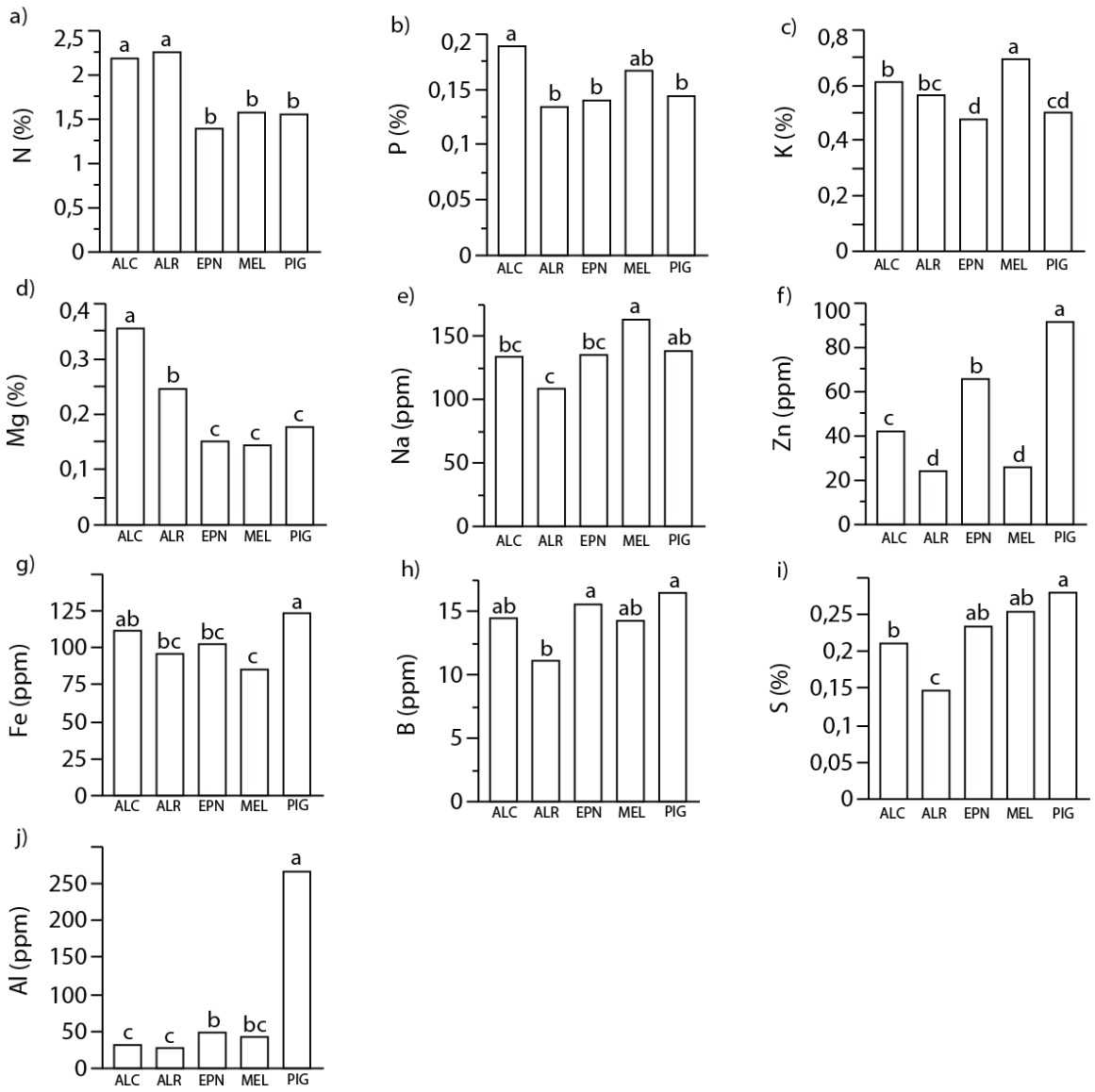


Figure 8 : Effet des espèces sur la concentration foliaire moyenne en éléments nutritifs (N, P, K, Mg, Na, Zn, Fe, B, S, Al) de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres en fonction des substrats de croissance. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

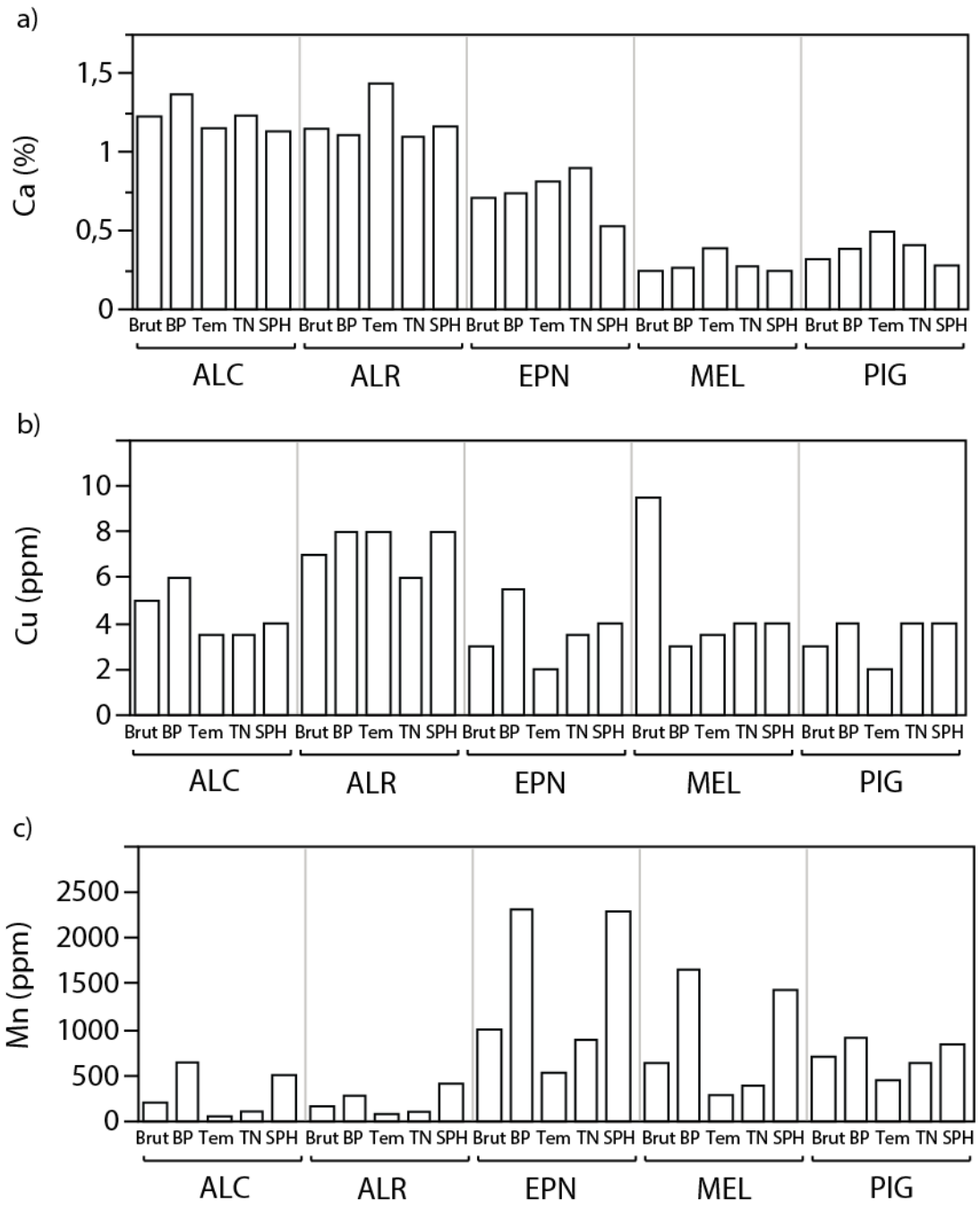


Figure 9 : Effet de l'interaction substrats*espèces sur la concentration foliaire moyenne en éléments nutritifs (N, P, K, Mg, Na, Zn, Fe, B, S, Al) de plants d'épinette noire (EPN), de pin gris (PIG), de mélèze laricin (MEL), d'aulne rugueux (ALR) et d'aulne crispé (ALC) après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

L'analyse des variables physico-chimiques des substrats de croissance a révélé que toutes les variables ont été significativement influencées par les amendements (Tableaux 4 & 5). Tout comme pour les concentrations foliaires en éléments nutritifs, l'attention sera portée principalement sur les différences majeures pouvant avoir une incidence sur les chances de succès de la végétalisation du site du Lac Jeanine. Le pH des différents substrats de croissance est relativement près de la neutralité avec des valeurs allant de 6,8 à 7,8. L'ajout de TN au résidu a légèrement alcalinisé le pH alors que les BP ont pour leur part fait diminuer celui-ci. L'amendement avec de la tourbe de sphaigne a quant à lui diminué le pH de façon plus importante jusqu'à atteindre la valeur de 5,18.

L'application d'amendements a significativement influencé le contenu en matière organique des substrats de croissance. En effet, aux dosages d'amendements testés, l'application de SPH a généré un contenu en matière organique significativement supérieur (plus de 10X) au résidu brut, mais tout de même près de 20 fois inférieur au substrat témoin. Cette quantité de matière organique se reflète aussi sur la densité des substrats qui s'avère inversement proportionnelle au contenu en matière organique. Pour ce qui est de la C.E.C., c'est le substrat témoin qui affiche la valeur la plus élevée avec une C.E.C. plus de sept fois plus élevée que le résidu brut. La SPH et le TN ont eux aussi eu un effet positif et les substrats traités avec ces amendements présentent des C.E.C. respectivement 2,3 et 3,1 fois plus élevés que le résidu brut. L'analyse des données de saturations en bases (S.B.) démontre que l'application de TN et de BP a eu pour effet de faire plafonner la S.B. à 100% alors que la SPH n'a eu aucun effet.

Pour ce qui est des agrégats, seul l'amendement avec la TN a généré une quantité d'agrégats plus de trois fois supérieure aux autres substrats à l'exception du substrat témoin bien sûr. Les amendements n'ont eu aucun effet significatif sur le taux de minéralisation de l'azote en comparaison avec le résidu brut, cependant il y a une tendance à ce que l'amendement avec de la SPH résulte en une minéralisation de l'azote plus élevée. Pour ce qui est de la respiration hétérotrophique, aucun amendement n'a eu d'effet significatif en comparaison avec le résidu brut, mais la SPH présente des résultats significativement inférieurs aux BP et TN. La teneur en carbone actif pour sa part est significativement différente entre les substrats avec le résidu brut qui présente une valeur très près de zéro. Les amendements ont augmenté le contenu en carbone actif avec les BP, la TN et la SPH affichant des valeurs respectivement 14.6, 40.6 et 46 fois plus élevées que le résidu brut.

Tableau 4 : Résumé de l'analyse de variance pour les variables physico-chimiques de pH, contenu en matière organique, capacité d'échange cationique, densité, Saturation en bases (totale, K, Ca, Mg), de pourcentage d'agrégats, de minéralisation de l'azote, de respiration hétérotrophique et de contenu en carbone actif de substrats de croissance de plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Sources de variation		pH	Mat. Org.	C.E.C.	Densité	S.B. Tot	S.B. K	S.B. Ca	S.B. Mg	Agrégats (%)	Min NH4*	R.H.	Carbone actif
	dl	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*
Substrats (s)	4	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**0.0001**	**<,0001**	**0.0267**	**<,0001**	**<,0001**
Espèces (E)	4	0.5913	0.2913	0.9518	0.4721	0.5125	0.2141	0.5177	0.4959	0.6546	0.4161	0.8985	0.7605

L'analyse des données sur la concentration en éléments nutritifs des substrats de croissance à fait ressortir plusieurs différences significatives (Tableau 5). Sans réelle surprise, le substrat témoin présente les valeurs les plus élevées pour les éléments suivants; K, Ca, Mg, Cu, Zn et B. L'application de BP a eu pour effet d'augmenter la [P] jusqu'à atteindre une valeur équivalente au substrat témoin, avec une teneur en P 6,3 fois plus élevée que pour les autres substrats. Pour les [Ca] et [Mg], l'amendement avec le TN et la SPH a permis d'augmenter les teneurs significativement au-dessus de celle du résidu brut. Pour ce qui est des [Al] et [Fe], l'application de TN a eu pour effet d'augmenter les teneurs à des valeurs plus de deux fois supérieures à la moyenne des autres substrats.

Tableau 5 : Résumé de l'analyse de variance pour les variables de chimie des sols de contenu en P, K, Ca, Mg, Al, Mn, Cu, Zn, B et Fe de substrats de croissance de plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé après 16 semaines de croissance en serres dans des substrats principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine avec ou sans amendement.

