MÉTAUXBLACKROCK

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social

Exploitation du gisement de fer – Complexe géologique du lac Doré

Volume 2

(Chapitres 8 à 15)



ENTRACO
Conseillers en environnement

Greenfield Park, novembre 2011
P0919

MÉTAUXBLACKROCK

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social

Exploitation du gisement de fer – Complexe géologique du lac Doré

Volume 2

(Chapitres 8 à 15)

ENTRACO
Conseillers en environnement

Greenfield Park, novembre 2011
P0919

TABLE DES MATIÈRES

8. MILIEU AQUATIQUE 1
- 8.1 MÉTHODOLOGIE 1
- 8.2 INVENTAIRE DES ESPÈCES PISCICOLES 6
- 8.3 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU LAC JEAN 12
  - 8.3.1 Lac Jean 12
  - 8.3.2 Sous réseau des Basses terres du lac Jean 16
    - 8.3.2.1 Lac Denis 16
    - 8.3.2.2 Lac B-9 21
    - 8.3.2.3 Lacs B-6, B-7 et B-8 21
    - 8.3.2.4 Lac B-3 30
  - 8.3.3 Sous réseau des Montagnes 34
    - 8.3.3.1 Lac B-14 34
    - 8.3.3.2 Lac B-13 39
    - 8.3.3.3 Lacs B-11 et B-12 44
    - 8.3.3.4 Émissaire commun des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. 50
  - 8.3.4 Lac A-1 53
    - 8.3.4.1 Lacs B-1 et B-2 56
  - 8.3.5 Ruisseaux de la zone de transbordement ferroviaire 60
  - 8.3.6 Ruisseau du futur camp de construction 63
  - 8.3.7 Tributaires du lac Yvette 63
- 8.4 RÉSEAUX HYDROGRAPHIQUES TÉMOINS 66
  - 8.4.1 Lac Bernadette 66
    - 8.4.1.1 Lacs B-15, B-16, B-17, leurs émissaires, et le ruisseau Bernadette 71
    - 8.4.1.2 Émissaire commun aux lacs B-15 et B-16 78
    - 8.4.1.3 Lac B-17 80
    - 8.4.1.4 Ruisseau Bernadette 83
  - 8.4.2 Lacs Coil (B-4) et B-5 85
    - 8.4.2.1 Émissaires et tributaires des lacs Coil (B-4) et B5 90
- 8.5 QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE 93
  - 8.5.1 pH et paramètres de minéralisation 93
  - 8.5.2 Carbone organique 97
  - 8.5.3 Métaux 97
- 8.6 CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS ET DES SOLS 101
  - 8.6.1 Caractéristiques physico-chimiques et granulométriques des sédiments 102
  - 8.6.2 Caractéristiques chimiques des sols 109
  - 8.6.3 Comparaison chimique sommaire de certains paramètres dans les sols, les sédiments et l'eau 111
- 8.7 ANALYSES DES MÉTAUX DANS LA BIOMASSE (POISSONS ET BENTHOS) 111
- 8.8 ÉVALUATION COMPARATIVE DES ÉCOSYSTÈMES DU LAC DENIS ET DU RUISSEAU VILLEFAGNAN 114
- 8.9 SECTEURS D'AMÉNAGEMENTS COMPENSATOIRES 116
  - 8.9.1 Rivière Armitage 116
  - 8.9.2 Ruisseau Villefagnan 120
  - 8.9.3 Lacs Laugon et A-*2* 123
  - 8.9.4 Ruisseau Wynne 132
  - 8.9.5 Validation des secteurs d'aménagements potentiels 136

9. CARACTÉRISATION DU GISEMENT, DES RÉSIDUS SOLIDES ET DES EAUX DE PROCÉDÉ 139

9.1 CARACTÉRISATION DES ROCHES ET STÉRILES DE LA ZONE MINÉRALISÉE....140
9.2 CARACTÉRISTIQUES GRANULOMÉTRIQUES DES RÉSIDUS SOLIDES....141
9.3 DIFFRACTION DES ROCHES DU GISEMENT, DES STÉRILES ET DES RÉSIDUS....142
9.4 CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE DES RÉSIDUS MINIERS ET CONFORMITÉ À LA *DIRECTIVE 019*....144
9.4.1 Contexte et méthodologie....144
9.4.2 Description des échantillons utilisés....145
9.4.3 Résultats des analyses des stériles et résidus de traitement....146
9.5 EAU DE PROCÉDÉ....149
9.5.1 Métaux dans les eaux de procédé – essais pilotes 2011....149
9.5.2 Décantation de l'eau de procédé....150
9.5.3 Eau de procédé et toxicité des daphnies....152
10. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE DES SITES MINIERS ET DE TRANSBORDEMENT....155
10.1 PHYSIOGRAPHIQUE, DRAINAGE ET CLIMATOLOGIE....155
10.2 GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE....155
10.3 DESCRIPTION ET CALENDRIER DE RÉALISATION DES TRAVAUX....165
10.3.1 Forages et aménagement de puits d'observation....165
10.3.2 Relevés piézométriques, essais de perméabilité et échantillonnage de l'eau....166
10.4 RÉSULTATS DES TRAVAUX....167
10.4.1 Unités hydrostratigraphiques....167
10.4.2 Propriétés hydrogéologiques....174
10.4.3 Piézométrie....176
10.4.4 Qualité de l'eau....177
10.4.5 Classification des eaux souterraines....178
10.5 MODÉLISATION DES INCIDENCES SUR LA NAPPE D'EAU SOUTERRAINE....178
10.5.1 Méthodologie....178
10.5.2 Description du modèle numérique d'écoulement....181
10.6 SIMULATIONS EFFECTUÉES ET RÉSULTATS....191
10.7 IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'EAU....191
10.8 CONCLUSION....192
11. GESTION DES RISQUES, SANTÉ ET SÉCURITÉ....209
11.1 POLITIQUE CORPORATIVE DE BLACKROCK....209
11.2 IDENTIFICATION DES ACCIDENTS POTENTIELS....210
11.3 ACTIVITÉS À RISQUE ENVIRONNEMENTAL....220
11.3.1 Construction des routes....220
11.3.2 Transport, la manutention et l'entreposage de produits pétroliers....221
11.3.3 Gestion du parc de résidus et le bassin de polissage....222
11.3.4 Gestion des réactifs, des produits et résidus dangereux....223
11.3.5 Activités à faible risque environnemental....225
11.3.6 Urgences environnementales....226
11.3.7 Rapport d'événement....227
11.4 ENTREPOSAGE DE PRODUITS CHIMIQUES ET COMBUSTIBLES....227
11.4.1 Entrepôt extérieur....230
11.5 SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL....230
11.5.1 Classification des produits chimiques....230
11.5.2 Toxicité des produits chimiques....233
11.5.3 Règles de manipulation et incompatibilité des produits chimiques....233

11.5.4 Comité santé et sécurité au travail....242
11.5.5 Programme de santé et sécurité....242
11.5.6 Programme de surveillance médicale....243
11.5.7 Formation de secouristes et équipe d'infimiers....243
12. ÉVALUATION DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION....247
12.1 LES ÉLÉMENTS DU MILIEU....247
12.1.1 Sol....248
12.1.2 Hydrographie et l'hydrogéologie....249
12.1.3 Végétation....252
12.1.4 Faune....252
12.1.5 Utilisation du sol et le milieu bâti....253
12.2 DÉTERMINATION DE LA SIGNIFICATION DES IMPACTS....254
12.2.1 Intensité et envergure....255
12.2.2 Résistance des éléments de l'environnement....256
12.2.3 Classement des éléments selon leur résistance....258
12.2.4 Résistance des éléments des milieux naturel et humain....259
12.3 DÉCLARATION DES IMPACTS ET DES MESURES D'ATTÉNUATION....263
12.3.1 Impacts sur le milieu naturel - Sol....273
12.3.1.1 Sol – Matériaux de surface....273
12.3.1.2 Sol - Milieux humides....274
12.3.2 Impact sur le milieu naturel – Lacs et cours d'eau....276
12.3.3 Impact sur le milieu naturel – Eau souterraine....278
12.3.4 Impact sur le milieu naturel – Qualité de l'air....280
12.3.5 Impact sur le milieu naturel - Milieu sonore....283
12.3.6 Impact sur le milieu naturel - Flore....286
12.3.7 Impact sur le milieu naturel - Faune....288
12.3.8 Impacts sur le milieu humain – Milieu bâti....291
12.3.9 Impact sur le milieu humain - Utilisation du sol....292
12.3.10 Impact sur le milieu humain - Économie et emploi....294
12.3.11 Impact sur le milieu humain - Archéologie....296
12.4 IMPACTS SUR LE PAYSAGE....296
12.4.1 Méthodologie....297
12.4.2 Résistance et importance de l'impact selon les unités visuelles....299
12.4.3 Impact global....302
12.5 IMPACTS CUMULATIFS....303
12.5.1 Lacs et cours d'eau....303
12.5.2 Utilisation traditionnelle du territoire....304
12.5.3 Exploitation des ressources primaires et de la faune....304
12.5.4 Utilisation du sol pour les activités halieutiques et cynégétiques....305
12.5.5 Économie et emploi....305
12.5.6 Modifications anthropiques marquantes dans l'évolution du milieu....306
12.5.7 Modifications anthropiques dans la région de Chibougamau....307
12.5.8 Éléments du milieu touchés par le projet qui subiront des impacts cumulatifs....309
12.6 AMÉNAGEMENTS COMPENSATOIRES....309
12.6.1 Habitat du poisson....309
12.6.2 Milieux humides....311
13. PLAN DE RESTAURATION....315
14. SURVEILLANCE ET SUIVI ENVIRONNEMENTAL....317
14.1 SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE....317
14.2 SUIVI ENVIRONNEMENTAL....319

14.2.1 Types d'effluents finaux et le contrôle de la qualité 320
14.2.1.1 Effluents finaux – Directive 019 320
14.2.1.2 Effluents finaux - Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM) 323
14.2.2 Suivi des eaux de surface - REMM 323
14.2.3 Suivi biologique 324
14.2.3.1 Faune terrestre et aviaire 324
14.2.3.2 Milieux humides 324
14.2.3.3 Faune aquatique 324
14.2.4 Suivi de l'eau souterraine - *Directive 019* 326
14.2.5 Suivi de l'ambiance sonore et des vibrations 326
14.2.6 Suivi de la qualité de l'air 328
14.2.7 Suivi de la stabilité des digues de retenue 328
14.2.8 Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel 329
14.2.9 Périodes post exploitation et post restauration – *Directive 019* 330
14.2.10 Suivi auprès de la population 330
15. CONCLUSION 335

Liste des figures

Figure 8.1 Lacs inventoriés – hiver 2011 3
Figure 8.2 Milieu aquatique – localisation des stations d'échantillonnage 7
Figure 8.3 Bathymétrie – lac Jean 14
Figure 8.4 Bathymétrie du lac Denis 18
Figure 8.5 Bathymétrie du lac B-7 23
Figure 8.6 Bathymétrie du lac B-3 32
Figure 8.7 Bathymétrie du lac B-14 36
Figure 8.8 Bathymétrie du lac B-13 41
Figure 8.9 Bathymétrie du lac B-1 57
Figure 8.10 Pêche électrique – zone de transbordement ferroviaire 61
Figure 8.11 Ruisseau intermittent du futur camp de construction 64
Figure 8.12 Bathymétrie de la partie sud du lac Bernadette 68
Figure 8.13 Répartition géographique du triton vert à points rouges (Notophatlmus viridescens) 72
Figure 8.14 Bathymétrie du lac B-15 73
Figure 8.15 Bathymétrie du lac B-17 81
Figure 8.16 Bathymétrie du lac Coil (B-4) 88
Figure 8.17 Bathymétrie du lac B-5 89
Figure 8.18 Secteurs d'aménagement potentiels - rivière Armitage, ruisseau Villefagnan et lac A-2 117
Figure 8.19 Bathymétrie – lac Laugon 125
Figure 8.20 Bathymétrie – lac A-2 130
Figure 8.21 Pêche électrique : ruisseau Wynne et ruisseau intermittent du camp de construction 133
Figure 8.22 Faciès et granulométrie des secteurs d'aménagements potentiels 137
Figure 9.1 Diffractogrammes des roches, du gisement, des stériles et d'un échantillon de résidus grossiers – essais de 2010 143
Figure 9.2 Vitesse de décantation des eaux des séparateurs magnétiques primaire, secondaire et d'un composite 151
Figure 10.1 Topographie du site de la mine 157
Figure 10.2 Localisation des bassins versants locaux 159
Figure 10.3 Extrait de la carte géologique régionale 161
Figure 10.4 Extrait de la carte régionale des dépôts meubles 163
Figure 10.5 Localisation des puits d'observation, secteur de la mine 169
Figure 10.6 Localisation des puits d'observation, secteur site de transbordement 171
Figure 10.7 Maillage du modèle 183
Figure 10.8 Conditions limites du modèle 185
Figure 10.9 Propriétés hydrogéologiques 187
Figure 10.10 Diagramme de répartition des écarts 189
Figure 10.11 Piézométrie initiale modélisée : vue en bloc diagramme 195
Figure 10.12 Piézométrie initiale modélisée : vue en plan 197
Figure 10.13 Piézométrie finale modélisée : vue en bloc diagramme 199
Figure 10.14 Piézométrie finale modélisée :vue en plan 201
Figure 10.15 Piézométrie finale modélisée : vue en coupe 203
Figure 10.16 Rabattement final modélisé : vue en plan 205
Figure 10.17 Trajectoire modélisée à partire des aires d'accumulation de résidus miniers : vue en plan 207

Figure 12.1 Matrice du degré de résistance 258
Figure 12.2 Grille de détermination de l'importance de l'impact 265
Figure 12.3 Matrice des impacts 266
Figure 12.4 Localisation des impacts et mesures d'atténuation 271

Liste des tableaux

Tableau 8.1 Les espèces capturées par plans d'eau 9
Tableau 8.2 Espèces inventoriées, groupes trophiques et intérêt pour l'alimentation 10
Tableau 8.3 Abondance relative des espèces capturées 11
Tableau 8.4 Paramètres physico-chimiques du lac Jean 13
Tableau 8.5 Paramètres physico-chimiques du lac Denis 17
Tableau 8.6 Paramètres physico-chimiques du lac B-7 22
Tableau 8.7 Paramètres physico-chimiques du lac B-8 25
Tableau 8.8 Paramètres physico-chimiques du lac B-6 28
Tableau 8.9 Paramètres physico-chimiques du lac B-3 31
Tableau 8.10 Paramètres physico-chimiques du lac B-14 35
Tableau 8.11 Paramètres physico-chimiques du lac B-13 40
Tableau 8.12 Paramètres physico-chimiques des lacs du secteur montagneux du bassin du lac 47
Tableau 8.13 Paramètres physico-chimiques lac A-1 54
Tableau 8.14 Paramètres physico-chimiques les lacs B1 et B2 58
Tableau 8.15 Paramètres physico-chimiques du lac Bernadette 69
Tableau 8.16 Paramètres physico-chimiques du lac B-15 74
Tableau 8.17 Paramètres physico-chimiques du lac B-16 76
Tableau 8.18 Paramètres physico-chimiques – émissaire commun B-15 et B-16 78
Tableau 8.19 Paramètres physico-chimiques du lac B-17 80
Tableau 8.20 Paramètres physico-chimiques des lacs Coil (B-4) et B-5 87
Tableau 8.21 Résultats des mesures *in situ* pour les eaux de surface (été 2011) 94
Tableau 8.22 Résultats des analyses en laboratoire pour les eaux de surface (été 2011) 95
Tableau 8.23 Synthèse des résultats d'analyses des eaux de surface pour les paramètres au-dessus des limites de détection 100
Tableau 8.24 Analyse des sédiments récoltés dans la zone du projet BlackRock en 2011 104
Tableau 8.25 Analyse des sédiments récoltés dans le secteur du projet minier en 2001 106
Tableau 8.26 Localisation des stations d'échantillonnage de sédiments – été 2011 107
Tableau 8.27 Essais de lixiviation réalisés en 2001sur les sédiments récoltés dans le secteur du projet BlackRock. 108
Tableau 8.28 Concentrations en métaux pour les sols 110
Tableau 8.29 Concentrations moyennes en métaux (maximum entre parenthèses) mesurées dans la chair de quatre espèces de poissons capturés dans le secteur du projet en 2001. 112
Tableau 8.30 Concentrations en métaux mesurés dans le benthos provenant du secteur du projet minier 114
Tableau 8.31 Caractéristiques et groupes taxonomiques dominants des communautés benthiques du lac Denis et du ruisseau Villefagnan – Entraco 2001 115
Tableau 8.32 Paramètres physico-chimiques de la rivière Armitage 118
Tableau 8.33 Paramètres physico-chimiques du ruisseau Villefagnan 121
Tableau 8.34 Paramètres physico-chimiques du lac Laugon 126

Tableau 8.35	Paramètres physico-chimiques du lac A-2	129
Tableau 9.1	Analyses des roches de la zone de minéralisation « 4 Acid Digestion – ICP DES Finish » (2010)	140
Tableau 9.2	Niveau de radiation et teneur en éléments radioactifs du minerai – Centre d'étude appliquée du Quaternaire, septembre 2010	141
Tableau 9.3	Tamisage des résidus, abondance et distribution granulométrique	141
Tableau 9.4	Composition minéralogique modale par diffraction des rayons-X des stériles et les fractions granulométriques des rejets - essais de 2010	144
Tableau 9.5	Caractérisation des résidus miniers : paramètres analysés et méthodes d'analyses	145
Tableau 9.6	Résultats d'analyses des résidus miniers : concentrations dans les résidus solides (mg/kg)	147
Tableau 9.7	Résultats d'analyses des résidus miniers : concentrations dans le lixiviat des résidus solides (µg/L)	148
Tableau 9.8	Analyse des eaux de procédé des séparateurs primaire et secondaire. Essais pilote février 2011	149
Tableau 9.9	Toxicité des eaux des séparateurs primaire et secondaire pour Daphnia Magna	152
Tableau 10.1	Évaluation de l'évapotranspiration et de la recharge annuelle potentielle	156
Tableau 10.2	Calendrier de réalisation des travaux	165
Tableau 10.3	Localisation et nivellement des puits d'observation	173
Tableau 10.4	Résultats des essais de perméabilité	175
Tableau 10.5	Résultats d'essais de perméabilité dans les forages géotechniques inclinés (source : LVM)	175
Tableau 10.6	Résultats d'essais Lugeon dans les forages géotechniques (source : LVM)	176
Tableau 10.7	Élévations piézométriques mesurées	177
Tableau 10.8	Résultats des mesures *in situ* de la qualité de l'eau souterraine	179
Tableau 10.9	Résultats d'analyses en laboratoire de l'eau souterraine	179
Tableau 11.1	Liste des accidents technologiques – Région de Chibougamau et Chapais (1990 à 2006)	212
Tableau 11.2	Méthodologie d'évaluation des risques technologiques et de leurs conséquences potentiels	216
Tableau 11.3	Importance des conséquences des accidents technologiques potentiels	217
Tableau 11.4	Contrôle des déversements	227
Tableau 11.5	Informations relatives aux produits chimiques	229
Tableau 11.6	Classification des produits chimiques utilisés dans le procédé de concentration de la magnétite selon le SIMDUT	232
Tableau 11.7	Toxicité des produits chimiques et mesures de secours	234
Tableau 11.8	Mesures de santé et sécurité au travail	240
Tableau 12.1	Les éléments de l'environnement touchés par le projet	250
Tableau 12.2	Résistance des éléments du projet	259
Tableau 12.3	Résumé des impacts sur le milieu selon les activités du projet	267
Tableau 12.4	Grille de détermination du degré de résistance du paysage	298
Tableau 12.5	Grille d'évaluation de la perception par l'observateur	298
Tableau 12.6	Grille d'évaluation de l'étendue de l'impact	298
Tableau 12.7	Grille de détermination de l'importance de l'effet du projet sur le paysage	299
Tableau 14.1	Exigences au point de déversement de l'effluent final – *Directive 019*	321
Tableau 14.2	Exigences au point de déversement de l'effluent final – *Directive 019*	321
Tableau 14.3	Fréquences d'échantillonnage, d'analyse et de mesures du suivi régulier à l'effluent final – *Directive 019*	321

Tableau 14.4 Groupes de paramètres et de mesures de suivi annuel – *Directive 019* 322
Tableau 14.5 Limites permises pour certaines substances nocives - REMM 323
Tableau 14.6 Vitesses maximales permises en fonction des fréquences de vibrations au sol – *Directive 019* 327
Tableau 14.7 Composantes typiques d'un programme d'inspection des digues 329

Équipe de travail

MÉTAUX BLACKROCK

- Jean Rainville, Ing.
  Président directeur général
- René Sherrer, Ing.
  Vice-président développement minier
- Jacqueline Leroux, Ing.
  Surintendant environnement

GROUPE-CONSEIL ENTRACO INC.

- Louis Archambault, B.Sc., biologiste
  Directeur de projet
- Louis Baron-Lafrenière, M.Sc., M.Urb., géographe
  Chargé de projet, milieu physique, urbanisme, consultation
- Jacques Lalancette, M.Sc., Env.
  Encadrements gouvernementaux, étude de caractérisation du poste de transbordement – phase 1
- Normand Lalonde, B.Sc., biologiste
  Cartographie géoréférencée, modélisation bathymétrique, revue de la flore
- Yves Leblanc, M.Sc., hydrogéologue
  Étude hydrogéologique
- Maurice Morency, Ph.D., géochimiste
  Caractérisation des roches encaissantes, des résidus, du concentré et des eaux de procédé
- Hugues Laplante, B.A.Sc.p.,C.Adm.
  Études de suivi et de réaménagement
- Claude Bouchard, DEC en sciences naturelles, technicien senior
  Étude des lacs et des cours d'eau, potentiel piscicole et qualité des eaux de surface
- Claude Desjardins, B.Sc., géog., technicien senior
  Caractérisation Phase 1, cartographie
- Matthew Wapachee
  Connaissances traditionnelles, inventaire de la faune aquatique
- Charlie Bossum
  Inventaire de la faune aquatique
- Lynda Tacherifet, adjointe technique
- Chantal Provost, adjointe administrative

Collaborateurs

ARCHÉO-08

- Marc Côté, directeur
  Inventaire archéologique

ACOUSTEC Inc.

- Jean-Philippe Migneron, ingénieur
  Milieu sonore

BRETON, BANVILLE & ASSOCIÉS

- André Allaire, Ph.D, Ing.
  Directeur de projet étude de faisabilité

- Langis Charron Ing.
  Chargé de projet étude de faisabilité

ENVIROMET

- Rabah Hammouche, M.Sc., directeur général
  Qualité de l'air

IBI/DAA

- Stéphane Valois, B.Sc., biologiste
  Espèces en péril, milieux humides

- Jimmy Bouchard,
  Cartographie du milieu naturel et humain

GROUPE CONSEIL NUTSHIMIT

Daniel Courtois, utilisation traditionnelle du territoire Innu

- Luc Courtois et Maxime Labrecque
  Techniciens
  Inventaire piscicole : pêche électrique

8. MILIEU AQUATIQUE

Les inventaires de la faune aquatique, les campagnes d'échantillonnage des eaux de surface et de sédiments dans les lacs et cours d'eau permettent de déterminer l'état de l'environnement avant la mise en place du projet minier. L'ensemble de ces informations contribuent également à valider le potentiel du milieu en tant qu'habitat du poisson. À partir de ces constats, les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface, des sédiments et des rejets miniers sont mis en perspective afin d'établir la sensibilité du milieu aux modifications anthropiques induites par le projet.

8.1 MÉTHODOLOGIE

Les travaux au terrain pour le milieu aquatique se sont déroulés en trois étapes. La première a été réalisée du 21 au 25 mars 2011. Elle avait pour objectif d'établir la capacité hivernale des plans d'eau dans la zone du projet à soutenir des populations piscicoles. Les plans d'eau possédant un tel potentiel, quelle que soit la période de l'année, sont classifiés comme habitats du poisson en vertu de la définition qu'en fait *Pêches et Océans Canada* (MPO).

Les lacs ciblés lors de cette première campagne (figure 8.1) ont été identifiés à partir des cartes topographiques au 1 : 20 000. Le gisement minier se situe dans le bassin versant de la Baie James, à la limite de la ligne de partage des eaux du Saint-Laurent et de la Baie James. En conséquence, plusieurs des lacs inventoriés sont des lacs de tête et même des étangs. Certains d'entre eux ne sont pas reliés à un réseau hydrographique structuré.

En contrebas de la zone minéralisée du côté ouest, le réseau hydrographique est mieux structuré et on note la présence de plus grands lacs dont les lacs Bernadette, A-1 et Jean. Ces lacs sont situés au nord-ouest des claims de BlackRock. Le lac Denis, qui est un lac de dimension intermédiaire, est situé à la pointe sud du gisement minier. Le lac Yvette, très distant des autres, est situé au sud-est du projet de BlackRock. C'est un lac de tête qui se draine dans le lac Bernadette. Tous ces lacs, de même que les petits lacs et étangs dans la zone du projet, ont fait l'objet de relevés physico-chimiques. Il en est de même pour les lacs Laugon et A-2 situés immédiatement au nord du projet minier. À l'exception des lacs Jean et Denis, les grands lacs cités plus haut ne sont pas touchés par le projet minier.

La seconde visite au terrain du 19 au 28 mai 2011, visait à confirmer les activités de fraie du doré dans des milieux témoins et dans d'autres milieux susceptibles d'être affectés par le projet. La zone d'étude est limitée au bassin versant de la Baie James (sous-bassins des rivières Armitage et Villefagnan). Au cours de cette période, une validation de la photo-interprétation des habitats aquatiques a été effectuée. Les utilisateurs traditionnels du territoire et les pourvoyeurs ont aussi été consultés concernant les espèces piscicoles présentes et les frayères connues. Malgré une méthode de capture très efficace (filet maillant expérimental), les pêches se sont avérées négatives pour le doré dans la zone du projet. Ces pêches ont néanmoins permis d'amorcer les travaux visant à déterminer la répartition spatiale des

principales espèces de poissons. La canne à pêche et des nasses ont aussi été employées comme engins de pêche.

La troisième campagne de terrain, réalisée entre le 3 juillet et le 4 août 2011, a permis de compléter le portrait de la répartition spatiale des espèces de poissons par le biais de pêches expérimentales et de récolter des échantillons d'eau et de sédiments pour fins d'analyses. Des relevés complémentaires de bathymétrie et de débits ont également été effectués. Les analyses en laboratoire des échantillons d'eau et de sédiments ont été réalisées par le laboratoire Maxxam Analytique de Montréal.

Lors des trois campagnes de terrain, les paramètres physico-chimiques *in situ* suivants ont été enregistrés à l'aide d'une sonde multi-paramètre Hanna 9828 : température (^{o}C), pH, pression atmosphérique (mbar), conductivité à 25% (µs/cm), solides dissous (tds), salinité, potentiel d'oxydo-réduction (ORP), de l'oxygène dissous (% et en mg/L), résistivité (KΩ.cm) et conductivité ambiante (µS/cmA).

Les poissons capturés au filet ont systématiquement été mesurés sauf exception. De rares lacs n'ont pas été pêchés au filet faute de profondeur ou parce qu'il s'agissait de mares de tourbières ombrotrophes. Des nasses ont été posées dans tous les plans d'eau ouverts et même dans certains lacs de tourbière. Les poissons carnassiers capturés et sacrifiés ont pour la plupart fait l'objet d'une analyse sommaire de leurs contenus stomacaux afin de caractériser la nourriture dans le milieu. Les observations ont été notées. Aucun prélèvement n'a été conservé dans le formol, sauf quelques cyprinidés.

Les échantillons de sédiments ont été prélevés avec une benne Ekman. Dans la majorité des cas, deux prélèvements ou plus ont été faits au même endroit. Les sédiments ont aussi été homogénéisés et les débris végétaux enlevés. Les sédiments ont été identifiés et datés. Ils ont été conservés au froid (4ºC) jusqu'à leur analyse. La majeure partie des sédiments ont été prélevés à l'embouchure du cours d'eau source de ces sédiments et à une certaine distance de la rive.

Des échantillons d'eau de surface ont aussi été prélevés dans certains lacs afin d'effectuer des analyses complètes en laboratoire. Les délais et les conditions de conservation ont été respectés. Des coordonnées GPS situent précisément tous les sites de cueillette. Les équipements utilisés lors de l'inventaire de même que le détail des temps de pêche sont présentés à l'annexe 8.1.

BLACKROCK

Légende

- Sondage
- Limite de claim
- Chemin non pavé

Capacité de survie des poissons

- WP 157 Excellente à très bonne
- WP 157 Très faible à moyenne
- WP 157 Nulle à minimale

Dessiné à partir du plan : 3017001-000000-41-D09-0003
réalisé par BBA (février 2011)

Rév.	Description	Par/By	Date
–	–	–	–
–	–	–	–

ENTRACO
Conseillers en environnement

Dossier / File:

Projet minier BLACKROCK
Secteur Chibougamau

Dessin / Drawing:

Figure 8.1
Lacs inventoriés - Hiver 2011

Conçu par / Designed by:	*Date*
N.L.	2011-04-01
Dessiné par / Drawn by:	*Date*
C.D.	2011-04-20
Vérifié par / Verified by:	*Date*
Approuvé par / Approved by:	*Date*
No. dossier / File no.: P0919	*Échelle / Scale:*
No. dessin / Drawing no.:	*Feuille / Sheet:*

Les mesures de débit ont été prises aux tributaires ou aux émissaires des lacs. La méthode utilisée pendant les travaux de terrain de l'été 2011 donne un ordre de grandeur du débit. La démarche consiste à utiliser un objet dont la densité est légèrement inférieure à l'eau et qui est en majeure partie submergé afin d'évaluer la vitesse du courant. La section des cours d'eau choisie doit avoir un courant constant. Les largeurs et les profondeurs doivent avoir un minimum d'écart. La largeur moyenne du cours d'eau est mesurée en deux points afin d'établir la largeur moyenne. La profondeur est évaluée de la même façon en prenant les mesures sur deux transects. Le temps de dérive de l'objet flottant est mesuré sur une distance précise. Cette opération est répétée trois fois. La vitesse du courant à différents points transversaux est aussi évaluée. Un facteur de correction est appliqué. Ce facteur est de 0,8 pour les sections rapides sur fonds de roches et de blocs et de 0,9 pour les fonds unis ou sablonneux. Le débit est calculé selon la formule suivante : largeur x profondeur x facteur de correction x vitesse.

Les 11 et 12 juin 2011, une campagne spécifique de mesure de débit a été réalisée à l'aide d'un débitmètre de marque *Global Water* (modèle FP-111) pour 24 stations. Plusieurs stations échantillonnées sont localisées aux mêmes endroits que celle qui ont fait l'objet de mesures plus artisanales pendant l'ensemble de la campagne de terrain de l'été 2011.

Le débit a été calculé en mètres cubes par seconde en considérant la profondeur et la largeur du cours d'eau, ainsi que la vitesse moyenne du courant en mètres par seconde. Le débit est calculé selon la formule suivante : Q= V x W x D (équation de Chezy-Manning[1]) où :

Q : débit en mètre cube seconde (m^3/s);
V : vitesse moyenne en m/s;
W : largeur (en mètre);
D : profondeur (en mètre).

Plusieurs mesures ont été enregistrées au même site pour s'assurer de la constance et de la validité de la mesure. Les mesures ont été prises en plaçant le débitmètre au centre du ruisseau et sous la surface, à environ 1/3 de la profondeur. Le long des routes, la plupart des mesures ont été prises en amont et en aval des ponceaux, à au moins 2 mètres de la structure; en milieu naturel, les mesures ont été faites dans une section représentative du ruisseau. Les mesures de débit sont présentées à l'annexe 8.2.

Par ailleurs, durant toute la campagne de terrain estivale, des photographies et des films ont été réalisés à l'aide d'une caméra numérique Canon EOS 5D qui produit des fichiers bruts de 21 Mo et des films haute résolution. Une attention particulière a été apportée à la description générale du milieu. Les fichiers ou photos ont été importés dans le logiciel « Bridge » qui a la propriété de reconnaître les dates et les heures exactes des prises de vue. Plusieurs

[1] Photo interprétation. J. Bédard, École polytechnique de Montréal, Département de génie minéral. Septembre 1977.

photographies et figures appuient les descriptions et constats. Une filmographie sur les milieux inventoriés est aussi gardée en archive.

La figure 8.2 illustre la localisation des stations d'échantillonnage de même que les diverses activités qui s'y sont déroulées pendant les trois campagnes de terrain de 2011.

En plus des écosystèmes lacustres et lotiques de la zone du projet, des milieux témoins de même type et attenants ont été inventoriés lors des trois campagnes de terrain. Des échantillons d'eau et de sédiments ont été prélevés dans tous les milieux représentatifs afin de préciser le bruit de fond des métaux et les caractéristiques physico-chimiques de chaque station. Parallèlement, des inventaires ont aussi été menés dans des milieux qui offrent des potentiels d'aménagement susceptibles de faire l'objet de mesures compensatoires.