Sources de variation		P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Cu	Zn	B	Fe
	dl	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*	*P*
Substrats (s)	4	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**	**<,0001**
Espèces (E)	4	0.3191	0.3661	0.2639	0.4721	0.4627	0.7869	0.3684	0.3546	0.4003	0.2078

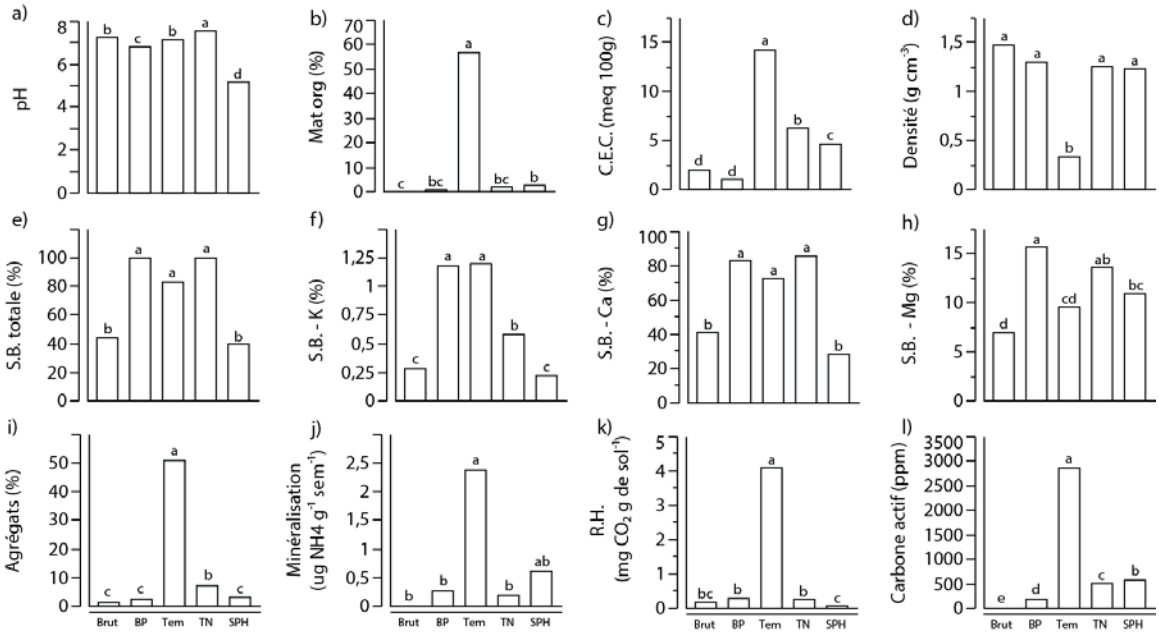


Figure 10 : Effet des amendements sur les variables de; a) pH, b) contenu en matière organique (%), c) capacité d'échange cationique (meq 100g), d) densité (g cm^{-3}), e) saturation en bases (S.B.) total (%), f) S.B. K (%), g) S.B. Ca (%),h) S.B. Mg (%), i) Agrégats >250µm, j) minéralisation de l'azote (µg NH_4 g de sol^{-1} $semaine^{-1}$), k) Respiration hétérotrophique (mg CO_2 g de sol^{-1} $semaine^{-1}$) et l) Carbone actif (ppm) des substrats de croissance principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine après 16 semaines de croissance en serres avec des plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

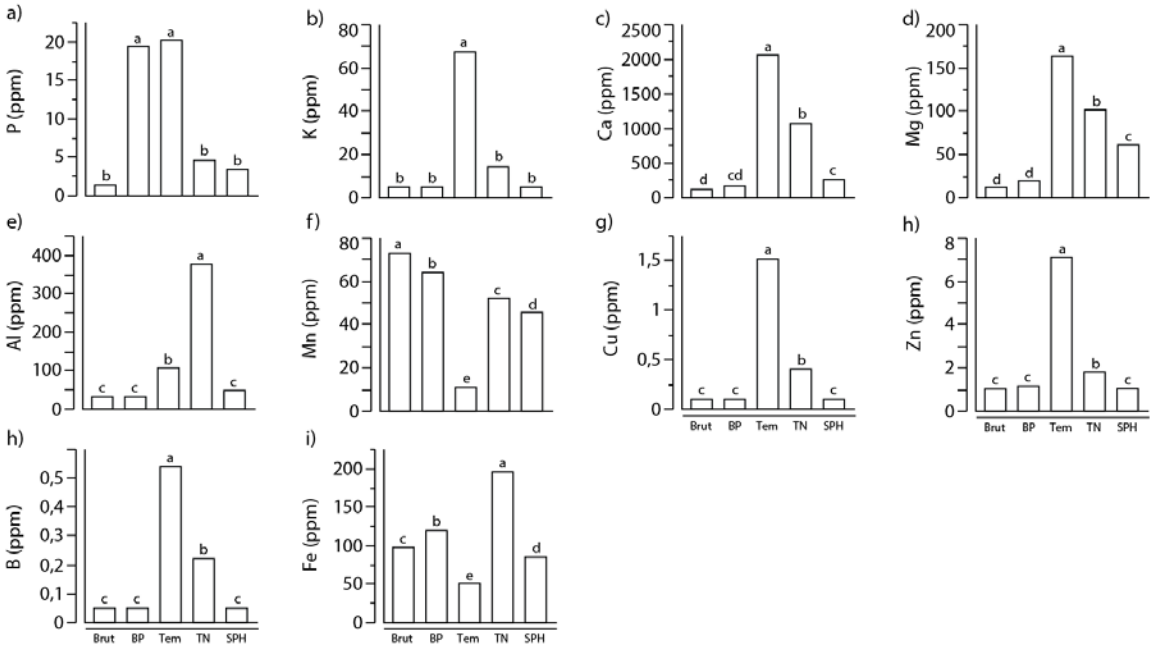


Figure 11 : Effet des amendements sur les variables de teneur (ppm) des substrats de croissance en a) Phosphore, b) Potassium, c) Calcium, d) Magnésium, e) Aluminium, f) Manganèse, g) Cuivre, h) Zinc, i) Bore et j) Fer des substrats de croissance principalement constitués de résidus miniers du Lac Jeanine après 16 semaines de croissance en serres avec des plants d'épinette noire, de pin gris, de mélèze laricin, d'aulne rugueux et d'aulne crispé. Les barres n'étant pas reliées par la même lettre sont significativement différentes les unes des autres.

DISCUSSION

Survie

L'analyse des données de survie suggère que les ALC et les ALR sont plus fragiles aux conditions expérimentales que les trois autres espèces, car ce sont les seules à avoir exprimé de la mortalité. Cependant, avant de les catégoriser comme fragiles, et du coup inappropriées pour la végétalisation sur le site du Lac Jeanine, il faut d'abord considérer certains éléments de la phénologie de ces espèces. Même si cela n'est pas explicitement mentionné dans les manuels de botanique abordant ces espèces, il apparait que celles-ci auraient bénéficié d'une plus longue

période pour leur mise en dormance. Les plants étant dans le processus de mise en dormance, le changement drastique causé par l'application des conditions expérimentales (augmentation rapide de la température et de la photopériode) se serait traduit par la mortalité de certains plants ainsi que par une longue période d'application des conditions expérimentales avant le « réveil » des plants, phénomène aussi observé dans la présente étude.

Aucun des plants qui ont été identifiés comme morts à la fin de l'expérience n'a produit une seule feuille ou donné de signe de l'ouverture des bourgeons. Cela nous laisse croire que la mortalité observée provenait de facteurs liés au statut phénologique des plants et non pas à une incompatibilité avec les substrats de croissance. De plus, l'analyse plus poussée des résultats nous suggère fortement que cette mortalité n'a pas été induite par la présence de résidus dans les substrats de croissance, car la mortalité la plus élevée a été observée dans le substrat constitué de d'Agro Mix qui était utilisé à titre de témoin productif pour cette expérience.

En plus du statut phénologique des plants, la qualité du matériel biologique semble avoir influencé le résultat de cette expérience. Les ALC proviennent de la pépinière Girardville qui est reconnue pour la grande qualité des plants qu'elle produit et les plants provenant de cette pépinière présentaient des caractéristiques morphologiques uniformes et une apparence vigoureuse. Quant aux ALR, ils proviennent de la pépinière Boucher de St-Ambroise (Qc) et présentaient des caractéristiques morphologiques très hétérogènes et une apparence négligée suggérant une qualité de production moins soignée. La qualité du matériel biologique utilisé aurait donc pu influencer les résultats obtenus et faire en sorte que les ALR aient un taux de survie inférieur aux autres espèces.

Durant l'intervalle entre la production du rapport préliminaire et la production du présent rapport, certains des plants qui avaient été identifiés comme morts ont été « ressuscités », les taux de survie sont donc plus élevés que dans le précédent rapport (> 86%). Durant cette période (4 semaines), ces plants en apparence morts ont développé du feuillage à partir de bourgeons latents sur la tige ou encore à partir de rejets de souche. Cela suggère que même si au premier abord les aulnes peuvent apparaitre comme plus fragiles que les autres espèces étant donné que ce sont les seules à avoir exprimé de la mortalité, ces stratégies (bourgeons latents et rejets de souche) font de ces espèces de bonnes candidates pour la végétalisation, car elles démontrent leur capacité à résister à des perturbations importantes comme les bris de tiges, le brout ou le gel/dessiccation des bourgeons.

En se basant strictement sur les taux de survie observés au cours de cette expérience, les chances de survie à court terme d'une plantation effectuée sur le site du lac Jeanine ne seraient apparemment pas compromises par la nature du substrat. Il nous apparait cependant important de suggérer que la sélection du matériel biologique se fasse avec soins afin d'éviter les pertes qui pourraient être causées par l'utilisation de matériel de mauvaise qualité. En ce sens, le MFFP nous apparait comme le meilleur fournisseur de plants, toutefois celui-ci ne produit que des essences commerciales et les ALC et les ALR n'en font pas partie. Pour ces espèces nous suggérons fortement de faire appel à une pépinière compétente et la pépinière Girardville nous apparait comme le meilleur candidat, et ce malgré la distance qui la sépare du site du Lac Jeanine…

Variables morphologiques et croissance

Les variables de hauteur et de diamètre des plants sont des mesures conventionnelles pour le suivi des plantations. Après quelques années de croissance, ces données sont très utiles et permettent d'évaluer le rendement des plantations, mais sur une courte période de croissance en serre, comme c'est le cas dans le présent projet, il faut relativiser les résultats obtenus.

Les figures 3 et 4 démontrent que les ALR présentent une hauteur et un diamètre plus important que les autres espèces et que certains substrats semblent favoriser ces variables. Dans le cas présent, il ne s'agit toutefois que d'un artéfact issu de la taille et de l'hétérogénéité des plants d'ALR au moment de la plantation. Comme c'était le cas pour la survie des plants, la qualité du matériel biologique et les conditions de production ont influencé les résultats de la présente expérience.

Dans une expérience s'échelonnant sur une courte période, comme c'est le cas pour le présent projet, il est plus profitable de se tourner vers l'aspect dynamique des mesures de croissance relative en hauteur et en diamètre plutôt que sur l'aspect statique des variables descriptives. En analysant les figures 6a et c, on constate que l'apparente performance des ALR exprimée dans les figures 3, 4 et 5 est bel et bien due à leurs caractéristiques morphologiques de départ, car en réalité, ce sont eux qui ont exprimé les croissances en hauteur et en diamètre les plus faibles.

Dans l'ensemble, la croissance relative en hauteur des plants démontre qu'ils ont bien réagi aux conditions expérimentales avec des taux de croissance positifs pour l'ensemble des substrats de

croissance. Cependant, il appert que l'application de tourbe de sphaigne (SPH) résulte en une croissance en hauteur supérieure au Tem, à la TN ainsi qu'aux BP avec le résidu brut qui quant a lui donne des valeurs intermédiaires et l'effet de l'acidification du substrat suite à l'application de la SPH pourrait expliquer ce phénomène. Les sols des forêts boréales où évoluent normalement les espèces mises à l'épreuve dans cette expérience sont généralement acides (pH ≤6), ces espèces sont d'ailleurs si fréquentes dans les milieux acides que l'on peut aisément les qualifier d'acidophile. Comme il a déjà été démontré qu'il existe une corrélation positive entre l'acidité du sol et la croissance en hauteur des plants acidophiles, la croissance relative en hauteur supérieure observée avec la SPH s'explique aisément.

En tenant compte des mesures de croissance relatives entre la première mesure et celle du présent rapport, on observe que les deux feuillus ont présenté d'importants changements. Pour l'ALC, la prolongation de l'expérience pour une durée de 4 semaines a permis la poursuite de l'élongation des tiges/branches vivantes ainsi qu'à certains plants de laisser s'exprimer des bourgeons latents à même la tige. Cette croissance supplémentaire a donc influencé considérablement les résultats de croissance relative en hauteur. Ces deux phénomènes font en sorte que l'ALC qui présentait une croissance relative en hauteur modérée lors du premier rapport affiche maintenant la croissance relative la plus élevée de toutes les espèces. Étant une espèce à croissance indéterminée l'ALC a donc profité de cette prolongation de la période de croissance pour exprimer son potentiel contrairement aux résineux qui eux ne peuvent profiter d'un tel allongement de la période de croissance, du moins pour ce qui est de la croissance en hauteur. Pour sa part, l'ALR lui a présenté une stratégie de survie axée sur les bourgeons latents ainsi que sur les rejets de souche ce qui a eu pour effet d'influencer négativement sa croissance relative en hauteur. La mesure de la hauteur des plants se faisant sur la structure vivante la plus haute sur le plant, cela se traduit bien souvent par une diminution de la hauteur totale et donc par un taux de croissance relatif négatif. Ici, pour l'ALR, il est important de rappeler que ce n'est pas l'espèce, les substrats ou les conditions de culture qui sont en cause, mais bien le stade phénologique où se trouvaient les plants au moment de débuter l'expérience.

Cet impact du stade phénologique s'est aussi fait sentir sur la croissance relative en diamètre. Durant les premières semaines de l'expérience, les plants d'ALC et d'ALR ont été très lents à réagir aux conditions expérimentales. En fait, il aura fallu plus de 6 semaines pour que les bourgeons éclatent et que l'allongement des tiges débute lui aussi. Or, la croissance secondaire

(diamètre) des arbres et arbustes est chronologiquement liée à la croissance primaire et cette dernière doit avoir atteint un certain stade avant que ne débute la croissance en diamètre. Comme le temps nécessaire au déclenchement de la croissance primaire a été long, il se trouve que de nombreux plants n'avaient pas encore exprimé d'accroissement en diamètre au moment de la prise de mesure. À la fin de la prolongation de la période de croissance, ce phénomène était nettement plus marqué pour les ALR qui affichent encore une croissance relative en diamètre négatif.

Pour ce qui est de la croissance relative en biomasse, il s'agit de nouveaux résultats puisqu'il était impossible de présenter ces données dans le rapport préliminaire vu la nature destructive de ces mesures. Ces résultats démontrent clairement que l'ALC a exprimé la croissance en biomasse la plus élevée de toutes les espèces. Avant même d'avoir à faire l'analyse statistique, ce résultat était déjà évident simplement à l'observation des plants dans le dispositif. Afin d'éviter tout biais sur cette conclusion, nous avons tout de même fait les analyses nécessaires afin de nous assurer que ce résultat n'était pas influencé par notre subjectivité. La grande qualité du matériel biologique au début de l'expérience ainsi que la grande valence écologique de l'ALC lui ont permis de présenter un taux de croissance significativement supérieur aux autres espèces. En effet, la capacité de l'ALC à performer dans de nombreux types de substrats et sous une gamme de conditions climatiques étendue se reflète dans le présent résultat.

Les objectifs du présent projet étant, entre autres, de déterminer quelles espèces présenteraient les meilleures chances de succès, il nous apparait important de mentionner qu'aucune des espèces mises à l'épreuve n'apparait comme contre indiquée. La nécessité de travailler avec du matériel biologique de grande qualité apparait bien plus importante que le fait de travailler avec l'une ou l'autre des espèces étudiées. Toutefois, l'utilisation d'un plus grand nombre d'espèces pour la végétalisation du site du lac Jeanine serait une meilleure stratégie que celle d'implanter seulement une ou deux espèces. La diversité des espèces ainsi que l'hétérogénéité verticale et horizontale des peuplements issus d'une plantation composée d'un assemblage de ces espèces serait gage d'une plus grande résilience aux perturbations ainsi que d'une plus grande biodiversité, phénomène tout indiqué dans un contexte de végétalisation à des fins de compensation environnementale.

Statut nutritif des plants et caractéristiques bio-physico-chimiques des substrats.

Les espèces mises à l'épreuve dans la présente expérience présentent de façon générale des concentrations foliaires en éléments nutritifs différentes les unes des autres. De par les besoins spécifiques de chacune de ces espèces, ce résultat n'a rien de surprenant.

Dans l'ensemble, la correspondance de concentration foliaire en éléments nutritifs entre les valeurs observées pour les plants ayant crus dans les différents substrats et le substrat témoin productif supporte fortement l'hypothèse que sur cette courte période de croissance en serres les plants n'ont pas expérimenté de carence nutritive. De plus, les concentrations foliaires en éléments nutritifs observées pour les résineux dans ce projet sont équivalentes ou très légèrement inférieures aux concentrations recherchées pour obtenir une croissance optimale. Ces résultats indiquent que les substrats de croissances mis à l'épreuve dans ce dispositif sont en mesure de supporter la croissance de ces espèces lors de la phase d'installation des semis qui est la période la plus critique d'une plantation. Les deux autres espèces (ALR et ALC) étant reconnues comme colonisatrices présentent des caractéristiques leur permettant de se développer dans des milieux « pauvres » ou fraichement perturbés, le fait qu'elles présentent des concentrations foliaires en éléments nutritifs équivalentes à celles observées pour les résineux et des taux de croissance en biomasse équivalents ou supérieurs au résineux, pour lesquels nous avons des références de statuts nutritifs optimaux, suggère que les substrats testés ici suffisent à supporter la croissance des semis durant la phase d'installation.

La différence la plus importante observée suite à ces analyses provient de la forte accumulation d'Al dans le feuillage des PIG avec une concentration plus de 5 fois supérieure aux autres espèces. Cette observation n'est toutefois pas exceptionnelle et il a été démontré dans d'autres études que le PIG présentait de fortes [Al] foliaires même lors d'une régie de culture stricte en pépinière. Rien n'indique alors que l'accumulation d'Al dans le feuillage des PIG pourrait mener à de la toxicité.

Les effets des différents substrats de croissance sur les concentrations foliaires en éléments nutritifs sont moins nombreux que les effets d'espèces, mais l'interprétation de ces résultats va dans le même sens. En effet, les valeurs observées ne s'apparentent en rien à des carences nutritives et sont dans bien des cas équivalentes aux concentrations recherchées pour atteindre

les optimums de croissance, du moins pour les résineux évoluant en zone boréale. Sans que ces différences ne soient forcément significatives, il y a une forte tendance à ce que le substrat constitué de résidu brut génère des concentrations foliaires en éléments nutritifs plus basses que les substrats amendés ou que le substrat témoin. Ces « différences » constituent une indication qu'avec une augmentation des besoins nutritionnels associés à la croissance en biomasse, les plants se développant dans le résidu brut seraient plus exposés à des limitations de rendements dues à des carences nutritives que les plants évoluant dans les autres substrats.

En ce qui a trait aux variables physico-chimiques des sols, les amendements ont eu de nombreux effets. Le résidu brut et le substrat témoin ont généré des pH significativement différents de la TN et des BP sans toutefois être suffisamment différents pour avoir une incidence importante sur la disponibilité des éléments nutritifs entre eux. L'application de la SPH pour sa part a eu pour effet d'acidifier le substrat considérablement pouvant éventuellement mener à une différence de la disponibilité de certains éléments nutritifs. Le pH observé suite à l'application de SPH (5,18) est beaucoup plus acide que pour les autres substrats, mais demeure toutefois dans une fenêtre où les espèces mises à l'épreuve dans ce dispositif sont en mesure d'évoluer sans problème. La valeur de pH observée suite à l'application de SPH se trouve d'ailleurs beaucoup plus près des valeurs observées en forêt boréale, où les espèces en question évoluent sans problème. Dans un contexte où la SPH serait utilisée comme amendement pour la végétalisation du site du Lac Jeanine, cette « compatibilité » avec le pH des sols boréaux à proximité pourrait éventuellement avoir un effet facilitant pour la colonisation du substrat de croissance par les micro-organismes du sol, dans la mesure bien sûr où les sources de carbone sont suffisamment digestes pour soutenir cette communauté. Les micro-organismes du sol étant des éléments indispensables à la minéralisation des éléments nutritifs inclus dans la matière organique, tout aménagement favorisant leur installation favoriserait du coup les chances de succès d'une plantation effectuée sur un tel site.

Dans un même ordre d'idées, la SPH a été le seul amendement à augmenter significativement le contenu en matière organique des substrats en comparaison avec le résidu brut. Cette augmentation du contenu en matière organique indique que la source de nourriture éventuelle pour les micro-organismes du sol y serait plus importante, tout comme l'indiquent les résultats du carbone actif dans les substrats. Il se trouve en effet que la quantité de nourriture pour les micro-organismes du sol (carbone actif) est plus élevée avec la SPH qu'avec les autres

amendements, mais que l'ensemble des amendements a tout de même mené à une augmentation du C actif en comparaison avec le résidu brut, contrairement à ce qui a été observé pour le contenu en matière organique. Cette augmentation de la quantité de carbone actif ne s'est toutefois pas traduite en une activité microbiologique plus forte, car les taux de respirations hétérotrophiques des substrats SPH et TN, qui ont les concentrations de carbone actif les plus élevés, ne sont pas plus élevés que pour les substrats BP et résidus bruts qui présentent pourtant moins de carbone actif. Cela suggère que l'équilibre entre les apports d'éléments nutritifs, de carbone et la composition et la biomasse microbienne n'est pas encore établi et que certains effets positifs ou négatifs des amendements ne se sont peut-être pas encore manifestés.

Digestible ou non, il n'en demeure pas moins que ce contenu en matière organique plus élevé pour un substrat sablonneux comme le résidu du site du Lac Jeanine (95%+ de sable) présente l'avantage d'améliorer la capacité de rétention d'eau du substrat. En effet, la granulométrie du substrat (sable moyen) le rend peu propice à la rétention d'eau ce qui pourrait avoir une incidence sur le succès d'une plantation en période sèche, car il est reconnu qu'une augmentation de 1% du contenu en matière organique se traduit en une augmentation de 2,3% de la capacité de rétention d'eau. La disponibilité de l'eau pour les plants étant un des facteurs les plus importants pour l'établissement d'une plantation en milieu non contrôlé (en opposition à une expérience en serres où il est possible de tout contrôler, ou presque), le fait d'aménager le substrat de manière à avoir une meilleure rétention d'eau augmenterait les chances de succès de l'opération de végétalisation.

Les amendements ont aussi eu un effet significatif sur la capacité d'échange cationique (C.E.C.) des substrats. Dans sa plus simple expression, la C.E.C. se définit comme étant la quantité de cation (éléments nutritifs assimilables) qu'un sol est en mesure de contenir et l'application d'amendements a significativement influencé cette variable. Dans le cas présent, l'application de SPH et de TN a augmenté la C.E.C. en comparaison avec le résidu brut et la TN s'est montrée plus efficace que la SPH. Cependant, la C.E.C. ne s'interprète pas seule, elle doit être interprétée en tenant compte de la saturation en bases (S.B.) qui elle est un indicateur du taux d'occupation des sites d'adsorptions des cations. Dans le cas présent, c'est l'application de TN qui a le plus augmenté la C.E.C., cependant, la S.B. de ce substrat est de 100% ce qui indique qu'il ne serait pas en mesure d'accueillir d'autres éléments nutritifs pour supporter la croissance à plus long

terme puisque la majorité des sites d'adsorption sont déjà occupés par les cations basiques. Du moins, les nouveaux éléments nutritifs ajoutés par les précipitations ou la minéralisation de la matière organique seraient dans la solution de sol et disponibles pour les végétaux pour un court laps de temps, mais seraient rapidement lessivés vers les cours d'eau et dans les couches de sol plus profondes et deviendraient alors inaccessibles.

L'application de SPH a elle aussi contribué à augmenter le C.E.C. du résidu, mais dans une moindre mesure que la TN. La grande différence provient principalement du fait que la S.B. de la SPH est d'environ 40%. Ce faible niveau de S.B. peut suggérer deux choses; 1- que la SPH améliore la C.E.C. à un point tel que les cations basiques de ce substrat ne parviennent à combler qu'une faible portion des sites d'adsorption, ou 2- que l'acidité (H^+) de la sphaigne a eu pour effet de déloger les cations basiques et de prendre leur place sur les sites d'absorptions. La seconde hypothèse étant la plus crédible, cela implique que l'utilisation de la SPH devrait idéalement être combinée à l'application d'un amendement avec un pouvoir neutralisant par exemple les amendements calciques magnésiens ou la cendre de bois. La combinaison avec un des autres amendements tel que les BP ou la TN pourrait aussi minimiser l'acidification du substrat tout en augmentant l'apport d'éléments nutritifs.

Le fait que l'application des amendements testés ici s'est globalement traduite en une amélioration du statut nutritif des plants et des variables bio-physico-chimiques des substrats suggère fortement que les chances de succès et le rendement d'une plantation sur le site du lac Jeanine seraient plus élevés avec que sans application d'amendements. Cela ne signifie toutefois pas qu'une plantation effectuée directement dans le résidu serait automatiquement vouée à l'échec. Pour avoir des végétaux en santé, il faut avoir un sol en santé et la dynamisation de ce système passe entre autres par l'application d'amendements organiques. Même si l'application de TN semble être l'option ayant le plus d'effets positifs sur les végétaux et les substrats, la disponibilité et le coût des amendements pourraient fortement influencer le choix des amendements à appliquer sur le site du Lac Jeanine même.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

À la lueur des résultats obtenus, nous croyons que la nature du résidu n'est pas une contrainte au succès de la phase d'installation d'une plantation sur le site du Lac Jeanine, du moins avec les espèces mises à l'épreuve au cours de cette expérience. Cette affirmation ne fait toutefois référence qu'aux limitations qui pourraient être induites par le substrat au cours de la phase d'installation des semis. Les conditions expérimentales de serres, idéales pour la croissance des végétaux, ne représentent en aucun cas les conditions de site au Lac Jeanine et font abstraction de toutes formes de stress que pourraient expérimenter les semis en conditions naturelles (sécheresse, vent, inondation, compétitions, carences nutritives, etc.).