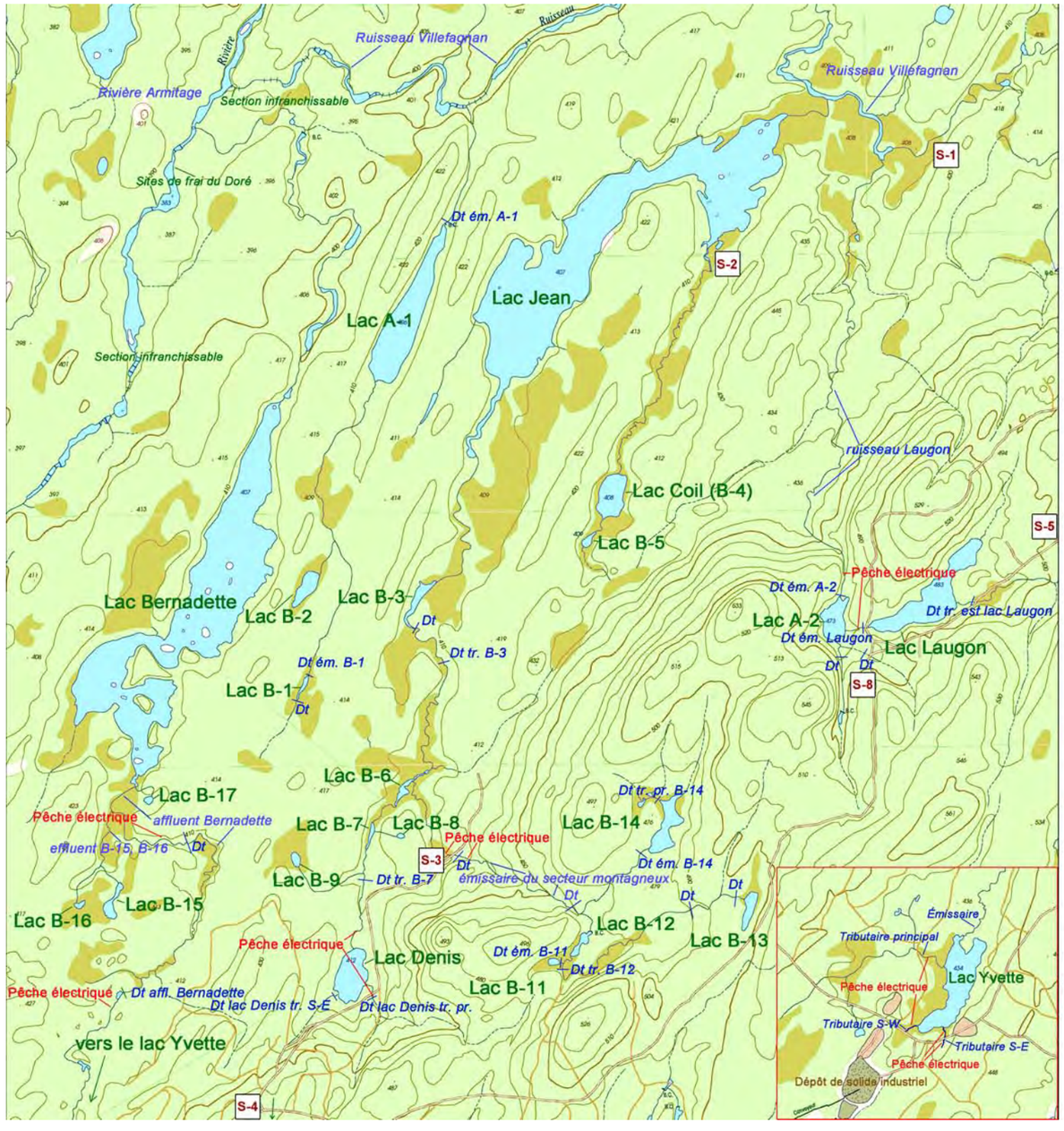
8.2 INVENTAIRE DES ESPÈCES PISCICOLES

Les pêches effectuées lors des deux campagnes de terrain de l'été 2011 ont mis en évidence la présence de 12 espèces de poissons. Le tableau 8.1 présente la liste des espèces, le nombre de captures et les lieux de prélèvement. La correspondance des abréviations utilisées et des espèces est présentée au tableau 8.2. Le tableau 8.2 fournit également le groupe trophique de chaque espèce, sa période de fraie et son intérêt pour l'alimentation. Finalement, l'abondance relative de chaque espèce capturée est présentée au tableau 8.3. Parmi les espèces capturées, le doré jaune, le grand brochet et l'omble de fontaine sont les espèces les plus recherchées par les pêcheurs sportifs. Les autochtones consomment également la lotte. Ces espèces sont toutefois loin d'être abondantes dans le secteur d'implantation du projet minier.

La pêche expérimentale au niveau de la rivière Armitage a uniquement été effectuée à la ligne. La pêche à cet endroit avait principalement pour objectif de confirmer les activités de fraie sur le la rivière Armitage immédiatement en amont de sa jonction avec le ruisseau Villefagnan.

Les temps de pêche pour les stations identifiées au tableau 8.1, ont été de 339 heures au filet expérimental, 1657 heures pour les nasses et 12 heures pour la pêche à la ligne. La pêche électrique a été pratiquée à 16 stations. Le temps de mise en tension dans le milieu aquatique totalise 2 heures et 37 minutes.

Figure 8.2 Milieu aquatique – localisation des stations d'échantillonnage



Lac, Rivière	Physico-chimie		Poissons	Sédiments	Débit	Bathymétrie
	Terrain	Labo	Inventaire			
Lac Bernadette	X	X	X	X		X
Affluent Pr. Bernadette			X		X X	
Lac B-15	X		X	X		X
Lac B-16	X					
Effluent de B-15 et B-16	X		X	X		
Lac B-17	X	X	X	X		X
Lac A-1	X		X	X	X Ém.	
Lac B-1	X		X	X	X Ém. X Tr.	X
Lac B-2	X					
Lac Jean	X		X	XX S-W, N-E		X
Lac B-4	X	X	X	X		X
Lac B-5	X	X	X	X		X
Lac B-3	X	X	X	X	X Tr. (2)	X
Lac B-6	X		X			
Lac B-7	X		X		X Tr. (2)	X
Lac B-8	X		X			
Lac Denis	X	X	X	X		X
Émissaire lac Denis			X			
Tr. S-E Lac Denis					X	
Tr. pr. Lac Denis			X		X	
Ém. Secteur montagneux			X			
Lac B-11	X	X	X		X Ém.	
Lac B-12	X	X	X		X Tr.	
Lac B-13	X		X	X	X Ém. (2)	X
Lac B-14	X		X	X	X Tr. X Ém.	X
Ruisseau Villefagnan	X		X			
Rivière Armitage	X		X	X		
Lac Laugon	X		X		X Tr. Pr.	X
Émissaire lac Laugon			X		X	
Lac A-2	X		X	X	X Tr.1 X Tr.2	X
Émissaire lac A-2			X		X	
Lac Yvette	X	X				
Tributaires Lac Yvette			X			

Les stations d'échantillonnage du secteur de BlackRock et de sa périphérie

Légende

VERT: lacs et secteurs étudiés
BLEUE: cours d'eau et les mesures de débit
R0UGE: pêches électriques
S-1 *: prélèvements de sol*

Abréviations
Dt: Mesure de débit
Ém. : Émissaire
Tr. : Tributaire

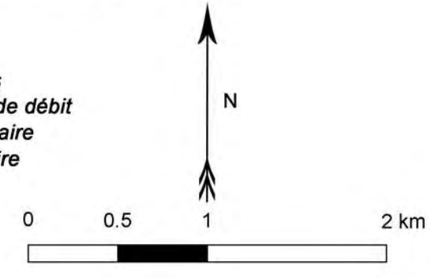


Tableau 8.1 Les espèces capturées par plans d'eau

	ESLU	STVI	SAFO	PEFL	CACO	LOLO	MAMA	PHEO	PHEO MAMA	PHSP	RHCA	CUIN	COBA	SECO
Bernadette	12					1								
Bernadette trib.	2					2	7							
Bernadette trib.						7	7							
B-15														
B-17														
B-16 B-17 émis.														
A-1	6				2									
B-1							39	158				3		
Jean	4				21									
B-4	4			1	13									
B-5	2				37									
B-3	3				8									
B-6														
B-7	3				9									
B-8														
Denis	4													
Denis émis.					2		10			10				
Denis trib.														
B-11							5	20						
B-12			5				7	322						
B-13									677					
B-14			17				6		127					
Montagne émis.			7							7				
Laugon							4		1402			6		
Laugon émis.								5			8	3		
A-2							238	270				2		
A-2 émis.											4			1
Armitage	1	6												
Villefagnan														
Wynne	1				1	2	5	1			8		1	
Yvette tribu.														
Pierre tribu. E					2									
Pierre tribu. N					7									
Total	**42**	**6**	**29**	**1**	**102**	**12**	**328**	**776**	**2206**	**17**	**20**	**14**	**1**	**1**

Voir tableau 8.2 pour la signification des abréviations

Tableau 8.2 Espèces inventoriées, groupes trophiques et intérêt pour l'alimentation

Nom commun	Nom scientifique	Abréviation	Groupe trophique				Période de fraie	Intérêt
			Piscivore	Benthivore	Insectivore	Planctonophage		
Chabot tacheté	Cottus Bairdii	COBA			X	X	Mai	proie
Doré jaune	Stizostedion vitreum	STVI	X				mai	pêche
Épinoche à cinq épines	Culaea inconstans	CUIN			X		juin-juillet	proie
Grand brochet	Esox lucius	ESLU	X				mai	pêche
Lotte	Lota lota	LOLO	X		X		janvier-mars	pêche
Meunier noir	Catostomus commersoni	CACO		X	X		juin	proie
Mulet perlé du nord	Semotilus margarita	MAMA			X	X	mai-juin	proie
Naseux des rapides	Rhinichthys cataractae	RHCA		X	X		juin-juillet	proie
Omble de fontaine	Salvelinus fontinalis	SAFO	X		X		sept.-oct.	pêche
Ouitouche	Semotilus corporalis	SECO			X	X	mai	proie
Perchaude	Perca flavescens	PEFL	X		X		juin	pêche
Ventre rouge du nord *	Phoxinus eos	PHEO			X	X	juin	proie
Ventre rouge du nord ou citron (indéterminé)		PHSP			X	X	Juin	proie

Tableau 8.3 Abondance relative des espèces capturées

Espèces	Nombre	Proportion %
Cyprinidés PHEO & MAMA *	2206	62.1
Ventre rouge du nord (PHEO)	776	21.8
Mulet perlé du nord (MAMA)	328	9.2
Meunier noir	102	2.9
Grand brochet	42	1.2
Omble de fontaine	29	0.8
Naseux des rapides	20	0.6
Phoxinus sp	17	0.5
Épinoche à cinq épines	14	0.4
Lotte	12	0.3
Doré jaune	6	0.1
Perchaude	1	0.03
Chabot tacheté	1	0.03
Ouitouche	1	0.03
Total	**3 555**	**100%**

*Le ventre rouge du nord (PHEO) compte pour plus des deux tiers et possiblement 80 % des captures

La famille qui est de très loin la plus abondante est celle des cyprinidés. Dans la région du projet, elle comprend le ventre rouge du nord, le ventre citron, le mulet perlé du nord, le naseux des rapides et la ouitouche. Cette famille compte pour 94.2% des prises, soit 3 348 individus sur un total de 3 555. Ces chiffres tiennent compte des 17 captures du genre PHOXINUS qui sont des ventres rouges du nord ou des ventres citron.

Les espèces de cyprinidés sont par ordre d'abondance, le ventre rouge du nord (± 2400), le mulet perlé (± 925), le naseux des rapides (20) et la ouitouche (1). La grande abondance des ventres rouges du nord est très conséquente avec les types d'habitats inventoriés au niveau du site minier. Cette espèce affectionne les eaux tranquilles des étangs de castors et des marécages dont le fond est vaseux ou humique. Le mulet perlé peut également s'accommoder de ce type d'habitat mais apprécie aussi les eaux plus claires. Sa présence significative indique son potentiel d'adaptation.

Le naseux des rapides, le chabot tacheté et la ouitouche se trouvent à l'autre extrémité du spectre puisqu'ils affectionnent les eaux claires à courant rapide avec des fonds rocheux ou granulaires. Le fait qu'ils représentent 0,6%, 0,03% et 0,03% des captures est en soit une indication que le milieu récepteur ne leur est guère favorable.

Outre les poissons fourrages précités, les espèces qui occupent le sommet de la chaîne trophique sont très peu nombreux dans les plans d'eau du site minier. Qui plus est, les seuls dorés qui ont été capturés (6) proviennent de la rivière Armitage. Les plans d'eau du site minier ne permettent pas la survie du doré. Les espèces prédatrices qui ont été capturées dans les plans d'eau du site minier sont par ordre d'importance, le grand brochet (41), l'omble de fontaine (29) et la lotte (10), soit 80 individus (2,3%) sur un total de 3541 (ces chiffres excluent

les captures au ruisseau Wynne et à la rivière Armitage). Le grand brochet, qui est le plus abondant des prédateurs, est caractérisé par sa forte tolérance à des milieux variés. Ce n'est toutefois pas le cas de l'omble de fontaine dont la survie est conditionnée par des eaux claires et très bien oxygénées. Précisons que toutes les captures d'ombles de fontaine ont été effectuées en deux endroits ayant des conditions privilégiées. Ce cas est traité plus loin dans le présent chapitre.

La faible représentativité des espèces prédatrices (2,3%), la surabondance des espèces des autres niveaux trophiques (97,7%), dont la plupart sont tolérantes à des conditions de vie marginales, est révélatrice de la qualité de l'habitat. La description qui est faite ci-après des milieux échantillonnés dans la zone du projet met en lumière ces constatations.

8.3 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU LAC JEAN

L'ensemble des infrastructures du projet a été regroupé dans le bassin hydrographique du lac Jean. Ce bassin comprend, de l'amont vers l'aval, le lac Denis, les lacs B-9, B-8, B-7, B-6 et B-3 qui coulent en direction sud vers le lac Jean. Ce réseau hydrographique comprend également une seconde chaîne de plans d'eau qui sont les lacs B-14, B-13, B-12 et B-11. Ces lacs se déversent dans un tributaire commun orienté est-ouest qui aboutit au lac B-6. De là, les eaux des deux chaînes de lacs empruntent un parcours commun vers le lac Jean (figure 8.2). Tous ces lacs, de même que leurs tributaires et émissaires, sont directement touchés par le projet.

8.3.1 Lac Jean

Ce lac de grande superficie et de 2,4 km de longueur (figure 8.2) draine par son tributaire principal deux groupes de lacs. Le premier comprend les lacs B-3, B-6, B-7, B-8, et Denis. Le second regroupe les lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. La baie au nord-est du lac Jean reçoit un autre tributaire qui draine les eaux des lacs B-4 et B-5. Le lac Jean rejoint par un très court émissaire le ruisseau Villefagnan. Sa profondeur moyenne est d'environ 1 mètre et il atteint un maximum de 1,7 mètre. La carte bathymétrique est présentée à la figure 8.3.

Ce lac possède de vastes herbiers au sud, particulièrement près de son tributaire principal, mais aussi dans la baie du nord-est où l'on trouve beaucoup de joncs et de vastes zones inondables. Ce sont des lieux propices à la reproduction du brochet et pour l'alimentation de la sauvagine, dont la bernache canadienne (observée), et de l'orignal. Ce dernier bénéficie de territoires montagneux à proximité. Des barrages de castors infranchissables sont implantés au tributaire sud (environ 30 cm de hauteur) et sur le tributaire de la baie du nord-est (environ 50 à 60 cm de hauteur). Le fond des tributaires du lac Jean et de son émissaire est constitué de matière organique colonisée par des plantes aquatiques. En périphérie croissent d'importants écotones inondables.

La pêche expérimentale a permis la capture de cinq grands brochets (Esox lucius) et de vingt et un meuniers noirs (Catostomus commersonii). Le temps de pêche a été de 22 heures 40 minutes. Aucun poisson n'a été capturé dans les trois nasses. Le contenu stomacal de l'unique brochet sacrifié ne comprenait que des larves de libellules.

Le lac Jean permet de rejoindre directement le ruisseau Villefagnan sans aucun obstacle. Les tributaires de la baie nord-est et de la baie sud permettent, grâce aux barrages de castors d'atteindre par canot les lacs B-4 et B-5 et le lac B-3. Ces tributaires constituent de beaux habitats pour le grand brochet et sont régulièrement fréquentés par les orignaux.

Ce territoire est remarquablement plat. La dénivelée entre les chaînes de lacs qui transitent par le lac Jean jusqu'au ruisseau Villefagnan ne dépasse pas deux mètres. Ce milieu s'allonge sur plus de 8 kilomètres. Tout ce système et la partie lentique du ruisseau Villefagnan forment un milieu homogène qui n'est obstrué pour les poissons que par les barrages de castors.

En hiver, les taux d'oxygène dissous sont très faibles et même nuls dans certains secteurs du lac. Le lac bénéficie toutefois d'un important apport d'eau en raison de la grande superficie de son bassin versant. Le lac est un bon milieu de vie pour les espèces tels les brochets et les meuniers qui sont tolérantes aux variations du niveau d'oxygène. Sa faible profondeur et le taux d'oxygène dissous en hiver sont deux facteurs limitant la survie du doré jaune.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.4. Des sédiments ont été prélevés directement dans le lac Jean, soit, en aval de chacun des tributaires : dans les baies sud à 18U 0568415, 5520106 et nord-est à 18U 0569709, 5521163.

Tableau 8.4 Paramètres physico-chimiques du lac Jean

Lac Jean					
Date	22/03/11	22/03/11	22/03/11	22/03/11	26/05/11
Longitude	18U0568979	18U0569856	18U0568740	18 U 568523	18U0568690
Latitude	5521148	5521500	5520793	5520407	5520409
Profondeur (m)	1,0	1,0	1,6	1,7	±1
Paramètres					
pH	8,14	9,03	8,74	9,02	7,83
°C	0,92	0,38	0,64	0,55	11,44
Pression atmosphérique (Mbar)	971,6	971,7	972	976,2	955
Conductivité à 25° (µS/cm)	75	26	11	11	23
Solides totaux dissous (tds ppm)	38	13	6	5	13
Salinité (Sal)	0,03	0,01	0,00	0,00	,01
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	- 12,1	- 46,2	- 25	- 49	84,9
Oxygène dissous (DO %)	0	0	5,7	15,7	75,7
Oxygène dissous (DO mg/l)	0	0	0,75	2,16	7,79
Résistivité (KΩ. cm)					39,5
Conductivité ambiante (µS/cmA)					19

Figure 8.3 Bathymétrie – lac Jean

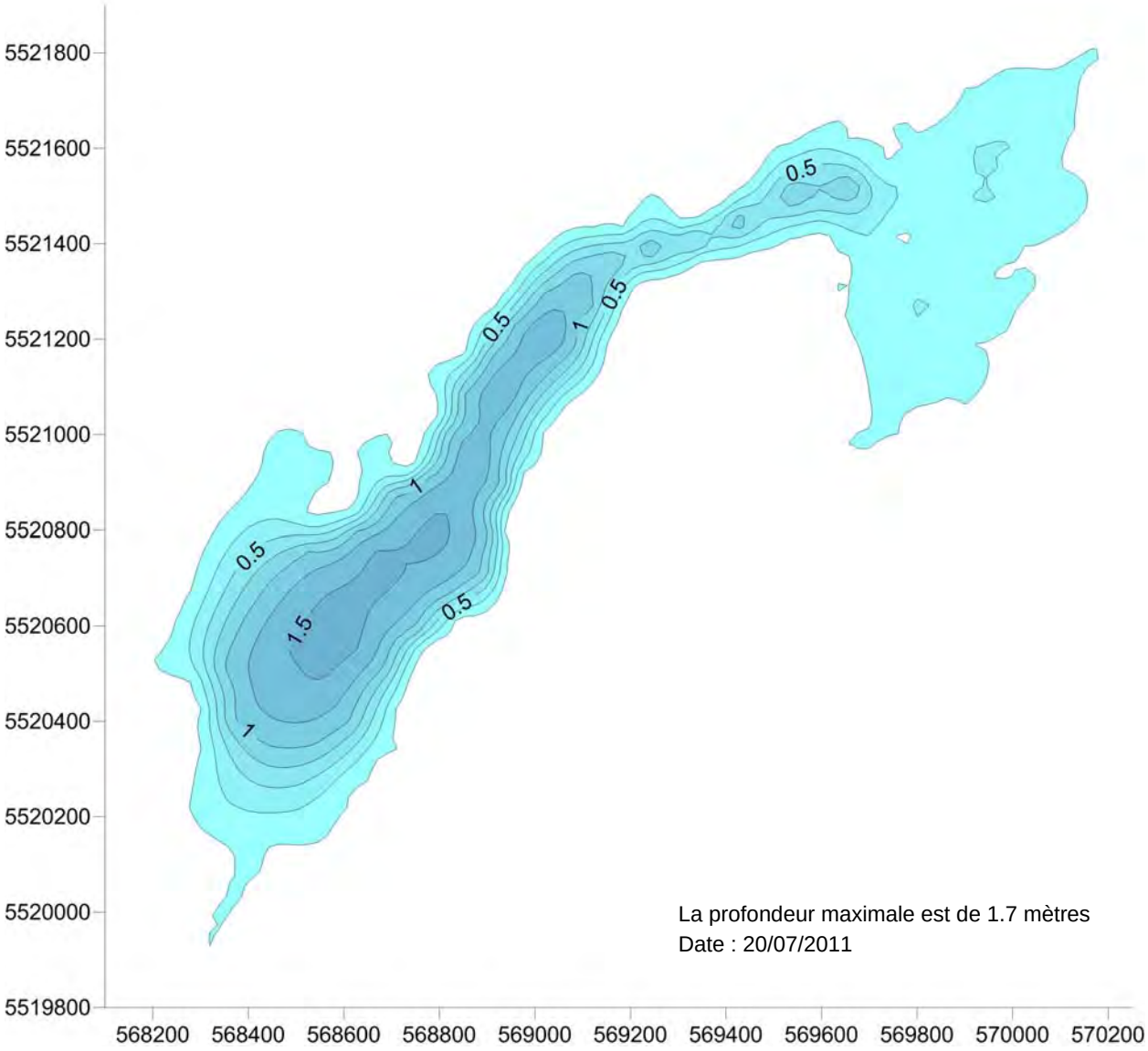




Photo 8.1 : le tributaire principal du lac Jean, sa végétation inondable au printemps



Photo 8.2 : le barrage de castors du tributaire principal (sud) du lac Jean et la végétation inondée.

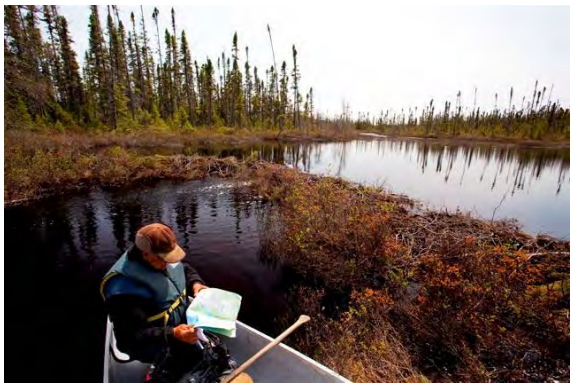


Photo 8.3 : le barrage de castors du tributaire nord-est du lac Jean



Photo 8.4 : l'émissaire du lac Jean

8.3.2 Sous réseau des Basses terres du lac Jean

Le sous réseau des Basses terres du lac Jean, comprend de l'amont vers l'aval, les lacs Denis, B-9, B-8, B-7, B-6 et B-3 qui se joignent successivement pour rejoindre le lac Jean. L'ensemble de ce secteur est très plat et caractérisé par l'abondance des milieux humides

8.3.2.1 Lac Denis

Le lac Denis est un lac de tête d'environ 400 mètres de longueur alimenté par deux tributaires intermittents (figure 8.2). Son émissaire rejoint successivement les eaux des lacs B-8, B-7, B-6, B-3 et Jean. C'est un lac aux eaux claires. Sa profondeur est généralement inférieure à un mètre. Certains secteurs atteignent des profondeurs de 2 à 3.5 m (figure 8.4). Le premier tributaire au sud-est du lac a une largeur au départ de 40 cm et se perd dans la végétation à moins de 25 mètres du lac. Son débit à l'été 2011 était d'environ 0,02 m^3/min; il coule sur un fond de boue et de sable et est bordé de myriques baumiers et de carex. L'autre tributaire arrive au lac au niveau d'une petite baie boueuse. Il est traversé par un chemin forestier et coule sur un fond de pierre. Une jeune grenouille des bois (Lithobathes sylvaticus) y a été identifiée. Le débit de l'émissaire était de 0,017m^3/s à l'été 2011. Dans la section amont de l'émissaire, deux petits brochets on été observés. La première portion de l'émissaire comprend de vastes herbiers inondables. En mars 2011, des taux d'oxygène très faibles de 0,6 et de 0,39 ppm avaient été enregistrés dans le lac.

Le lac Denis a fait l'objet d'une pêche scientifique en 2001. On y avait alors capturé 58 poissons comprenant par ordre d'importance le grand brochet, le meunier noir, la perchaude et la ouitouche[2]. M. Mathew Wapachee a rapporté y avoir capturé, il y a très longtemps, de l'omble de fontaine. Ceci est appuyé par le fait que le tributaire du lac B-6 supporte une population d'ombles de fontaine. Par ailleurs, il n'y a aucun obstacle majeur entre le lac B-6 et le lac Denis à l'exception d'un barrage de castor.

À l'été 2011, un filet expérimental et cinq nasses on été mis en place dans le lac. À cette occasion, deux brochetons ont été observés, le premier près d'un petit herbier et l'autre dans le vaste herbier de joncs de la baie au nord du lac. Un banc de cyprinidés a également été vu dans un secteur très avancé de cette baie. Les 18 heures 48 minutes de pêche au filet expérimental ont permis de capturer 4 grands brochets dont les longueurs totales variaient de 537 à 695 mm (0.87 à 1.86 kg). Les brochets ont un bon embonpoint. Le plus grand avait un brocheton de 8 cm dans l'estomac. Dans un autre, le contenu stomacal était non identifiable. Les deux autres brochets avaient l'estomac vide.

L'émissaire et le tributaire principal à l'est du lac ont fait l'objet d'une pêche électrique en août 2011. Aucun poisson n'a été capturé dans le tributaire. Dans l'émissaire, 2 meuniers noirs

[2] Page 124 du projet minier Ressources McKenzie Bay Ltée, Mines de vanadium, Volume 1 : inventaires et analyses, P33699-3/juin 2003, Groupe-conseil Entraco

(Catostomus commersonii), 10 mulets perlés (Margariscus margarita) et 10 phoxinus sp ont été récoltés.

Malgré la grandeur du lac Denis, ce plan d'eau ne semble soutenir qu'une population limitée de grands brochets et très peu de poissons fourrages. Il offre cependant de très beaux herbiers pour la reproduction, de même que des joncs dans la baie près de l'émissaire. Ces sites constituent des milieux avantageux pour l'alevinage des brochets.

Les eaux limpides du lac offrent peu de chances de survie aux meuniers et cyprinidés qui s'y aventurent : les brochets bénéficient de fosses intéressantes à proximité des petits herbiers et des rives.

Le débit des cours d'eau, émissaire ou tributaires peut être très faible. Ainsi, le 20 septembre 2001, il était nul à l'exutoire de ce lac. Cette lacune est le principal facteur limitant pour la faune piscicole : il en affecte la capacité de survie et limite sérieusement l'oxygénation en hiver. Autrement, le lac offre de belles qualités d'habitats par ses fosses et ses herbiers.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.5.

Tableau 8.5 Paramètres physico-chimiques du lac Denis

Lac Denis			
Date	25/03/11	25/03/11	05/07/11
Longitude	18U0567440	18U0567440	18U0567426
Latitude	5516359	5516359	5516362
Profondeur	1 M		80 CM
pH	MOINS DE 6.8		8.36
°C	1.61		21.86
Pression atmosphérique (Mbar)	966.6		944.2
Conductivité à 25° (µS/cm)	139		94
Solides totaux dissous (tds ppm)	69		46
Salinité (Sal)	0.06		0.04
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	MOINS 16.8		38.2
Oxygène dissous (DO %)	4.5 *	3.0 **	85.6
Oxygène dissous (DO mg/l)	0.6 *	0.39 **	7.26
Résistivité (KΩ. cm)			10.6
Conductivité ambiante (µS/cmA)			85

****Temps de lecture 2 minutes.

*** Temps de lecture 3 minutes.

Figure 8.4 Bathymétrie du lac Denis

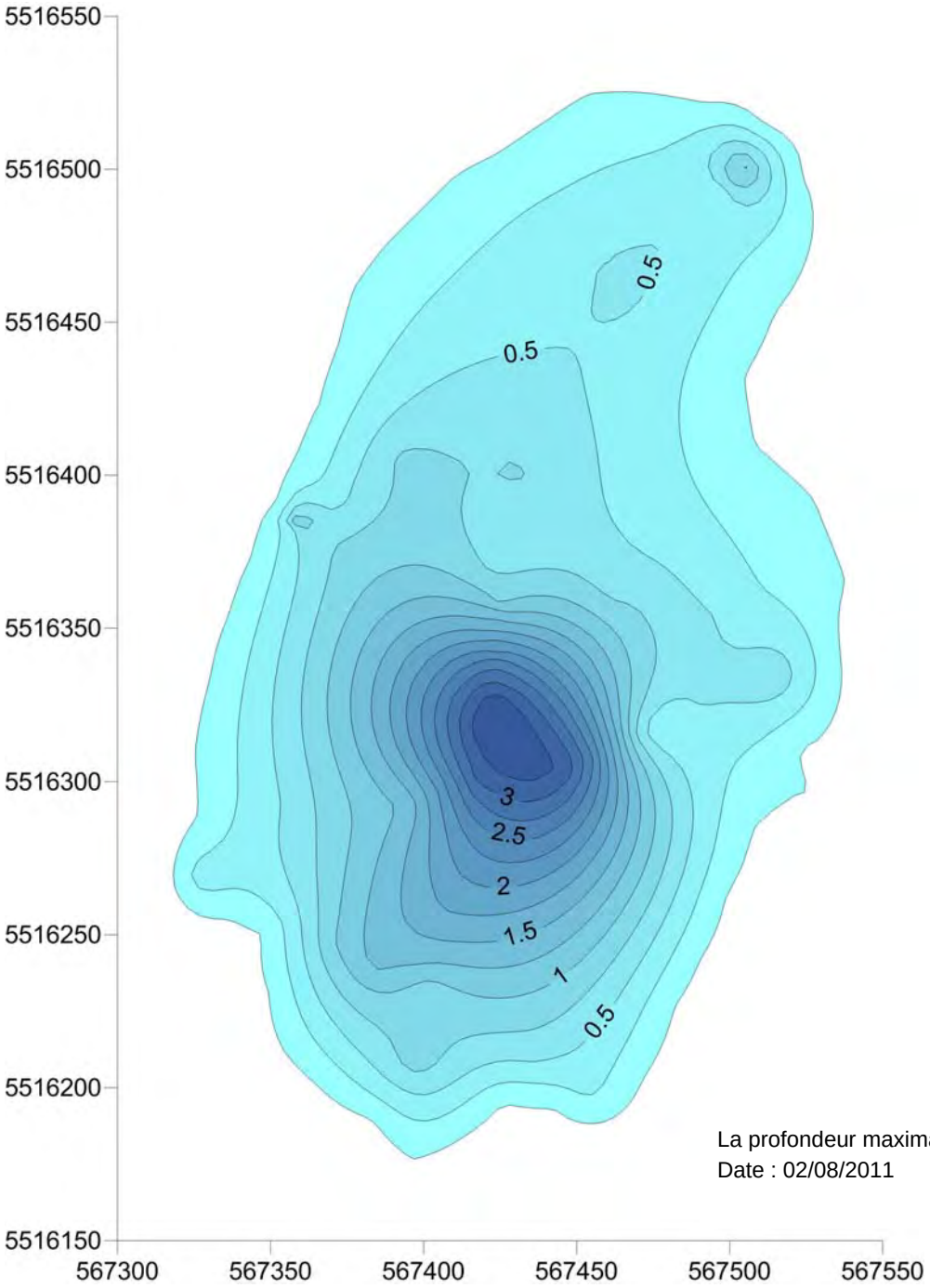




Photo 8.5 : le lac Denis, de la rive sud près du plus petit tributaire; on y voit quelques traces de la présence de castors, une végétation aquatique de carex et de nénuphars et une végétation inondable de carex et de myrique baumier. La partie basse à la ligne de l'horizon est la zone de



Photo 8.6 : le début de la baie au nord du lac Denis. Les joncs couvrent toute la partie nord jusqu'à l'émissaire



Photo 8.7 : végétation riveraine de carex et quelques joncs du côté ouest du lac Denis



Photo 8.8 : vue d'ensemble du lac Denis à partir de rive sud



Photo 8.9 : grands brochets avec un bel embonpoint, capturés au filet maillant



Photo 8.10 : la baie des joncs de la rive nord et sa végétation inondable



Photo 8.11 : émissaire du lac Denis et la dernière partie des joncs.



Photo 8.12 : petite baie qui reçoit les eaux du tributaire principal du lac Denis; lit de boue et rives où croissent cassandres et myriques



Photo 8.13 : tributaire principal du lac Denis, en aval du chemin; lit de boue et enchevêtrement d'arbres.



Photo 8.14 : tributaire principal du lac Denis près de son entrée dans la forêt. Une jeune grenouille des bois (Lithobathes sylvaticus) a été observée sur l'une des roches

8.3.2.2 Lac B-9

Le lac B-9 est une mare de tourbière ombrotrophe sise au nord-ouest du lac Denis et à l'ouest du lac B-7 dans une vaste plaine tourbeuse. Cette plaine se situe sur la ligne de partage des eaux entre le bassin hydrographique du lac Bernadette et celui du lac Jean. La mare est légèrement plus près de l'émissaire du lac Denis que de l'affluent principal du lac Bernadette.

La mare de tourbière mesure environ 70 m de longueur par environ 50 m de largeur. Sa profondeur ne dépasse pas 50 cm. Aucun ruisseau ne l'alimente ou en émerge. Sur l'émissaire du lac Denis, un petit tributaire pointe dans sa direction mais disparaît dans la tourbe à plus de 300 m de la mare. À sa partie nord, des îlots de végétation ponctuent la surface et occupent la moitié de la superficie. L'eutrophisation de ce plan d'eau est très avancée. Aucune pêche ou analyse n'y a été effectuée. Le lac B-9 est non propice à la survie des poissons. Cet étang de tourbière sera remblayé pour faire place au site du garage minier.

8.3.2.3 Lacs B-6, B-7 et B-8

Ces trois lacs se jettent dans le lac B-3 qui alimente par la suite le lac Jean. Les lacs B-6, B-7 et B-8 sont localisés à moins de 200 mètres les uns des autres. Ils sont cependant très distincts. Ces lacs se trouvent directement au niveau de la plate-forme de stériles qui est appelée à recevoir les résidus grossiers du procédé de traitement. Les tributaires et émissaires de ces lacs sont également appelés à disparaître sous cette même plate-forme.

En mars 2011, le lac B-7 présentait le plus haut taux d'oxygène de tous les lacs étudiés (5.52 pm), le lac B-6 était gelé jusqu'au fond, et le lac B-8 avec une forte odeur de souffre avait un taux d'oxygène dissous nul.

Lac B-7

Ce lac étroit d'environ 200 mètres de longueur se jette dans le lac B-6. Il reçoit selon les cartes au 1 :20 000 les eaux du lac B-8. Il reçoit par un autre tributaire, celles du lac Denis. Ce tributaire du lac B-7 est obstrué par un vieux barrage de castors. Les profondeurs mesurées sont en général en deçà du mètre : une petite fosse de 2.3 mètres de profondeur (figure 8.5) a été localisé. Le fond est essentiellement constitué de matière organique.

À l'émissaire, un barrage de castors d'environ 90 cm de hauteur surélève le niveau du lac. Le lac comprend une abondante végétation inondée de carex et de myriques baumier, et en retrait de la zone inondée, des cassandres caliculé et des iris versicolore. Les nénuphars, les joncs et les vallisnéries composent la végétation aquatique. Le fond de l'émissaire est constitué de boue et de matière organique. Les nénuphars y forment l'essentiel de la végétation aquatique. La végétation riveraine comprend des myriques baumiers et des carex souvent inondés mais aussi des potentilles, des aulnes et des iris versicolore.

La largeur très réduite du lac n'a permis l'utilisation que de la moitié du filet expérimental. Deux grands brochets et neuf meuniers noirs ont été récoltés après 20 heures et 55 minutes de

pêche au filet expérmental. Les deux grands brochets mesuraient 245 et 255 mm de longueur totale et les meuniers de 172 à 269 mm. Un brocheton de 98 mm a été capturé dans l'une des cinq nasses.

Le tributaire cartographié en provenance du lac B-8 n'existe pas. Le lac B-8 se draine sous la tourbe jusqu'au lac B-7.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.6.

Tableau 8.6 Paramètres physico-chimiques du lac B-7

Lac B-7			
Date	25/03/11	25/03/11	11/07/11
Longitude	18U0567563	18U0567563	18U0567544
Latitude	5517266	5517266	5517214
Profondeur (m)	1.2		0.80
pH	MOINS DE 6.8		7.92
°C	0.35		16.2
Pression atmosphérique (Mbar)	966.0		958.7
Conductivité à 25° (µS/cm)	107		52
Solides totaux dissous (tds ppm)	53		41
Salinité (Sal)			0.04
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	- 40.8	- 19.0	278
Oxygène dissous (DO %)	39.1	40.7	73.9
Oxygène dissous (DO mg/l)	5.39 **	5.52 ***	7.02
Résistivité (KΩ. cm)			12
Conductivité ambiante (µS/cmA)			68

** Temps de lecture après 2 minutes.

*** Temps de lecture après 3 minutes.

Figure 8.5 Bathymétrie du lac B-7

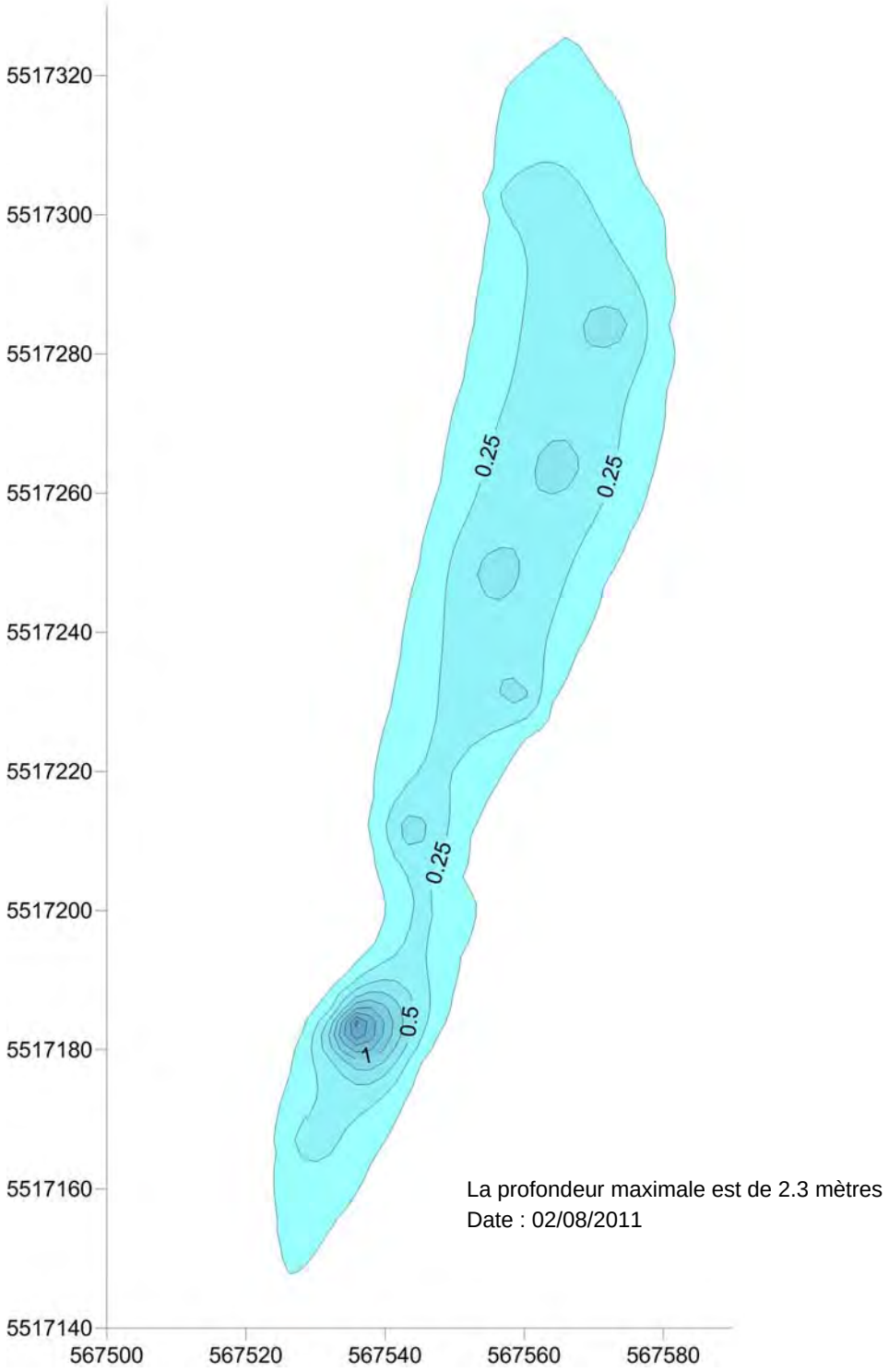




Photo 8.15 : principal tributaire du lac B-7; en bordure, on observe des carex, des myriques baumier, des iris versicolore.



Photo 8.16 : lac B-7, vue d'ensemble allant vers l'émissaire avec en avant-plan des nénuphars et des joncs. En bordure du lac, une pessière à épinette noire sur fond de matières organiques.



Photo 8.17 : barrage de castors à la sortie du lac B-7 et son émissaire vers le lac B-6. Le barrage a environ 90 cm de hauteur



Photo 8.18 : lac B-7, (vue vers son principal tributaire); végétation riveraine de carex, de cassandres caliculé, de myriques baumier et d'iris versicolore. La végétation aquatique comprend des nénuphars, des vallisnéries et des joncs.



Photo 8.19 : lac B-7 (vue vers son émissaire); végétation riveraine inondée et végétation aquatique.

Lac B-8

Le lac B-8 est un pur étang de tourbière. La nasse installée n'a capturé qu'un gros dytique. L'analyse d'eau confirme les caractéristiques chimiques d'une tourbière : un pH acide à 6.68, un taux d'oxygène dissous de 2.10 ppm et un potentiel d'oxydo-réduction (ORP) de -78. L'étang présente une riche végétation aquatique de nénuphars, de carex et de ményanthes trifoliés (trèfles d'eau). La végétation riparienne comprend de la sphaigne, des carex, des myriques baumiers, des cassandres caliculés et une abondance des rosiers sauvages.

L'étang atteint environ 50 cm dans sa partie la plus profonde près de la rive ouest. À environ une trentaine de mètres à l'est de l'étang, il y a un autre étang très semblable, un peu moins profond et dans un milieu plus ouvert. Cet autre étang n'a pas de tributaire ni d'émissaire. Il n'est d'ailleurs pas cartographié.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.7.

Tableau 8.7 Paramètres physico-chimiques du lac B-8

Lac B-8		
Date	25/03/11	11/07/11
Longitude	18U0567749	18U0567733
Latitude	5517235	5517228
Profondeur (m)	1.0	30 CM
pH	MOINS DE 6.8	6.68
°C	0.71	21.12
Pression atmosphérique (Mbar)	965.6	940.9
Conductivité à 25° (µS/cm)	65	75
Solides totaux dissous (tds ppm)	33	78
Salinité (Sal)	0.03	0.03
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	- 204	- 78
Oxygène dissous (DO %)	0	11.4
Oxygène dissous (DO mg/l)	0	2.10
Résistivité (KΩ. cm)		13.4
Conductivité ambiante (µS/cmA)		70



Photo 8.20 : lac B-8; à l'avant plan des rosiers sauvages. Ce lac est un étang de tourbière sans tributaire ni émissaire



Photo 8.21 : lac B-8; riche végétation aquatique de carex, de nénuphars, de ményanthe trifolié (Trèfle d'eau). En bordure, cassandre caliculé et myrique baumier



Photo 8.22 : lac B-8; végétation aquatique de carex, de nénuphars et de ményanthe trifolié.

Lac B-6

À la sortie du lac B-7, avant d'atteindre le lac B-6, un large bassin d'une profondeur de 30 à 60 cm est structuré par la présence de deux barrages de castors successifs. Le bassin contient une abondante végétation aquatique. Plus en aval, l'émissaire du lac B-7 devient étroit et sa profondeur dépasse rarement 30 cm. On trouve aussi dans ce tronçon une riche végétation aquatique de nénuphars, de vallisnérie et de carex sur un fond boueux. Le fond est couvert de sédiments fins dans la partie adjacente au lac B-6.

Le lac B-6, d'environ 200 mètres de longueur, ne dépasse pas 30 cm de profondeur. Lors de la campagne de relevés physico-chimiques de mars 2011, la boue succédait directement à la glace. Ce lac boueux est ceinturé de végétation inondable et de quelques herbiers. La végétation aquatique est composée de nénuphars, de carex, de très nombreux potamots et de vallisnéries. Le lac reçoit aussi, tout près de son émissaire, un second tributaire important qui draine les eaux du secteur montagneux et plus précisément des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. Ce ruisseau a fait l'objet plus en amont d'une pêche électrique et l'omble fontaine était présente.

Deux petits brochets ont été observés lors de la visite au terrain en juillet 2011. Quatre nasses ont été installées à proximité d'herbiers. Les 84 heures de pêche à la nasse n'ont donné aucun résultat. La profondeur moyenne est de 20 cm ce qui empêche la pose de filets expérimentaux. La température de l'eau était de 21.07^{o}C.

Le lac ne peut constituer qu'un milieu de transition pour les poissons. Sa végétation inondable, les herbiers et la végétation aquatique offrent des aires d'alevinage intéressantes pour les grands brochets. La faible profondeur du lac expose les individus plus gros à la prédation.

Dans l'émissaire du lac B-6, l'eau devient de plus en plus profonde en direction aval. On y trouve des herbiers, de grands bassins et une végétation arbustive de myrique baumier. Cette partie offre un lieu adéquat à la survie du poisson.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.8.

Tableau 8.8 Paramètres physico-chimiques du lac B-6

Lac B-6		
Date	25/03/11	12/07/11
Longitude	18U0567763	18U0567742
Latitude	5517529	55174482
Profondeur (m)		0.20
pH		8.37
°C		21.07
Pression atmosphérique (Mbar)		942.0
Conductivité à 25° (µS/cm)		99
Solides totaux dissous (tds ppm)		49
Salinité (Sal)		0.05
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)		310
Oxygène dissous (DO %)		71.9
Oxygène dissous (DO mg/l)		6.74
Résistivité (KΩ. cm)		9.3
Conductivité ambiante (µS/cmA)		95



Photo 8.23 : lac B-6; grande zone de végétation riveraine à l'est du lac où croissent sphaigne, carex, myrique baumier, cassandre caliculé. Le lac est en train de disparaître.



Photo 8.24 : lac B-6; vallisnéries et nénuphars dans vingt centimètres d'eau sur fond boueux.



Photo 8.25 : lac B-6 à l'entrée du tributaire en provenance des lacs Denis et B-7.



Photo 8.26 : tributaire du lac B-6 en provenance des lacs Denis et B-7. Fond boueux parsemé de roches. Les carex, nénuphars et vallisnéries forment une végétation aquatique dense en aval du second barrage de castors d'à peine 30 cm de hauteur. On distingue le deuxième barrage en haut au centre gauche de la photo.

8.3.2.4 Lac B-3

Le lac B-3, son tributaire et la majeure partie de son émissaire seront éliminés afin de faire place aux haldes de stériles et de résidus grossiers. De l'amont vers l'aval, il draine les eaux des lacs Denis, B-8, B-7 et B-6. Un second tributaire collecte les eaux des lacs B-14, B-13, B-12 et B11. Le lac B-3 mesure un peu plus de 300 mètres de longueur. C'est un lac entouré d'une grande plaine de végétation inondable qui bénéficie d'un bon régime hydrique.

Le tributaire comme l'émissaire du lac offrent une végétation inondable propice à la reproduction du grand brochet et une végétation aquatique de nénuphars, de potamots et de vallisnérie. Les profondeurs des cours d'eau sont plus importantes et souvent le double de celles de la section lacustre. Les rivières atteignent 1,4 mètre de profondeur alors que la plus grande profondeur enregistrée dans le lac était de 0,7 mètres (figure 8.6). Le fond est constitué de matière organique.

Tout le secteur de l'émissaire jusqu'au premier rapide à quelques 400 mètres en amont du lac constitue un milieu où les poissons peuvent se déplacer en tout temps. Le barrage de castors implanté à l'arrivée de l'émissaire au lac Jean est le seul obstacle. Il est tout de même franchissable en période de crue.

Lors des travaux de terrain en mars 2011, le lac était gelé jusqu'au fond aux deux points d'échantillonnage. Le lac est impropre à la survie hivernale de toute espèce de poisson. La pêche expérimentale effectuée en juillet 2011 a permis la capture de trois grands brochets (Esox lucius) et de huit meuniers noirs (Catostomus commersonii) au bout de vingt et une heures de pêche au filet maillant expérimental. Les longueurs totales des brochets varient de 265 à 340 mm, celles des meuniers de 218 à 328 mm. Aucun poisson n'a été capturé dans les cinq nasses. L'état du milieu à l'hiver 2011 et les résultats de la pêche à l'été 2011 démontrent clairement qu'en période hivernale les poissons délaissent le lac et séjournent uniquement dans le tributaire et l'émissaire du lac B-3. Ce lac offre des conditions de survie saisonnière à une population réduite de brochets de petites tailles. Le réseau hydrologique du lac joue un rôle important pour la survie du poisson par ses fosses et l'apport d'une eau fraîche et abondante. L'émissaire a une relation étroite avec le lac Jean. Il constitue notamment une bonne zone de reproduction pour le brochet du nord.

Le débit du tributaire a été mesuré le 16 juillet 2011 au petit rapide qui est situé à environ 400 mètres du lac B-3. Le débit était alors de 0.120 m^3/s. Un échantillon de sédiments a été prélevé dans le lac B-3 aux coordonnées 18U0567870, 5518796.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* en juillet 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.9.

Tableau 8.9 Paramètres physico-chimiques du lac B-3

Lac B-3	
Date	15/07/11
Longitude	18U0567879
Latitude	5518785
Profondeur (m)	45 CM
pH	7.82
°C	19.32
Pression atmosphérique (Mbar)	949.9
Conductivité à 25° (µS/cm)	49
Solides totaux dissous (tds ppm)	25
Salinité (Sal)	0.02
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	33.2
Oxygène dissous (DO %)	91.1
Oxygène dissous (DO mg/l)	7.76
Résistivité (KΩ. cm)	20.3
Conductivité ambiante (µS/cmA)	44

Figure 8.6 Bathymétrie du lac B-3

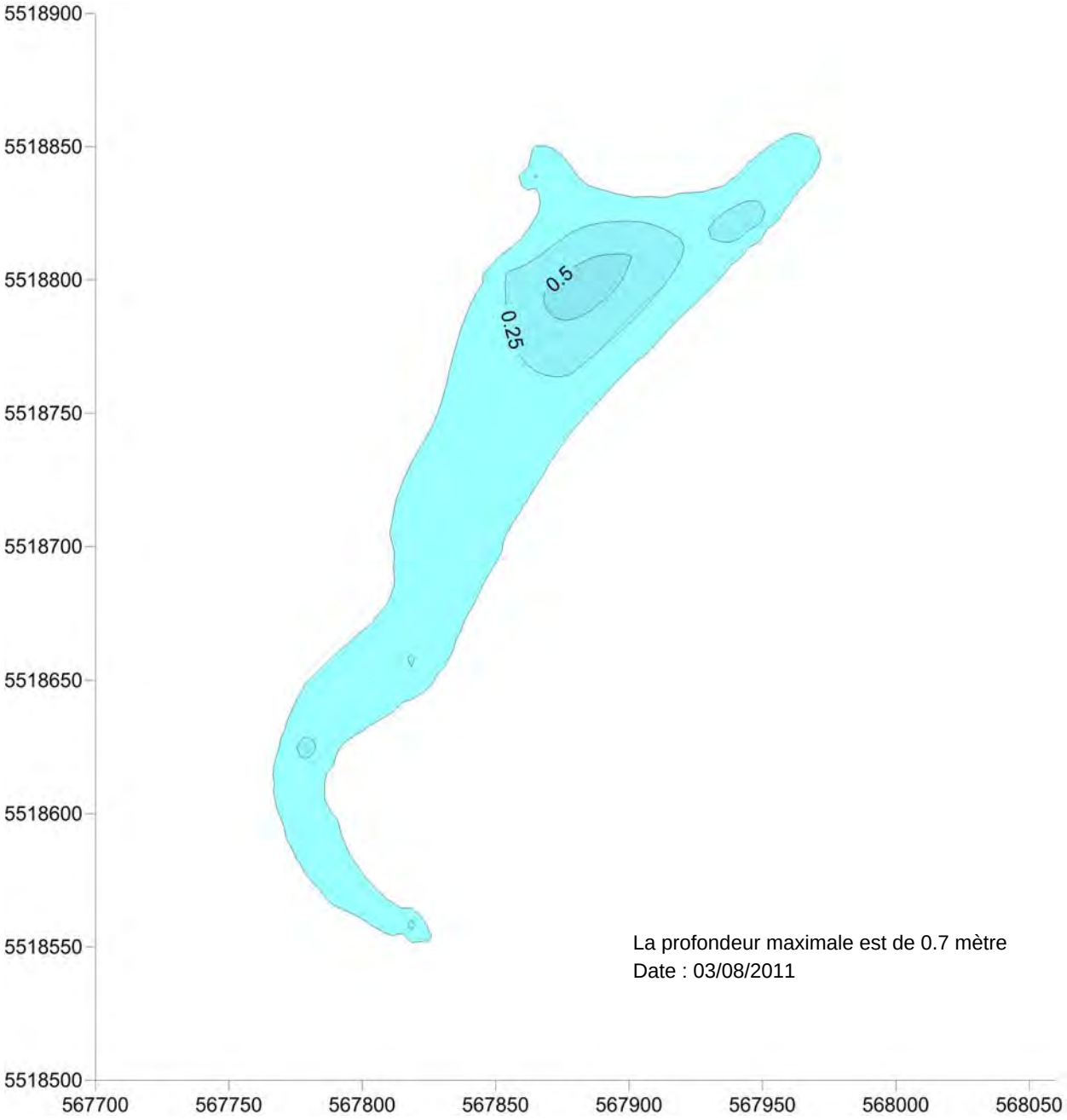




Photo 8.27 : lac B-3 de la rive ouest du lac.



Photo 8.28 : lac B-3, de la rive est du lac vers l'émissaire.



Photo 8.29 : lac B-3; plaine inondable partie est (Mathew Wapachee).



Photo 8.30 : lac B-3; végétation riveraine de carex, de cassandres et de myriques baumiers.



Photo 8.31 : tributaire du lac B-3 (Matthew Wapachee); le secteur est abondamment fréquenté par l'orignal.



Photo 8.32 : tributaire du lac B-3 près de la section du petit rapide amont du tributaire; le cours d'eau n'a plus de plaine inondable.

8.3.3 Sous réseau des Montagnes

Le sous-réseau des montagnes est aussi associé au réseau hydrographique du lac Jean. Sa désignation vient du fait que les eaux de ce sous-bassin dévalent sur quelques 65 mètres avant d'atteindre le lac B-6 et de se joindre au tributaire commun qui se dirige vers le lac Jean. De l'amont vers l'aval, le sous-réseau comprend les lacs B-14, B-13, B-12 et B-11 (figure 8.2).

8.3.3.1 Lac B-14

Le lac B-14 est appelé à disparaître de même que ses tributaires et son émissaire pour laisser place aux infrastructures du parc de résidus fins. Ce lac a environ 420 m de longueur. Il est situé dans une zone montagneuse, plus précisément au pied d'une haute colline et au nord-est du lac Denis. C'est un lac de tête : il a deux tributaires dont l'un draine deux petits étangs d'une tourbière minérotrophe. Son émissaire rejoint les eaux des lacs B-13, B-12 et B-11.

Sauf dans sa partie sud, le lac est entouré d'une grande plaine inondable et inondée. L'eau recouvre les carex et les myriques baumier. La végétation aquatique du lac comprend des nénuphars, des joncs et de la vallisnérie. La partie nord est un vaste marais où coulent les deux tributaires. Alors que le marais n'a tout au plus qu'une dizaine de centimètres de profondeur, les canaux des tributaires ont une profondeur variant de 40 cm à un mètre. Dans ces canaux, on trouve une végétation aquatique de nénuphars.

La dynamique de ces canaux est indépendante des marais environnants. En hiver, le gel de la surface du marais avoisinant isole les canaux et bloque la décomposition. Cette dynamique explique le haut niveau d'oxygène dissous de 5,25 ppm enregistré dans le lac B-14 en mars 2011. Ce niveau permet la survie d'espèce comme la truite mouchetée.

Le tributaire principal à l'ouest est alimenté par deux mares de tourbières minérothrophes. De l'amont vers l'aval, il coule successivement sur un lit de sédiments fins puis, en cascades dans un terrain très ouvert. Le lit de cette section de quelques 100 mètres est constitué de pierres et de gravier. Le débit enregistré à l'été 2011 est de 0,026m^3/s. Les tourbières à l'amont agissent comme des éponges qui libèrent leurs eaux lentement. Le parcours vers l'aval au niveau de petites cascades, assure l'oxygénation de l'eau. Le lit de ce tributaire est adéquat pour la fraie de l'omble de fontaine.

Un barrage est implanté à la jonction de l'émissaire et du lac : il a environ 90 cm de hauteur et il dépasse la surface de l'eau d'une dizaine de cm. En aval d'une vingtaine de mètres, un second barrage forme un bassin de 20 mètres de longueur et de 7 mètres de largeur. Plus bas, le ruisseau devient sinueux et peu profond et coule sur un fond de roches. Le débit mesuré en juillet 2011 est de 0,060 m^3/s.

À l'été 2011, ce lac a fait l'objet de pêche expérimentale, de mesures physico-chimiques, d'un échantillonnage de sédiments et d'un relevé bathymétrique. L'échantillon de sédiments a été

prélevé à 18U 0569379 et 5517233. La bathymétrie (figure 8.7) a révélé une très faible profondeur moyenne de 0.7 m et une profondeur maximale de 1.0 m.

Un mulet perlé (Margariscus margarita) et quatorze ombles de fontaine (Salvelinus fontinalis) ont été capturés dans le filet expérimental. Les quatre nasses contenaient trois autres ombles de fontaine et 132 cyprinidés (dont 127 dans une seule nasse). Les cyprinidés n'ont pas été comptés à l'espèce : ils incluaient des mulets perlés (Margariscus margarita) et des ventre rouge du Nord (Phoxinus eos). Les quatorze ombles de fontaine de la pêche expérimentale mesuraient de 132 à 285 mm de longueur totale. Un omble a été retourné au lac. Les treize ombles conservés comptaient neuf femelles, deux mâles et deux individus au sexe indéterminé. Des insectes étaient présents dans les contenus stomacaux de deux ombles. Les onze autres ombles avaient l'estomac vide.

Le lac B-14 bénéficie d'un écosystème qui favorise l'omble de fontaine. Sa faible profondeur n'interfère pas avec la capacité de survie des ombles : les chenaux peuvent constituer des aires de refuge en hiver ou durant les rares canicules.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.10.

Tableau 8.10 Paramètres physico-chimiques du lac B-14

Lac B-14		
Date	23-03-11	08-07-11
Longitude	18U569401	18U569373
Latitude	55171219	5517214
Profondeur (m)	0.8	0.5
pH		8.77
°C	0.18	18.06
Pression atmosphérique (Mbar)		
Conductivité à 25° (µS/cm)	77	56
Solides totaux dissous (tds ppm)	38	28
Salinité (Sal)	0.04	0.03
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	-58.3	20.6
Oxygène dissous (DO %)	38.3	70.1
Oxygène dissous (DO mg/l)	5.25	6.52
Résistivité (KΩ. cm)		
Conductivité ambiante (µS/cmA)		

Figure 8.7 Bathymétrie du lac B-14

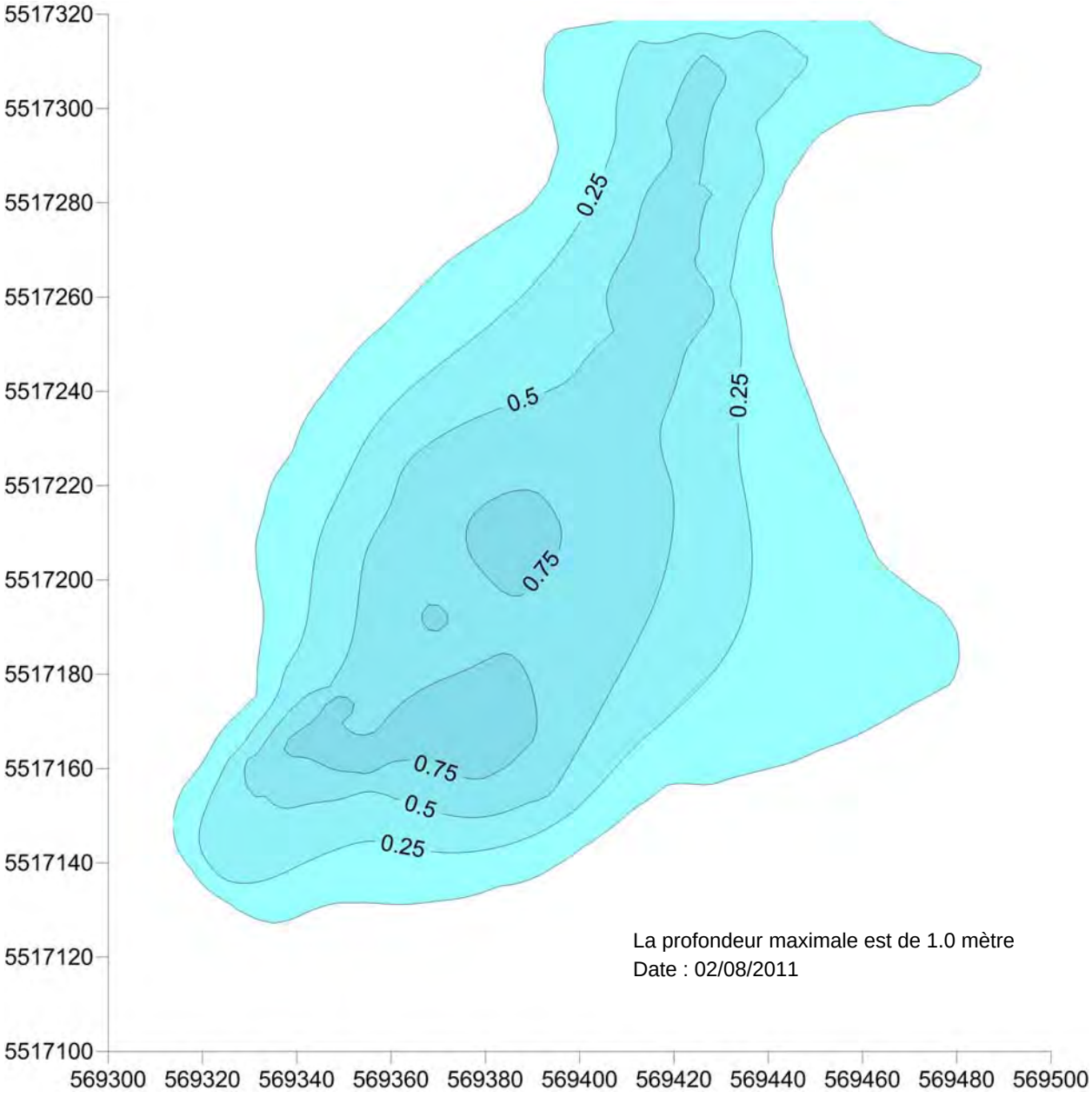




Photo 8.33 : barrage de castor à l'émissaire du lac B-14



Photo 8.34 : une partie des 17 ombles de fontaine capturés dans le lac B-14; trois ont été prises dans les nasses et 14 au filet. Les nasses ont aussi récoltées cent trente-deux cyprinidés.



Photo 8.35 : panorama de la partie centre et de la partie nord du lac B-14. La végétation riveraine est une plaine inondée où émergent carex et myrique baumier.



Photo 8.36 : chenal du tributaire principal du lac B-14 bordé de carex et de myrique baumier.



Photo 8.37 : tributaire principal du lac B-14; vue vers l'amont de la tourbière minérotrophe qu'il draine et de la colline qui l'alimente.



Photo 8.38 : tributaire principal en amont du lac B-14 en milieu ouvert. Eaux limpides et lit de roches et de gravier.



Photo 8.39 : une des deux mares de la tourbière minérotrophe se déversant dans un tributaire du lac B-14.

8.3.3.2 Lac B-13

La partie nord du lac B-13 se situe dans l'axe de la digue de retenue prévue pour le parc à résidus fins. Cette portion du lac sera donc remblayée.

Le lac B-13 mesure environ 280 mètres de longueur : c'est un lac de tête. Il est entouré de vastes prairies inondables, plus particulièrement à sa partie nord. Ses eaux vont rejoindre le lac B-12 pour alimenter, après plusieurs petits rapides et cascades, le lac B-6. Un très petit tributaire est situé au nord-est du lac. Sa largeur varie entre 5 et 20 cm. La lame d'eau de quelques mm d'épaisseur coule à peine. La faible profondeur et les débris végétaux ne permettent pas de mesurer le débit. L'émissaire est accessible par un chenal à l'ouest de la grande plaine d'inondation de la partie nord du lac. Il se rétrécit pour s'élargir à nouveau juste en avant d'un très vieux barrage de castors envahi par la végétation. Les eaux de l'émissaire à la hauteur du barrage étaient stagnantes en juillet 2011.

La profondeur moyenne du lac est d'environ un mètre. Il comprend cependant des fosses qui vont jusqu'à 2,9 mètres (figure 8.8). Ceci peut soustraire les poissons au gel sans nécessairement leur procurer d'oxygène pour l'hiver. En effet, en mars 2011, après avoir foré la glace du lac B-13, une odeur de souffre se dégageait du trou foré et le multimètre indiquait 0.0 ppm d'oxygène dissous. L'ORP était de - 90.7. À l'été 2011, une forte odeur de soufre se dégageait encore lorsque la boue était remuée.

Les 4 et 5 juillet, un filet expérimental a été installé dans une fosse de plus de 1,5 mètre de profondeur dans la partie sud du lac. Cinq nasses ont aussi été appâtées. Deux mulets perlés (Margariscus margarita) ont été capturés au filet pour un temps de pêche de 20 heures 11 minutes. Les cinq nasses ont permis la capture de 675 cyprinidés. La plupart des cyprinidés ont été relâchés et quelques-uns ont été mis dans le formol pour une identification ultérieure. Deux espèces sont présentes dans le lac, soit le mulet perlé (Margariscus margarita) et le ventre rouge du nord (Phoxinus eos). C'est le Phoxinus qui prédomine nettement dans les captures.

La survie des poissons dans ce plan d'eau peut tenir à certaines caractéristiques du milieu comme des zones de profondeur dans les ruisseaux (ce qui n'est pas le cas ici) ou à des adaptations physiologiques méconnues de certains cyprinidés[3]. Ce lac nous a révélé l'extrême prudence à exercer avant de juger un plan d'eau non propice à la survie des poissons.

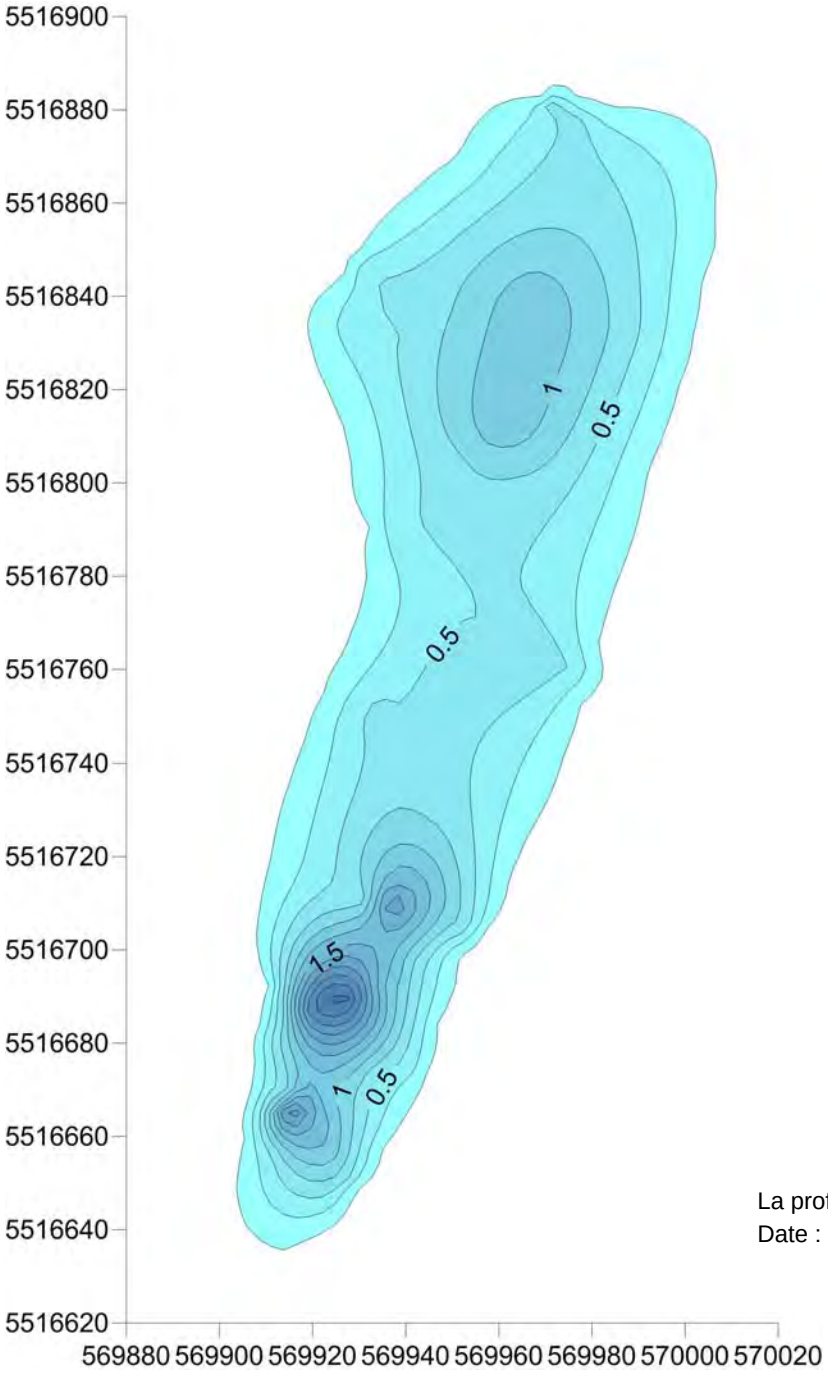
[3] En Europe, le carassin (un gros cyprinidé) survit au gel des étangs jusqu'en profondeur en s'enfouissant dans la vase. http://sitewebseille.fr/pages_flash/poissons_seille.htm *« En hiver le carassin hiberne ! »* Il s'enfonce presque complètement dans la vase et supporte ainsi le gel du fond de l'eau. Il stoppe presque ses fonctions vitales et ne renaît à la vie qu'avec le retour du printemps.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.11.