Les résultats sur les variables morphologiques et sur le statut nutritif des plants indiquent que ceux-ci bénéficient de l'application d'amendements organiques, mais avec les résultats disponibles actuellement il est impossible de statuer définitivement à savoir quel amendement favoriser. Étant donné les impacts bénéfiques globaux de l'application de BP et de TN sur les propriétés bio-physico-chimiques des substrats, il serait tentant de les prioriser, cependant, l'application de SPH, quoique globalement moins intéressante, a généré des effets positifs non négligeables. À la lumière de ces résultats, il faudrait donc plutôt envisager de combiner la SPH avec les autres amendements de façon à favoriser le contenu en matière organique et en carbone actif tout en favorisant l'obtention d'un pH moins acide et un stock d'éléments nutritifs disponible plus important.

Il est ressorti de cette expérience que l'état initial du matériel biologique favorise grandement le succès de l'opération. En ce sens nous réitérons notre recommandation de se tourner vers les meilleurs fournisseurs de plants possible. Avec son personnel qualifié, son réseau de pépinière étendu et ses normes de production très strictes, le MFFP nous apparaît être la meilleure recommandation à faire. Pour les espèces que le MFFP ne serait pas en mesure de fournir, la pépinière de la Coopérative Forestière Girardville est à notre connaissance parfaitement capable de produire des plants de grande qualité, et ce en grande quantité afin de répondre aux besoins de végétalisation du site du Lac Jeanine.

Le fait d'avoir soustrait un bloc expérimental aux mesures destructives afin de le soumettre à une deuxième saison de croissance nous permettra de confirmer ou d'infirmer les hypothèses

émises dans le présent document et ainsi de réduire l'incertitude associée aux chances de succès de l'opération de boisement du Lac Jeanine. Se développer dans ces substrats pour une deuxième saison de croissance en supportant une quantité de biomasse significativement plus élevée que dans la première saison de croissance pourra permettre l'apparition de symptômes n'étant pas ressortis lors de la première saison et éventuellement de réajuster les recommandations d'aménagements avant la mise en application de celles-ci.

LISTE DES PERSONNES RESSOURCES

- **Chaire en éco-conseil**
  - Jean-Francois Boucher
    - Professeur (418-545-5011 poste 5385)
  - Sylvie Bouchard
    - Professeure associée (418-720-7203)
  - Pascal Tremblay
    - Professionnel de recherche (418-545-5011 poste 2343)

- **Arcelor Mittal Exploitation Minière**
  - Sébastien Moreau
    - Directeur, Projets environnement et Parcs à résidus Arcelor Mittal (418 766-2000 poste 2108)
  - Julie Gravel
    - Conseillère en protection de l'environnement

- **WSP Global**
  - Jean-François Poulin
    - Chargé de projet (418-589-8911 poste 12635)

- **Produits forestiers résolu (Kénogami)**
  - Stéphane Boukatem
    - Coordonnateur environnement (418-695-9100 poste 229789)
  - Daniel Desbiens
    - Technicien santé, sécurité & environnement (418-695-9100 poste 229835)

- **Ministère Forêts Faune et Parc (Bureau Régional 02)**
  - Audrey Murray
    - Agent de recherche et de planification socioéconomique, Responsable régional de la production de semences et de plants (418-695-8125 poste 226)

- **Serres et Pépinière Coopérative Forestière Girardville**
  - Nancy Tanguay
    - Chef de production (418-258-3666)
  - Charles-Augustin Déry-Bouchard
    - Responsable de production (418-258-3666)

- **Serres et Pépinière Boucher (St-Ambroise)**

- Isabelle Boucher
  - Responsable de production (418-672-2808)

RÉFÉRENCES

Literature consultée

1. Calvet, R., Chenu, C., Houlot, S., 2011. Les matières organique des sols « Rôles agronomiques et environementaux ». Éditions France Agricole, Paris, 347 p..
2. Chantigny, M.H.A., D.A. Beauchamp, C.J. 2000 Active carbon pools and enzyme activities in soils amended with de-inking paper sludge. *Journal Short Form workform*, **80**, 99-105.
3. Duguet, F. 2005. Minéralisation de l'azote et du phosphore dans les sols organiques cultivés du Sud-Ouest du Québec. Mémoire de maîtrise, Université Laval, 95 p.
4. Gilbert, H. et Payette, S., 1982. Écologie des population d'aulne vert (*Alnus crispaI* (Ait.) Pursh) à la limite des forêts, Québec nordique. Géographie physique et Quaternaire, vol 36, pp. 109-124.
5. Grossnickle, S.C. 2000 *Ecophysiology of northern spruce species The performance of planted seedlings*. NRC Research Press: Ottawa, 409 pp. p.
6. Hébert, M.B., B. 2006 Recyclage agricole des cendres de bois au Québec-État de la situation, impacts et bonne pratiques agro-environnementales. *AGROSOLUTION*, **19** (2), 18-33.
7. Hutchinson, T.C., Bozic, L. and Munozvega, G. 1986 Responses of 5 Species of Conifer Seedlings to Aluminum Stress. *Journal Short Form workform*, **31** (1-2), 283-294.
8. Iyer, J.G. Schulte, E.E. Randall G.W. Foliar composition of Jack Pine and Red Pine as related to vulnerability of these to needle cast disease. USDA Forest Service.
9. Larcheveque, M., Desrochers, A., Bussiere, B. and Cimon, D. 2014 Planting trees in soils above non-acid-generating wastes of a boreal gold mine. *Ecoscience*, **21** (3-4), 217-231.
10. Moebius-Clune, B.N.M.-C., D.J. Gugino, B.K. Idowu, O.J. Shindelbeck, R.R. Ristow, A.J. van Es, H.M. Thies, J.E. Shayler, H.A. Mcbride, M.B. Wolfe, D.W. Abawi, G.S. 2016 *Comprehensive Assessment of Soil Health The Cornell Framework Manual*. 3.0 edn. Cornell University: Geneva, NY.
11. Moore R., C.W.D., Vodopich D.S. 1998 *Botany*. second edn. McGraw-Hill: USA, 919 p.
12. Offord, C.A.M., P.F. Zimmer H.C. 2014 Growing up or growing out? How soil pH and light affect seedling growth of a relictual rainforest tree. *AoB Plants*.
13. Parent L-E et Gagné G, editeurs. 2010. Guide de référence en fertilisation - 2e édition. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec, Qc, Canada.
14. Rawinski, J.J.B., J.A. Noste, V.N. 1980 Soil properties related to coniferous seedling height growth in northern Wisconsin. U.S. Government Printing Office, St-Paul Minnesota.

15. Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M. and Bloodworth, H. 2003 Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma*, **116** (1-2), 61-76.

16. Robertson, G.P., Sollins, P., Ellis, B.D., Lajtha, K. 1999 Exchangeable Ions, pH and Cation Exchange Capacity In *Standard soile methods for long term ecological research.* Oxford University Press. pp. 106-114.

17. Rudolph, T.D. and Laidly, P.R., 1990. Jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) *in* Sylvics of north America vol.1 Conifers. Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC. pp. 280-293.
18. Sainte-Marie, C., and Paré D., 1999. Soil, pH and N availability effects on net nitrification in the forest floors of a range of boreal forest stands. Soil Biology and Biochemistry, vol. 31, pp. 1579-1589.
19. Torri, S.I., Côrrea, R.S., Renella, G., 2014. *Review Article* Soil Carbon Sequestration Resulting from Biosolids Application. Applied and Environmental Soil Science, vol 2014, 9 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2014/821768
20. USDA, 2014. Soil Quality Indicator; *Reactive Carbon*. USDA Natural Ressources Conservation Service. 2p.
21. Weil, R.R., Brady, N.C. 2008 *The Nature and Properties of SOILS*. 14 edn. Pearson, Prentice Hall: Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio 975 p.

ANNEXE

G

LETTRE D'APPUI ET COMMENTAIRES DES DIVERSES INSTANCES GOUVERNEMENTALES POUR LE PROJET DE COMPENSATION

ANNEXE

G-1 *LETTRE D'APPUI DES INNUS DE UASHAT MAK MANI-UTENAM*

INNU TAKUAIKAN
UASHAT MAK MANI-UTENAM

BUREAU POLITIQUE

265, boul. des Montagnais, C.P. 8000
Sept-Îles QC G4R 4L9

Tél. : 418 **962-0327**
Fax. : 418 **968-0937**

Uashat, le 27 juin 2016

Sébastien Moreau, ing., M.G.P. | Directeur corporatif, Environnement
ArcelorMittal
Exploitation minière Canada s.e.n.c.
Siège administratif | 24, boul. des Îles, Bureau 201,
Port-Cartier (Québec) G5B 2H3, Canada

Monsieur,

Depuis 2014, en vertu de l'entente, nous tenons des rencontres du comité environnement avec ArcelorMittal. Vous nous avez tenus au courant de votre projet d'agrandissement du parc à résidus à la mine du Mont-Wright. Lors de la dernière rencontre en avril, vous nous avez part que souhaitiez une lettre d'appui dans vos démarches d'autorisation avec Environnement Canada, Pêches et Océans Canada et le ministère de l'environnement du Québec.

Nous reconnaissons que vous avez tenu des entrevues et fait des présentations auprès de plusieurs intervenants de la communauté, ainsi que les membres de la famille St-Onge. Tous ont pu librement poser des questions et faire part de leurs préoccupations face au projet.

Des différentes options proposées, nous comprenons que l'option d'agrandissement du parc à résidus vers le nord-ouest (option 7) est celle qui occupera la plus petite superficie et aura le moins d'impact sur l'habitat du poisson. Nous sommes préoccupés par la rivière Moisie et c'est important pour nous que toutes les mesures soient prises afin de protéger cette rivière.

Nous considérons que nous avons suffisamment consulté et nous sommes favorables avec l'option retenue. Cela n'empêche pas, que nous ferons nos propres représentations lors des consultations.

Nous avons eu des entretiens aussi par rapport au projet de compensation que vous souhaitez réalisés dans le secteur de Lac Jeannine. Nous vous avons suggérer quelques projets, mais nous comprenons que Pêches et Océans Canada possède des critères spécifiques de sélection. Nous sommes à priori favorables avec ce projet, surtout parce que cela implique la restauration d'un site minier abandonné pour lequel le gouvernement du Québec ne fait rien. Les familles XXXX qui résident à proximité de ce site devront être formellement consultées. Nous pourrons organiser une rencontre dans les prochaines semaines.

Nous en profitons pour souligner qu'ITUM souhaite être partenaire d'AMEM pour la réalisation de ces projets.

Veuillez agréer, monsieur Moreau, nos salutations les meilleures.

Mike Mckenzie, chef

ANNEXE

G-2 *COMMENTAIRES DU CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC*

De : Jean-Simon.Brault@mddelcc.gouv.qc.ca [mailto:Jean-Simon.Brault@mddelcc.gouv.qc.ca]
Envoyé : 7 avril 2016 09:40
À : Cormier, Étienne <Etienne.Cormier@wspgroup.com>
Cc : Michel.Rheaume@mddelcc.gouv.qc.ca
Objet : TR: 141-15758-32 - Autorisation - Projet de compensation au site orphelin de la mine du lac Jeannine à Gagnon

Bonjour M. Cormier,

Dans votre courriel du 1 avril 2016 concernant la mise en place de 4 ouvrages de retenue visant à créer un lac d'environ 71 ha sur l'ancien site minier du lac Jeannine, vous nous demandiez de répondre à la question suivante adressée par le MPO :

« Que le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) confirme par écrit qu'il accepte les ouvrages de retenu et les aménagements proposés sur le tributaire 1 et l'émissaire du lac Jeannine, incluant le lac de 71 ha. »

D'une première part, je tiens à souligner que le CEHQ a été récemment intégré aux différentes directions du Ministère. Par conséquent, le CEHQ n'existe plus.

Aussi, le présent courriel vise exclusivement à clarifier le rôle de la Direction de la sécurité des barrages dans le processus d'autorisation des barrages visant à créer un réservoir. Dans la mesure où la question du MPO visait plus spécifiquement les aspects légaux entourant l'octroi des baux pour l'occupation des cours d'eau publics ou des terres publiques, je vous invite à consulter la Direction du domaine hydrique du MDDELCC et le MERN. Advenant que le MPO désire vérifier si le gouvernement désire devenir propriétaire des barrages à l'issu du processus, nous vous invitions également à communiquer avec la Direction générale des barrages publics du MDDELCC.

Dans la mesure où la question visait exclusivement le processus d'autorisation des barrages, voici le rôle de la Direction de la sécurité des barrages. Actuellement, nous avons comme mandat d'appliquer deux lois, soit la loi sur la sécurité des barrages (LSB) et la Loi sur le régime des eaux (LRE). Nous vérifions en vertu de la Loi sur la sécurité des barrages que le barrage respecte les normes applicables. En vertu de la deuxième loi, nous vérifions avec l'aide de nos collègues du domaine hydrique de l'État que le promoteur détient notamment les droits pour la construction du barrage.

Actuellement, le concept déposé est trop embryonnaire pour être en mesure de dire si le projet est conforme aux normes ou pas. Toutefois, habituellement, le promoteur et son consultant peuvent facilement ajuster leur concept pour respecter les normes applicables. Par conséquent, nous sommes rarement l'élément limitant dans le processus de construction des barrages.