Tableau 8.11 Paramètres physico-chimiques du lac B-13

Lac B-13		
Date	29/03/11	04/07/11
Longitude		
Latitude		
Profondeur (m)	0.9	0.7
pH		8.56
°C	0.41	21.49
Pression atmosphérique (Mbar)		
Conductivité à 25° (µS/cm)	58	41
Solides totaux dissous (tds ppm)	29	21
Salinité (Sal)	0.03	0.02
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	-90.7	45.1
Oxygène dissous (DO %)		88.2
Oxygène dissous (DO mg/l)		7.15
Résistivité (KΩ. cm)		
Conductivité ambiante (µS/cmA)		

Figure 8.8 Bathymétrie du lac B-13



La profondeur maximale est de 2.9 mètres
Date : 02/08/2011



Photo 8.40 : lac B-13; détails de la plaine inondable de carex et de myriques baumiers. Baie sud du lac B-13. La plaine de ce lac est très



Photo 8.41 : baie sud du lac B-13; végétation inondable de carex, de myriques baumiers, de cassandres caliculé, et le lac dans toute sa



Photo 8.42 : lac B-13 ; chenal menant au vieux barrage de castor de l'émissaire du lac. Le plan d'eau en avant du barrage n'est qu'un reliquat.



Photo 8.43 : lac B-13; plaine inondable de la zone de l'émissaire. Végétation de carex et de myriques baumiers et sol spongieux (Matthew Wapachee)



Photo 8.44 : lac B-13; végétation inondable de la baie nord du lac B-13. Linaigrettes, cassandres, myriques et carex.



Photo 8.45 : lac B-13; tributaire au nord-est du lac B-13, abords de carex et de myriques baumiers. Le cours d'eau se perd avant les arbres à la lisière de la forêt.



Photo 8.46 : lac B-13; ventres rouges du nord et mulets perlés.



Photo 8.47 : lac B-13 rive partie centre ouest du lac B-13 (Charlie Bossum).

8.3.3.3 Lacs B-11 et B-12

Ces deux lacs contigus se drainent vers le lac B-6. Le lac B-11 est situé dans l'axe de la digue du bassin de polissage et va donc disparaître sous cette infrastructure. Le lac B-12 est positionné à la fois dans l'axe de la digue et au niveau de l'aire de travail du bassin de polissage. Ce lac disparaîtra sous ces infrastructures.

Lac B-11

Il est le plus petit des deux. Il a toutes les caractéristiques d'un lac de tourbière. Il a cependant un petit émissaire qui se draine dans le tributaire du lac B-12. Il n'a pas de tributaire organisé. Ce lac est un étang ovoïde d'environ 80 mètres de longueur entouré d'un tapis de sphaignes. Le lac lui-même est une mare dans cette tourbière. En mars 2011, la glace a été forée jusqu'à la boue sans rencontrer d'eau.

Une seconde visite à l'été 2011 a confirmé que le lac ne dépasse pas 30 cm de profondeur. En bordure croissent des ményanthes trifoliés, des carex, des myriques baumiers, des utriculaires et quelques cassandres. Le sol y est tellement spongieux que l'approche est délicate. Des carex et des nénuphars colonisent la boue de la mare. Entre les touffes de végétation, la profondeur de l'eau ne dépasse pas la plupart du temps une vingtaine de centimètres.

L'émissaire qui rejoint le tributaire du lac B-12 a une cinquantaine de mètres de longueur. À la sortie du lac, il mesure 30 cm de largeur et son lit est de boue. Le débit est de 0,002 m^3/s.

Une nasse a été installée dans une partie de la mare qui forme une petite enclave herbeuse qui reçoit des eaux de drainage. Le fond du lac est constitué de la boue crevassée qui s'élève en plaques: le lac semble connaître de sévères périodes d'étiage. Il ne dépasse pas ou très peu les 30 centimètres de profondeur.

Le 31 juillet 2011, 20 ventres rouges du nord (Phoxinus eos) et 5 mulets perlés (Margariscus margarita) ont été capturés dans le lac. Le lac B-13 est un habitat aquatique marginal ou l'eau est absente en hiver comme à certaines périodes de l'été. C'est le tout petit émissaire de ce lac qui, par son lien avec le lac B-12, permet aux cyprinidés de transiter dans ce milieu souvent inhabitable.



Photo 8.48 : lac B-11; un étang dans une tourbière encastré entre des collines. Les carex, les nénuphars et quelques ményanthes trifoliés colonisent la boue de la mare.



Photo 8.49 : vue vers l'amont du lac B-11. Sur un tapis spongieux croissent des myriques baumier et des cassandres caliculés.



Photo 8.50 : l'émissaire du lac B-11; largeur de 30 cm bordé de carex, d'utriculaires et de myriques baumier.



Photo 8.51 : plaques de boue dans le fond du lac B-11 à l'endroit le plus profond de la mare (30 cm).

Lac B-12

Le lac B-12 se situe dans la même plaine tourbeuse, à une cinquantaine de mètres au nord-est du lac B-11 (figure 8.2). En mars 2011, ce lac était tout comme le lac B-11 gelé jusqu'au fond.

Lors de la visite au terrain à l'été 2011, le plan d'eau qui, sur la carte, a environ 200 mètres de longueur, connaît un étiage anormal qui réduit la profondeur de ses eaux. Une partie du fond est même exposée. La végétation aquatique est composée de potamots, de joncs, de nénuphars et de vallisnérie. La boue et des rochers forment le fond. Dans la partie du lac qui est près de l'émissaire, les eaux deviennent plus profondes. La largeur du lac est plus restreinte et la profondeur atteint 60 cm. À l'émissaire, un vieux barrage de castors n'est plus fonctionnel. L'eau coule en dessous du barrage, à même le fond du lac.

Le tributaire du lac en provenance du lac B-13 arrive sur un lit rocheux dans une baie au sud-est du lac. Vers l'amont, le tributaire serpente dans la tourbière sur un fond où la matière organique est plus importante. Le débit à l'arrivée de l'émissaire du lac B-11 atteint 0,016m^3/s. Le tributaire a souvent une bonne largeur et n'offre aucun obstacle jusqu'à sa zone de rétrécissement près de l'orée de la forêt, à quelques 500 mètres en amont. Le fond y est surtout constitué de pierres et d'un peu de matière organique; on y trouve aussi du gravier.

Une partie du filet expérimental a été mis en place dans la section étroite et profonde qui précède l'émissaire. Après 21 heures et 23 minutes de pêche, 4 ombles de fontaine (Salvelinus fontinalis) y sont capturés. Leur longueur totale varie de 185 à 200 mm. Dans les quatre nasses, un omble de fontaine de 152 mm de longueur totale, 322 ventres rouges du nord (Phoxinus eos) et 7 mulets perlés (Margariscus margarita) ont été capturés.

Le lac B-12 est donc propice aux poissons. Son tributaire permet la reproduction des ombles de fontaine et constitue aussi pour cette espèce, une zone de refuge ou de transition. Ce cours d'eau permet aussi une transition d'habitats pour les cyprinidés jusqu'au lac B-11.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14 sont donnés au tableau 8.12.

Tableau 8.12 Paramètres physico-chimiques des lacs du secteur montagneux du bassin du lac

LACS	B-11	B-11	B-12	B-12	B-13	B-13	B-14	B-14
Date	23/03/11	30/07/11	23/03/11	30/07/11	23/03/11	04/07/11	23/03/11	08/07/11
Longitude	18U0568716	18U0568703	18 U 568919	18U0568904	18U0569961	18U056924	18 U 569401	18U0569373
Latitude	5516440	5516436	5516587	5516594	5516800	5516707	55171219	5517214
Profondeur (m)		20 CM		30 CM	0.9	70 CM	0.8	0.5
Paramètres	BOUE		BOUE					
pH		7.81		7.69	- 6.8	8.56	- 6.8	8.77
°C		18.68		19.56	0.41	21.49	0.18	18.09
Pression atmosphérique (Mbar)		944.6		943.1	956.0	937.2	958.3	939.2
Conductivité à 25° (µS/cm)		93		74	58	41	77	56
Solides totaux dissous (tds ppm)		55		37	29	21	38	28
Salinité (Sal)		0.05		0.03	0.03	0.02	0.04	0.03
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)		35.1		35.7	- 90.7	45.1	- 58.3	20.6
Oxygène dissous (DO %)		69.7		79.9	0	88.2	38.3	70.1
Oxygène dissous (DO mg/l)		5.95		6.77	0	7.15	5.25	6.52
Résistivité (KΩ. cm)		10.8		11.9		24.6		18.9
Conductivité ambiante (µS/cmA)		82		66		38		



Photo 8.52 : vue d'ensemble du lac B-12 à partir de la section amont à l'émissaire. Les nénuphars et les joncs dominent la végétation aquatique. La végétation riparienne est composée principalement de carex et de myrique baumier.



Photo 8.53 : partie amont du lac B-12. L'étiage découvre une partie du fond du lac composée de boue et de roches. Dans cette section, la profondeur ne dépasse pas 30 cm.



Photo 8.54 : lac B-12; potamots, vallisnéries, nénuphars et joncs offrent leurs supports de protection et de nourriture aux populations de cyprinidés et d'ombles de fontaine.



Photo 8.55 : section du lac B-12 près de l'émissaire; elle offre une certaine profondeur (jusqu'à 60 cm) dans une surface cependant plus restreinte.



Photo 8.56 : tributaire du lac B-12 à son arrivée dans le lac. Le fond du ruisseau y est très rocheux alors que les rives sont de tourbe et de boue.



Photo 8.57 : le lac B-12; plus en amont le tributaire devient plus profond et serpente dans la plaine. Des joncs et des potamots forment la végétation aquatique.



Photo 8.58 : décharge du lac B-12. Au niveau de la zone brune à la gauche, recouverte de végétation herbacée, on distingue le vieux barrage de castors qui laisse échapper l'eau.



Photo 8.59 : partie supérieure du tributaire du lac B-12, dans le secteur où il est rejoint par l'émissaire du lac B-11. Fonds de roches et de sédiments, rive tourbeuse recouverte de myrique et de carex. Ce cours d'eau est un passage et un refuge pour les cyprinidés du lac B-11.



Photo 8.60 : tributaire de B-12 dans la section amont où il coule entre les pierres en se rétrécissant, à l'orée de la forêt qui borde la vaste tourbière porteuse de l'environnement immédiat des lacs B-11 et B-12.

8.3.3.4 Émissaire commun des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14.

À quelques 150 mètres en aval du lac B-12, les eaux des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14 se rejoignent pour se diriger vers le lac B-6. Tous ces lacs sont porteurs d'une faune piscicole dont deux, les lacs B-12 et B-14, ont des populations d'ombles de fontaine. L'émissaire dévale en direction ouest un secteur montagneux en rapides et cascades. Les lacs B-12 et B-11 sont à une altitude approximative de 465 mètres, le lac B-13 à 495 mètres (± 2m) et le lac B-14 à 475 mètres (± 2m). Ces plans d'eau et leur réseau seront occupés par les infrastructures du bassin de polissage, par la fosse, une aire de circulation et les résidus grossiers qui seront préalablement déposés sur une plate-forme pour être éventuellement récupérés.

Le ruisseau a fait l'objet d'une pêche électrique le 19 juillet 2011. Les stations de pêche se situent en amont et en aval d'un chemin forestier parallèle à la fosse et au pied de la montagne. Ce secteur sera occupé par une importante aire de travail confinée entre le parc de résidus grossiers et la fosse.

À l'amont du chemin, une chute infranchissable bloque la montaison des poissons. Le fond est constitué de blocaux, de blocs (250 à 500 mm), de galets (80 à 250 mm) et de cailloux (40 à 80 mm). À l'aval, le fond est constitué de sable à 80 % et de gravier à 20 %. À l'intérieur du plan d'eau créé par un barrage de castors, le fond est constitué de matière organique.

En amont du chemin forestier, 3 ombles de fontaine (Salvelinus fontinalis) de 61 à 150 mm ont été capturés et en aval, 4 ombles de fontaine de 48 à 157 mm et 7 cyprinidés non identifiés à l'espèce mais du genre Phoxinus. Leurs tailles variaient entre 63 et 68 mm.

La capture des ombles de fontaine, compte tenu de leur présence dans les lacs B-14 et B-12, constitue une suite logique prévisible. Leurs tailles, particulièrement celles des plus petits, révèlent de bonnes conditions de reproduction pour l'espèce. Ce ruisseau est le seul du secteur du projet où est implanté l'omble de fontaine. Il se distingue de tous les autres par sa forte dénivelée et son fond rocailleux. Il revivifie les eaux du lac B-6.



Photo 8.61 : émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. Station de pêche électrique en amont du chemin forestier.



Photo 8.62 : émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. Station de pêche électrique en amont du chemin forestier.



Photo 8.63 : omble de fontaine capturé dans l'émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14 (avec les barres transversales de fretin).



Photo 8.64 : émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. Station de pêche électrique amont chemin forestier.



Photo 8.65 : émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14. Station de pêche électrique en amont du chemin forestier.



Photo 8.66 : émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14 en aval du chemin forestier.



Photo 8.67 : ombles de fontaine et phoxinus sp. provenant de l'émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14.



Photo 8.68 : émissaire des lacs B-11, B-12, B-13 et B-14 en aval du chemin forestier.

8.3.4 Lac A-1

Le lac A-1 recevra via le lac B-1 les eaux du lac Denis qui seront remises à l'environnement. Le lac B-1 est intercalé entre la partie supérieure de l'émissaire du lac Bernadette et la partie sud du lac Jean. Il a environ un kilomètre de longueur et son émissaire rejoint après un kilomètre de parcours le ruisseau Villefagnan. La profondeur maximale enregistrée est de 1,9 mètre. Le lac A-1 ne bénéficie que d'un tout petit bassin hydrographique. Les lacs B-1 et B-2, qui l'alimentent, étaient en mars 2011 gelés jusqu'au fond ou presque et sans oxygène. Le maximum d'oxygène dissous enregistré au lac A-1 était alors de 1,05 mg/L.

En mai 2011, 21 heures et 25 minutes de pêche, ont permis la capture de six grands brochets (Esox lucius) et de deux meuniers noirs (Catostomus commersonii). Trois des brochets ont été relâchés sans être mesurés à cause des conditions de levée de filet précaires dans le canot. Deux des brochets capturés avaient été prédigérés par des congénères. La longueur totale des brochets mesurés varie de 330 à 562 mm. Les meuniers capturés sont de très bonne taille (508 et 580 mm) et en excellente condition de chair. Celui de 508 mm de longueur totale pesait 2,06 kg; celui de 580 mm (LT) a été relâché sans être pesé. La longueur maximale à la fourche (LF) atteinte au Canada selon McPhail et Lindsey (1970) est de 645 mm[4].

Ce lac n'est pas assez profond pour permettre une introduction de dorés, mais il permet la survie d'une population de grands brochets et la croissance des meuniers noirs. Le plus faible ratio de meuniers par rapport aux brochets a été relevé dans ce lac. Les herbiers du lac sont relativement limités; on les trouve en quantité restreinte à proximité de l'émissaire et à un degré moindre près du tributaire. Ils sont cependant suffisants pour permettre la reproduction des brochets. Sur le plan piscicole, ce lac offre un potentiel limité.

Le 27 juillet 2011, un échantillon de sédiments a été prélevé près du tributaire issu de lac B-1. Une mesure de débit a aussi été prise (0,40m^3/s). Les données physico-chimiques enregistrées *in situ* en mars et en mai 2011 sont présentées au tableau 8.13. Fait à souligner, Le bassin hydrographique du lac A-1, en plus d'avoir une faible superficie, est implanté dans un milieu organique. Le pH, bien que plus faible que celui de la plupart des plans d'eau du secteur est tout de même supérieur à 7.

[4] P 582 Scott et Crossman 1974

Tableau 8.13 Paramètres physico-chimiques lac A-1

LAC A-1					
Date	22/03/11	22/03/11	22/03/11	20/05/11	(21/05/11)
Longitude	18U0567808	18U 567888	18 U 567704	18U0567562	18U0567870
Latitude	5520573	5520739	5520350	5520221	5520746
Profondeur (m)	1.9	1.9	1.2	0.7	0.7
Paramètres					
pH	7.06	7.99	8.03	7.21	7.39
°C	2.30	2.59	1.60	19.22	15.47
Pression atmosphérique (Mbar)	971.5	971.1	971.5	955.28	959.9
Conductivité à 25° (µS/cm)	48	48	52	30	29
Solides totaux dissous (tds ppm)	24	24	26	15	14
Salinité (Sal)	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	-13.9	- 46.4	-13.4	241.7	181.2
Oxygène dissous (DO %)	7.0	0	8.2		85.9
Oxygène dissous (DO mg/l)	0.94	0	1.05	9.47	8.14
Résistivité (KΩ. cm)				33.9	34.8
Conductivité ambiante (µS/cmA)				26	24
Oxygène dissous (DO %*2)	0		4.6		
Oxygène dissous (DO mg/l*2)	0		0.61		

*deuxième lecture



Photo 8.69 : rive du lac A-1; cassandres caliculés, éricacées, myriques baumiers et peuplement forestier d'épinettes noires.



Photo 8.70 : végétation riveraine de cassandres caliculé et de myriques baumiers, tributaire du lac A-1.



Photo 8.71 : lac A-1; meunier noir (Catostomus commersonii) avec embonpoint.



Photo 8.72 : lac A-1; émissaire en été, végétation aquatique de jonc, de carex et de potamots (juillet 2011).

8.3.4.1 Lacs B-1 et B-2

Les lacs B-1 et B-2 se situent à l'ouest de la zone d'implantation du projet. Ces lacs et leur bassin sont indirectement touchés par le projet minier. Le tributaire du lac B-1 recevra en effet les eaux excédentaires du lac Denis qui seront remises à l'environnement. Le lac B-1 est un petit lac étroit d'environ 300 mètres de longueur. Son tributaire est intermitent et son émissaire rejoint celui du lac B-2. Ils alimentent tous deux le lac A-1 (figure 8.2).

En mars 2011, le lac B-1, sous un couvert de glace de 1,1 mètre, était gelé jusqu'au fond. Au point d'échantillonnage du lac B-2, un peu d'eau et de boue étaient sous-jacents à la couche de glace. L'électrode de la sonde multiparamètre ayant gelé, il n'a pas été possible d'enregistrer le pH. La bathymétrie effectuée en juillet 2011 au lac B-1 (figure 8.9) a révélé une profondeur maximale de 0,6 mètres.

À l'été 2011, un filet expérimental mis en place pendant 19 heures 41 minutes au lac B-1 n'a permis la capture d'aucun poisson. Les cinq nasses utilisées ont permis la capture de 158 ventres rouges du Nord (Phoxinus eos), 39 mulets perlés (Margariscus margarita) et 3 épinoches à cinq épines (Culea inconstans). Des dytiques à l'état larvaire ou adulte, des léthocères et des sangsues ont aussi été recueillis dans les nasses. Les captures de poissons fourrages dans des milieux jugés totalement marginaux en hiver se sont avérés fréquentes dans les lacs étudiés.

Le débit de l'émissaire du lac au moment de l'inventaire estival était d'environ 0,006 m^3/s. Le tributaire du lac était à toute fin pratique stagnant. Aucun mouvement d'eau n'a été décelé mais une odeur de soufre émanait de la boue. Des traces fraîches d'orignaux ont été notées aux abords de l'émissaire de même qu'en bordure du lac.

Le lac B-1 a un caractère nettement eutrophe. Plusieurs des éléments de sa flore, carex, trèfle d'eau, linaigrettes, utriculaires sont typiques des tourbières. Dans la moitié du lac, des plaques de végétation aquatique flottent à la surface ou se maintiennent dans la colonne d'eau. Ce lac n'est pas propice aux espèces sportives de poissons. Il constitue cependant un habitat d'intérêt pour l'orignal.

Un échantillon de sédiments a été prélevé. Les coordonnées du prélèvement sont 18U 0567130 et 5518185. Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.14.

Le lac B-2 n'a pas été inventorié à l'été 2011.

Figure 8.9 Bathymétrie du lac B-1



Tableau 8.14 Paramètres physico-chimiques les lacs B1 et B2

Lacs B-1 et B-2	B-1	B-1	B-2
Date	22/03/11	20/07/11	22/03/11
Longitude	18U0567135	18U 0567134	18U0567146
Latitude	5518189	5518203	5518809
Profondeur	1.1M GLACE		1M. DE GLACE
Paramètres	*		**
pH		7.19	
°C		17.89	.06
Pression atmosphérique (Mbar)		938.2	974.1
Conductivité à 25° (µS/cm)		58	3
Solides totaux dissous (tds ppm)		28	2
Salinité (Sal)		0.03	0
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)		22.3	- 14
Oxygène dissous (DO %)		70.2	0
Oxygène dissous (DO mg/l)		6.15	0
Résistivité (KΩ. cm)		7.3	
Conductivité ambiante (µS/cmA)		49	

* Gelé jusqu'au fond.
** Gelé presque jusqu'au fond. Boue et eau. Électrode du pH gelé.



Photo 8.73 : rive est du lac B-1 : caractère nettement eutrophe.



Photo 8.74 : lac B-1; myrique baumier, cassandre caliculé, utriculaire : un tapis spongieux imbibé d'eau.



Photo 8.75 : lac B-1; des traces fraîches d'orignaux au niveau du tributaire.



Photo 8.76 : émissaire du lac B-1 dans un long marécage tourbeux.

8.3.5 Ruisseaux de la zone de transbordement ferroviaire

En juillet 2011, le secteur de transbordement ferroviaire a fait l'objet de pêches électrique. Toutes les stations sont localisées à proximité de la voie ferrée. (voir figure 8.10).

La pêche à deux stations adjacentes au tributaire est du lac Pierre a permis la capture de deux meuniers noirs. Le fond du fossé est constitué de matière organique. Il est colonisé par des plantes submergées. La pêche sur le plus grand tributaire au nord du lac Pierre a permis la capture de 7 meuniers noirs en amont du ponceau de la voie ferrée. Le fond est constitué de matière organique et présente aussi des blocs rocheux, des cailloux et du gravier. Aucun poisson n'a été capturé en aval du ponceau. De l'amont vers l'aval, le fond est constitué de sable, de gravier puis de matière organique. La présence d'herbiers et de plantes aquatiques caractérise les habitats. Les fossés en bordure de la voie ferrée ont aussi été pêchés mais sans résultats.

De légers films d'huile à la surface de mares fermées ont été remarqués dans le fossé le long de la voie ferrée.

Figure 8.10 Pêche électrique – zone de transbordement ferroviaire

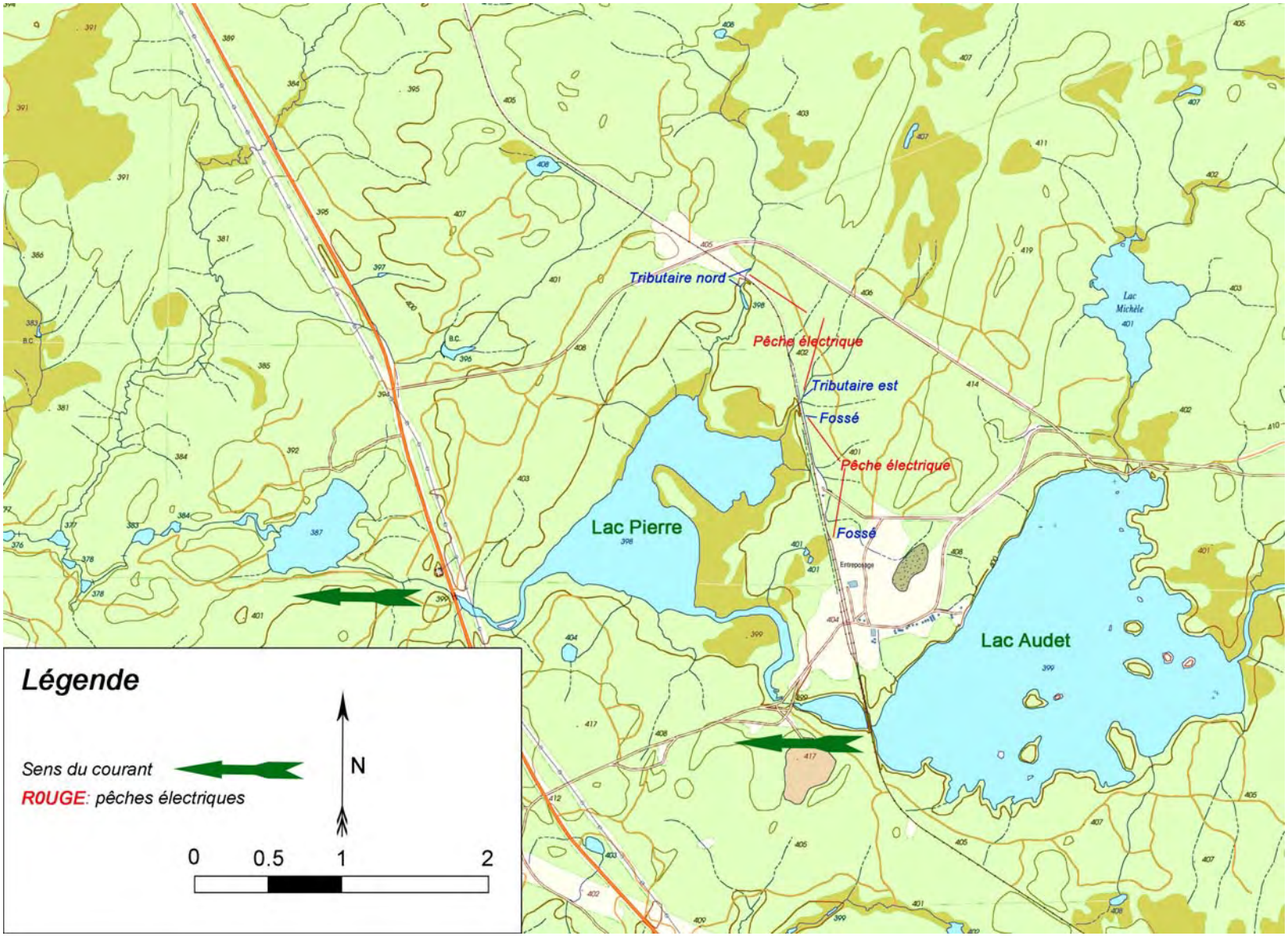




Photo 8.77 : tributaire est du lac Pierre



Photo 8.78 : tributaire est du lac Pierre



Photo 8.79 : tributaire nord du lac Pierre, en amont du ponceau



Photo 8.80 : tributaire nord du lac Pierre en aval du ponceau

8.3.6 Ruisseau du futur camp de construction

Un ruisseau intermittent (figure 8.11) est localisé à proximité du futur camp de construction. Ce ruisseau de moins de 20 cm de largueur ne coule que sur quelques mètres pour disparaître sous la tourbe. Compte tenu de sa taille, de l'absence d'un lit structuré et de l'enchevêtrement des arbustes, ce ruisseau peut être considéré comme non habitable pour le poisson.

8.3.7 Tributaires du lac Yvette

Les trois tributaires du lac Yvette ont fait l'objet d'une pêche électrique. Les stations de pêche sont situées à proximité du réseau de chemins qui l'entourent (médaillon de la figure 8.2). Ces sites ont été inventoriés puisque le chemin d'accès à améliorer dans ce secteur peut passer d'un côté comme de l'autre du lac.

Les deux premières stations de pêche sont situées au sud du lac. Ce sont de petits tributaires qui forment des baies à leur arrivée dans le lac. Ils sont situés au nord-est d'un dépôt de résidus miniers réaménagé de la mine Lemoine. La station de pêche dans le tributaire sud-est est située à environ 200 mètres de ces résidus. La station de la baie sud-ouest en est éloignée de 400 mètres. La dernière station de pêche est située au nord-ouest sur le principal tributaire du lac Yvette.

Dans toutes ces stations, l'eau était de couleur rougeâtre. Des surcharges[5] répétées ont mis hors tension l'équipement de pêche électrique. La conductivité de l'eau est trop grande à tous les endroits pour permettre l'utilisation du matériel de pêche électrique.

Aucun poisson n'a été capturé. Cette conductivité est liée à la forte présence d'ions. Leur provenance peut être liée à des conditions géologiques locales.

[5] Techniquement une surcharge arrive quand la puissance de sortie de la pêche électrique dépasse 2000 watts. La force du courant a été diminuée à plusieurs reprises sans succès. La surcharge de l'appareil dépassait toujours les 2000 watts.

Figure 8.11 Ruisseau intermittent du futur camp de construction

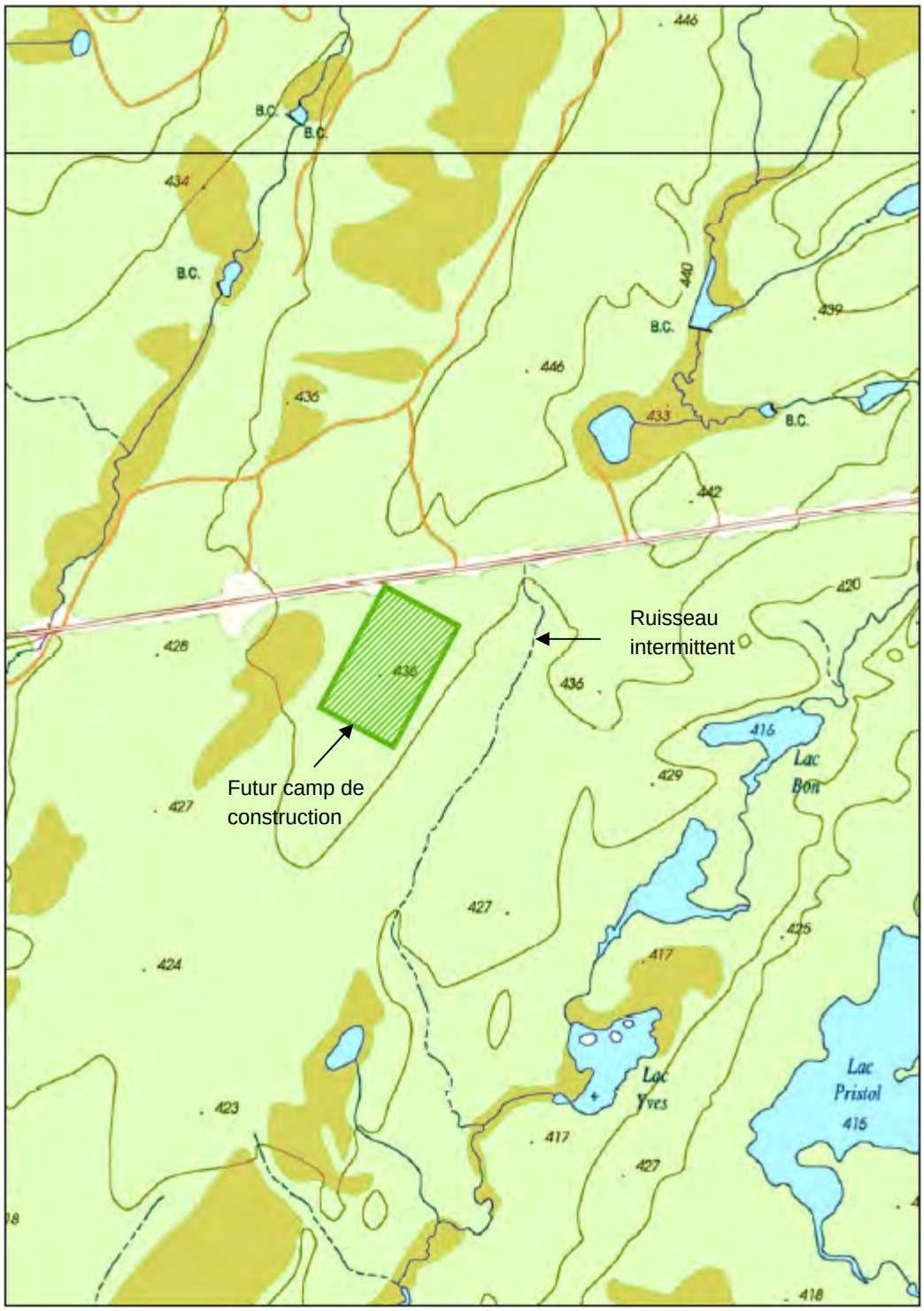




Photo 8.81 : tributaire du lac Yvette



Photo 8.82 : tributaire du lac Yvette

8.4 RÉSEAUX HYDROGRAPHIQUES TÉMOINS

Trois sous-réseaux hydrographiques témoins se situent en périphérie immédiate du projet. Il s'agit des réseaux du lac Bernadette, des lacs Coil-B-5 et du ruisseau Villefagnan. Ces trois sous-réseaux ont des caractéristiques distinctes tant par l'importance de leur bassin versant que par les espèces qui y habitent. On trouve de plus des habitats lentique (Bernadette, Coil-B-5) et lotique dans le ruisseau Villefagnan. Le ruisseau Villefagnan, quoique identifié comme milieu témoin, est décrit à la section 8.9 qui traite des secteurs d'aménagements compensatoires.

8.4.1 Lac Bernadette

Le lac Bernadette est situé à l'ouest de la zone d'implantation des infrastructures minières. Il n'est pas touché par le projet. Ce lac de 2,4 km de longueur draine de l'amont vers l'aval les eaux du lac Yvette et des lacs B-15, B-16 et B-17. Son émissaire rejoint la rivière Armitage (figure 8.2).

En mars 2011, les taux d'oxygène enregistrés au lac Bernadette variaient de 1.82 à 3.40 mg/L. Ce niveau d'oxygène permet la survie hivernale de plusieurs espèces et est sûrement influencé par le grand bassin hydrographique du lac.

En mai 2011, le lac a fait l'objet d'un échantillonnage à l'aide d'un filet expérimental, de nasses et de pêche à la ligne. Les principaux paramètres physico-chimiques ont été enregistrés *in situ* (tableau 8.15). La pêche de 22 heures 30 minutes au filet expérimental a permis la capture de 12 grands brochets dont les longueurs totales varient de 507 à 637 mm et les poids de 0,69 à 1,38 kilos. La pêche à la ligne n'a pas donné de résultats et les nasses ont permis la récolte d'une lotte (Lota lota) d'environ 100 mm de longueur et de plusieurs larves de libellules. Les contenus stomacaux identifiables des 12 grands brochets (Esox lucius) étaient constitués à 65% de larves de libellules, de 4 poissons non identifiables à l'espèce, d'un petit brochet (Esox lucius) et d'une lotte de 120 mm de longueur. Les captures limitées à douze grands brochets (Esox lucius) et à une lotte (Lota lota) démontrent la très faible présence de poissons fourrages. L'importance des larves de libellules et la présence d'un brochet et d'une lotte dans les contenus stomacaux, la taille relativement petite et semblable des grands brochets tendent à confirmer cette lacune dans la chaîne alimentaire.