Je tiens toutefois à préciser que d'autres entités du MDDELCC doivent également fournir un avis et ultimement, la décision d'autoriser un projet relève de la sous-ministre (LSB) et du ministre (LRE). Habituellement, la Direction régionale ou dans certains cas, la Direction des évaluations environnementales du MDDELCC vont émettre un avis en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement. En vertu de cette loi, il est possible que la construction d'un nouveau barrage

ne soit pas possible en fonction de la finalité du projet. Par conséquent, nous vous invitons également à vérifier auprès de ces entités.

En espérant le tout conforme à vos attentes.

Bonne journée,

Jean-Simon Brault, ing., M.Sc.
Direction de la sécurité des barrages

Téléphone :(418) 521-3945 poste 7540
Cellulaire : (418) 573-9280
Fax:(418) 643-4609
Courriel: jean-simon.brault@mddelcc.gouv.qc.ca

Ce courriel est confidentiel et ne s'adresse qu'à son destinataire. S'il vous a été transmis par erreur, veuillez le détruire et m'en aviser aussitôt. Merci.

Message important des ingénieurs du gouvernement du Québec en négociation.

En 2011, le rapport de l'Unité anticollusion a mis en évidence que la perte d'expertise en ingénierie constitue « le tout premier facteur de vulnérabilité » du gouvernement. Reconstruire cette expertise exige de verser des salaires compétitifs avec des employeurs de marque tels qu'Hydro-Québec ou le gouvernement fédéral. L'Institut de la statistique du Québec confirme que la rémunération globale des ingénieurs du gouvernement accuse un retard de plus de 40 % par rapport aux employeurs du secteur « autre public ».

Au lieu de combler cet écart, le gouvernement propose de le creuser.

Soucieux de protéger le public et d'offrir un service de qualité aux citoyens, nous croyons que la pérennité des biens collectifs et la saine gestion des fonds publics commandent plutôt la reconnaissance de notre expertise.

Notre singature vaut plus!

ANNEXE

G-3 *COMMENTAIRES DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS, DE LA MOBILITÉ DURABLE ET DE L'ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS DU QUÉBEC*

Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports
Québec
Direction de la Côte-Nord

MDDEFP
Lauzière
18 OCT. 2016
MP 3117
Direction des projets nordiques et miniers

Baie-Comeau, le 17 octobre 2016

Madame Mireille Paul
Directrice
Direction de l'évaluation environnementale
des projets nordiques et miniers
Ministère du Développement durable,
de l'Environnement et de la Lutte
contre les changements climatiques
Édifice Marie-Guyart, 6e étage
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Objet : Commentaires du ministère des Transports, de la mobilité durable et de l'électrification des transports (MTMDET)
Projet d'aménagement des bassins B+ et nord-ouest par ArcelorMittal Exploitation minière Canada
V/Dossier : 3211-16-017
N/Dossier : 30340

Madame,

Dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement concernant l'objet susmentionné, voici les commentaires de la Direction de la Côte-Nord du MTMDET. À la suite d'une lecture partielle de l'étude d'impact sur l'environnement (avril 2016), ainsi que du document portant sur l'aménagement hydraulique sur l'émissaire du lac Jeannine (avril 2016), les sujets qui nous interpellent davantage concernent le volet transport par la route 389, ainsi que l'apport en eau dans les cours d'eau passant sous la route 389.

Volet transport par la route 389 :

Le MTMDET est d'avis que l'étude d'impact répond aux différents aspects qualitatif et quantitatif en rapport au volet transport du projet. Par conséquent, nous jugeons que le tout est recevable pour ce volet.

...2

625, boulevard Laflèche, bureau 110
Baie-Comeau (Québec) G5C 1C5
Téléphone : 418 295-4765
Télécopieur : 418 295-4766
www.mtq.gouv.qc.ca

Volet apport en eau dans les cours d'eau :

Pour ce volet, il y a deux secteurs qui sont touchés par la modification de l'écoulement de l'eau de surface. Il s'agit des secteurs :

- entre le bassin B+ et le bassin Hesse centre (correspondant au RTS 389-04-175 5+190);
- exutoire du lac Jeannine (correspondant au RTS 389-03-110 11+108 et 12+833).

Secteur entre le bassin B+ et le bassin Hesse centre :

Selon notre compréhension de l'étude d'impact, un canal d'amené, ou fossé, d'eau rouge sera construit entre le futur bassin B+ et le bassin Hesse centre existant. Actuellement, la structure, identifiée P-10924, permet à l'eau de circuler sous la route 389 à cet emplacement. L'ouverture totale de cet ouvrage est de 5 200 mm.

Selon les informations tirées de l'étude d'impact :

- les bassins versants du secteur seront modifiés;
- un volume d'eau de 1,54 Mm³ transitera par ce canal;
- une digue (DER1), ainsi qu'une structure de contrôle, seront présentes à l'exutoire du bassin B+ pour contrôler le débit dans le canal d'eau rouge; donc, également, dans le ponceau sous la route 389;
- un système afin de permettre l'évacuation de l'eau emmagasinée dans le bassin B+ en cas d'événement de précipitations majeures est prévu;
- une surveillance de la digue de rétention DER1 sera réalisée comme stipulé dans la loi sur la sécurité des barrages.

Malgré ces informations, il n'a pas été possible de déterminer clairement si la capacité hydraulique actuelle de la structure P-10924 permettant à l'eau du canal d'eau rouge de s'écouler sous la route 389 entre les bassins B+ et Hesse centre est suffisante pour les besoins futurs.

Par conséquent, nous jugeons que cette information est manquante avant de pouvoir qualifier si l'étude d'impact est recevable.

Secteur de l'exutoire du lac Jeannine :

Dans le cadre du projet d'aménagement des bassin B+ et nord-ouest, des travaux pour la compensation des pertes d'habitats du poisson et des milieux humides sont prévus. Cette compensation consiste à réaménager des cours d'eau dans le secteur du lac Jeannine (près de l'ancienne ville de Gagnon) afin de permettre aux poissons d'y circuler et de s'y reproduire. Ainsi, un lac d'une superficie d'environ 70 ha sera créé en amont de la route 389.

...3

À la suite de la lecture du document relatif à l'aménagement hydraulique sur l'émissaire du lac Jeannine, une divergence entre un tableau et le texte a été remarquée à la page 57 dudit document. Il est mentionné dans le texte que les ponceaux sous la route 389 coulent en charge pour une récurrence de 1 000 ans; or, dans le tableau, les résultats montrent qu'ils coulent en charge à partir d'une récurrence de 25 ans.

Malgré cette divergence et selon leurs calculs, les ponceaux actuels coulent en charge à partir d'un débit de récurrence de 10 ans. La création d'un lac en amont de la route 389 avec un système de contrôle du débit rejeté vers lesdits ponceaux améliorera la situation actuelle.

Tout comme pour le cas du barrage qui sera créé à l'exutoire du bassin B+, celui-ci aura :

- un programme de surveillance, comme stipulé dans la loi sur la sécurité des barrages;
- un système afin de permettre l'évacuation de l'eau emmagasinée dans le lac artificiel en cas d'événement de précipitations majeures.

Par conséquent, nous jugeons que les documents pour ce secteur sont recevables.

Globalement, les documents sont considérés incomplets puisque de l'information est manquante concernant la capacité hydraulique de la structure P-10924 sous la route 389 à l'emplacement du futur canal d'eau rouge entre les bassins B+ et Hesse centre.

Si des informations supplémentaires s'avéraient nécessaires, n'hésitez pas à communiquer avec madame Marie-Hélène Grenon, ing. au Service des inventaires et du Plan, par téléphone au numéro 418 295-4788 poste 2273.

Nous vous prions d'agréer, Madame, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Le directeur,

Michel Bérubé, ing.

MB/MHG/mgo

c. c. MM. Marc Larin, urb., chef du Service des inventaires et du Plan
Michel Gagnon, chef du Centre de services de Baie-Comeau, par intérim
Martin Tremblay, chef des opérations, secteur route 389
André Bernatchez, gérant de projet, Service des projets
M[mes] Claudia Gagnon, ing., coordonnatrice, Service des inventaires et du Plan
Marie-Hélène Grenon, ing., Service des inventaires et du Plan

ANNEXE

G-4 *COMMENTAIRES DU MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC*

Ministère
des Ressources
naturelles
Québec
Direction de la restauration des sites miniers

Québec, le 9 novembre 2016

Madame Julie Gravel, ing.
Conseillère III – Protection de l'environnement
ArcelorMittal Exploitation minière Canada s.e.n.c.
1010, De Sérigny, Suite 201
Longueuil (Québec) J4K 5G9

Objet : Travaux de compensation proposés au site minier abandonné Lac Jeannine

---

Madame,

Nous avons pris connaissance de votre demande de lettre d'appui que vous nous avez fait parvenir le 8 juillet 2016 concernant un projet de compensation pour les milieux humides et les habitats du poisson, qui propose des travaux au site minier abandonné de Lac Jeannine, près de l'ancienne ville de Gagnon.

Selon l'information présentée, la réalisation de votre projet sur ce site minier abandonné ne contreviendrait pas avec les travaux de restauration prévus par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). Toutefois, concernant l'utilisation des stériles pour les besoins du projet, ArcelorMittal Exploration minière Canada devra obtenir du MERN le bail d'exploitation exigé par la Loi sur les mines et acquitter les frais et redevances. De plus, un plan de restauration devra être présenté au MERN et être accompagné d'une garantie financière. Les travaux prévus dans le cadre de votre projet ne pourront être réalisés avant l'approbation du Ministère.

Votre projet devra également obtenir les droits et autorisations découlant de la Loi sur les terres du domaine de l'État, notamment pour les infrastructures qu'il pourrait proposer sur les terres publiques. À cet effet, vous êtes invitée à communiquer avec le Centre de service du territoire public du MERN, au 1 844 282-8277 ou par courriel à droit.terre.publique@mern.gouv.qc.ca.

... 2

5700, 4e Avenue Ouest, local C 318
Québec (Québec) G1H 6R1
Téléphone : 418 627-6292, poste 5608
Télécopieur : 418 643-9297
melanie.turgeon@mern.gouv.qc.ca

Finalement, votre projet devra obtenir les autres droits et autorisations prévus par d'autres lois, notamment par la Loi sur la qualité de l'environnement.

Je vous prie d'agréer, Madame, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

La directrice,

Mélanie Turgeon

MT/SP/ed

c. c. M^me^ Sophie Proulx, ing., M.Sc., Direction de la restauration des sites miniers, MERN

ANNEXE

H

PRODUCTIVITÉ DES PLANS D'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DU LAC JEANNINE

PRODUCTIVITÉ DES PLANS D'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DU LAC JEANNINE

Plan d'eau	D	E	G	Gneiss	H	I	Jeannine	L	M	N	O
Année des relevés	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
Lac/rivière (0/1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espèces	9 SAFO	23 SAFO 6 MAMA 2 CACA	28 SAFO	32 SAFO 11 MAMA 1 CACA	27 SAFO 4 MAMA 2 CACA	15 SAFO 2 MAMA 1 CACA	166 CACA 136 COPL 241 SAFO	604 MAMA	29 SAFO 7 MAMA	11 SAFO 1 MAMA	13 SAFO
N	9	31	28	44	33	18	543	604	36	12	13
Espèce 1	1	0,74	1	0,73	0,82	0,83	0,31	1,00	0,81	0,92	1,00
Espèce 2		0,19		0,25	0,12	0,11	0,25		0,19	0,08	
Espèce 3		0,06		0,02	0,06	0,06	0,44				
Engin	1 FE	2 FE	1 FE	2 FE	1 FE	2 FE	9 FE	1FE - 1VE	2 FE	1 FE	2 FE
Masse moy. (g)	132,7	80,9	39,2	149,5	43,3	58,6	65,8	2,4	81,8	79,7	242,1
Espèce 1	132,7	94,5	39,2	188,1	40,1	65,4	49,2	2,4	97,8	85,7	242,1
Espèce 2		16,0		20,5	18,7	18,1	19,4		15,3	14,1	
Espèce 3		54,9		202,3	109,3	37,0	90,0				
Densité éq 1 (poisson/ha)	216,7	357,2	742,6	192,1	671,7	494,8	440,1	12287,5	353,3	362,7	118,1
D Espèce 1	216,7	265,1	742,6	139,7	549,5	412,3	134,5	12287,5	284,6	332,5	118,1
D Espèce 2		69,1		48,0	81,4	55,0	110,2		68,7	30,2	
D Espèce 3		23,0		4,4	40,7	27,5	195,3				
Biomasse instantanée B_0 éq 1 (kg/ha)	28,8	28,9	29,1	28,7	29,1	29,0	29,0	29,9	28,9	28,9	28,6
B Espèce 1	28,8	25,0	29,1	26,3	22,0	27,0	6,6	29,5	27,8	28,5	28,6
B Espèce 2		1,1		1,0	1,5	1,0	2,1		1,1	0,4	
B Espèce 3		1,3		0,9	4,4	1,0	17,6				
P/B éq 4	0,23	0,28	0,36	0,22	0,35	0,31	0,30	1,02	0,28	0,28	0,19
Productivité éq 1+7 (kg/ha-an)	3,85	5,38	8,78	3,55	8,21	6,69	6,18	57,54	5,34	5,43	2,56
Productivité éq 1+13 (kg/ha-an)	6,62	8,02	10,64	6,32	10,23	9,10	8,70	31,36	7,99	8,07	5,24
P Espèce 1	6,62	6,64	10,64	5,34	8,19	8,17	2,53	31,11	7,21	7,75	5,24
P Espèce 2		0,76		0,62	0,96	0,66	1,29		0,74	0,34	
P Espèce 3		0,54		0,24	1,30	0,51	4,90				
Productivité totale	**6,62**	**7,94**	**10,64**	**6,20**	**10,45**	**9,34**	**8,73**	**31,11**	**7,96**	**8,09**	**5,24**

ANNEXE

I

LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATION COURANTES APPLICABLES AU PROJET

Liste de mesures d'atténuation courantes

GÉNÉRALITÉS

G1 Dans la mesure du possible, sans retarder l'échéancier de construction, les travaux sur les berges d'un cours ou plan d'eau doivent être effectués entre le 31 août et le 31 mars afin de respecter les périodes de restriction liées à la faune terrestre, aviaire et l'herpétofaune ainsi que les activités humaines (principalement la pêche).

G2 Au tout début des travaux, une réunion de chantier devra être organisée avec le personnel affecté au projet afin de l'informer des exigences contractuelles en matière d'environnement et de sécurité. Lors de l'exécution des travaux, l'entrepreneur doit respecter les exigences du contrat relatives à la protection de l'environnement, notamment celles relevant de la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (L.R.Q., c. C-61.1), de la Loi sur les forêts et des règlements afférents. Lorsque des travaux sont exécutés sur les terres forestières du domaine public, l'entrepreneur doit respecter les exigences de la Loi sur les forêts et celles du Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public et les plans et devis. Dans l'habitat d'une espèce animale, les travaux doivent être exécutés selon les exigences des plans et devis ainsi que du Règlement sur les habitats fauniques (L.R.Q., c. C-61.1, r. 18).

G3 Les travaux en eau, soit sous la ligne naturelle des hautes eaux, pourront être réalisés du 1er juin au 15 septembre dans les cours et plans d'eau abritant des salmonidés comme l'omble de fontaine, le touladi et le grand corégone. Dans le cas où l'espèce d'intérêt à protéger serait le grand brochet, la période permise pour la réalisation de travaux en eau s'échelonne du 1er août au 15 avril.

G4 Réduire au minimum la durée des travaux dans l'eau.

G5 Réaliser les travaux dans les cours d'eau lorsque le débit est faible, afin de réduire davantage les risques de causer des dommages aux poissons et à leur habitat ou pour permettre d'isoler la zone des travaux du débit.

G6 Planifier les travaux en dehors des périodes de hautes eaux, de vent et de pluie, qui peuvent contribuer à l'augmentation de l'érosion et de la sédimentation. Lorsque les conditions météorologiques sont défavorables et que les travaux risquent de produire une augmentation du ruissellement des particules fines dans le milieu hydrique, de modifier les travaux, l'Entrepreneur doit vérifier auprès du surveillant de chantier si des procédures d'atténuation spécifiques doivent être mises en place ou si les travaux doivent être arrêtés temporairement.

AMÉNAGEMENT DES ACCÈS

A1 Aménager les pentes adjacentes aux chemins d'accès de manière à en assurer la stabilité maximale. Dans la mesure du possible, la végétation des pentes bordant les chemins doit être conservée.

A2 Installer des bassins de sédimentation ou des barrières à sédiments dans les fossés des accès, au moyen de géotextiles. Pour les accès permanents, ces installations temporaires devront être améliorées à la fin des travaux de manière à en assurer la pérennité avec un entretien minimal.

AIR AMBIANT

AIR1 Utiliser de l'eau et des abats-poussières autorisés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) afin de limiter la dispersion de poussières sur les chemins. Ajuster la fréquence et l'intensité d'arrosage des routes en fonction des conditions météorologiques.

AIR2 Durant les travaux de décapage ou de nivellement, arroser les sols asséchés afin de maintenir la surface humide et de réduire le soulèvement de poussières.

AIR3 Limiter le décapage au minimum afin de limiter l'érosion éolienne. Une fois l'opération complétée, lorsque possible, restreindre l'accès à cette zone.

AIR4 Revégétaliser les empilements de couche arable et des morts-terrains qui ne seront pas utilisés pour un certain temps.

AIR5 Utiliser des véhicules qui respectent les exigences du Règlement sur les normes environnementales applicables aux véhicules lourds, ainsi que des carburants qui respectent les dispositions règlementaires de la Loi sur les produits pétroliers et la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, qui concernent les concentrations maximales de plomb (<30 mg/L), de soufre (15 mg/kg), de phosphore (1,3 mg/L) et de benzène (<1,5 %) dans les carburants.

AIR6 S'assurer du bon état des équipements et de la machinerie (système antipollution, filtres à sac, etc.). Inspecter et réparer au besoin les systèmes d'échappement et antipollution.

AIR7 Utiliser des véhicules munis de systèmes d'échappement conformes aux normes d'émissions sur les véhicules routiers et hors route d'Environnement Canada. Interrompre le fonctionnement de tout engin de chantier non utilisé durant un certain laps de temps, sauf en période hivernale pour les moteurs de type diesel.

AIR8 Équiper les foreuses d'un système conçu pour atténuer les poussières fugitives (système à l'eau auquel on ajoute du glycol en période de gel).

AIR9 Lors des opérations de concassage et de tamisage des matériaux granulaires, utiliser de l'eau comme abat-poussières, s'il y a lieu, afin de limiter l'émission de poussières dans l'air ambiant.

AIR10 Analyser périodiquement les concentrations en limon « silt » sur les routes pour renseigner sur les besoins d'entretien.

AIR11 S'assurer que l'entretien des surfaces de roulement est très rigoureux pour maintenir de très faibles concentrations de particules de fin diamètre.

AIR12 Utiliser des matériaux non friables et présentant une bonne résistance à l'abrasion routière pour la construction et l'entretien des routes.

BANC D'EMPRUNT

BE1 Dans le cadre de ce projet, l'utilisation des stériles et des résidus miniers est prévue pour accomplir les travaux. Leur prélèvement devra se faire conformément à celui des matériaux de

surface dans un banc d'emprunt. À cet effet, il sera requis de contrôler les volumes et les déclarer à chaque trimestre au MERN.

BATARDEAU

B1 La mise en place de batardeaux devrait avoir lieu dans la mesure du possible durant les périodes d'étiage (juillet-août).

B2 Afin de limiter l'augmentation de turbidité lors de leur aménagement et leur démantèlement, le ou les batardeaux seront constitués de pierres nettes exemptes de particules fines. Leur étanchéité sera assurée par une membrane géotextile qui sera installée sur la face intérieure de la carapace rocheuse des batardeaux. Elle évitera le relargage dans le cours d'eau de matières fines.

B3 Installation d'un rideau de confinement des matières en suspension en dehors de la zone d'aménagement des batardeaux.

B4 Les eaux de pompage des enceintes des batardeaux mises à sec seront détournées vers la berge dans des bassins de décantation avant d'être retournées vers le cours d'eau.

CARRIÈRE ET SABLIÈRE

C1 Utiliser les carrières et sablières existantes. Respecter les normes d'exploitation des carrières et sablières et réduire au minimum le nombre d'emprunts.

C2 Les matériaux granulaires utilisés pour la construction des ouvrages ne doivent pas provenir du lit d'un plan d'eau ni de ses berges, ni d'aucune source située à moins de 75 m du milieu aquatique.

C3 Effectuer le déboisement et le décapage des carrières ou sablières de façon progressive afin d'éviter toute perturbation inutile du terrain.

C4 Lors de l'exploitation, réduire l'érosion due au ruissellement et éviter que les sédiments n'atteignent un lac ou un cours d'eau.

C5 Pour les nouvelles zones d'emprunt, un seul accès sera aménagé et la largeur de cet accès ne devra pas excéder 2,5 fois celle du plus gros véhicule servant au transport des matériaux. Son tracé (en courbe, en diagonal, etc.) doit permettre, autant que possible, de masquer la présence de l'exploitation.

C6 Conserver une bande de terrain sur le pourtour du site afin d'y accumuler la terre organique décapée qui servira à recouvrir la surface exploitée de la carrière ou de la sablière lors de la remise en état des lieux.

C7 À la fin des travaux d'exploitation, libérer la surface de la carrière ou de la sablière de tout débris, déchet, matériel inutilisable, pièce de machinerie ou autre élément qui ne se trouvait pas sur le site avant les travaux. La surface exploitée devra ensuite être recouverte par la terre organique décapée et accumulée.

C8 Dans le cas d'une sablière, afin de prévenir l'érosion et les affaissements de terrain, les pentes de la surface exploitée doivent être d'au plus 30 degrés par rapport à l'horizontal.

C9 Dans le cas où une carrière est située sur le flanc d'une colline, d'une montagne, d'une falaise ou d'un coteau, la coupe verticale finale ne doit jamais excéder 10 m. L'exploitant peut aménager plusieurs coupes verticales superposées de 10 m au moins à condition que celles-ci soient entrecoupées par des paliers horizontaux d'au moins 4 m de largeur.

DÉBOISEMENT

D1 Respecter la Loi sur les Forêts (L.R.Q., c. F-4.1) et l'ensemble des règlements relatifs à cette loi, notamment le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (L.R.Q., c. F-4.1, r. 7) et le Règlement sur la protection des forêts (L.R.Q., c. F-4.1, r. 11). Prendre les mesures nécessaires afin que les activités de déboisement soient conformes aux exigences qui y sont mentionnées.

D2 Préalablement au déboisement, identifier clairement, à l'aide d'un matériel solide, résistant aux intempéries ainsi qu'aux déchirures, et visible à distance, les limites des aires de travail (emprise, dépôt, etc.) ainsi que celles du dégagement à effectuer autour de ces aires (branches interférentes à élaguer) de façon à permettre leur vérification efficace en tout temps durant les travaux. L'autorisation du surveillant doit être obtenue avant d'entreprendre l'abattage des arbres.

D3 Tous les arbres et arbustes, et uniquement ceux-ci, doivent être enlevés par coupe à ras du sol sur les talus des remblais d'approche, et ce, sur une distance de 10 m de part et d'autre du mur de front des culées. Le système racinaire doit être conservé dans les secteurs qui ne seront pas ensevelis par les résidus (ex. bordure des chemins). Une bande de protection végétale d'au moins 30 m de largeur doit être conservée en bordure des rives.

D4 Les produits de coupe doivent être déchiquetés et répandus en paillis sur les zones d'intervention ou accumuler avec le mort-terrain pour être réutilisés dans le cadre de la revégétalisation progressive. L'entreposage doit se faire à une distance d'au moins 60 m d'un cours ou plan d'eau. Les résidus ne doivent pas entraver l'écoulement des eaux de ruissellement.

D5 Lors du déboisement, porter une attention spéciale à la végétation à la limite des aires de travail afin de ne pas l'endommager. Éviter la chute des arbres à l'extérieur des limites du déboisement et dans les cours d'eau. Si c'est le cas, les retirer en prenant soin de ne pas perturber le milieu. Près des limites des aires de travail, ne pas arracher ni déraciner les arbres avec un engin de chantier. Le long de ces limites, conserver une zone de transition déboisée non essouchée de 3 m de largeur et y préserver la strate arbustive. Il faut s'assurer que les zones déboisées, laissées à nu et exposées aux agents atmosphériques soient limitées au strict minimum.

D6 Dans la bande de 30 m bordant un cours d'eau, le couvert végétal doit être maintenu et il est interdit d'y entasser la matière organique provenant du décapage de la surface du sol. Il y est également interdit d'y amonceler des déchets et débris ligneux. Les eaux de ruissellement doivent être détournées vers une zone de végétation à au moins 30 m du cours d'eau ou encore être interceptées au moyen de barrières à sédiments ou d'un bassin de sédimentation.

D7 Lors des opérations de déboisement, les déchets et débris ligneux pourront être réutilisés au besoin comme matériaux pour la stabilisation temporaire et d'engraissement des sols.

DRAINAGE

DR1 Lors des travaux, respecter le drainage naturel du milieu et prendre toutes les mesures appropriées pour permettre l'écoulement normal des eaux.

DR2 Lors de l'aménagement de fossés temporaires, on doit réduire, au besoin, la pente du fossé en y installant, à intervalles réguliers, des obstacles qui permettront d'éviter l'érosion (sacs de sable, ballots de paille, etc.).

DR3 Lorsque le drainage de surface risque d'entraîner des sédiments dans des cours d'eau, appliquer des mesures pour contenir les sédiments ou les détourner afin qu'ils n'atteignent pas les cours d'eau.