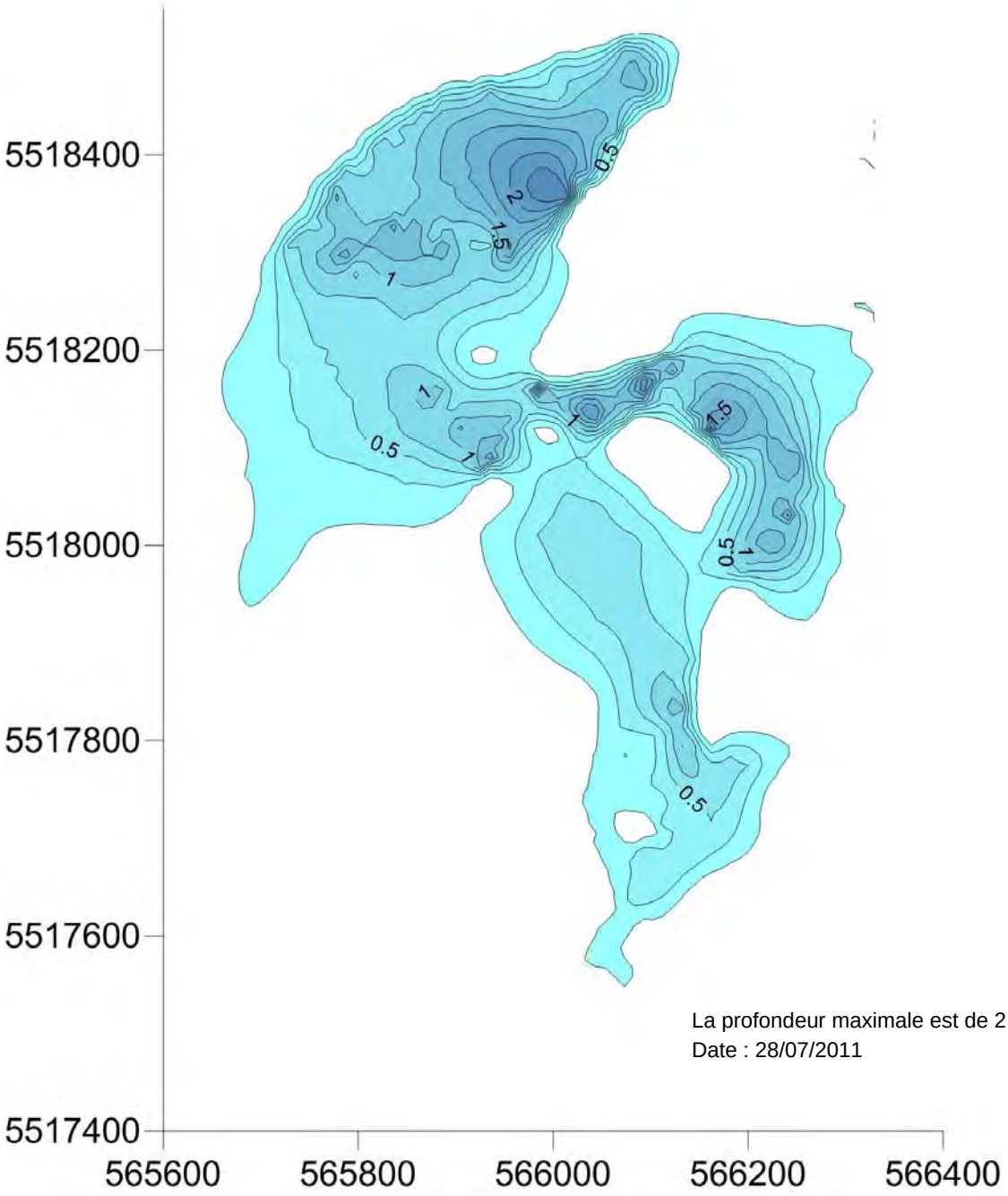
La pêche électrique du 20 juillet 2011, dans deux stations du tributaire principal, révèle la présence de nombreuses lottes et de mulets perlés (Margariscus margarita) et aussi de brochetons. Les deux tributaires et l'émissaire offrent des grands herbiers et une végétation inondable très propice à la reproduction du grand brochet. Une famille de loutres est active au niveau du tributaire principal et un castor y a aussi été observé. Le tributaire est riche en végétation aquatique (nénuphars, vallisnéries et potamots). Des remous causés par des brochets de petites tailles ont été notés à plusieurs reprises. Tout comme dans les autres cours d'eaux avoisinants, la végétation inondable est constituée de carex et de graminées. La

végétation arbustive riveraine est dominée par le myrique baumier et la cassandre caliculée. Un barrage de castor est implanté à l'émissaire.

En juillet 2011, un échantillon de sédiments a été prélevé dans la baie sud-est du lac à proximité de l'île sise à l'embouchure de son tributaire. Un relevé bathymétrique de la baie sud du lac a également été réalisé. La profondeur y est généralement de moins de 1 m. Une profondeur de 2,6 mètres a tout de même été enregistrée. La carte bathymétrique de la partie sud du lac est présentée à la figure 8.12.

Mise à part l'absence possible de poissons fourrage, ce lac offre un milieu propice pour le grand brochet. La faible profondeur du lac restreint toutefois l'adaptation du doré. Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques du lac Bernadette sont donnés au tableau 8.15.

Figure 8.12 Bathymétrie de la partie sud du lac Bernadette



La profondeur maximale est de 2.6 mètres
Date : 28/07/2011

Tableau 8.15 Paramètres physico-chimiques du lac Bernadette

Lac Bernadette							
Date	21/03/11	21/03/11	21/03/11	21/03/11	22/05/11	22/05/11	22/05/11
Longitude	18U0566533	18U566395	18U565834	18U566734	18U0566446	18U0566518	18U0566949
Latitude	5518704	5518521	5518239	5519297	5518824	5518342	5519961
Profondeur (m)	2.05	1.9	0.9	1.8	0.60	0.60	0.60
Paramètres							
pH	8.99	7.84	7.25	7.20	7.27	7.33	7.5
°C	2.99	1.72	1.27	1.14	16.34	14.77	16.91
Pression atmosphérique (Mbar)	968.4	968.2	962	967.9	955.3	953.3	951.9
Conductivité à 25^{o} (µS/cm)	92	81	104	81	37	64	47
Solides totaux dissous (tds ppm)	46	41	52	41	19	32	24
Salinité (Sal)	0.04	0.04	0.05	0.04	0.02	0.03	0.02
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	- 8.6	- 54.7	- 84.7	- 91.9	105.5	64.2	12.0
Oxygène dissous (DO %)	14.6	16.2	25.8	16.9	82.8	79.2	75.0
Oxygène dissous (DO mg/l)	1.82	2.15	3.40	2.22	7.73	7.63	6.70
Résistivité (KΩ. cm)					27.6	15.6	21.5
Conductivité ambiante (µS/cmA)					31	51	40



Photo 8.83 : tributaire sud du lac Bernadette, avec sa végétation inondable



Photo 8.84 : végétation inondable du lac Bernadette près de son émissaire et végétation aquatique au fond



Photo 8.85 : barrage de castor et végétation inondable à l'émissaire du lac Bernadette



Photo 8.86 : grands brochets du lac Bernadette, petits et du même groupe d'âge

8.4.1.1 Lacs B-15, B-16, B-17, leurs émissaires, et le ruisseau Bernadette

Les lacs B-15, B-16 et B-17 ne sont pas touchés par l'implantation du projet. Les lacs B-15 et B-16 se situent à l'est du projet et au sud du lac Bernadette (figure 8.2). Leurs deux émissaires s'unissent et vont rejoindre le ruisseau Bernadette à environ 200 m de son arrivée dans le lac. Ce ruisseau est le tributaire principal du lac puisqu'il reçoit également les eaux du lac Yvette qui est un lac de tête situé beaucoup plus au sud. Le lac B-17 est un tout petit étang au sud du lac Bernadette. Il n'a plus d'émissaire et ses eaux s'écoulent via le tapis végétal dans la baie sud du lac Bernadette.

Lac B-15

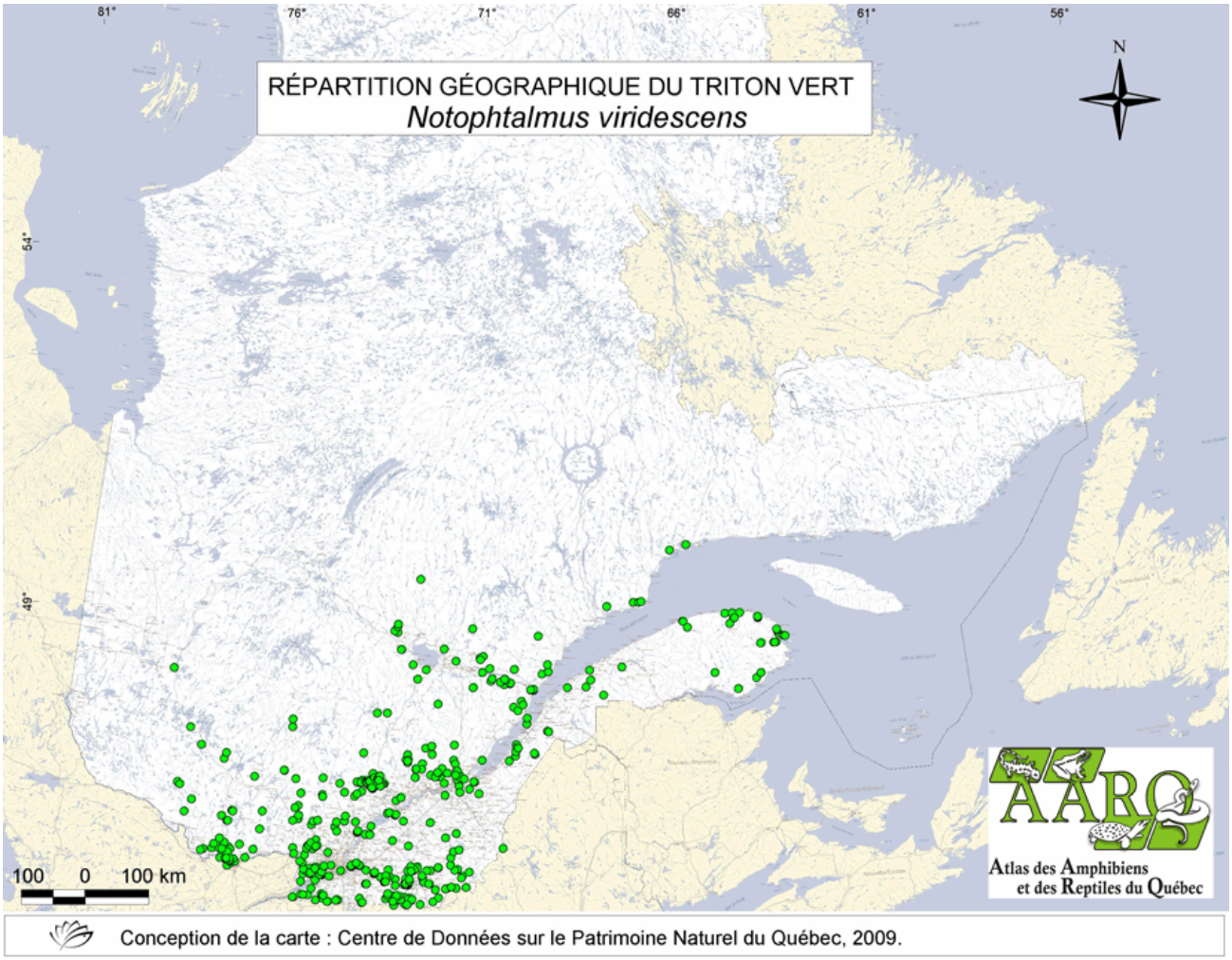
Le lac B-15 a environ 300 m de longueur; il n'a pas de tributaire et son émissaire disparaît dans la tourbe pour réapparaître environ 200 m plus loin près de sa jonction avec l'émissaire du lac B-16. Le lac est entouré d'une tourbière flottante. Il comprend deux sections : la première est ouverte et ovoïde et la seconde au nord forme une petite baie allongée.

Un filet expérimental et cinq nasses y ont été installés le 14 juillet 2011. Les 22 heures de pêche au filet et les cinq nasses n'ont rapporté aucun poisson. La nasse localisée près de l'émissaire a cependant capturé un triton vert à points rouges (Notopthalmus viridescens viridescens). Le triton vert à points rouges est une espèce commune mais non répertoriée encore dans la région du lac Chibougamau (Figure 8.13). L'identification formelle a été réalisée par Sébastien Rouleau, M.Sc. biologiste, Coordonnateur Recherche et conservation à la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent.

Un relevé bathymétrique du lac a également été réalisé en juillet 2011 (figure 8.14). La bathymétrie révèle des profondeurs généralement inférieures à un mètre dans la petite baie nord mais une fosse de 5,2 m est présente dans la partie principale. Des analyses physico-chimiques ont été effectuées à un point précis mais à deux profondeurs distinctes, soit à 0,30 m et à 3,6 m. Les résultats des analyses physico-chimiques sont présentés au tableau 8.12. Des échantillons de sédiments ont aussi été prélevés non loin de la rive. Il est intéressant de noter les écarts de température qui vont de 19.86^{o}C en surface à 8.70^{o}C à 3.6 mètres de profondeur. Pour les deux profondeurs, l'indice ORP passe de 30.9 à -131 et l'oxygène dissous varie de 6,23 ppm à 1,72 ppm avec des taux de saturation de 72,6% et de 0,3 %. La vie en profondeur est donc impossible dans ce plan d'eau pour la faune piscicole. La stratification du lac est aussi perceptible au niveau des paramètres de conductivité, de TDS et de salinité. Les résultats des mesures effectuées in situ à l'été 2011 pour les pirncipaux paramètres physico-chimiques du lac B-15 sont donnés au tableau 8.16.

L'émissaire du lac est au départ très restreint, puis s'ouvre et se referme entièrement. Le débit n'est pas mesurable. C'est un émissaire résiduel, que la sphaigne a recouvert et qui présente quelques trous d'eau épars qui rejoignent sous la tourbe le canal formé par sa jonction avec les eaux de drainage du lac B-16. Les eaux du lac B-15 émergent de la tourbière environnante. Les eaux en profondeur du lac B-15 sont prisonnières. En effet, leur niveau est bien plus bas que celui du lac Bernadette en aval. Le lac est une vaste et profonde mare de tourbière.

Figure 8.13 Répartition géographique du triton vert à points rouges (Notophatlmus viridescens)



Cette carte provient du site web de l'AARQ, l'atlas des Amphibiens et des reptiles du Québec

Figure 8.14 Bathymétrie du lac B-15

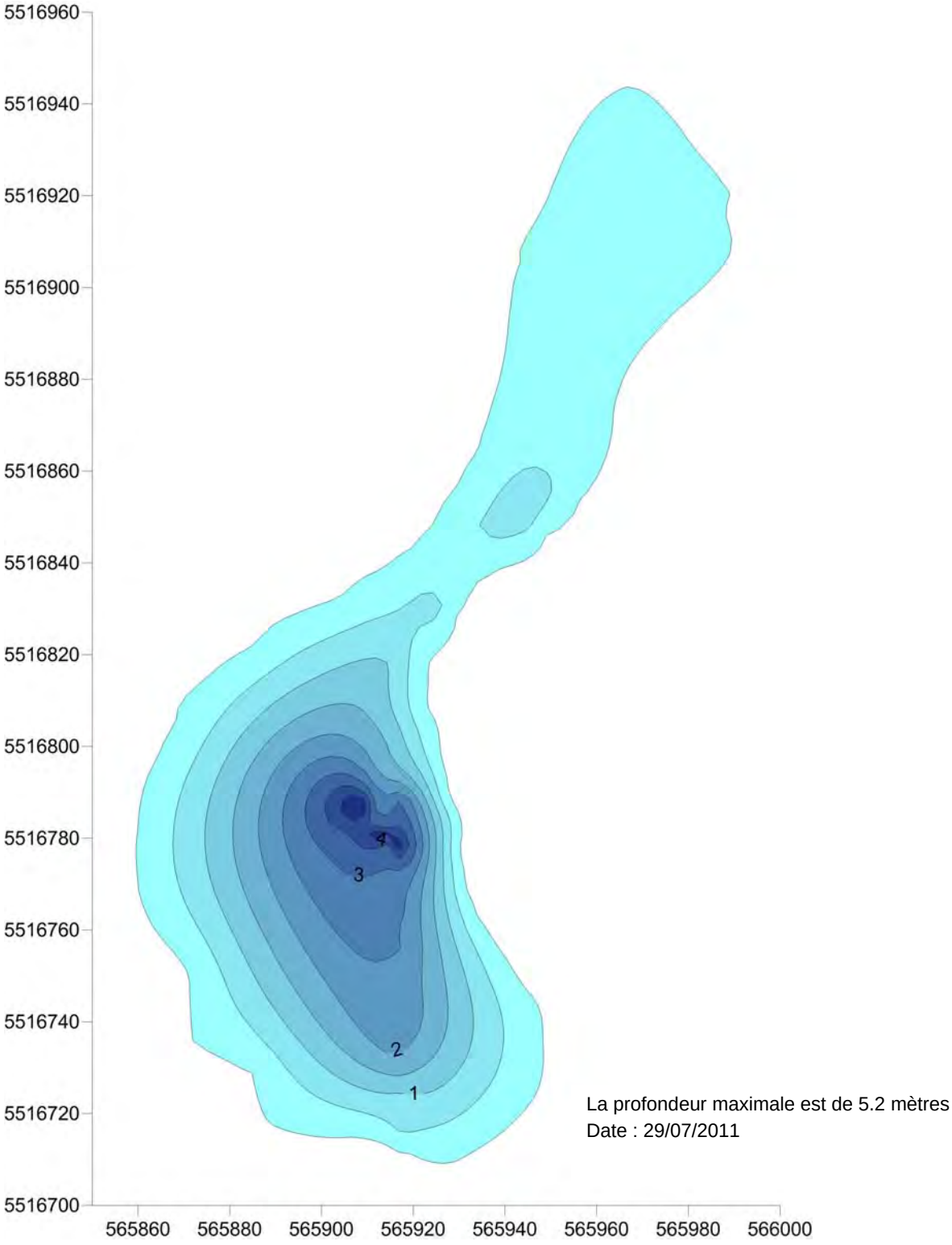


Tableau 8.16 Paramètres physico-chimiques du lac B-15

Lac B-15		
Date	14/07/11	14/07/11
Longitude	18U056592	18U056592
Latitude	5516717	5516717
Profondeur (m)	3.6	.30
pH	7.84	7.85
Paramètres		
°C	8.70	19.86
Pression atmosphérique (Mbar)	955.2	955.1
Conductivité à 25° (µS/cm)	324	124
Solides totaux dissous (tds ppm)	164	62
Salinité (Sal)	0.13	0.06
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	-131	30.9
Oxygène dissous (DO %)	0.3	72.6
Oxygène dissous (DO mg/l)	1.72	6.23
Résistivité (KΩ. cm)	15.9	8.1
Conductivité ambiante (µS/cmA)	227	112



Photo 8.87 : lac B-15 et son environnement de tourbière. Les rives flottent sur l'eau. Les cassandres caliculés, les myriques baumiers, les kalmias et les carex forment la végétation riveraine avec les épinettes noires et plusieurs autres plantes caractéristiques de tourbières.



Photo 8.88 : triton vert à points rouges.

Lac B-16

Le lac B-16 se situe à environ 120 m à l'est du lac B-15. Il en est séparé par une tourbière. Le lac B-16 n'a pas d'émissaire proprement dit, ni de tributaire. Il se draine sous la tourbe et ses eaux rejoignent un émissaire environ 200 mètres plus loin par infiltration à travers la sphaigne. L'étang d'environ 100 m ne dépasse pas 50 cm de profondeur et plusieurs îlots de sphaignes colonisés par la végétation ponctuent sa surface. Cette végétation est typique d'une tourbière.

L'eutrophisation du lac est avancée. Aucune pêche n'y a été effectuée. C'est un étang de tourbière qui ne peut pas supporter de poissons.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.17.

Tableau 8.17 Paramètres physico-chimiques du lac B-16

Lac B-16	
Date	15/07/11
Longitude	18U056933
Latitude	5516799
Profondeur (m)	0.25
pH	7.16
Paramètres	
°C	21.98
Pression atmosphérique (Mbar)	954.6
Conductivité à 25° (µS/cm)	496
Solides totaux dissous (tds ppm)	216
Salinité (Sal)	0.21
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	13.6
Oxygène dissous (DO %)	70.8
Oxygène dissous (DO mg/l)	5.89
Résistivité (KΩ. cm)	2.2
Conductivité ambiante (µS/cmA)	476



Photo 8.89 : étang B-16 et ses îlots. La rive de la mare repose sur un tapis de sphaigne très profond. La végétation aquatique comprend des nénuphars et des ményanthes trifoliés. En avant-plan, carex et linaigrette.



Photo 8.90 : étang B-16; épinettes et mélèzes âgés mais à l'état nain sur un tapis de sphaignes, carex, cassandres et une riche végétation aquatique. Îlots de sphaignes sur la mare

8.4.1.2 Émissaire commun aux lacs B-15 et B-16

Les eaux des lacs B-15 et B-16 n'ont plus d'émissaires structurés : le premier est absent et le second est résiduel. Ils se drainent sous la tourbe et forment de courts chenaux qui se rejoignent dans un chenal principal.

Le parcours de ce chenal commun est entouré de végétation inondable, particulièrement en aval près de l'embouchure, mais aussi dans les secteurs les plus en amont. Les cassandres caliculés et les carex y forment l'essentiel de la végétation riveraine. La profondeur du cours d'eau varie de 30 à 60 cm. Le fond est essentiellement constitué de matière organique. De jeunes brochets ont été observés dans le tiers aval du parcours.

Le 27 juillet 2011, deux nasses ont été installées dans ce chenal. Les 34 heures et 49 minutes de pêche avec les nasses n'ont donné aucun résultat. Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés (tableau 8.18) et un échantillon de sédiments a été prélevé. L'échantillon de sédiments contenait beaucoup de matière organique en décomposition. Il a été impossible de prendre des mesures de débit, le courant étant imperceptible.

Tableau 8.18 Paramètres physico-chimiques – émissaire commun B-15 et B-16

Lac B-15 et B-16	
Date	28/07/11
Longitude	18U0565795
Latitude	5517003
Profondeur (m)	
pH	7.93
Paramètres	
°C	14.56
Pression atmosphérique (Mbar)	948.8
Conductivité à 25° (µS/cm)	67
Solides totaux dissous (tds ppm)	34
Salinité (Sal)	0.03
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	21.3
Oxygène dissous (DO %)	24.6
Oxygène dissous (DO mg/l)	2.39
Résistivité (KΩ. cm)	
Conductivité ambiante (µS/cmA)	



Photo 8.91 : ruisseau provenant des secteurs du lac B-15 et B-16 dans sa partie amont à environ 200 m au sud-ouest du lac B-16; beaucoup de végétation inondable. Les cassandres forment l'essentiel de la végétation arbustive; c'est un signe caractéristique d'un milieu de tourbière.



Photo 8.92 : le chenal commun drainant les eaux des lacs B-15 et B-16, près de l'emplacement de la seconde nasse.

8.4.1.3 Lac B-17

Le lac B-17 est un petit lac de tourbière. Sa longueur est d'environ 75 m. Il forme un triangle aux pointes très arrondies. Il n'a pas de tributaire ni d'émissaire, bien qu'à l'embouchure du ruisseau Bernadette, un reliquat d'affluent pointe en sa direction et que la carte au 1:20 000 du MRNF en indique un. Les eaux du lac B-17, à l'instar des lacs B-15 et B-16 s'écoulent très lentement par la tourbière qui l'entoure. La végétation aquatique comprend des nénuphars, des ményanthes trifoliés et des carex. La zone de végétation riparienne est très courte; elle comprend des carex et beaucoup de cassandres caliculés. Un peuplement d'épinettes noires entoure la tourbière.

Le lac a été pêché au filet et à l'aide de nasses en juillet 2011. Des relevés physico-chimiques (tableau 8.19), un prélèvement de sédiments et un relevé bathymétrique complet (figure 8.15) y ont été effectués. Par rapport aux lacs avoisinants, la profondeur de l'étang est surprenante puisqu'il atteint 3,2 m.

Les 21 heures et 24 minutes de pêche au filet expérimental n'ont donné aucun résultat. Les trois nasses utilisés n'ont aussi pris aucun poisson : ils ont cependant rapporté un gros têtard, deux hyménoptères du genre Lethocerus et treize tritons verts à points rouges (Notopthalmus viridescens viridescens). Les captures du triton vert à points rouges effectuées sont parmi les premières mentions de l'espèce au nord que la région de Chibougamau.

Tableau 8.19 Paramètres physico-chimiques du lac B-17

Lac B-17	
Date	27/07/11
Longitude	18U0567489
Latitude	5517466
Profondeur (m)	2.0
pH	8.18
°C	19.56
Pression atmosphérique (Mbar)	445.1
Conductivité à 25° (µS/cm)	117
Solides totaux dissous (tds ppm)	57
Salinité (Sal)	0.05
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	33.2
Oxygène dissous (DO %)	84.2
Oxygène dissous (DO mg/l)	7.05
Résistivité (KΩ. cm)	8.5
Conductivité ambiante (µS/cmA)	104

Figure 8.15 Bathymétrie du lac B-17

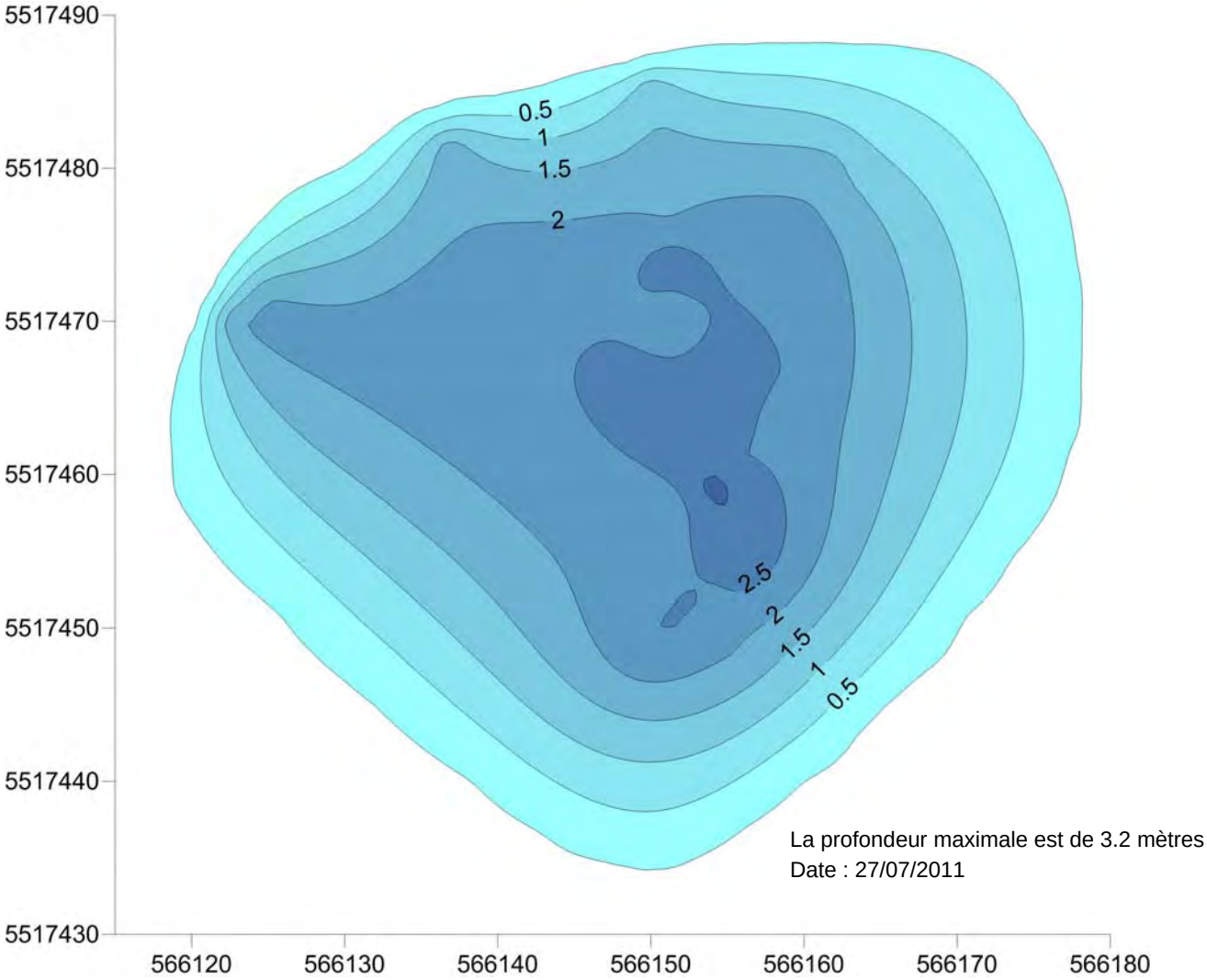




Photo 8.93 : lac B-17; cassandres caliculés et carex forment l'essentiel de la zone de transition entre la rive et la forêt. Ményanthes trifoliés, utriculaires, et nénuphars colonisent le fond

8.4.1.4 Ruisseau Bernadette

Le ruisseau Bernadette draine les eaux du lac Yvette et celles de lacs de petites tailles situés sur son parcours. Il coule sur un terrain très plat. Il est le principal tributaire du lac Bernadette.

En aval, le ruisseau Bernadette joue un rôle important dans l'écologie du lac du même nom. Sa partie inférieure est le lieu le plus propice à la reproduction de grand brochet. Deux loutres y ont été observées, une hutte de castors ainsi qu'un castor un peu plus en amont sur la rivière. Cette section du tributaire est riche en végétation aquatique (nénuphars, vallisnéries et potamots). On y observe aussi, comme dans les autres cours d'eaux avoisinants, une végétation inondable de carex et de graminées et une végétation arbustive riveraine de myriques baumiers et de cassandres caliculés avec quelques mélèzes dans les lieux ouverts.

Plusieurs petits brochets ont été observés dans ce cours d'eau. Le débit mesuré le 29 juillet 2011 était de 0,171 m^3/s. Le cours d'eau a fait l'objet d'une pêche électrique à deux stations. La pêche électrique à la première station a permis la capture de 7 mulets perlés (Margariscus margarita) de 42 à 101 mm de longueur totale et de 7 lottes (Lota lota) de 116 à 147 mm de longueur totale. À la station en aval, 2 mulets perlés, 2 lottes et 2 brochets (Esox lucius) ont été capturés. Les grands brochets mesuraient 78 et 79 mm de longueur. Ceci confirme la reproduction des ésocidés dans le secteur du lac Bernadette.



Photo 8.94 : un bassin sur le ruisseau Bernadette.



Photo 8.95 : station de pêche sur le ruisseau Bernadette, partie aval du chemin.

8.4.2 Lacs Coil (B-4) et B-5

Les lacs Coil (B-4) et B-5 sont localisés en périphérie nord de la zone d'implantation du projet minier. Ces lacs, de même que leur petit bassin hydrographique, ne sont pas touchés par le projet. Ils sont contigus, ont des habitats semblables et communiquent sans aucune restriction. Ils forment une chaîne avec le lac Jean et les lacs B-3, B-6, B-7 et B-8 de même qu'avec une partie du ruisseau Villefagnan. Ce réseau constitue un vaste ensemble biotique sans barrière majeure.

Les lacs Coil et B-5 se drainent dans la baie nord-est du lac Jean par un petit cours d'eau méandreux sur lequel des castors ont dressé un barrage tout près de son embouchure. L'ouvrage surélève le niveau ce cours d'eau d'au moins 60 cm, l'élargit considérablement et rend le ruisseau canotable jusqu'au lac B-5, en amont du lac B-4. Le cours d'eau a une longueur approximative de deux kilomètres.

Le lac Coil a environ 280 mètres de longueur et forme un rectangle aux formes arrondies. Le lac B-5 s'étend sur 180 mètres et a une forme ovoïde; il est beaucoup plus petit que son voisin. Comme en fait foi la carte bathymétrique (figure 8.16), le lac Coil a généralement moins de 1 m de profondeur et atteint un maximum de 1,9 m. Quant au lac B-5, sa profondeur moyenne est de 0,5 mètres (figure 8.17). Elle atteint cependant par endroit 1,4 et un 1,5 mètres. Les fonds des deux lacs sont essentiellement constitués de boue et de matières organiques.

En mars 2011, les taux d'oxygène mesurés étaient de 3,34 ppm au lac B-4 et de 3,39 ppm pour le lac B-5. Ces taux d'oxygène dissous figuraient parmi les meilleurs des lacs inventoriés.

Des filets expérimentaux et des nasses ont été installés dans ces plans d'eau. Dans le lac B-4, les 23 h 15 minutes de pêche ont permis la capture de quatre grands brochets (Esox lucius), treize meuniers noirs (Catostomus commersonii) et une perchaude (Perca flavescens). La longueure totale des brochets variait de 290 à 491 mm et leur poids de 170 grammes à 800 grammes. Le plus grand brochet avait un meunier dans l'estomac. Ses congénères avaient l'estomac vide. La longueur totale des meuniers variait de 168 à 242 mm. La perchaude atteignait une longueur totale de 194 mm. Aucun poisson n'a été capturé dans les nasses, mais deux tritons verts à points rouges (Notopthalmus viridescens viridescens) ont visité une nasse au lac B-4.

Un balbuzard pêcheur (Pandion haliatus) affairé à pêcher avec succès, a été aperçu à plusieurs reprises au lac Coil. Ses activités ont été observées pendant environ une heure. Il est vraisemblable qu'il y ait un couple ou une nichée à proximité. Après chaque séance de pêche, l'oiseau ou l'autre membre du couple revenait rapidement. M. Mathew Wapachee a par ailleurs noté les traces fraîches et distinctes de deux orignaux.

Au lac B-5, les 21 heures 32 minutes de pêche ont apporté les résultats suivants : 37 meuniers noirs et 2 grands brochets. Plusieurs des meuniers avaient été prédigérés par des brochets.

Les brochets mesuraient 296 et 450 mm et pesaient 190 et 910 grammes. Le plus grand avait un meunier dans l'estomac. La taille des 34 meuniers mesurés varie entre 180 et 300 mm.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'hiver et à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.20.

Des échantillons de sédiments ont été récoltés dans les deux lacs aux coordonnées suivantes : 18U0569078, 5519425 pour B-4 et 18U0568929, 5519106 pour B-5.

Tableau 8.20 Paramètres physico-chimiques des lacs Coil (B-4) et B-5

Lacs	Coil (B-4)		Coil (B-4)	Lac B-5	B-5
Date	25/03/11		21/07/11	25/03/11	22/07/11
Longitude	18U0569077		18U0569060	18U0568939	18U0568929
Latitude	5519398		5519360	5519111	5519095
Profondeur (m)	0.8			0.9	0.60
pH	*	**			
Paramètres	Moins de 6.8		8.48	Moins de 6.8	7.71
°C	0.25		19.19	0.56	17.85
Pression atmosphérique (Mbar)	965.1		936.7	965.3	942.7
Conductivité à 25° (µS/cm)	94		83	93	72
Solides totaux dissous (tds ppm)	47		42	46	37
Salinité (Sal)	0.04		0.04	0.04	0.03
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	- 22.1		18.6	- 205	23.8
Oxygène dissous (DO %)	23.4	24.2	82	26.1	72
Oxygène dissous (DO mg/l)	3.24	3.34	7.06	3.49	6.35
Résistivité (KΩ. cm)			12.0		14.1
Conductivité ambiante (µS/cmA)			74		63

***Temps de lecture 2 minutes
** Temps de lecture 3 minutes
*** Gelé jusqu'au fond, solide.
**** Gelé jusqu'au fond, boue liquide.

Figure 8.16 Bathymétrie du lac Coil (B-4)

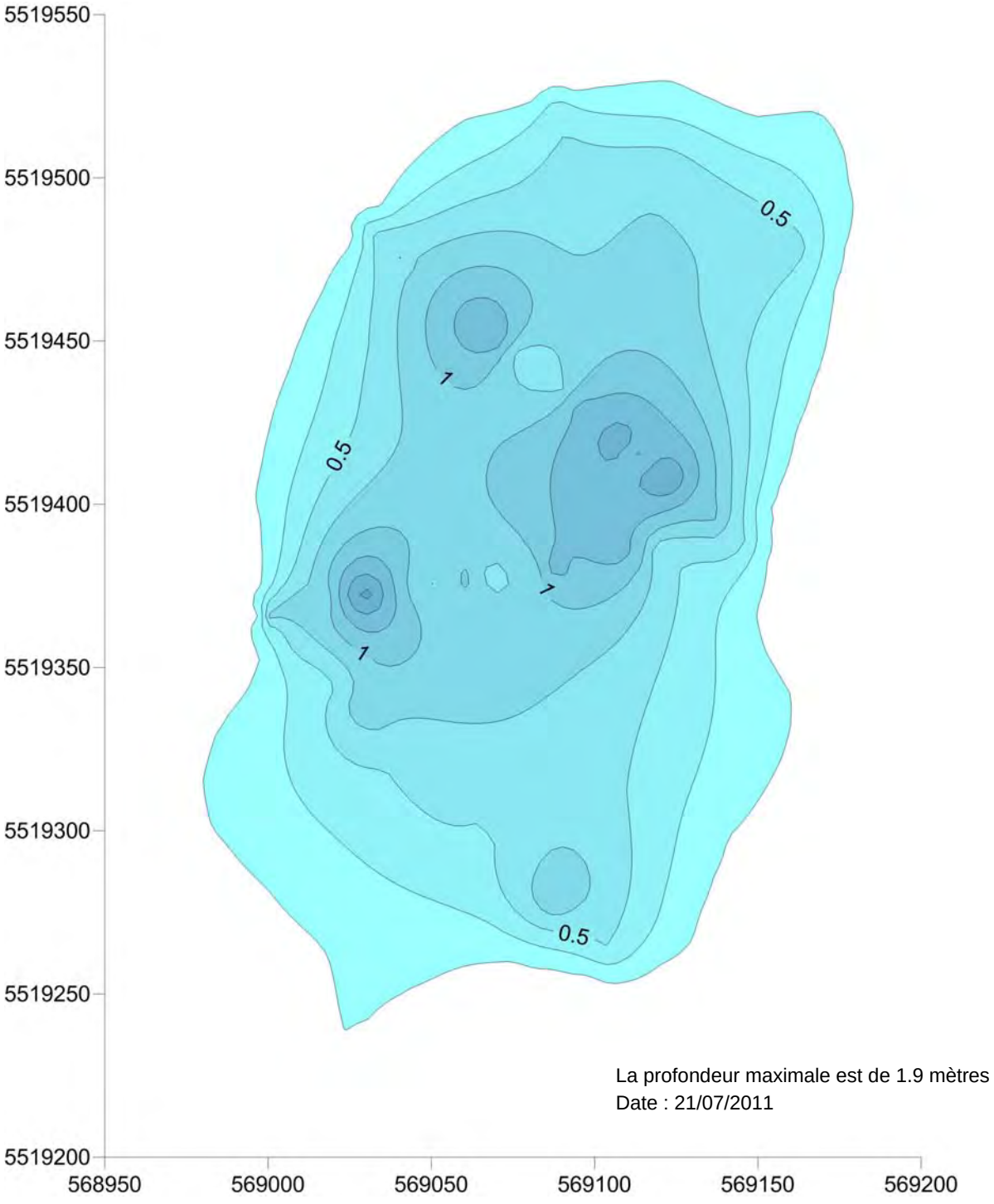
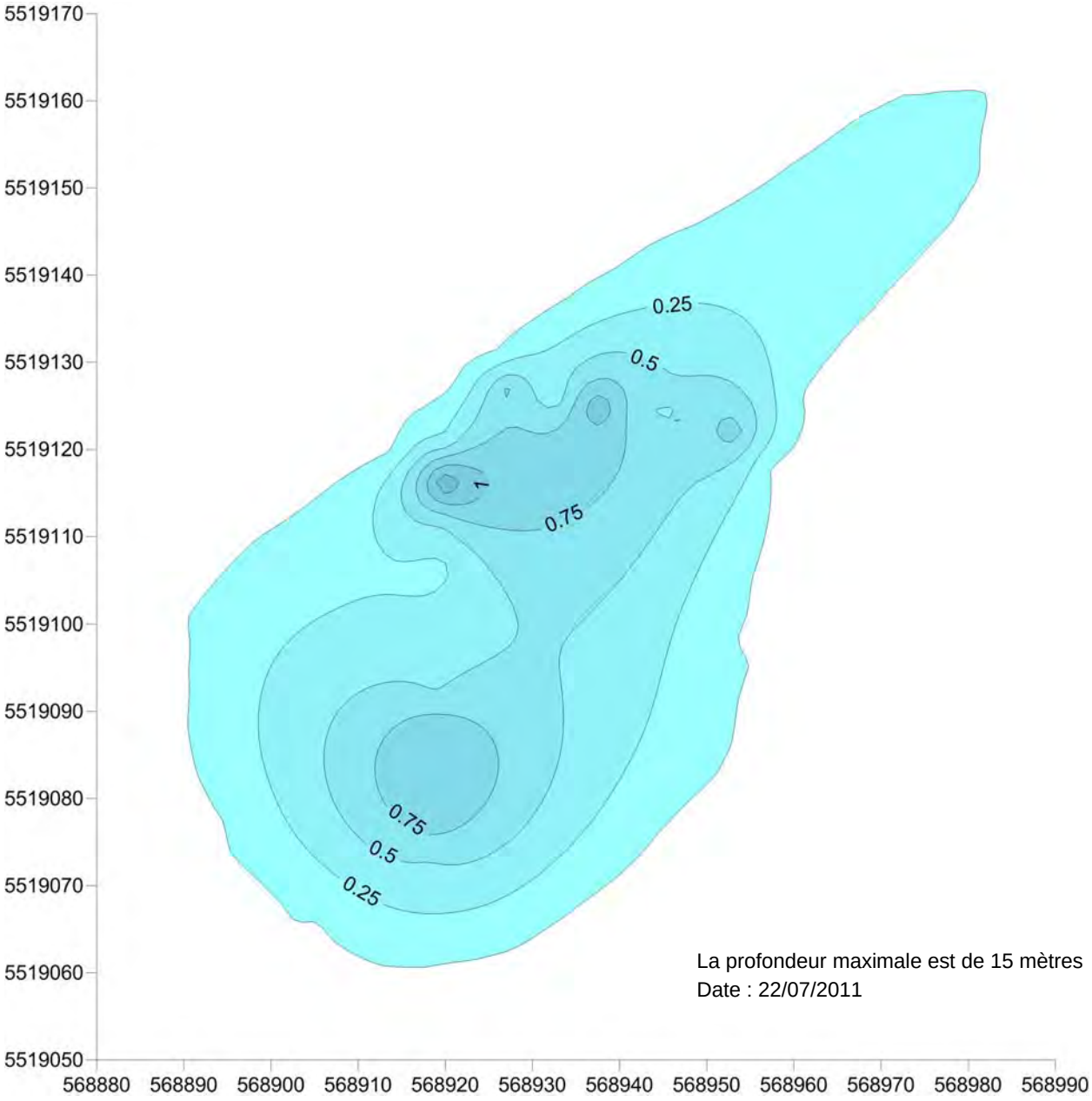


Figure 8.17 Bathymétrie du lac B-5



8.4.2.1 Émissaires et tributaires des lacs Coil (B-4) et B5

L'émissaire du lac Coil, en amont du barrage de castor au lac Jean, est plus profond que le lac directement en aval. Il atteint régulièrement plus de 1,3 mètres de profondeur et est rarement inférieur à 0,60 m. Le fond est constitué de matière organique et de sédiments fins et l'on y trouve une abondante végétation aquatique de nénuphars et de vallisnéries. Des remous causés par des brochets de faible taille y ont été fréquemment observés.

La végétation riveraine est inondée. Elle est constituée de carex, de myriques et de cassandres caliculés. L'inondation du milieu a fait périr les conifères qui l'entourent. Le ruisseau est souvent très large dans sa première moitié aval et se rétrécit vers les deux tiers du parcours pour s'élargir à nouveau à l'approche du lac Coil.

L'émissaire du lac B-5 est semblable mais généralement moins profond (environ 50 cm). Il est entouré d'une plaine tourbeuse identique à celle des lacs Coil et B-5. Il y a cependant beaucoup plus d'arbustes et très peu d'arbres asséchés. Sa largeur atteint environ 1,5 mètre. Dans son premier tiers aval, un embranchement descend de la montagne du gisement.

Le tributaire du lac B-5 est nettement plus réduit, mais il offre un faciès semblable à celui de son émissaire. Il se divise aussi en deux petits embranchements.

Ces cours d'eaux constituent les prolongements des habitats de poissons des lacs B-4 et B-5.



Photo 8.96 : lac Coil (B-4) près de son émissaire; végétation inondable de carex et de myrique baumier



Photo 8.97 : bande de végétation riparienne au lac Coil; myrique baumier, potentille en fleurs, carex et pessière à épinettes noires

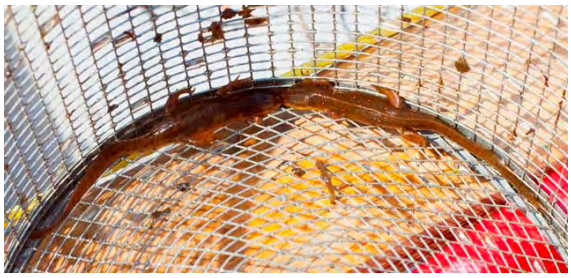


Photo 8.98 : deux tritons verts à points rouges adultes (Notopthalmus viridescens viridescens) capturés et relâchés au lac Coil



Photo 8.99 : aux abords de la rive ouest du lac Coil, une végétation caractéristique des tourbières avec des cassandres, des utriculaires, de la sphaigne et des carex



Photo 8.100 : émissaire du lac Coil, au barrage de castors au niveau du lac Jean; à la gauche, niveau de l'eau en aval du barrage



Photo 8.101 : émissaire du lac B-5 et son chenal facilement canotable. Rive avec une végétation arborescente de myriques et de cassandres



Photo 8.102 : plaine de végétation inondable en bordure du lac B-5.



Photo 8.103 : pêche au lac B-5 (M. Mathew Wapachee); végétation inondable et rive abrupte.



Photo 8.104 : tributaire du lac B-5, juste en amont du lac. Son fond est constitué de sédiments organiques et de boue. Sa profondeur est d'environ 40 cm.



Photo 8.105 : embranchement du petit tributaire tortueux du lac B-5.

8.5 QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE

Les résultats d'analyses *in situ* des eaux de surface pour les 22 stations échantillonnées (milieux lacustres et lotiques) sont présentés au tableau 8.21. Les résultats plus détaillés des 8 stations dont les paramètres ont été analysés en laboratoire sont présentés au tableau 8.22.

8.5.1 pH et paramètres de minéralisation

La valeur moyenne obtenue pour le pH aux stations échantillonnées est de 7.85. Ceci indique une forte capacité des bicarbonates à neutraliser les apports acides d'origine anthropiques ou en provenance des précipitations. L'échantillonnage de 251 lacs du bouclier canadien, réalisé par Langlois et coll. (1985), fait également ressortir cette disparité régionale. En effet, les 30 lacs échantillonnés dans la région de Chapais-Chibougamau ont un pH moyen de 7,1 unités, ce qui est supérieur aux moyennes obtenues pour toutes les autres régions du Québec (valeurs moyennes variant de 5,5 à 6,8 unités de pH), à l'exception du secteur du Lac Albanel. Il va sans dire que le pH moyen de 7,85 dans la zone du projet est encore plus exceptionnel.

Les eaux du secteur à l'étude, dont la conductivité se situe en moyenne à 83 µS/cm, sont peu minéralisées et de type bicarbonatée-calcique, les bicarbonates représentant la plus forte proportion des ions suivis du calcium, du magnésium et du sodium. L'alcalinité, dans ces eaux oligotrophes, s'avère proportionnelle au carbone inorganique total, lequel représente la somme des carbonates, des bicarbonates et de l'acide carbonique.

Pour les 8 stations dont les eaux de surface ont été analysés en laboratoire, les valeurs moyennes pour l'alcalinité, le calcium, le magnésium et le sodium sont respectivement les suivantes.: 27, 10,5, 2 et 1 ppm. Ces valeurs sont représentatives d'une eau qui s'écoule sur un substrat granitique (moyenne de 24mg/L pour l'alacalinité et de 13,43 ppm pour le carbone organique total).

Les principaux cations, soit le calcium, le magnésium et le sodium, proviennent de l'altération des roches et de la dissolution des minéraux (ferro-magnésiens, feldspath et amphibolites) par l'acide carbonique, lequel vient de la mise en solution du gaz carbonique.

Tableau 8.21 Résultats des mesures *in situ* pour les eaux de surface (été 2011)

Lac	Profondeur (m)	pH	°C	µS/cm	tds ppm	Sal	ORP	DO %	DO mg/l	KΩ.cm	µS/cmA
Sous-bassin lac Bernadette											
Bernadette 1	0.6	7.27	16.34	37	19	0.02	105.5	82.8	7.73	27.6	31
Bernadette 2	0.6	7.5	14.77	64	32	0.03	64.2	79.2	7.63	15.6	51
Bernadette 3	0.6	7.5	16.91	47	24	0.02	12.0	75.0	6.70	21.5	40
B-15	3.6	7.84	8.70	324	164	0.13	- 131	0.3	1.72	15.9	227
B-15	0.3	7.85	19.86	124	62	0.06	30.9	72.6	6.23	8.1	112
B-16	0.25	7.16	21.98	496	216	0.21	13.6	70.8	5.89	2.2	476
B-17	2	8.18	19.56	117	57	0.05	33.2	84.2	7.05	8.5	104
Sous-bassin Lac A-1											
A-1	0.7	7.21	19.22	30	15	0.01	241.7		9.47	33.9	26
A-1	0.7	7.39	15.47	29	14	0.01	181.2	85.9	8.14	34.8	24
B-1	0.5	7.19	17.89	58	28	0.03	22.3	70.2	6.15	17.3	49
Sous-bassin lac Jean											
Jean	1.0	7.83	11.44	23	13	.01	84.9	75.7	7.79	39.5	19
B-4		8.48	19.19	83	42	0.04	18.6	82.0	7.06	12.0	74
B-5	0.6	7.71	17.85	72	37	0.03	23.8	72.0	6.35	14.1	63
B-3	0.45	7.82	19.32	49	25	0.02	33.2	91.1	7.76	20.3	44
B-6	0.25	8.37	21.07	99	49	0.05	310	71.9	6.74	9.3	95
B-7	0.8	7.92	16.2	52	41	0.04	278	73.9	7.02	12	68
B-8	0.3	6.68	21.12	75	78	0.03	-78	11.4	2.10	13.4	70
lac Denis	0.8	8.36	21.86	94	46	0.04	38.2	85.6	7.26	10.6	85
B-11	0.2	7.81	18.68	93	55	0.05	35.1	69.7	5.95	10.8	82
B-12	0.3	7.69	19.56	74	37	0.03	35.7	79.9	6.77	11.9	66
B-13	0.7	8.56	21.49	41	21	0.02	45.1	88.2	7.15	24.6	38
B-14	0.5	8.77	18.09	56	28	0.03	20.6	70.1	6.52	18.9	
Sous-bassin ruisseau Villefagnan											
Villefagnan 1	0.6	7.43	17.54	30	15	0.01	122.1	82.6	7.69	33.6	26
Villefagnan 2	1.5	7.75	9.62	32	16	0.01	82.5	77.2	8.47	31.5	23
Laugon	2.0	8.13	8.13	56	28	0.03	26.2	90.6	8.71	18.0	50
A-2	0.6	8.26	20.37	70	40	0.04	20.5	90.2	7.52	12.7	73
Bassin rivière Armitage											
Armitage 1	0.6	7.16	14.0	22	14	0.01	99.6	79.0	7.74		23
Armitage 2	0.6	7.74	13.32	30	15	0.01	76.2	76.7	7.48	33.7	23
Armitage 3	0.6	7.94	12.54	32	16	0.01	87.2	79.4	8.02	30.9	21

Tableau 8.22 Résultats des analyses en laboratoire pour les eaux de surface (été 2011)

Date d'échantillonnage		09-08-11	10-08-11	09-08-11	09-08-11	09-08-11	09-08-11	09-08-11	29-08-11	LDR
PARAMÈTRE	UNITÉS	Sous-bassin lac Jean						Sous-bassin lac Bernadette		
		Lac B-3	Lac Coil	Lac B-5	Lac B-11	Lac B-12	Lac Denis	Lac B-17	Lac Yvette	
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	7,15	N/A
Carbone org. total	mg/L	14	11	18	14	19	6,1	8,3	17	0,4
Carbone inorg. total	mg/L	2,6	3,5	2,3	4,1	4	3,9	2,7	-	0,8
Cyanures Totaux	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	<0.003	0,003
Mercure (Hg)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		0,0001
Aluminium (Al)	mg/L	0,09	0,16	0,18	0,13	0,23	0,07	0,09	0,05	0,03
Calcium (Ca)	mg/L	9	11	9	8	6	14	14	13	1
Antimoine (Sb)	mg/L	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-	0,006
Magnésium (Mg)	mg/L	2	3	2	<1	<1	3	6	-	1
Argent (Ag)	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0003
Dureté totale (CaCO3)	mg/L	31	41	31	21	15	50	61	-	1
Arsenic (As)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,002
Baryum (Ba)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,03
Cadmium (Cd)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Chrome (Cr)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,03
Cobalt (Co)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,03
Cuivre (Cu)	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,003	<0.003	0,003	0,006	0,003
Plomb (Pb)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Manganèse (Mn)	mg/L	0,035	0,013	0,049	0,008	0,023	0,014	0,008	0,037	0,003
Molybdène (Mo)	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,03
Nickel (Ni)	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,01
Sélénium (Se)	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001
Sodium (Na)	mg/L	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	1,0	2,1	1,4	0,2
Zinc (Zn)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0,005	<0.005	0,028	0,019	0,005
Etain (Sn)	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	0,05
Bore (B)	mg/L	-	-	-	-	-	-		<0.05	0,05
Fer (Fe)	mg/L	-	-	-	-	-	-		0,2	0,1
Potassium (K)	mg/L	-	-	-	-	-	-		<0.2	0,2
Strontium (Sr)	mg/L	-	-	-	-	-	-		<0.05	0,05
Titane (Ti)	mg/L	-	-	-	-	-	-		<0.05	0,05
Vanadium (V)	mg/L	-	-	-	-	-	-		<0.01	0,01
Béryllium (Be)	mg/L	-	-	-	-	-	-		<0.002	0,002

LDR: Limite de détection rapportée

Le calcium est l'un des métaux alcalino-terreux et l'un des cations les plus communs dans les eaux de surface et souterraines. Le calcium contenu dans de nombreuses roches peut être facilement dissous et extrait des sols par lessivage. Les silicates comme les pyroxènes, les amphiboles et les dépôts sédimentaires de calcite et de dolomite, de gypse et d'apatite minérale peuvent libérer de grandes quantités de calcium dans les eaux. Les concentrations obtenues dans la zone d'étude (moyenne de 10,5 mg/L) sont typiques du bouclier canadien puisqu'elles sont inférieures à 15 mg/L. Ce métal est essentiel à l'homme et aux animaux. Le calcium, à l'instar des autres paramètres de minéralisation, induit généralement une diminution de la toxicité des métaux pour les poissons (Pagenkopf et coll., 1974 ; Chakoumakos et coll., 1979), sauf en ce qui concerne le vanadium.

Tout comme le calcium, le magnésium est un constituant commun des eaux naturelles. C'est l'un des principaux métaux déterminant la dureté totale, l'autre étant le calcium. Les sels de magnésium sont très solubles et ils tendent à rester en solution après que les sels de calcium se soient précipités. Les minéraux ferro-magnésiens, les roches ignées et les roches sédimentaires dolomitiques constituent les principales sources de magnésium des eaux. Le magnésium n'est pas toxique et ne présente aucun danger ni pour l'homme, ni pour les biocénoses aquatiques. La valeur moyenne obtenue pour ce métal est de 2,0 mg/L.

Le sodium se trouve sous forme ionique (Na^+) dans toutes les eaux de surface. Les composés de sodium sont presque tous solubles et tendent à rester en solution aqueuse. Les minéraux argileux, les feldspaths, la halite et la mirabilite constituent des sources possibles de sodium. Les valeurs calculées pour le sodium sont relativement faibles, soit une moyenne de 1,0 mg/L.

De façon générale, le pH, la conductivité, l'alcalinité, le carbone inorganique total, de même que les teneurs en calcium, magnésium et sodium sont beaucoup plus élevés dans le secteur à l'étude que partout ailleurs sur le bouclier canadien (portion québécoise). En effet, parmi les 251 lacs du bouclier canadien échantillonnés dans toutes les régions du Québec par Langlois et coll. (1985), il appert que les 30 lacs visités dans la région de Chapais-Chibougamau affichent des teneurs plus élevées, comparées à celles obtenues pour les autres régions du Québec. Ces paramètres (conductivité, alcalinité, carbone inorganique total, calcium, magnésium et sodium) rendent compte du lessivage des roches en place et du pouvoir tampon de l'eau, c'est-à-dire sa capacité à neutraliser les apports acides provenant des précipitations ou encore de diverses sources anthropiques.

Ainsi, au plan écotoxicologique, les eaux du territoire à l'étude, en raison de leurs propriétés particulières, peuvent contribuer à minimiser, le cas échéant, d'éventuels impacts reliés aux activités minières. En effet, l'alcalinité est un facteur important à considérer autant pour les poissons que pour le benthos puisque, d'une part, ce paramètre tend à stabiliser le pH des eaux et, d'autre part, ses principaux constituants (carbonates et bicarbonates) sont complexés avec la plupart des métaux, réduisant ainsi leur toxicité. Il faut donc tenir compte de cette particularité locale afin d'évaluer certains risques écotoxicologiques relatifs au projet minier à l'étude.

8.5.2 Carbone organique

Le carbone organique total permet d'évaluer l'importance des débris organiques présents dans l'eau ; les valeurs obtenues pour ce paramètre varient de 6,1 à 19 mg/L pour une moyenne de 12,2 mg/L. Les valeurs les plus élevées obtenues pour le carbone organique total se trouvent dans les lacs de tourbière. La valeur la plus faible a été observée dans le lac Denis.

Il faut ajouter que la toxicité des métaux est considérablement réduite en présence de matière organique dans les eaux naturelles, ce qui a été démontré plus particulièrement pour l'aluminium par Brouard (1988). Ainsi, la matière organique des eaux naturelles, pour laquelle les métaux ont une affinité, exerce un rôle protecteur, diminuant ainsi l'écotoxicité des métaux en regard de la faune ichtyologique. Cet effet protecteur ne s'applique pas au mercure puisque que c'est la forme organique de ce métal (méthylmercure, CH_3Hg^+) qui s'accumule dans les êtres vivants et qui est reconnu comme toxique au-delà de certains seuils d'exposition.

8.5.3 Métaux

Mis à part le calcium, le magnésium et le sodium, des 18 autres éléments analysés en laboratoire en 2011, plus de la moitié se situent en deçà de la limite de détection analytique. Les paramètres dont les concentrations sont supérieures à la limite de détection analytique ont été synthétisés au tableau 8.23. Ils sont traités dans le texte qui suit. Des référence sont éfalement faites aux résultats d'analyses obtenus dans le même secteur en 2001 (Entraco 2003). Ces résultats sont plus précis en ce qui concerne les métaux traces. Leur concentration avait été établie en µg/L.

Aluminium

Dans les sols qui renferment une part relativement importante d'aluminosilicates, comme c'est le cas sur le bouclier canadien, les ions H+ provenant des précipitations, déplacent non seulement les cations (Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^+et K^+) mais aussi l'aluminium et, secondairement, d'autres métaux traces. Il en résulte alors un surcroît d'aluminium dans les eaux de surface. En conditions naturelles, bien qu'il soit difficile de fixer une ligne directrice pour des milieux aquatiques variés, celle-ci a été fixée par le MDDEP à 0,75 mg/L pour la toxicité aigue lorsque le pH se maintient entre 6,5 et 9,0, ce qui prévaut dans le milieu étudié. En ce qui concerne la toxicité chronique, le critère établi par le MDDEP s'applique uniquement pour des eaux de surface dont le pH est aux environs de 6. Aucun des lacs échantillonnés en 2011 ne dépasse cette norme.

La valeur moyenne des concentrations d'aluminium calculée en 2011 pour la zone à l'étude est de 0,125 mg/L. La valeur maximum de 0,180 est atteinte au lac B-5. En 2001, la rivière Villefagnan avait le niveau d'aluminium le plus élevé, soit de 0,19 mg/L. C'est l'aluminium organique qui prédomine dans les eaux naturelles du bouclier canadien parmi les différentes formes de spéciation du métal (Baker et Schofield, 1980 ; Campbell et coll., 1982 et 1984). Il a été démontré lors de bio-essais réalisés par Brouard (1988) que la toxicité de l'aluminium pour l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) est considérablement réduite en présence de matière

organique et qu'une teneur de 0,3 mg/L à pH 5,5 ne représente pas de danger écotoxique sous-létal pour les salmonidés. Force est d'admettre qu'à des pH moyens de 7,85 unités, comme c'est le cas pour la zone d'étude, les valeurs obtenues pour l'aluminium (0.125 mg/L) ne représentent pas de problème.

Manganèse

Le manganèse est aussi au dessus du seuil de détection. Il peut exister à l'état manganeux (Mn^{+2}), mais il est facilement oxydé à l'état manganique (Mn^{+4}). Les sols, les sédiments, ainsi que les roches métamorphiques et sédimentaires, constituent d'importantes sources de manganèse. Les minéraux ferro-magnésiens comme le mica noir et l'amphibole contiennent de grandes quantités de manganèse. Dans les eaux de surface de l'est du Canada (7 504 échantillons analysés), les concentrations de ce métal se situent entre 0,01 et 3,80 mg/L (NAQUADAT, 1985).

Par ailleurs, la concentration moyenne rapportée par Langlois et coll. (1985) pour 30 lacs de la région de Chapais se situe à 13,6 µg/L, ce qui est inférieur à la moyenne des valeurs obtenues pour la zone d'étude en 2011 (23,4 µg/L). Le ruisseau Villefagnan échantillonné en 2001 avait les taux les plus élevés de manganèse, soit 33 µg/L. Les trois valeurs maximales obtenues en 2011 (35, 37 et 49 µg/L) sont de loin inférieures à la limite de 470 µg/L considérée par le MDDEP comme induisant un effet chronique pour une dureté totale de 20 mg/l de $CaCO_3$. La dureté moyenne enregistrée dans la zone d'étude est de 36mg/L de $CaCO_3$.

Baryum

Les teneurs maximales obtenues pour le baryum en 2001 l'ont été au ruisseau Villefagnan (5,3 µg/L). En 2011, elles se situent sous le seuil de détection atteint (30 µg/L). Ces résultats sont en deçà des concentrations normalement rencontrées en conditions naturelles dans l'est du Canada, lesquelles varient de 20 à 1000 µg/L (NAQUADAT).

Cobalt

Le cobalt est un métal lourd qui a des caractéristiques chimiques semblables à celles du nickel, mais qui est plus soluble que celui-ci dans les eaux de surface. La smaltite et la cobaltite constituent des sources naturelles de cobalt. Les roches ignées et sédimentaires (surtout les schistes argileux), sous l'action des agents atmosphériques, libèrent également du cobalt dans les eaux. Le bruit de fond du cobalt en conditions naturelles se situe en deçà de 1 µg/L pour l'est du Canada (NAQUADAT, 1985) alors que le seuil de toxicité chronique est de 100 µg/L (MDDEP, 2008). La teneur maximale obtenue en 2001 pour le cobalt (0,4 µg/L) est donc de loin inférieure au seuil de toxicité chronique. Les valeurs enregistrées en 2001 dans la zone d'étude se situaient entre 0,1 et 0,4 µg/L.

Fer

Le fer à l'état ferreux (Fe^{+2}) ou ferrique (Fe^{+3}) est le quatrième élément le plus commun de la croûte terrestre. Sous l'action des agents atmosphériques, le fer est libéré naturellement de la croûte terrestre et plus particulièrement des roches ignées et des minerais sulfurés comme la

pyrite ou de la pyrrhotite. Le fer peut également provenir des roches sédimentaires et métamorphiques. Sous l'action du lessivage, les grès peuvent libérer des oxydes de fer comme l'hématite (Fe_2O_3), la magnétite (Fe_3O_4) et des hydroxydes de fer comme la geothite ($HFeO_2$). Lorsqu'il y a suffisamment de fer sous forme de sel, celui-ci est susceptible de précipiter au contact de l'air et d'avoir ainsi des répercussions sur les biocénoses aquatiques. C'est pourquoi une concentration limite de 1,3 mg/L est proposée provisoirement par le MDDEP (SAVEX 2000) pour la protection de la vie aquatique (effet chronique).

Les teneurs obtenues au lac Jean, au ruisseau Villefagnan (2001) et au lac Yvette (2011) (respectivement 0,17, 0,31 et 0,20 mg/L) sont inférieures aux limites québécoises. La teneur moyenne à ces trois stations (0,226 mg/L) est légèrement supérieure à celle mentionnée par Langlois et coll. (1985) pour 30 lacs de la région de Chapais (0,188 mg/L).

Les concentrations de fer sont liées à la géologie de la zone d'étude et à la présence de matière organique. Les concentrations mesurées pour l'est du Canada (6 449 échantillons) se situent entre 0,01 et 90 mg/L dans les eaux de surface (NAQUADAT, 1985). Par ailleurs, la toxicité de ce métal dépend de plusieurs facteurs dont le pH, la forme ionique du métal (Fe^{+2} ou Fe^{+3}), son état de complexité avec la matière organique et son comportement dans la colonne d'eau (solution ou suspension).

En ce qui à trait aux valeurs obtenues, celles-ci ne représentent pas de danger écotoxique en raison principalement du fait que le métal, en présence de matière organique, est surtout présent sous forme colloïdale (particules d'environ 50 microns), par opposition aux autres formes qui sont soit solubles ($<$ 1 micron) ou en suspension ($>$ 100 microns). Il faut noter que les formes colloïdales et en suspension sont formées généralement de plusieurs métaux sous forme d'oxydes, d'hydroxydes et de silicates ou encore de particules d'argile, de silice ou de matière organique qui lient les métaux par adsorption, échange ionique ou «complexation».

Ainsi, les eaux de surface peuvent contenir de fortes teneurs en fer sans qu'il y ait pour autant de risque écotoxique pour la faune aquatique. En effet, plusieurs auteurs, dont Rand et Petrocelli (1985), ont fait ressortir que divers facteurs abiotiques comme le pH, la présence de matière organique, la dureté et l'alcalinité de l'eau induisent une diminution de la toxicité de certains substances inorganiques chez les poissons. En effet, à des pH relativement élevés des eaux de surface (moyenne de 7,85) et en présence de matière organique, les ions métalliques forment généralement des ligands organiques, rendant ainsi les métaux sous une forme moins bio-disponible pour les poissons.

Tableau 8.23 Synthèse des résultats d'analyses des eaux de surface pour les paramètres au-dessus des limites de détection

Paramètres	Stations							
	Sous-bassin lac Jean						Sous-bassin lac Bernadette	
	B-3	Coil	B-5	B-11	B-12	Lac Denis	B-17	Yvette
Carbone organique total	14	11	18	19	14	6.1	8.3	17
Carbone inorganique total	2.6	3.5	2.3	4.0	4.1	3.9	2.7	
pH	7.82	8.48	7.71	7.81	7.69	8.36	8.18	7.15
Calcium (ppm)	9	11	9	6	8	14	14	13
Magnésium (ppm)	2	3	2	<1	<1	3	6	
Sodium (ppm)	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	1.0	2.1	1.4
Métaux								
Al (mg/L)	0.09	0.16	0.18	0.23	0.13	0.07	0.09	0.05
Cn (mg/L)	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.006
Mn (mg/L)	0.035	0.013	0.049	0.023	0.008	0.014	0.008	0.037
Fe (mg/L)								
Zn (mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.019

Molybdène

En ce qui concerne le molybdène, les teneurs obtenues en 2001 sont, pour la plupart des stations, sous le seuil de détection analytique à l'exception de celles obtenues pour les stations des lacs Laugon, Denis, Jean et du ruisseau Villefagnan qui affichent des valeurs variant de 0,3 à 0,7 µg/L. Ces concentrations sont beaucoup plus faibles que le seuil de toxicité chronique de 3,2 mg/L retenu par le MDDEP (2008) pour la protection de la vie aquatique.

Plomb

Le plomb est un constituant majeur de plus de 200 types de minéraux. Dans les eaux de surface du Canada (229 échantillons analysés), les teneurs de ce métal varient de 1 à 41 µg/L (NAQUADAT, 1985). En fonction de la dureté (20 mg/L $CacO_3$), le MDDEP établit la limite pour la protection des biocénoses aquatiques (effet chronique) à 0,41 µg/L. La valeur la plus élevée enregistrée en 2001 au ruisseau Villefagnan est de 1,0 µg/L. Cette valeur est donc supérieure à la limite fixée par le MDDEP. Cette norme est actuellement en réévaluation.La toxicité de ce métal pour les poissons est inversement proportionnelle à la dureté de l'eau et à l'oxygène dissous

En résumé, parmi les métaux analysés, seuls l'aluminium, le baryum, le cobalt, le fer, le manganèse et le plomb ont des concentrations qui sont supérieures à la limite de détection analytique. Ces métaux ne dépassent pas en général les critères théoriques pour la protection des biocénoses aquatiques. Fait à souligner, c'est le ruisseau Villefagnan, qui est un milieu de vie exceptionnel tant par la qualité de son habitat que par sa biodiversité, qui comporte les plus grandes concentrations de métaux.

Les eaux du territoire à l'étude, en raison de leurs propriétés particulières (pH et paramètres de minéralisation élevés par rapport aux autres régions du Québec), peuvent contribuer à minimiser, le cas échéant, la toxicité de certains métaux. Il en est de même pour la matière organique présente, laquelle exerce un rôle protecteur qui diminue l'écotoxicité de la plupart des métaux pour les poissons, en les rendant moins bio-disponibles. Dans le cadre d'un processus d'évaluation des risques environnementaux relatif au projet minier à l'étude, il faut donc tenir compte des phénomènes mentionnés précédemment, car ils confèrent au milieu récepteur à l'étude une capacité de réponse particulière face à diverses sources de contamination d'origine anthropique.