DR4 Élaborer et mettre en place un plan de contrôle de l'érosion et des sédiments pour le site visant à réduire au minimum les risques de sédimentation du plan d'eau à toutes les étapes du projet. Des mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments doivent être mises en place jusqu'à ce que les sols perturbés soient stabilisés de façon permanente, que les sédiments en suspension se déposent sur le lit du cours d'eau ou dans le fond du bassin de décantation, et que l'eau de ruissellement soit limpide. Le plan devrait comprendre, s'il y a lieu :

- la mise en place de mesures efficaces de contrôle de l'érosion et des sédiments avant le début des travaux, afin d'éviter le transport de sédiments vers le plan d'eau;
- des mesures pour gérer l'eau s'écoulant sur le site, ainsi que l'eau pompée ou déviée hors du site, de façon à ce que les sédiments soient décantés avant que l'eau n'atteigne le plan d'eau. Par exemple, on pourrait pomper ou dévié l'eau jusqu'à une zone de végétation, ou encore construire un bassin de décantation ou un autre dispositif de filtrage;
- des mesures pour isoler le site (p. ex., rideaux de turbiditié, rideaux de confinement) afin de contenir les sédiments en suspension dans la zone où des travaux doivent être effectués dans l'eau (p. ex., dragage, installation de câbles sous-marins);
- des mesures de confinement et de stabilisation des déchets (p. ex., rejets de drague, déchets et matériaux de construction, résidus d'exploitation commerciale, plantes aquatiques déracinées ou coupées, débris accumulés) au-dessus de la ligne des hautes eaux des plans d'eau avoisinants afin d'empêcher les déchets de se retrouver de nouveau dans le cours d'eau;
- l'inspection et l'entretien réguliers des mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments et des structures pendant les travaux de construction;
- la réparation des mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments et des structures en cas de dommages;
- l'enlèvement des matériaux de contrôle de l'érosion et des sédiments non biodégradables lorsque le site est stabilisé.

EXCAVATION ET TERRASSEMENT

E1 Aucun fossé ne doit être aménagé dans la bande de 30 m, de part et d'autre d'un cours d'eau. Au-delà de cette bande, l'eau des fossés doit être détournée vers une zone de végétation située à

l'extérieur de l'emprise. Si requise, la vitesse d'écoulement de l'eau doit être réduite en bloquant le courant (techniques de dissipation de l'énergie) tout en filtrant les sédiments. Au besoin, aménager un bassin de sédimentation à l'extérieur de cette bande afin de capter les eaux de ruissellement et les sédiments transportés. Celui-ci devra être dimensionné en fonction du débit à recevoir et à évacuer.

E2 Lors des travaux de terrassement dans les zones de fortes pentes, il faut prévenir les problèmes d'érosion en stabilisant au fur et à mesure le fond des fossés par recouvrement avec des matériaux granulaires bien drainés et procéder à de l'empierrement. Au besoin, aménager une série de butées à la base des fossés.

E3 L'emprise au-delà des fossés doit être régalée et aucun sol ou débris ne doit y être entassé. La terre végétale du terrassement peut être empilée temporairement sur une hauteur maximale de 1,5 m en vue d'une réutilisation ultérieure pour le réaménagement de l'emprise. Le décapage de cette terre doit être fait de manière à éviter de la contaminer par des matériaux sous-jacents de composition différente.

E4 Les pentes des déblais et remblais doivent être stabilisées au moyen de techniques s'harmonisant le plus possible avec le cadre naturel du milieu, et ce, à tout endroit où l'érosion est susceptible de créer un apport de sédiments dans un cours d'eau (pente adoucie à 1,5 H : 1 V, plus autres techniques disponibles). Le long des pentes fortes bordant l'emprise, utiliser, au besoin, des barrières à sédiments (géotextile, pailles, etc.) au pied des talus pour réduire le volume de sédiments transportés. Des aménagements protecteurs (pailles, copeaux, matelas) peuvent également être utilisés directement sur la pente. Il faut éviter de mettre des déblais sur les pentes fortes. Les remblais doivent être compactés de façon adéquate. Pour les remblais de plus de 60 cm, il est préférable de remblayer en plusieurs couches minces plutôt qu'en une seule couche afin d'assurer une meilleure compaction. Dans les zones sans pente transversale, la hauteur et la profondeur des remblais devraient être limitées à 3 m.

E5 La superficie et le volume excavé ainsi que la localisation des travaux devront être conformes à ce qui est indiqué dans les plans et devis.

E6 Les déblais d'excavation devront être disposés dans un site situé à un minimum de 30 m à l'extérieur de la ligne naturelle des hautes eaux.

E7 Lorsque l'enlèvement ou l'ajout de matières granulaires ou autres sont faits dans l'eau, les travaux doivent être effectués de façon à minimiser la contamination du cours d'eau par la remise en suspension des matériaux.

E8 Les sols découverts et les déblais doivent être entreposés à l'extérieur de la bande riveraine.

E9 Réaliser les travaux d'excavation et de reprofilage avec parcimonie avec une surveillance étroite en parallèle du haut du talus afin de déceler toute possibilité de décrochement et de pouvoir ajuster, au besoin, les techniques de travail.

E10 Limiter au strict minimum le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail afin de respecter la topographie naturelle et de prévenir l'érosion.

E11 Décaper les aires de services ainsi que les aires d'entreposage des matériaux de déblai et de remblai et conserver la couche de sol organique afin de la remettre en place lors de la remise en état des lieux.

E12 À la fin des travaux, niveler les aires de services et d'entreposage des déblais selon la topographie du milieu environnant.

E13 Filtrer, décanter, traiter ou utiliser toute autre méthode en vue de contrôler la qualité des eaux de ruissellement ou des eaux pompées hors des excavations.

HYDROCARBURES

H1 Suivre les exigences de la Loi sur les produits pétroliers et les équipements pétroliers (L.R.Q., c. P-29.1) et du Règlement sur les produits pétroliers (L.R.Q., c. P-30.01, r. 1) pour la gestion du matériel et des produits pétroliers.

H2 Prendre les mesures nécessaires afin que les contenants, les réservoirs portatifs et les réservoirs mobiles soient conformes aux normes de fabrication spécifiées dans le Règlement sur les produits pétroliers. Respecter les normes de localisation et d'installation pour les réservoirs hors-sol et souterrains.

H3 Faire vérifier par un vérificateur agréé les équipements pétroliers lors de l'installation, du remplacement ou de l'enlèvement de ceux-ci. Faire vérifier les équipements pétroliers selon la fréquence et les modalités indiquées dans le Règlement sur les produits pétroliers.

H4 L'entrepreneur doit être titulaire d'un permis d'utilisation d'un équipement pétrolier à risque élevé, s'il installe ou utilise un réservoir hors sol de 10 000 litres ou plus de carburant diesel ou un réservoir de 2 500 litres ou plus d'essence. Dans le cas d'un réservoir souterrain dont l'une ou plusieurs des composantes est partiellement ou complètement enfouie dans le sol, ce permis est requis pour un réservoir de 500 litres ou plus de carburant diesel ou d'essence.

H5 Pour les réservoirs hors sol dont le volume totalise 5 000 litres, une digue étanche formant une cuvette de rétention autour du ou des réservoirs doit être installée. Si la cuvette de rétention ne protège qu'un seul réservoir, elle doit être d'une capacité suffisante pour contenir un volume d'au moins 10 % supérieur à la capacité du réservoir. Si la cuvette de rétention protège plusieurs réservoirs, elle doit être d'une capacité suffisante pour contenir un volume de liquides au moins égal à la plus grande des valeurs suivantes : la capacité du plus gros réservoir plus 10 % de la capacité totale de tous les autres réservoirs ou la capacité du plus gros réservoir augmentée de 10 %.

H6 Manipuler les produits pétroliers de façon à prévenir et à maîtriser les fuites et les déversements. Garder en tout temps des produits absorbants les hydrocarbures sur les lieux d'entreposage ou d'utilisation de produits pétroliers. Lors d'un déversement de contaminants, appliquer immédiatement le plan d'intervention en cas de déversement en vigueur.

H7 Les produits pétroliers de classe 1 ou 2 ou les substances imprégnées de ces produits doivent être stockés dans des contenants hermétiques. Une pièce servant au stockage d'un produit pétrolier de la classe 1 doit être chauffée au moyen d'appareils qui ne représentent pas de source d'inflammation. Une pièce abritant une pompe ou des dispositifs d'entrée électrique ne doit pas servir au stockage de produits pétroliers de classe 1 ou 2.

MACHINERIE

M1 La circulation de la machinerie et des camions sera limitée à l'emprise des chemins d'accès et des aires de travail. Des clôtures de plastique identifieront clairement les limites des aires de travail.

M2 Les aires de stationnement, de lavage et d'entretien de la machinerie ainsi que d'entreposage des équipements doivent être situées à au moins 60 m d'un cours d'eau. Le ravitaillement de la machinerie en hydrocarbures doit être effectué sous surveillance constante et à une distance d'au moins 60 m d'un cours d'eau. Le fonctionnement de tout engin de chantier non utilisé durant un certain laps de temps doit être interrompu, sauf en période hivernale pour la machinerie fonctionnant au diesel.

M3 Inspection préalable, et ensuite régulière, de la machinerie et des camions utilisés afin de s'assurer qu'ils sont en bon état, propres et exempts de toute fuite d'hydrocarbures. Leurs systèmes d'échappement et antipollution seront également inspectés et réparés, au besoin, afin de limiter le plus possible l'émission de bruits.

M4 Une trousse d'urgence de récupération des produits pétroliers et des matières dangereuses complète, permanente et facilement accessible en tout temps, doit être présente sur le chantier. Celle-ci doit comprendre une provision suffisante de matières absorbantes et de matériel connexe (pelles, gants, obturateurs de fuite, etc.) pour pallier à toute situation ainsi que des récipients étanches bien identifiés, destinés à recevoir les résidus pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses. Des trousses d'urgence secondaires peuvent être nécessaires à certains endroits du chantier. Chaque engin de chantier doit également contenir une quantité suffisante d'absorbants afin de pouvoir intervenir rapidement. La liste du matériel et des dispositifs d'intervention en cas de déversement doit être approuvée par le surveillant. Les sols souillés, résidus pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses doivent être éliminés conformément aux lois et règlements en vigueur.

M5 Tout déversement accidentel doit être rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence du projet, qui aura été élaboré et approuvé préalablement aux travaux. La zone touchée doit être immédiatement circonscrite et nettoyée sans délai. Le sol contaminé doit être retiré et éliminé dans un lieu autorisé et une caractérisation doit être effectuée selon les modalités de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDELCC. Advenant un déversement d'hydrocarbures ou de toute autre substance nocive, le réseau d'alerte d'Environnement Canada (1 866-283-2333) ou du MDDELCC (1 866-694-5454) devrait être avisé sans délai.

M6 Le surveillant de chantier s'assurera du bon entretien de l'équipement bruyant et verra au bon état des silencieux et des catalyseurs de la machinerie.

M7 Le promoteur devra s'assurer que tous les équipements sont en bon état de fonctionnement afin d'éviter toute fuite de carburant, d'huile ou de graisse. Aucun nettoyage d'équipement ne sera autorisé dans le milieu aquatique.

M8 Avant de pénétrer dans l'eau, la machinerie doit être inspectée et nettoyée afin d'éviter la contamination de l'eau par les huiles, graisses ou autres matières. L'aire de nettoyage doit être située à plus de 60 m de tout plan d'eau.

M9 La machinerie doit utiliser un fluide hydraulique biodégradable et non toxique authentifié par une certification écologique acceptée par le ministère du MDDELCC. Si l'Entrepreneur souhaite utiliser un autre fluide hydraulique, il doit présenter à AMEM une preuve de conformité du MDDELCC.

M10 Aucun petit appareil fonctionnant aux hydrocarbures (par exemple une génératrice, pompe, scie à chaîne, etc.) et aucun réservoir contenant des hydrocarbures ou d'autres matières dangereuses ne doit être laissé à moins de 20 m d'un lac, d'un cours d'eau ou d'un milieu humide, à moins d'être installé sur un ouvrage imperméable (bac récupérateur ou enceinte confinée munie d'une toile étanche afin de contenir les fuites et les écoulements) ayant un volume minimal équivalant à 110 % du contenu en hydrocarbures de l'appareil ou de la capacité du réservoir ou du récipient. Dans un tel cas, l'eau de pluie doit être retirée de cet ouvrage après chaque épisode de pluie et disposée convenablement.

M11 Il est interdit de laisser de la machinerie isolée ou de l'équipement à essence sur un batardeau, une jetée, à l'intérieur des excavations qui se situent en-dessous de la ligne des hautes eaux ou dans la bande riveraine d'un lac ou d'un cours d'eau pendant les heures de fermeture du chantier. Si cette interdiction ne peut être respectée, l'Entrepreneur devra appliquer des mesures préventives de protection de l'environnement et obtenir l'autorisation d'AMEM.

MATIÈRES DANGEREUSES

MD1 Les matières dangereuses doivent être gérées conformément au Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r. 32).

MD2 Avoir sur place et en tout temps du matériel d'intervention en cas de déversement de contaminants. Tout déversement de contaminants doit faire l'objet de mesures immédiates d'intervention pour confiner et récupérer les produits.

MD3 Aviser sans délai le MDDELCC dans le cas d'un déversement accidentel de contaminants.

MD4 Ne pas émettre, déposer, dégager ou rejeter une matière dangereuse dans l'environnement ou dans un réseau d'égouts.

MD5 Toutes les matières dangereuses doivent être entreposées dans un lieu désigné à cet effet. Le lieu d'entreposage des matières dangereuses doit être éloigné de la circulation des véhicules et situé à une distance raisonnable des fossés de drainage ou des puisards ainsi que de tout autre élément sensible.