8.6 CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS ET DES SOLS

La qualité physico-chimique des eaux de surface est grandement conditionnée par les sédiments et les sols. En raison de cette interaction, une caractérisation chimique, minéralogique et granulométrique des sédiments et des sols a été effectuée dans la zone du projet minier en 2001. Les six échantillons de sol retenus provenant de la périphérie immédiate du projet BlackRock donnent une appréciation du bruit de fond du secteur. Dix-neuf échantillons de sédiment ont aussi été prélevés à l'été 2011. Les prélèvements ont été faits dans des secteurs témoins et des secteurs qui seront directement touchés par les travaux. Les analyses

des sols et des sédiments ont été effectuées par Maxxam Analytique selon les méthodes reconnues par le MDDEP et le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Les certificats d'analyse sont présentés et les méthodes utilisées sont identifiées à l'annexe 8.3. Pour la localisation des sites d'échantillonnage, le lecteur est prié de se référer à la figure 8.2.

8.6.1 Caractéristiques physico-chimiques et granulométriques des sédiments

Les analyses chimiques et granulométrique des sédiments ont été réalisées afin d'établir le bruit de fond et les caractéristiques physiques des particules. Ce faisant, il sera possible de déterminer de façon plus précise les éventuelles contributions provenant des activités minières. Les résultats obtenus aux lacs Jean et Bernadette démontrent clairement qu'ils sont des réservoirs à sédiments. Un effluent minier final sera acheminé au lac Jean alors que le lac Bernadette, qui est très similaire et adjacent, est un milieu témoin représentatif.

À la baie sud-est du lac Jean, soit au niveau de son plus gros tributaire, 33% des sédiments ont une granulométrie équivalente au silt et à l'argile. On remarque que la proportion de particules fines est moindre, soit 21.7%, au niveau de la baie nord-est. Cette dernière recueille les eaux d'un réseau hydrographique beaucoup plus petit (lacs Coil et B-5). Les sédiments récoltés au lac Bernadette, en aval de son tributaire, comprennent également une forte proportion de particules fines, dont 34% est équivalente en taille au silt ou à l'argile.

La plupart des petits plans d'eau en amont de ces deux grands bassins recèlent également des proportions élevées de particules fines dans leurs sédiments (26 à 48% sont équivalentes ou plus petites que le silt). À l'autre extrémité du spectre, les sédiments prélevés à la rivière Armitage ne contenaient que 0,2% de particules fines de même dimension.

En condition naturelle, principalement sous l'action de processus géochimiques, certaines substances pénètrent dans les écosystèmes aquatiques et s'intègrent à la phase particulaire pour ensuite former des réservoirs de substances chimiques. Comme les sédiments constituent un élément important des systèmes aquatiques et servent d'habitat à une vaste gamme d'organismes benthiques et épibenthiques, une exposition à certaines substances contenues dans les sédiments peut induire des effets non seulement sur ces organismes mais également sur les espèces de poissons qui les consomment. Les gouvernements ont pour cette raison, émis des recommandations spécifiques pour la qualité des sédiments.

À l'instar des autres recommandations en matière de qualité de l'environnement, les recommandations concernant les sédiments ont un champ étendu d'applications potentielles. Bien qu'elles puissent trouver divers usages, les recommandations pour la qualité des sédiments sont le plus souvent utilisées comme outil de contrôle dans l'évaluation des risques potentiels d'une exposition aux substances chimiques pour un emplacement donné. À cet égard, les résultats d'analyses sont comparés aux recommandations émises par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 2001) pour la protection de la vie aquatique.

Les résultats d'analyse (tableau 8.24) permettent de préciser le bruit de fond de plusieurs métaux ainsi que le pH, certains paramètres de minéralisation (calcium, magnésium, potassium et sodium), de même que le carbone organique total, le phosphore total et les cyanures totaux. Parmi les métaux analysés, seuls l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb et le zinc font l'objet de recommandations de la part du CCME. Les valeurs moyennes calculées pour ces métaux, pour les 14 stations échantillonnées, se situent sous les valeurs suggérées comme recommandations provisoires pour la qualité des sédiments. Cette valeur correspond à la concentration au-delà de laquelle des effets biologiques néfastes sont fréquemment observés.

Les particules les plus fines des sédiments possèdent une surface spécifique élevée et sont favorables à l'adsorption des contaminants. Les sédiments du secteur minier, à cause de leur fine granulométrie, sont plus aptes à fixer les éventuels contaminants issus du procédé de concentration du minerai. Qui plus est, le fort pourcentage en matière organique des sédiments dans tous les petits plans d'eau du secteur à l'étude fait en sorte que les métaux sont adsorbés sur la matière organique et en conséquence moins bio-disponibles pour les poissons. Le carbone organique total dans les sédiments varie en effet de 130 000 à 400 000 mg/kg pour les petits milieux lentiques. Au niveau de la baie Girard du lac Chibougamau, le carbone organique est seulement de 7 400 mg/kg. Le carbone organique au site de prélèvement de la rivière Armitage était également faible avec une valeur de 3 300 mg/kg.

Tableau 8.24 Analyse des sédiments récoltés dans la zone du projet BlackRock en 2011

Date d'échantillonnage		05-07-11	11-07-11	08-07-11	04-07-11	12-07-11	16-07-11	12-07-11	22-07-11	16-07-11	20-07-11	15-07-11	15-07-11	LDR
PARAMÈTRE	UNITÉS	Sous-bassin du lac Jean									Sous-bassin lac A-1		Sous-bassin lac Bernadette	
		LAC DENIS	LAC B7	LAC B14	LAC B13	LAC B6	LAC JEAN BAIE NORD-EST	LAC B-4	LAC B-5	LAC JEAN BAIE SUD-EST	LAC B-1 Émissaire	LAC B-3	LAC B-15	
% Humidité	%	94	84	90	95	87	92	91	94	88	95	90	96	N/A
pH	pH	7,17	6,22	6,3	6,16	6,92	6,44	6,94	7,12	6,26	6,44	6,15	6,41	N/A
Cyanures Totaux	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
Carbone org. total	mg/kg	130000	130000	140000	210000	140000	220000	130000	180000	150000	220000	140000	270000	500
Argent (Ag)	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2
Arsenic (As)	mg/kg	<1	11	<1	<1	<1	5	4	6	5	4	5	7	1
Baryum (Ba)	mg/kg	36	32	25	58	30	43	25	21	39	45	52	34	5
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,4	0,7	<0.2	0,9	0,6	0,7	0,3	0,5	0,9	0,2	1,1	1,3	0,2
Cobalt (Co)	mg/kg	4	5	4	6	6	11	8	12	9	<2	18	7	2
Chrome (Cr)	mg/kg	48	8	6	9	13	15	12	18	13	4	17	11	2
Cuivre (Cu)	mg/kg	30	27	13	55	15	33	37	25	19	8	18	18	1
Etain (Sn)	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5
Manganèse (Mn)	mg/kg	57	790	68	100	590	630	59	100	1100	30	1300	210	1
Molybdène (Mo)	mg/kg	<2	<2	<2	3	2	2	2	14	<2	<2	<2	<2	2
Nickel (Ni)	mg/kg	15	8	7	11	7	15	14	11	10	9	12	13	1
Plomb (Pb)	mg/kg	9	8	<5	33	6	16	8	13	11	<5	19	46	5
Sélénium (Se)	mg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10
Zinc (Zn)	mg/kg	71	55	37	66	52	63	48	47	62	37	97	87	5
Aluminium (Al)	mg/kg	19000	4700	6300	8200	6600	9700	7000	14000	7800	2000	13000	3200	20
Béryllium (Be)	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
Bore (B)	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	5	5
Calcium (Ca)	mg/kg	8600	3300	3400	6100	6000	9900	6000	11000	7000	5900	5500	12000	30
Fer (Fe)	mg/kg	5000	4100	2900	3600	5600	11000	6500	10000	5700	920	10000	4300	10
Magnésium (Mg)	mg/kg	1400	680	360	410	1200	1700	860	1700	1300	1000	1400	2000	10
Potassium (K)	mg/kg	200	64	67	170	110	140	110	180	100	70	140	190	10
Sodium (Na)	mg/kg	54	22	28	41	37	89	38	67,0	44	100	58	120	10
Strontium (Sr)	mg/kg	12	<10	<10	15	<10	18	13	22	14	18	12	13	10
Titane (Ti)	mg/kg	170	89	92	150	110	140	96	150	160	47	170	50	1
Vanadium (V)	mg/kg	10	8	5	12	8	18	10	22	17	6	30	13	1
Phosphore total	mg/kg	560	300	250	490	350	440	250	480	450	200	530	540	20
Granulométrie (silt et argile)	%	29,0	48,0	34,0	37,0	26,0	21,7	15,5	19,4	33,0	45,0	38,0	32,3	

LDR: Limite de détection rapportée

N/A = Non applicable

Tableau 8.24 Analyse des sédiments récoltés dans la zone du projet BlackRock en 2011 (suite)

Date d'échantillonnage		28-07-11	28-07-11	27-07-11	31-07-11	4-07-11	04-07-11	27-07-11	
PARAMÈTRE	UNITÉS	Sous-bassin lac Bernadette			Sous-bassin rivière Armitage		Lac Chibougamau	Sous-bassin lac A-1	LDR
		LAC BERNADETTE	EMISSAIRE B15-B16	B17	A-2	RIVIERE ARMITAGE	BAIE GIRARD	A-1	
% Humidité	%	92	92	97	93	22	30	91	N/A
pH	pH	6,17	6,33	6,46	6,37	6,07	6,12	6,28	N/A
Cyanures totaux	mg/kg	<0.5	1,2	<1	0,6	<0.5	<0.5	<0.5	0,5
Carbone org. total	mg/kg	160000	370000	400000	180000	3300	7400	200000	500
Argent (Ag)	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20
Arsenic (As)	mg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	10
Baryum (Ba)	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50
Cadmium (Cd)	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2
Cobalt (Co)	mg/kg	<20	<20	<20	30	<20	<20	<20	20
Chrome (Cr)	mg/kg	<20	<20	<20	23	<20	<20	<20	20
Cuivre (Cu)	mg/kg	23	<10	17	34	<10	<10	13	10
Etain (Sn)	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50
Manganèse (Mn)	mg/kg	850	300	51	350	420	150	480	10
Molybdène (Mo)	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20
Nickel (Ni)	mg/kg	12	<10	<10	18	13	<10	<10	10
Plomb (Pb)	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50
Sélénium (Se)	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	100
Zinc (Zn)	mg/kg	190	<50	87	150	59	<50	79	50
Aluminium (Al)	mg/kg	5500	2000	990	15000	5100	2100	3700	200
Béryllium (Be)	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5
Bore (B)	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50
Calcium (Ca)	mg/kg	8200	21000	14000	12000	1500	1000	10000	300
Fer (Fe)	mg/kg	7500	6000	1500	16000	11000	3100	5100	100
Magnésium (Mg)	mg/kg	1500	2500	1900	1500	4000	1000	2000	100
Potassium (K)	mg/kg	160	100	150	170	210	100	130	100
Sodium (Na)	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	100
Strontium (Sr)	mg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	100
Titane (Ti)	mg/kg	130	59	35	230	280	120	180	10
Vanadium (V)	mg/kg	24	23	18	77	28	16	<10	10
Phosphore total	mg/kg	480	350	410	790	290	<200	450	200
Granulométrie (silt et argile)	%	34,0	15,5	17,9	4,1	0,2	4,5	4,4	

LDR: Limite de détection rapportée

N/A = Non applicable

Le tableau 8.25 reproduit les résultats enregistrés en 2001 dans les plans d'eau du secteur du projet minier. Ces informations, et plus particulièrement celles de 2011, pour lesquelles les coordonnées précises des sites de prélèvements ont été enregistrées (tableau 8.26), seront utiles pour le suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques et granulométriques dans la zone du projet.

Le tableau 8.27 présente les résultats des tests de lixiviation effectués en 2001 pour les sédiments prélevés dans la zone du projet. Ces tests permettent de déterminer la concentration des métaux qui peuvent théoriquement être libérés des sédiments sous des conditions extrêmes de pH. À cet égard, il est important de noter que les tests de lixiviation ont été réalisés à un pH de 4,9, lequel est d'un ordre de grandeur 1000 fois plus acide que les valeurs de pH mesurées *in situ* (moyenne de 7,85) dans l'eau de surface.

Tableau 8.25 Analyse des sédiments récoltés dans le secteur du projet minier en 2001

PARAMÈTRE	LIMITE DE DÉTECTION	UNITÉS	Lac Laugon	Lac Denis	Lac Jean	Ruisseau Villefagnan		
pH	0,01		6,43	6,47	6,41	6,39	6,73	5
Humidité	0,5	%	95	89	74	50	50	27
Carbone org. total	0,2	%	190 000	180 000	120 000	140 000	5 000	5 000
Granulométrie*			GROS	GROS	INTER	INTER	INTER	INTER
Phosphore total	20	mg/kg	730	570	450	360	430	510
Cyanures totaux	0,3	mg/kg	< 10	< 2,2	3,1	< 0,4	< 0,5	<
Calcium	50	mg/kg	15000	3000	6100	2300	3400	2900
Magnésium	20	mg/kg	1800	1900	1500	1300	1600	5000
Sodium	50	mg/kg	130	110	57	<	<	62
Aluminium	20	mg/kg	15000	6000	10000	3200	3600	11000
Argent	2	mg/kg	<	<	<	<	<	<
Arsenic	0,1	mg/kg	1,9	0,7	0,7	0,5	5	2,7
Baryum	10	mg/kg	42	34	40	13	13	37
Béryllium	2	mg/kg	<	<	<	<	<	<
Bore	2	mg/kg	6	2	<	<	<	<
Cadmium	0,5	mg/kg	1,1	<	<	<	<	<
Chrome	5	mg/kg	21	11	15	8	10	25
Cobalt	2	mg/kg	13	4	7	4	6	14
Cuivre	5	mg/kg	34	10	36	<	6	12
Étain	2	mg/kg	3	<	3	<	<	<
Fer	50	mg/kg	12000	11000	8600	4400	8200	21000
Manganèse	10	mg/kg	190	220	200	200	72	970
Molybdène	1	mg/kg	2	<	<	<	2	<
Nickel	5	mg/kg	19	7	17	<	6	18
Plomb	5	mg/kg	25	8	<	<	<	9
Potassium	100	mg/kg	260	270	150	<	120	260
Sélénium	0,5	mg/kg	1,2	<	<	<	<	<
Titane	10	mg/kg	250	320	170	150	180	350
Vanadium	10	mg/kg	35	14	11	<	<	23
Strontium	5	mg/kg	18	11	22	8	12	12
Zinc	5	mg/kg	110	44	66	27	31	94

NOTES : < Valeur sous la limite de détection analytique
Inter : fraction intermédiaire 38 – 999 µm
G-F : bi-modal (grossier, fin) µm
*Gros : fraction grossière ≥ 1 000 µm
Fine : fraction < 38 µm

Tableau 8.26 Localisation des stations d'échantillonnage de sédiments – été 2011

LAC, RIVIÈRE	LONGITUDE	LATITUDE	DATE
LAC BERNADETTE	18U0566140	5517760	28/07/11
A-1	18U0567620	5520189	27/07/11
LAC JEAN BAIE S-W	18U0568415	5520106	16/07/11
LAC JEAN BAIE N-E	18U0569709	5521163	16/07/11
LAC A-2	18U0570475	5518553	31/07/11
LAC B-1	18U0567130	5518185	20/07/11
LAC B-3	18U0567870	5518796	15/07/11
LAC B-4	18U0569078	5519425	21/07/11
LAC B-5	18U0568929	5519106	22/07/11
LAC LAC DENIS	18U0567452	5516295	05/07/11
LAC B-14	18U0569379	5517233	08/07/11
LAC B-15	18U0565922	5516717	14/07/11
LAC B-17	18U0566153	5517453	27/07/11
LAC CHIBOUGAMAU GIRARD	18U0567735	5524414	04/08/11
RIV. ARMITAGE	18U0568430	5522429	04/08/11

Tableau 8.27 Essais de lixiviation réalisés en 2001sur les sédiments récoltés dans le secteur du projet BlackRock.

PARAMÈTRE	LIMITE DE DÉTECTION	UNITÉS	UNITÉS	Lac Laugon	Lac Denis	Lac Jean	Ruisseau Villefagnan		
Phosphore	0,2		mg/L	<	<	<	<	<	<
Calcium	0,5	mg/kg	mg/L	23	33	36	22	36	9,1
Magnésium	0,5	mg/kg	mg/L	2,1	2,7	8,5	3,9	5,0	1,1
Sodium	50	mg/kg	mg/L	-	-	-	-	-	-
Aluminium	0,1	mg/kg	mg/L	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4
Argent	0,1	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Arsenic	0,005	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	0,018	<
Baryum	0,2	mg/kg	mg/L	<	<	0,2	<	0,3	0,2
Béryllium	0,01		mg/L	<	<	<	<	<	<
Bore	0,2		mg/L	<	<	<	<	<	<
Cadmium	0,005	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Chrome	0,05	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Cobalt	0,02	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	0,03	0,02
Cuivre	0,05	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Étain	0,1		mg/L	<	<	<	<	<	<
Fer	0,2	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	0,3
Manganèse	0,05	mg/kg	mg/L	0,23	0,11	0,24	2,8	0,39	4,3
Molybdène	0,1	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Nickel	0,05	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Plomb	0,05	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Potassium	2		mg/L	<	<	<	<	<	<
Sélénium	0,005	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Titane	0,1	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Vanadium	0,05	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	<	<
Zinc	0,2	mg/kg	mg/L	<	<	<	<	0,2	0,2

NOTES :
< Valeur sous la limite de détection analytique
Lixiviation réalisée à pH 4,9

Les résultats de lixiviation indiquent qu'un très faible pourcentage des métaux présents dans les sédiments sont mis en solution, et ce, même en condition acide. Hormis les principaux cations comme le calcium et le magnésium, tous les autres métaux analysés sont sous le seuil de détection analytique à l'exception des suivants : aluminium, arsenic (ruisseau Villefagnan), baryum, cobalt, fer, manganèse et zinc. Les résultats de lixiviation présentés au tableau 8.27 sont indicatrifs de conditions théoriques extrêmes. Ces concentrations ne sont donc pas représentatives des conditions normalement rencontrées dans les lacs et les cours d'eau à l'étude.

Bref, l'analyse des métaux dans les sédiments fait ressortir que, parmi ceux faisant l'objet d'une recommandation de la part du CCME (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb et zinc), tous ont des concentrations qui se situent sous les valeurs suggérées par cet organisme. La solubilisation des métaux augmente généralement avec une diminution du pH. La faible proportion des métaux libérés à pH 4,9, laisse entrevoir que le risque d'une libération soudaine de métaux, plus

particulièrement lors de la fonte printanière, est relativement plus faible que pour d'autres lacs et cours d'eau du Québec. En effet, les valeurs de pH relativement élevés des eaux du secteur d'étude (moyenne 7,85), l'importance de la matière organique (moyenne 198 000 mg/kg de carbone organique) et la taille des particules de sédiments (moyenne de 27% de la taille du silt et de l'argile) sont autant de facteurs qui limitent significativement la bio-disponibilité des métaux.

8.6.2 Caractéristiques chimiques des sols

Six échantillons de sols prélevés en 2001 dans le secteur du site minier ont été analysés par Maxxam Analytique pour 27 métaux. La méthode utilisée était celle du Centre d'expertise Environnementale du Québec (méthode MA 200-Mét, 1.0) pour les sols contaminés en métaux lourds. Les stations d'échantillonnage sont toutes en périphérie du projet minier. Les stations sont localisées à la figure 8.2. Le tableau 8.28 donne les concentrations en métaux pour les sols.

Les sols prélevés sont des tills formant le mort terrain recouvrant le socle de la région. L'évaluation des résultats a été faite en utilisant les critères définis dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* pour les métaux lourds. Les autres éléments qui ne sont pas visés par la politique ont été analysés afin d'établir le bruit de fond dans les sols avant le début des activités minières.

L'échantillon prélevé au sud du lac Laugon est celui qui contient les plus grandes concentrations de cuivre, plomb, zinc, sélénium et mercure. La plupart des échantillons montrent des teneurs élevées et certains dépassements par rapport aux critères pour le cuivre et le plomb. Les valeurs en cuivre et en plomb sont de toute évidence associées aux nombreux indices de sulfures présents dans la région. Selon les teneurs de fond pour la province du Supérieur, les analyses indiquent que six des sept échantillons dépassent la teneur de fond pour le cuivre et que le septième a une valeur équivalente (48 mg/kg) à la teneur de fond qui est de 50 mg/kg. Quant au plomb, cinq des sept échantillons dépassent la teneur de fond (40 mg/kg) de la province du Supérieur. Les concentrations de zinc dans les sols sont en général inférieures à la teneur de fond pour la province du Supérieur (120 mg/kg). Un seul échantillon a atteint cette valeur de 120 mg/kg. Aucun échantillon n'a été prélevé directement sur la zone minéralisée.

Tableau 8.28 Concentrations en métaux pour les sols

Paramètre	Limite de détection	Unités	Sol 1 (023792 02)	Sol 2 (023793 02)	Sol 3 (023794 02)	Sol 4 (023795 02)	Sol 5 (023796 02)	Sol 6 (023797 02)	Teneurs de fond province du supérieur
Humidité	0,5	%	1,5	0,8	0,5	1,0	1,3	<	
Métaux									
Aluminium	20	mg/kg	1 700	820	1 900	9 900	13 000	1 000	
Argent	2	mg/kg	<	<	<	<	<	<	0.5
Arsenic	0,5	mg/kg	<	<	<	1,5	0,9	<	0.5
Baryum	10	mg/kg	11	<	<	18	13	<	200
Béryllium	2	mg/kg	<	<	<	<	<	<	
Bore	2	mg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Cadmium	0,5	mg/kg	<	<	<	<	<	<	0.9
Calcium	50	mg/kg	2 700	1 500	920	2 000	1 500	610	
Chrome	5	mg/kg	6	<	7	24	25	<	85
Cobalt	2	mg/kg	11	<	3	5	6	<	20
Cuivre	5	mg/kg	120	92	76	94	65	48	50
Étain	2	mg/kg	5	6	3	4	2	<	5
Fer	50	mg/kg	3 200	1 200	6 600	13 000	17 000	2 200	
Magnésium	20	mg/kg	840	320	640	2 800	2 200	250	
Manganèse	10	mg/kg	72	17	27	120	200	13	1000
Mercure	0,02	mg/kg	0,04	<	<	0.03	0,04	<	0.3
Molybdène	1	mg/kg	<	<	<	<	<	<	6
Nickel	5	mg/kg	5	<	<	12	9	<	50
Phosphore	20	mg/kg	250	46	96	420	680	45	
Plomb	5	mg/kg	45	46	43	49	22	22	40
Potassium	100	mg/kg	130	<	120	240	170	<	
Sélénium	0,5	mg/kg	<	<	<	<	<	<	3
Sodium	50	mg/kg	800	410	320	270	290	170	
Strontium	5	mg/kg	11	8	8	13	8	<	
Titane	10	mg/kg	65	220	800	470	530	340	
Vanadium	10	mg/kg	<	<	33	25	35	<	
Zinc	10	mg/kg	120	85	46	74	58	30	120

8.6.3 Comparaison chimique sommaire de certains paramètres dans les sols, les sédiments et l'eau

Les concentrations moyennes en cuivre dans les sols (±82.5 mg/kg) sont environ 3.5 fois plus élevées que dans les sédiments (±23.3 mg/kg) des lacs de la zone d'étude. Les concentrations de cuivre dans l'eau se situent sous la limite de détection de 0,003 mg/l.

Les concentrations moyennes en plomb dans les sols (±37.8 mg/kg) sont environ 2.6 fois plus importantes que dans les sédiments (±14.5 mg/kg) des lacs de la zone d'étude. Les concentrations en plomb dans l'eau de surface sont inférieures à la limite de détection de 0,001 mg/l.

Les concentrations de zinc dans les sols et les sédiments sont légèrement supérieures dans les sédiments (±73.7 mg/kg versus ±68.8 mg/kg). Le zinc dans l'eau de surface est généralement inférieur à la limite de détection, sauf à deux stations ou les quantités enregistrées sont de 0,028 et 0,019 mg/l.

La teneur en vanadium semble en moyenne légèrement plus élevée dans les sédiments que dans les sols (± 18.4 versus 16.1 mg/kg). Le vanadium dans l'eau de surface est inférieur à la limite de détection de 0,01 mg/l.

Selon les critères de la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés », plusieurs échantillons de sols naturels pourraient être considérés comme des sols contaminés, notamment à cause de leur dépassement de la teneur de fond de la province du Supérieur pour le cuivre (50mg/kg) et le plomb (40 mg/kg). Il faut donc interpréter ces critères avec une certaine réserve dans la zone d'étude et la région de Chibougamau. Ainsi, une simple opération de broyage du minerai pourrait théoriquement entraîner des résultats ponctuels hors normes qui seraient pourtant similaires aux concentrations enregistrées dans le milieu naturel.

8.7 ANALYSES DES MÉTAUX DANS LA BIOMASSE (POISSONS ET BENTHOS)

Les analyses de la biomasse effectuées sur le site minier en 2001 ont été passées en revue afin de vérifier la possibilité que les métaux puissent passer à la chaîne alimentaire. Deux espèces de poissons ont été retenues pour fins de détermination des métaux dans la biomasse; le grand brochet comme piscivore et le meunier noir qui est benthivore et insectivore.

Le tableau 8.29 présente les concentrations en métaux obtenues aux lacs Denis et Jean et au ruisseau Villefagnan (moyenne, maximum) de même que la longueur moyenne des spécimens ayant servi aux analyses et l'effectif total pour chacune des stations (N).

Parmi les 17 métaux analysés (Hg, V, Al, Fe, Mn, Se, As, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Ti, Zn, Mo et Sr), le mercure, le vanadium, l'aluminium, le fer, le manganèse, le sélénium et l'arsenic se situent au-dessus de la limite de détection analytique.

Tableau 8.29 Concentrations moyennes en métaux (maximum entre parenthèses) mesurées dans la chair de quatre espèces de poissons capturés dans le secteur du projet en 2001.

ESPÈCE	STATION	N	LONGUEUR	Mercure	Vanadium	Aluminium	Fer	Manganèse	Sélénium	Arsenic
			MOY. (mm)	(mg/kg*)	(mg/kg*)	(mg/kg*)	(mg/kg*)	(mg/kg*)	(mg/kg*)	(mg/kg*)
Limite de détection (mg/kg)				0,05	0,2	2	2	0,5	0,2	0,2
Grand brochet	Lac Denis	5	556	0,23 (0,38)	< 0,2	≤ 2	2,5 (3,5)	< 0,5	0,4 (0,5)	0,2 (0,5)
	Lac Jean	5	472	0,23 (0,47)	< 0,2	< 2	3,0 (9,7)	0,6 (1,6)	0,4 (0,4)	< 0,2
	R. Villefagnan : lotique	5	556	0,33 (0,53)	≤ 0,2	< 2	1,2 (2,2)	0,6 (1,8)	0,4 (0,6)	0,2 (0,8)
	R. Villefagnan : lentique	5	325	0,14 (0,18)	≤ 0,2	< 2	2,9 (5,7)	1,3 (3,6)	0,4 (0,7)	< 0,2
Meunier noir	Lac Jean	5	445	0,16 (0,32)	< 0,2	< 2	3,1 (6,5)	< 0,5	0,4 (0,5)	< 0,2
	R. Villefagnan : lotique	5	243	0,08 (0,11)	≤ 0,2	< 2	2,2 (3,5)	0,3 (0,5)	0,4 (0,6)	< 0,2
	R. Villefagnan : lentique	5	233	0,09 (0,11)	< 0,2	3	4,9 (13)	< 0,5	0,5 (1,1)	0,2 (0,5)

NOTE:

- Les chiffres entre parenthèses sont les valeurs maximales obtenues
- Tous les autres métaux analysés se situent sous la limite de détection analytique et ne sont donc pas indiqués dans le tableau ;
- Les autres métaux analysés et leurs limites de détection (en mg/kg) sont les suivantes : Cadmium (0,5), Chrome (5), Cobalt (2), Cuivre (5), Nickel (5), Plomb (5), Titane (2), Zinc (10), Molybdène (1) et Strontium (1)

* Poids humide

N = nombre d'échantillons analysés

Pour le grand brochet, les teneurs moyennes en mercure varient de 0,14 à 0,33 mg/kg avec une valeur maximale de 0,53 mg/kg obtenue pour un spécimen capturé au ruisseau Villefagnan. En ce qui concerne le meunier noir, la teneur moyenne de mercure varie de 0,08 à 0,16 mg/kg avec un maximum de 0,32 mg/kg obtenu à la station du lac Jean.

Les concentrations en mercure obtenues pour les quatre espèces de poissons capturées sur le territoire à l'étude se situent à l'intérieur des gammes de valeurs précisées par Brouard et coll. (1990) pour 29 lacs naturels du bassin hydrographique de la Baie James.

En ce qui concerne les autres métaux, soit le vanadium, l'aluminium, le fer, le manganèse, le sélénium et l'arsenic, leurs teneurs mesurées dans les muscles dorsaux des poissons se situent très près de la limite de détection ou encore sous celle-ci.

Pour ce qui est du benthos, des analyses de métaux ont été réalisées au lac Jean et à des stations lotique et lentique du ruisseau Villefagnan. Parmi les 13 métaux analysés, la majorité se situent sous la limite de détection analytique, sauf en ce qui trait à l'aluminium, au vanadium et au zinc (tableau 8.30). Les métaux contenus dans les sédiments semblent peu disponibles aux invertébrés benthiques. Par voie de conséquence, ces métaux sont aussi peu disponibles pour les poissons benthivores et leurs prédateurs.

Les résultats des analyses de métaux dans les poissons indiquent que seul le mercure présente des valeurs qui sont significativement plus élevées que la limite de détection analytique. Pour ce métal, les concentrations obtenues sont toutefois comparables à celles rapportées comme bruit de fond pour 29 lacs naturels du territoire de la Baie-James. Pour les organismes benthiques, l'aluminium et le zinc son significativement plus élevés que les limites de détection.

Le pH très élevé des plans d'eau de la zone d'étude, l'abondance des bicarbonates, des cations tel le calcium et du carbone organique induisent une diminution de la toxicité des métaux pour la faune aquatique. De façon générale, les métaux sont complexés avant de se rendre à la faune aquatique. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface du secteur à l'étude sont nettement différenciées de celles de l'ensemble du Québec.

Tableau 8.30 Concentrations en métaux mesurés dans le benthos provenant du secteur du projet minier

PARAMÈTRE	LIMITE DE DÉTECTION	UNITÉS	STATION Lac Jean	STATION Lotique R. Villefagnan	STATION Lentique R. Villefagnan
Mercure	0,05	mg/kg	<	<	<
Aluminium	2	mg/kg	79	180	130
Cadmium	0,5	mg/kg	<	<	<
Chrome	5	mg/kg	<	<	<
Cobalt	2	mg/kg	<	<	<
Cuivre	5	mg/kg	8	<	<
Nickel	5	mg/kg	<	<	<
Plomb	5	mg/kg	<	<	<
Fer	10	mg/kg	-	-	-
Manganèse	10	mg/kg	-	60	-
Titane	2	mg/kg	<	<	<
Vanadium	0,2	mg/kg	<	0,5	0,4
Zinc	10	mg/kg	<	24	12

NOTES:
- Donnée manquante indiquée par un trait (-)
- Teneurs exprimées en mg/kg, poids humide

8.8 ÉVALUATION COMPARATIVE DES ÉCOSYSTÈMES DU LAC DENIS ET DU RUISSEAU VILLEFAGNAN

Dans le contexte de réalisation d'aménagements compensatoires au lac Denis et au ruisseau Villefagnan, une caractérisation du benthos a été réalisée pour le lac Denis et pour les habitats lotique et lentique du ruisseau Villefagnan. L'indice de diversité de Shanon-Weaver (1963) pour les benthos met en lumière la pauvreté de l'écosystème du lac Denis et en contrepartie la qualité des l'habitats lotique et lentique au ruisseau Villefagnan. Cet indice de diversité, qui varie de 0 à 5, est un indicateur de l'état de santé de l'écosystème. Une valeur de l'indice supérieure à 3 indique une forte diversité et, en conséquence, signifie que les conditions du milieu sont propices à la survie de nombreuses espèces, et ce, malgré les faibles densités de certaines. Pour sa part, l'indice de régularité réfère également à l'importance relative des différentes espèces soit plus particulièrement à la distribution des individus dans les différents taxons. Comme cet indice varie de 0 à 1, une valeur élevée indique que plusieurs espèces vivent dans le milieu en abondance égale, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'espèces dominantes. Les indices de diversité obtenus sont supérieurs à 4 pour les stations du ruisseau Villefagnan. L'indice de 2,615 obtenu au Lac Denis s'explique par la sur-représentation des crustacés amphipodes (52,14 %) qui sont en général résistants à un faible taux d'oxygène dissous. Dans le cadre du suivi environnemental du lac Denis et du ruisseau Villefagnan, la structure des communautés benthiques devra être évaluée afin de mettre en lumière leur évolution. Il y a tout lieu de croire que la création d'un réservoir au lac Denis pourra améliorer la qualité et la productivité de cet habitat. En contre partie, la réduction du débit du ruisseau Villefagnan en

aval du lac Jean doit aussi faire l'objet d'un suivi quant à l'évolution des habitats lentiques et lotiques de ce secteur. Ce faisant, il sera possible de préciser l'incidence de la réduction de débit ainsi que le potentiel d'aménagement compensatoire en amont et en aval de l'émissaire du lac Jean.

L'abondance relative des différentes familles d'organismes benthiques devra également être établie au niveau des lacs témoins et des zones exposées aux effluents finaux. Le tableau 8.31 fournit les caractéristiques des groupes taxonomiques dominants des communautés benthiques du lac Denis et de sections lotique et lentique du ruisseau Villefagnan en aval du lac Jean.

Tableau 8.31 Caractéristiques et groupes taxonomiques dominants des communautés benthiques du lac Denis et du ruisseau Villefagnan – Entraco 2001

	STATION Lac Denis	STATION Lentique R. Villefagnan	STATION Lotique R. Villefagnan
Total par échantillon *****	468	490	591
Nombre total de taxons *****	16	35	49
Densité (nombre d'organismes / 0,05 m^2)	234	245	295
Indice de Diversité (Shanon-Weaver)	2,615	4,471	4,861
Indice *de* Regularité (« J » de Pielou)	0,654	0,858	0,861
Abondance relative (%)			
Gastropoda	0,85	2,45	3,38
Bivalves	14,53	3,27	4,06
Oligochètes	0,00	6,94	12,86
Crustacés **(1)**	63,25	22,45	25,89
Insectes **(2)**	16,24	64,90	53,30
Autres	5,13	0,00	0,51
(1) Composition des crustacés (%)			
Cladocères	11,11	2,86	11,51
Copépodes	0,00	0,00	2,03
Amphipodes	52,14	19,59	12,35
(2) Composition des insectes (%)			
Coléoptères	0,00	0,00	1,86
Diptères	12,82	32,65	35,03
Éphéméroptères	3,42	21,43	13,71
Trichoptères	0,00	8,16	1,35
autres	0,00	2,65	1,35
TOTAL (Crustacés et insectes en %)	79,5	87,3	79,2

***** En excluant les nématodes et les morceaux d'oligochètes

8.9 SECTEURS D'AMÉNAGEMENTS COMPENSATOIRES

Compte tenu des pertes d'habitats occasionnés à la faune aquatique par le projet minier, quatre secteurs précis ont fait l'objet d'une attention particulière. Ces habitats ne sont pas touchés directement par les travaux. Toutefois, le ruisseau Villefagnan pourrait connaître une certaine diminution de son débit suite à l'utilisation d'une partie de l'eau de son bassin versant, soit celle en provenance du lac Jean. En effet, les eaux nécessaires au conditionnement du minerai sont captées au niveau du sous bassin du lac Jean et recyclées en boucle à l'usine. Il est donc manifeste que des pertes de débit sont ainsi occasionnées dans la section inférieure du ruisseau Villefagnan. Le ruisseau Villefagnan recèle un potentiel d'aménagement pour le doré jaune, l'omble de fontaine et le brochet du Nord.