MD6 Les matières dangereuses résiduelles doivent être entreposées dans une zone de récupération délimitée et identifiée. Les matières dangereuses résiduelles doivent être protégées des intempéries par une bâche étanche, en attente de leur chargement et de leur transport. En hiver, il est suggéré de déposer les contenants sur des palettes ou des tables d'entreposage. Si le temps de rétention est supérieur à 30 jours, la zone aménagée doit comprendre un abri étanche possédant au moins trois côtés, un toit et un plancher étanche formant une cuvette dont la capacité de rétention doit répondre au plus élevé des volumes suivants : 125 % du plus gros contenant ou 25 % du volume total de tous les contenants pleins de liquides.

MD7 Lors du transport des matières dangereuses, respecter le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses (L.R.Q., c. C-24.2, r. 43).

MATIÈRES RÉSIDUELLES

MR1 Disposer les matières résiduelles dans des contenants prévus à cette fin. Le responsable de chantier veillera à ce que les résidus soient récupérés et déposés dans des sites autorisés. Ne rejeter aucun débris dans le milieu aquatique. Tous les débris introduits accidentellement dans le milieu aquatique devront être retirés dans les plus brefs délais.

MR2 Confiner les résidus secs ou humides dans des contenants étanches et recouvrir les conteneurs afin de prévenir toute émission de résidus dans l'air.

MR3 À mesure de l'avancement des travaux, tous les rebuts de construction, les résidus et les matériaux en surplus doivent être retirés du chantier et éliminés conformément à la Loi sur la qualité de l'environnement. Le surplus de béton ou bitume et les eaux ayant servi au nettoyage des bétonnières, des véhicules et du matériel doivent être mis au rebut dans une aire prévue à cette fin et de manière à éviter toute contamination du milieu.

MR4 Ne pas décharger de matériaux de rebut ou de débris dans les cours d'eau.

MR5 Les débris de démolition et les déchets solides générés sur le site doivent être éliminés conformément au Règlement sur les déchets solides (L.R.Q., chap. Q 2, r. 13).

MR6 Les déchets de coupe de végétation ou de décapage du terrain ne doivent pas être rejetés dans les cours d'eau et lacs.

MR7 Il est interdit d'évacuer des matériaux de rebuts ou des matériaux volatils, tels les essences minérales et les diluants pour l'huile ou la peinture, en les déversant dans des cours d'eau, des égouts pluviaux ou des égouts sanitaires.

MR8 Entreposer les déchets temporairement dans un endroit unique.

MR9 Disposition des rebuts provenant du nettoyage préalable des aires de travail dans des conteneurs prévus à cette fin et transport subséquent de ceux-ci dans un site d'enfouissement autorisé. Si les quantités sont réduites, les matériaux secs (béton, asphalte, etc.) pourront être utilisés comme remblai et ainsi enfouis directement derrière l'ouvrage de protection. Le bois et les débris végétaux pourraient l'être dans le talus immédiatement au-dessus de l'ouvrage.

MR10 Transport des matériaux excédentaires vers un lieu de disposition autorisé.

NEIGES USÉES

N1 Prendre les mesures nécessaires afin de ne pas décaper le sol lors du déneigement.

N2 Ne pas décharger la neige dans un cours d'eau ni dans la bande de 30 m d'un cours d'eau.

N3 La localisation des aires d'entreposage de la neige doit être approuvée par la Direction régionale du MDDELCC. Ces aires doivent être situées à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau et de toute source d'approvisionnement en eau potable, de manière à éviter toute contamination de l'eau ou de la nappe phréatique.

N4 Lorsque la neige doit être transportée par camion, on doit s'assurer de l'éliminer dans un site autorisé par le MDDELCC.

POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE

PA1 Si, au cours des travaux, des vestiges d'intérêt historique ou archéologique sont découverts, le responsable de chantier sera avisé immédiatement et des dispositions seront prises afin de protéger le site. En vertu de la Loi sur le patrimoine culturel, il est interdit d'enlever quoi que ce soit et de déplacer les objets et les vestiges. Les travaux seront suspendus dans la zone jusqu'à ce que le ministère de la Culture et des Communications (MCC) donne l'autorisation de les poursuivre.

PONCEAUX

P1 Lors de la construction du chemin, on doit respecter le drainage naturel du sol et maintenir l'écoulement de l'eau de ruissellement en installant, au besoin, des ponceaux d'au moins 30 cm de diamètre. L'extrémité du ponceau doit dépasser d'au moins 30 cm la base du remblai, qui doit être lui-même bien stabilisé.

P2 L'installation d'un ponceau dans un cours d'eau doit préférablement être réalisée en période d'étiage et dans les meilleurs délais possibles. Celui-ci ne doit pas entraver l'écoulement de l'eau, ni contribuer à la formation d'étangs en amont en période de crue. Le ponceau ne doit pas réduire la largeur d'un cours d'eau de plus de 20 %. Son diamètre minimal est toutefois de 45 cm. La hauteur d'écoulement de l'eau doit se situer à 85 % ou moins de la hauteur libre du ponceau. La base du ponceau (radier) doit être enfoncée sous le lit naturel du cours d'eau, à une profondeur d'au moins 15 cm ou 10 % de la hauteur de la structure, mesurée depuis la paroi intérieure (diamètre intérieur). Sa profondeur maximale d'enfouissement ne doit toutefois pas dépasser 30 cm, sinon employer un ponceau en arche avec radier ouvert. L'extrémité du ponceau doit dépasser la base du remblai qui étaye le chemin d'au plus 30 cm et le remblai doit être stabilisé aux deux extrémités du ponceau. Le matériel de ce remblai ne doit pas contenir de matière organique.

P3 Lors de l'installation d'un ponceau, il faut confiner au préalable l'aire de travail afin d'éviter le transport sédimentaire dans l'eau (ex. assécher partiellement ou totalement la zone). Les techniques de travail et les matériaux utilisés (ex. structures de détournement, géotextile, polythène, etc.) ne doivent pas générer de turbidité dans l'eau. Le débit naturel du cours d'eau doit être maintenu en continu et le retour de l'eau doit se faire immédiatement en aval de l'aire de travail. Dans la mesure du possible, le lit du cours d'eau ne devrait pas être rétréci de plus des 2/3 durant les travaux. Si nécessaire, les accumulations d'eau dans l'aire de travail doivent être pompées vers une zone de végétation à une distance d'au moins 30 m du cours d'eau.

P4 Tout ouvrage provisoire effectué dans un cours d'eau doit être stabilisé à l'amont et à l'aval afin de conserver l'intégrité de l'habitat de la faune aquatique et permettre son libre passage en tout temps. À la fin des travaux, tous les ouvrages provisoires doivent être démolis et le site des travaux doit être remis dans son état naturel, tout en tenant compte des périodes de restriction pour protéger le recrutement des populations de poissons.

P5 Après l'installation d'un ponceau, toute autre structure requise pour ces travaux doit être retirée de l'eau. Il faut s'assurer que le lit du cours d'eau est bien stabilisé à l'entrée et à la sortie. Le lit du cours d'eau doit ensuite être réaménagé selon son profil naturel et avec des

matériaux similaires aux précédents, les berges doivent être stabilisées et, au besoin, revégétalisées.

P6 Le cas échéant, prévoir une période de restriction des travaux en fonction des cycles vitaux des espèces présentes dans le milieu aquatique selon les recommandations retrouvées dans le Guide d'aménagement des ponts et ponceaux du ministère des Transports (MTQ) (Faubert *et al.* 1992).

PROTECTION DU POISSON

PP1 Veiller à ce que tous les travaux menés dans l'eau ou sur des structures se trouvant dans l'eau n'obstruent pas le passage des poissons, et ne réduisent ni la largeur du cours d'eau ni son débit.

PP2 Embaucher un professionnel qualifié de l'environnement qui s'assurera que tous les permis requis pour la relocalisation des poissons ont été obtenus et qui s'occupera de capturer tous les poissons pris dans une section confinée ou isolée du chantier et de les remettre en liberté en toute sécurité ailleurs dans le même cours d'eau. Il pourrait s'avérer nécessaire de déplacer de nouveau les poissons si le site était inondé.

PP3 Installer un grillage aux prises et aux sorties d'eau afin de prévenir l'entraînement ou l'impaction du poisson. L'entraînement se produit lorsqu'un poisson est attiré dans une prise d'eau et ne peut s'en échapper. L'impaction se produit lorsqu'un poisson piégé est maintenu en contact avec le grillage d'entrée et ne peut se libérer.

PP4 Éviter d'utiliser des explosifs dans l'eau ou à proximité de l'eau. L'utilisation d'explosifs dans l'eau ou à proximité de l'eau produit des ondes de choc susceptibles d'endommager les vessies natatoires et les organes internes des poissons. Les vibrations causées par le dynamitage peuvent également tuer ou endommager les œufs et les larves de poissons;

RESTAURATION DES AIRES DE CHANTIER

R1 À la fin des travaux, débarrasser les aires de travail des équipements, pièces de machinerie, matériaux, installations provisoires, déchets, rebuts, décombres et déblais provenant des travaux. Réaménager et restaurer ces aires de travail de manière à ce qu'ils s'intègrent le mieux possible dans le paysage naturel (régaler et ameublir le sol; adoucir les pentes). Scarifier les segments de routes ou chemins abandonnés. Utiliser la terre végétale entreposée pour le recouvrement des aires. Ensemencer les pentes des talus de l'emprise afin de les stabiliser rapidement. Revégétaliser toutes les zones qui ne seront pas utiles pour la phase d'exploitation.

R2 Les rives altérées devront faire l'objet d'une restauration comprenant la stabilisation des pentes et la revégétalisation des surfaces.

R3 Restaurer la bande riveraine détériorée par les travaux au fur et à mesure de l'avancement de ceux-ci de manière à reproduire la rive naturelle du cours d'eau ou du lac.

R4 Après l'achèvement des travaux, on doit retirer du site des travaux tous les outils, équipements, véhicules, ouvrages temporaires ou parties d'ouvrages qui ont été utilisés afin de construire ou mettre en place l'infrastructure.

R5 Épandre la terre végétale mise de côté sur toute la surface du site de travail ou d'entreposage si le volume est suffisant, sinon sous forme d'îlots.

R6 Abattre les arbres endommagés lors des travaux. Ces arbres doivent être ébranchés et tronçonnés en longueur de 1,2 m et laissés sur le sol dans l'emprise.

R7 Retirer les ponts et ponceaux temporaires ainsi que les protections des berges. Restaurer le profil d'origine du lit et des berges des cours d'eau.

R8 Restaurer le drainage naturel et creuser au besoin des fossés pour assurer un bon drainage du terrain.

R9 Dans le but de réduire les risques d'érosion sur les terrains en pente, utiliser des méthodes telles que l'implantation de talus de retenue, de rigoles ou de fossés de dérivation perpendiculaires à la pente ou autres méthodes.

R10 Les travaux de restauration par revégétalisation doivent être complétés dans un délai d'un an suivant la fin des travaux.

TRANSPORT ET CIRCULATION

T1 La circulation des véhicules devra se faire à vitesse réduite afin de limiter les émissions de bruit, de vibrations et de poussières ainsi que pour des raisons de sécurité.

T2 À moins d'une autorisation, la circulation de la machinerie est interdite à l'extérieur des limites des aires de travail. Au début des travaux, une clôture doit être installée à la limite du périmètre de protection ainsi qu'autour des milieux aquatique, humide, riverain et aux endroits identifiés par le surveillant. Celle-ci doit être maintenue en place et en bon état pendant toute la durée des travaux.

T3 Dans l'emprise, aucun véhicule ou engin de chantier ne doit circuler sans motif à moins de 20 m d'un cours d'eau permanent, ni à moins de 5 m d'un cours d'eau intermittent. Si requis, l'eau s'écoulant dans les ornières doit être détournée vers une zone de végétation localisée à au moins 30 m d'un cours d'eau.

T4 Lors des travaux, éviter de manipuler les matériaux granulaires par grand vent et épandre, au besoin, des abats-poussières (chlorure de calcium ou eau) sur les surfaces où la circulation risque de causer le soulèvement des poussières. L'abat-poussières utilisé doit être conforme à la norme NQ 2410-300 ou être approuvé par le MTQ et le MDDELCC.

T5 Lorsque des abats-poussières à base de chlorure de calcium sont utilisés, on ne doit pas se départir du produit ni rincer l'équipement dans ou près d'un fossé, un cours d'eau ou sur la végétation. Épandre le surplus ou l'eau de rinçage sur une surface déjà traitée.

T6 Prendre les mesures nécessaires pour minimiser la circulation de la machinerie dans la bande riveraine.

T7 Les chemins d'accès au chantier, les aires de stationnement et d'entreposage ou les autres aménagements temporaires doivent être situés à l'extérieur de la bande riveraine, de façon à éviter sa détérioration ou sa contamination.

T8 Les émissions de poussières provenant des voies d'accès et de circulation, ainsi que de la manipulation des agrégats, doivent être contrôlées conformément au Règlement sur la qualité de l'atmosphère (L.R.Q., chap. Q-2, r. 38).

T9 Toute traverse à gué est interdite à moins d'avoir obtenu les autorisations requises auprès des ministères concernés.

T10 Les équipements dédiés à supprimer la poussière devront être inspectés régulièrement et les défectuosités devront être réparées dans les plus brefs délais.