Les trois autres secteurs d'aménagements potentiels sont la rivière Armitage, qui est particulièrement importante dans l'écologie du lac Chibougamau, le ruisseau Wynne et le lac Denis. Le ruisseau Wynne capte les eaux du lac Pillow et les dirige vers le lac Stella. Ce dernier se jette dans le lac Armitage. Quant au lac Denis, il sera rehaussé pour servir de source d'approvisionnement en eau de procédé. L'augmentation significative de son volume lié à des aménagements piscicoles pourrait en faire un bon habitat pour le brochet du nord.

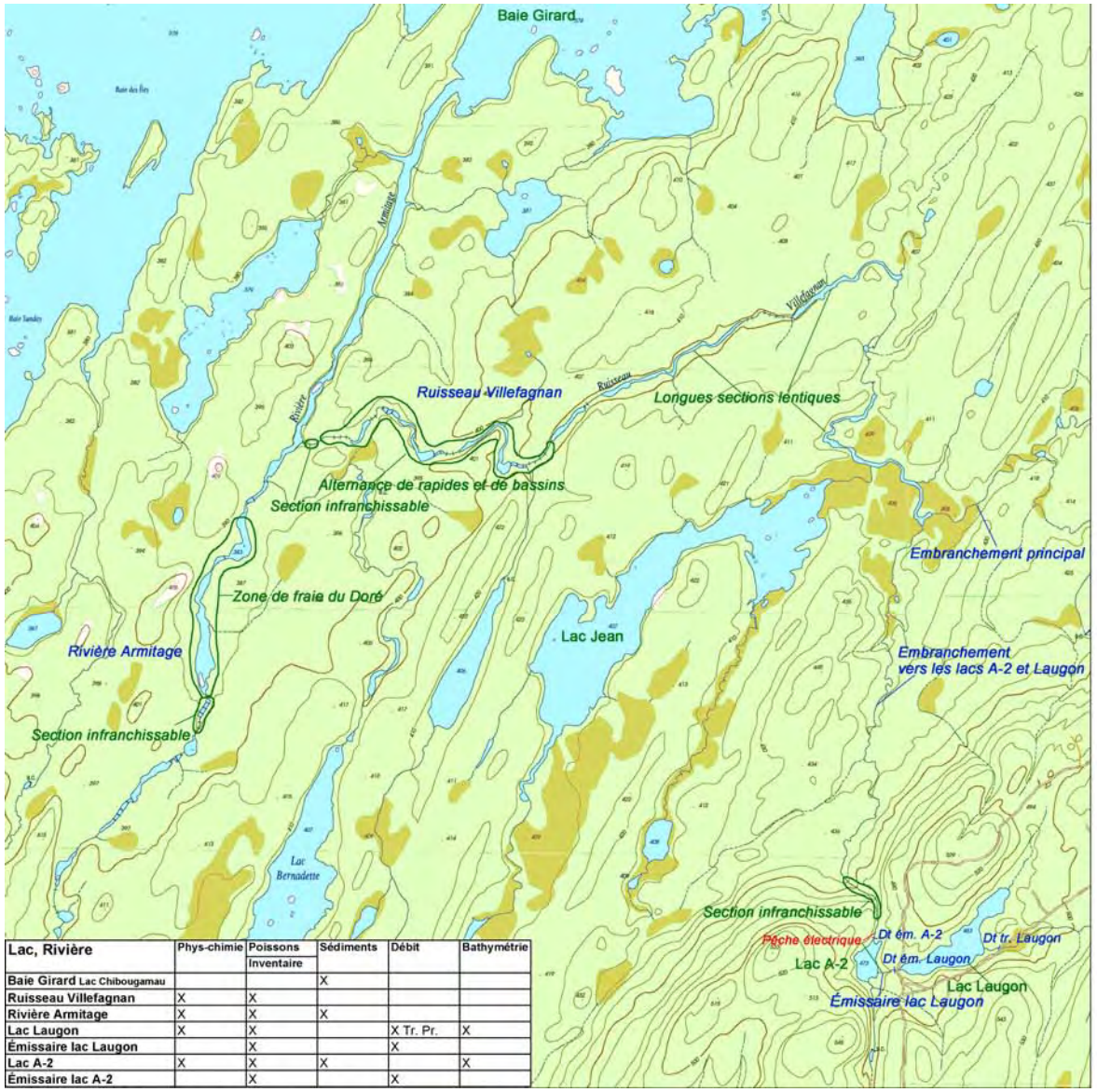
8.9.1 Rivière Armitage

Ce cours d'eau prend sa source dans le lac Armitage et se jette directement dans le lac Chibougamau. Il a été pêché les 21, 24 et 28 mai 2011 pour confirmer la présence du doré jaune et vérifier l'évolution de la fraie. La frayère est localisée à environ 500 mètres en amont de l'embouchure du ruisseau Villefagnan (figure 8.18).

Le 21 mai 2011, la pêche à la ligne n'a donné aucun résultat. Seul un grand brochet a été capturé et relâché. La partie nord du lac Chibougamau, par où transitent les dorés pour accéder à la rivière Armitage, n'a perdu son couvert de glace que le 23 mai 2011. Une ouitouche, un grand brochet et deux dorés jaunes mâles ont été capturés à la ligne, tous dans la partie amont de la frayère. La maturité sexuelle des mâles était peu avancée. La longueur totale des dorés était de 434 et 418 mm pour des poids respectifs de 580 et 560 grammes. Le 28 mai, la température de l'eau était de 12,54°C. Quatre dorés on été capturés, dont trois dans la partie aval de la frayère. Les longueurs totales varient de 390 à 441 mm et les poids de 510 à 720 gammes. Tous sont des mâles matures et une faible pression sur l'abdomen suffit à leur faire relâcher la laitance. Les trois dorés sacrifiés avaient l'estomac vide. L'absence de femelles ou de gros géniteurs sur le site de fraie laisse à penser que la fraie n'était qu'à son début.

Afin d'évaluer le potentiel d'aménagement pour le doré plus en amont, des photos et des films ont été pris du seuil infranchissable situé à l'amont de la frayère. À cet endroit, la rivière coule principalement de part et d'autre d'une île rocheuse. La partie est de la rivière offre des seuils moins élevés et des cannelures à même le roc. Toujours du côté est, un petit cours d'eau semble être une voie secondaire de détournement de la rivière Armitage.

Figure 8.18 Secteurs d'aménagement potentiels - rivière Armitage, ruisseau Villefagnan et lac A-2



Lac, Rivière	Phys-chimie	Poissons Inventaire	Sédiments	Débit	Bathymétrie
Baie Girard Lac Chibougamau			X		
Ruisseau Villefagnan	X	X			
Rivière Armitage	X	X	X		
Lac Laugon	X	X		X Tr. Pr.	X
Émissaire lac Laugon		X		X	
Lac A-2	X	X	X		X
Émissaire lac A-2		X		X	

Légende

Limite de la zone décrite
VERT: lacs et secteurs étudiés
BLEU: cours d'eau et mesures de débit
R0UGE: pêches électriques

Abréviations
Dt: Mesure de débit
Ém. : Émissaire
Tr. : Tributaire

N

0 0.5 1 2

Lors de la dernière visite à la rivière Armitage le 4 août 2011, les eaux étaient beaucoup plus basses. Il a été possible de constater la présence de seuils nettement infranchissables de plus de 1,4 mètre de hauteur à l'est de l'île. Les seuils sont encore plus importants à l'ouest. Le côté est de la rivière pourrait faire l'objet d'une visite afin de déterminer si une voie de passage est envisageable vers des sites potentiels de fraie en amont. Les photographies aériennes à l'échelle 1/20000 et les cartes topographiques à la même échelle n'indiquent toutefois rien de concluant en ce sens.

Les films et les photos pris lors des visites offrent aux aménagistes une très bonne idée de la rivière et notamment de sa section infranchissable. Les aménagements potentiels se situent en rive est. Les seuils y sont moins importants et les cannelures de la roche-mère favorisent le passage des poissons. Il faut finalement préciser que d'éventuelles démarches en ce sens sont étroitement liées à une vision plus globale de la dynamique des populations de dorés du lac Chibougamau, particulièrement du besoin d'accroître le recrutement. Ceci relève de la compétence du MRNF.

Les paramètres physico-chimiques enregistrés *in situ* lors des différentes visites à la rivière Armitage sont présentés au tableau 8.32. Il est intéressant de remarquer l'évolution du pH et de la conductivité entre le 21 et le 28 mai 2011. La réduction du débit entre les 21 et 28 mai semble accentuer la présence d'ions et le pouvoir tampon de l'eau.

Tableau 8.32 Paramètres physico-chimiques de la rivière Armitage

Rivière Armitage	**	**	*
Date	21/05/11	24/05/11	28/05/11
Longitude	18U0566555	18U0554350	18U056770
Latitude	5521921	5510939	5522405
Profondeur	0.6 m	0.6 m	0.6 m
Paramètres			
pH	7.16	7.74	7.94
°C	14.0	13.32	12.54
Pression atmosphérique (Mbar)	962.4	946.0	958.9
Conductivité à 25° (µS/cm)	22	30	32
Solides totaux dissous (tds ppm)	14	15	16
Salinité (Sal)	0.01	0.01	0.01
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	99.6	76.2	87.2
Oxygène dissous (DO %)	79.0	76.7	79.4
Oxygène dissous (DO mg/l)	7.74	7.48	8.02
Résistivité (KΩ. cm)		33.7	30.9
Conductivité ambiante (µS/cmA)	23	23	21

* Au premier rapide amont à l'embouchure du ruisseau Villefagnan

**600 mètres en aval du ruisseau Villefagnan



Photo 8.106 : rivière Armitage vis-à-vis l'embouchure du ruisseau Villefagnan – mai 2011.



Photo 8.107 : zone de frayères à dorés, rivière Armitage, rapide aval du seuil infranchissable – mai 2011.



Photo 8.108 : rivière Armitage; le secteur infranchissable au printemps – mai 2011.



Photo 8.109 : rivière Armitage; cannelures dans la section infranchissable côté est, le 04-08-2011.

8.9.2 Ruisseau Villefagnan

Ce cours d'eau, dont le bassin versant a une superficie de 28 km^2, se jette dans la rivière Armitage à environ 2,5 km en amont de sa confluence avec le lac Chibougamau soit, à proximité de la zone de fraie du doré jaune (figure 8.19). Il draine les eaux des lacs A-1, Jean, A-2 et Laugon. Il est formé d'une succession de bassins, de méandres et de chenaux avec une dominance granulométrique plutôt grossière dans sa portion aval. Les espèces capturées dans ce cours d'eau (Entraco 2003) sont celles qui fréquentent la rivière Armitage et qui remontent la portion accessible du ruisseau Villefagnan jusqu'à la première chute infranchissable. En amont de ce secteur, on trouve de l'omble de fontaine. L'ancien maître de trappe du lot O-59, M. Matthew Wapachee, a confirmé cette information.

À l'été 2011, le ruisseau a été étudié afin d'en connaître le potentiel pour les populations d'ombles de fontaine et éventuellement pour améliorer les aires de reproduction du doré jaune du Lac Chibougamau.

Le lit du secteur aval, tout près de l'embouchure de la rivière Armitage, est composé de blocaux et de rochers et est propice à la reproduction du doré. Cette première section prend fin après un long rapide en pente douce au niveau de deux rapides infranchissables pour le doré. Le 21 mai 2011, des meuniers noirs y ont été observés (Catostomus commersonnii) en train de frayer alors que la fraie du doré n'avait pas débuté sur la rivière Armitage. Des sentiers d'ours noirs sont présents à proximité pour une raison fort évidente.

La section en amont jusqu'à l'embouchure de l'émissaire du lac A-1 a également été visitée. Elle contient de longs bassins avec des fonds de sédiments organiques et de pierres. Ces bassins favorisent le grand brochet mais sont viables pour l'omble de fontaine. Les bassins sont entrecoupés de rapides qui étaient puissants lors de la crue du printemps 2011. Le fond des rapides est constitué de blocaux de différentes tailles. La roche-mère est affleurante. Ces sections de rapides, trop vifs pour le grand brochet, sont surtout propices à l'omble de fontaine.

La dernière section de la rivière visitée débute en amont du rapide adjacent à l'émissaire du lac A-1. C'est est un secteur lentique et méandreux d'environ deux kilomètres de longueur. Le fond contient quelques blocaux mais surtout des sédiments fins et de la matière organique. Au printemps, la profondeur varie de 0,5 à 1,5 mètres. Le secteur a un caractère lentique et est propice au brochet. La faible profondeur du milieu dans de longues sections et leur caractère lentique ne correspond pas aux besoins des dorés et des ombles. Ce milieu communique directement et sans aucun obstacle avec le lac Jean.

L'amont du secteur lentique se divise en deux branches. L'une d'elle draine les eaux des lacs Laugon et A-2 qui y coulent dans un secteur montagneux. C'est dans cette section que Monsieur Wapachee rapporte avoir capturé des ombles de fontaine. La seconde branche est plus importante et la physiographie est similaire. Elle recèle hors de tout doute des habitats d'ombles de fontaine.

Aucun poisson n'a été capturé à la ligne dans les sections visitées du ruisseau Villefagnan entre le 21 et le 27 mai 2011. Les autres engins de pêche n'ont pas été utilisés.

Les résultats des mesures effectuées *in situ* à l'été 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.33.

Tableau 8.33 Paramètres physico-chimiques du ruisseau Villefagnan

Ruisseau Villefagan		*****
Date	21/05/11	27/05/11
Longitude	18U0567207	18U 0570456
Latitude	5522199	5521917
Profondeur	0.6 m	1.5 m
Paramètres		*
pH	7.43	7.75
°C	17.54	9.62
Pression atmosphérique (Mbar)	961.4	959.5
Conductivité à 25° (µS/cm)	30	32
Solides totaux dissous (tds ppm)	15	16
Salinité (Sal)	0.01	0.01
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	122.1	82.5
Oxygène dissous (DO %)	82.6	77.2
Oxygène dissous (DO mg/l)	7.69	8.47
Résistivité (KΩ. cm)	33.6	31.5
Conductivité ambiante (µS/cmA)	26	23

* Ruisseau Villefagnan à la hauteur de l'arrivée de l'émissaire du lac Jean

Le ruisseau Villefagnan offre une diversité d'habitats. La section la plus en amont devrait faire l'objet d'études pour déterminer l'importance de la population d'ombles de fontaine, les aires de fraie, la capacité de support et le potentiel d'aménagement.

Les rapides compris entre l'émissaire du lac A-1 et l'embouchure du ruisseau Villefagnan sont très vifs. Ces rapides et les plus petits bassins intercalés favorisent l'omble de fontaine. Le brochet ne peut qu'y passer et surtout en dévalant la rivière. Les grands brochets et l'omble de fontaine peuvent toutefois se partager les grands bassins entre ces zones de rapides.

Le secteur le plus en aval du ruisseau Villefagnan, près des zones infranchissables pour le doré, présente un fond adéquat pour la reproduction du doré jaune. De plus, il est à proximité de la rivière Armitage où cette espèce prolifère. Les possibilités d'aménagement de ce site pour le doré pourraient être étudiées de plus près.



Photo 8.110 : ruisseau Villefagnan à 18U 0567207, 5522199. La section infranchissable aux dorés jaunes.



Photo 8.111 : ruisseau Villefagnan à 18U 0568015, 5522093. Bassin aval, fonds blocaux, gravier, troncs.



Photo 8.112 : ruisseau Villefagnan à 18U 0567658, 5521898 : rapides et chutes, secteur très rapide avec blocaux.

8.9.3 Lacs Laugon et A-2

Les lacs Laugon et A-2 se situent au nord-est du projet minier et à l'extérieur de ses limites d'implantation. Le lac Laugon rejoint par un court émissaire le lac A-2. Les deux lacs alimentent l'une des branches du ruisseau Villefagnan. Les deux embranchements coulent dans un secteur montagneux propice à l'omble de fontaine, avant d'arriver à une zone lentique où se jette le lac Jean.

Lac Laugon

Le lac Laugon est un lac de tête d'environ 1 km de longueur avec deux tributaires intermittents. Le lac est rehaussé par un important barrage de castors situé à sa décharge. Il atteint à la base environ 2,5 mètres de hauteur et surélève le lac en conséquence.

La végétation riveraine et forestière est ennoyée. Les myriques baumiers et les cassandres caliculé sont inondés, de même que les épinettes noires. Les castors ont aussi élu domicile en amont du tributaire principal à l'est du lac et y ont créé un vaste étang. Le tributaire n'offre aucune capacité de reproduction pour les salmonidés. Le fond est boueux et composé surtout de matière organique et d'un peu de sable. Le petit tributaire intermittent de la partie nord du lac Laugon s'écoule sur un fond boueux. Lors de notre visite au site le 1er août 2011, le débit était imperceptible.

Lors de la campagne de terrain de mars 2011, il n'y avait aucune trace d'oxygène dissous aux trois stations échantillonnées dans le lac. Compte tenu des résultats obtenus à l'hiver 2011 et de la présence d'ombles de fontaine dans le ruisseau Villefagnan, un inventaire piscicole a été effectué au lac Laugon en juillet 2011. Les principaux paramètres physico-chimiques ont été mesurés (tableau 8.34). Les 19 heures 26 minutes de pêche au filet expérimental ont permis la capture de 4 mulets perlés (Margariscus margarita) et d'une épinoche à cinq épines (Culea inconstans).

Les cinq nasses ont capturé un total de 1402 cyprinidés et aussi de cinq épinoches à cinq épines (Culea inconstans). Le décompte n'a pas été fait par espèce afin de relâcher les poissons vivants. Quelques spécimens ont toutefois été conservés pour fin d'identification. La taille et les couleurs des individus permettent d'affirmer qu'au moins les deux tiers et peut-être même 80% des cyprinidés sont des ventres rouges du nord (Phoxinus eos). Le mulet perlé (Margariscus margarita) est la seconde espèce en nombre. Les résultats obtenus illustrent bien que les taux d'oxygène dissous hivernaux ne permettent la survie que d'espèces très tolérantes.

À l'état naturel, le lac Laugon n'offre pas de potentiel pour les salmonidés. Le manque d'oxygène en hiver, l'absence de tributaires adéquats et de sites de fraie empêchent la survie et la reproduction de l'omble de fontaine.

Émissaire du lac Laugon

À la sortie du lac, le barrage de castors bien que non permanent, constitue un obstacle infranchissable pour l'omble de fontaine. En direction aval et près du lac Laugon, quelques rapides peuvent aussi offrir des difficultés de franchissement pour les ombles en période d'étiage. En temps normal, ils ne sont pas insurmontables. À mi-parcours, le ruisseau offre une alternance de petits rapides aux fonds de pierres mais avec un peu de graviers, et des bassins aux fonds pierreux. Des sédiments fins et de la boue sont également présents et tapissent le fond de certaines sections. Les sédiments sont colonisés par une végétation aquatique composée de vallisnérie, de potamots et aussi de joncs et de nénuphars. Dans le dernier quart du parcours, une petite chute de près de 1,4 mètres est insurmontable. À l'arrivée de l'émissaire au lac Laugon dans le lac A-2, on trouve un peu de graviers.

Le 6 juillet 2011, le débit du cours d'eau atteignait 0,092 m^3/s. L'émissaire a fait l'objet d'une pêche électrique le 21 juillet 2011. Huit naseux des rapides (Rhinicthys cataractae), 3 épinoches à cinq épines (Culea inconstans) et 5 ventres rouges du nord (Phoxinus eos) ont été récoltés.

Figure 8.19 Bathymétrie – lac Laugon

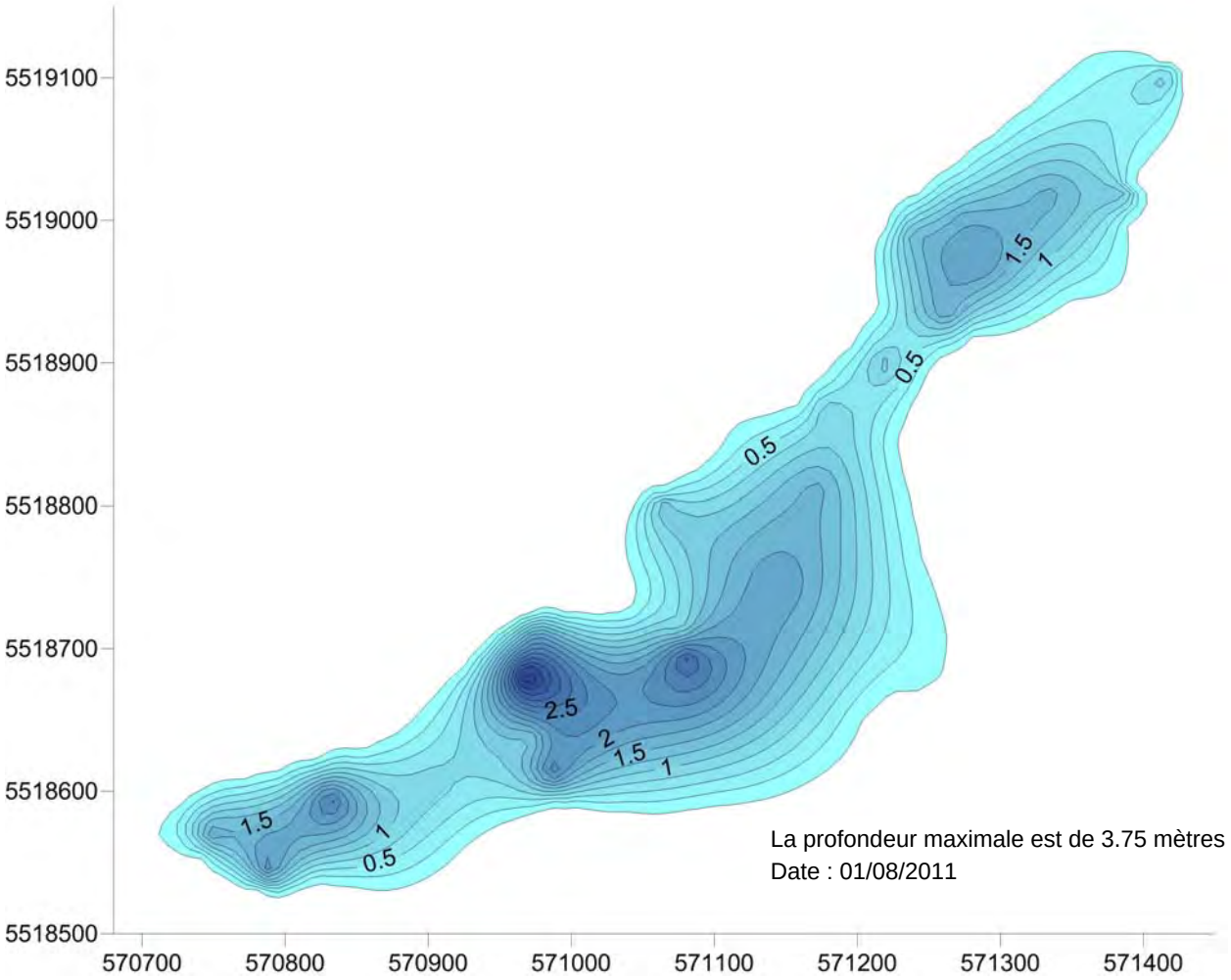


Tableau 8.34 Paramètres physico-chimiques du lac Laugon

Lac Laugon					
Date	23/03/11	23/03/11	23/03/11	23/03/11	06/07/11
Longitude	18U0571136	18U0571136	18U0571237	18U0570970	18U0570772
Latitude	5518715	5518715	5518919	5518634	55188569
Profondeur (m)	3	1.65	1.7	3.3	2.0
Paramètres					
pH	en bas 6.8		en bas 6.8	en bas 6.8	8.13
°C	2.87	1.39	1.97	3.39	18.83
Pression atmosphérique (Mbar)	958.2	958.2	958.0	957.8	937.9
Conductivité à 25° (µS/cm)	96	76	75	95	56
Solides totaux dissous (tds ppm)	48	38	38	48	28
Salinité (Sal)	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	-33.7	-18.8	-83	-73.7	26.2
Oxygène dissous (DO %)	0	0	0	0	90.6
Oxygène dissous (DO mg/l)	0	0	0	0	8.71
Résistivité (KΩ. cm)					18.0
Conductivité ambiante (µS/cmA)					50



Photo 8.113 : lac Laugon; végétation inondée de la baie du tributaire est; les myriques baumiers, les carex et quelques cassandres caliculé constituent l'essentiel de la végétation vivante. Les épinettes noires de la rive n'ont pu résister à l'inondation.



Photo 8.114 : les ventres rouges du nord (Phoxinius oes) comptaient pour plus des deux-tiers des captures des 1402 cyprinidés au lac Laugon. L'autre cyprinidé présent était le mulet du nord (Margariscus margarita).



Photo 8.115 : les vallisnéries et potamots forment la végétation aquatique d'une petite baie au nord-est du lac Laugon. Les carex et les myriques forment la végétation inondée.

Lac A-2

Le lac A-2 mesure environ trois cents mètres de longueur. Il reçoit les eaux de deux tributaires dont le principal est l'émissaire du lac Laugon. Le second tributaire, qui se divise en deux branches, est situé au sud du lac. La branche de l'est était à sec en août 2011. Le bras principal orienté sud-nord est lent et méandreux. Il sera coupé à son extrémité amont par la digue du parc de résidus fins. Ce cours d'eau est entouré d'une végétation inondable de carex et de myriques. Le lit du lac est composé de sédiments fins alors que plus en amont, on trouve beaucoup de pierres. Lors de la visite au terrain le 31 juillet 2011, le débit était non perceptible.

De nombreux cyprinidés et une épinoche ont été observés près de la rive. Les rives sont pierreuses et les eaux sont très claires. Un important herbier de joncs et de carex colonise la partie sud du lac. Les autres secteurs n'ont que de tout petits herbiers et la végétation riparienne est une brève zone de transition où quelques carex et des arbustes comme le myrique baumier unissent la rive pierreuse à la forêt. La bathymétrie du lac (figure 8.20) indique que les profondeurs les plus fréquentes sont inférieures à 1,1m. Une fosse de 3,25 mètres est présente dans la portion nord du lac.

La pêche au filet expérimental d'une durée de 19 heures et 3 minutes a permis de capturer 21 mulets perlés (Margariscus margarita). Les cinq nasses ont récolté 217 mulets perlés (Margariscus margarita), 270 ventres rouge du nord et 2 épinoches à cinq épines (Culea inconstans). À l'émissaire du lac A-2, la pêche électrique a permis de récolter quatre naseux des rapides (Rhinicthys cataractae). Les naseux des rapides sont caractéristiques des sections vives de rivières.

Un barrage de castors fait de boue, de branches et de beaucoup de pierres, obstrue l'émissaire. L'abondance de pierres confirme le caractère minérotrophe du lac. L'émissaire coule sur un lit de pierres et de graviers. En aval, le cours d'eau devient rapide et accidenté. Des cascades et des chutes empêchent la montaison des ombles de fontaine en provenance du ruisseau Villefagnan.

Les populations de poissons du lac A-2 semblent en deçà de sa capacité de support. Il pourrait vraisemblablement recevoir des ombles de fontaine. L'oxygène dissous est adéquat, de même que la nourriture assurée par l'abondance de poissons fourrages. La présence de naseux des rapides dans le tributaire de l'émissaire du lac A-2 est également un indicateur favorable. Qui plus est, la partie en aval de l'émissaire du lac Laugon constitue une aire de fraie potentielle pour l'omble de fontaine.

L'introduction de quelques centaines d'individus et des aménagements mineurs à l'aval de l'émissaire du lac Laugon sont à considérer à titre de mesure compensatoire. Les poissons ensemencés pourraient provenir du ruisseau Villefagnan afin d'assurer la rusticité des individus et éviter des contaminations de parasites ou de maladies. Le niveau d'oxygène en hiver et la constance du débit de l'émissaire du lac Laugon sont les principaux facteurs limitants de l'opération. Les relevés physico-chimiques effectués au lac A-2 en mars 2011 en trois points

distincts ont donné des taux d'oxygène dissous allant de 0 à 5,02 ppm. Cette dernière valeur permet la survie hivernale de salmonidés.

Une récolte de sédiments a été effectués dans le lac A-2 en aval de son tributaire au points 18U 0570475, 5518553. Les résultats des mesures effectuées *in situ* en mars et en juillet 2011 pour les principaux paramètres physico-chimiques sont donnés au tableau 8.16.

Tableau 8.35 Paramètres physico-chimiques du lac A-2

Lac A-2						
Date	23/03/11	23/03/11	23/03/11	23/03/11	23/03/11	31/07/11
Longitude	18U0570488		18 U0570507	18 U 570507		18U0570445
Latitude	5518627		5518544	55186544		5518603
Profondeur (m)	2.5	1.2	0.9	2	1.6	0.60
Paramètres						
pH	6.8 SURFACE		6.8	6.8		8.26
°C	4.19	1.57	0.11	1.31	2.15	20.37
Pression atmosphérique (Mbar)	960.2	960.0	956.9	959.8		936.4
Conductivité à 25° (µS/cm)	140	113	88	110		70
Solides totaux dissous (tds ppm)	70	57	44	55		40
Salinité (Sal)	0.07	0.05	0.04	0.05		0.04
Potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	51.8	78.6	-8.7	-64.3		20.5
Oxygène dissous (DO %)	0	11.5	37.0	20.7	6.7	90.2
Oxygène dissous (DO mg/l)	0	1.43	5.02	2.76	0.87	7.52
Résistivité (KΩ. cm)						12.7
Conductivité ambiante (µS/cmA)						73

Figure 8.20 Bathymétrie – lac A-2

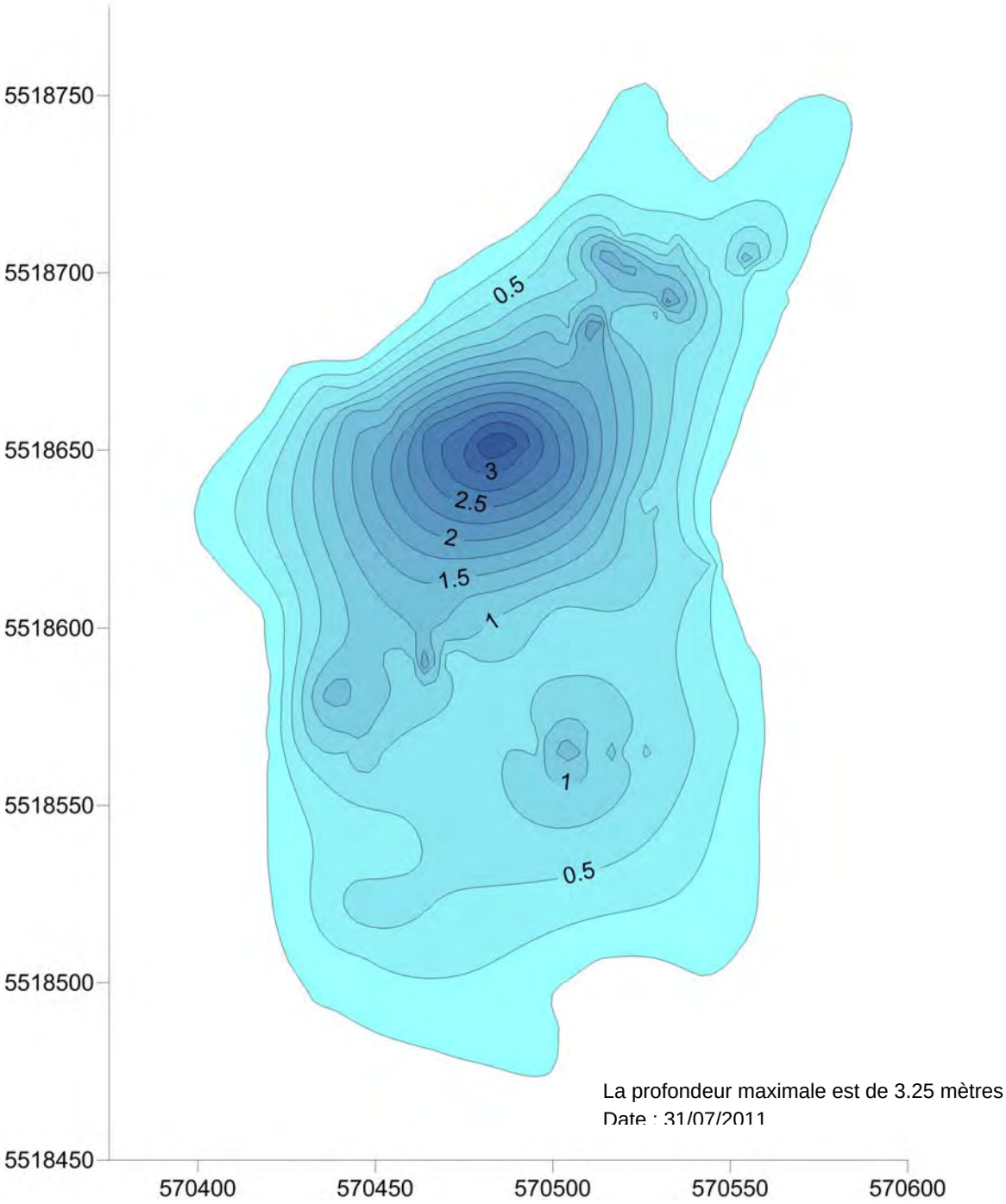




Photo 8.116 : végétation aquatique et inondée de la partie sud du lac A-2. En avant-plan des myriques et des carex, puis des joncs et des nénuphars.



Photo 8.117 : baie sud du lac A-2; une bande de joncs et de nénuphars offrent un habitat propice aux nombreux cyprinidés du plan d'eau.



Photo 8.118 : barrage de castors à l'émissaire du lac A-2. On note le fond de roches et de graviers de l'émissaire et du lac.



Photo 8.119 : émissaire du lac A-2, juste en aval du barrage de castors. Lit de pierres et de graviers grossiers.

8.9.4 Ruisseau Wynne

Le ruisseau Wynne est un cours d'eau important du bassin hydrographique de la rivière Armitage (figure 8.21). Il draine les eaux du lac Pillow vers le lac Stella. Ce dernier se jette dans le lac Armitage. Le ruisseau Wynne traverse le chemin forestier 210, tout près de la limite sud-ouest du bloc de claims de BlackRock.

M. Mathew Wapachee a précisé l'existence d'une aire de fraie pour le corégone en amont du chemin. Toujours selon M. Wapachee, le ruisseau, près du lac Stella, est aussi une aire de reproduction au printemps pour le doré jaune et le meunier sp (figure 8.22).

Le ruisseau a fait l'objet d'une pêche électrique aval et en amont du ponceau de la route 210. En aval de ce même ponceau, la pêche électrique a permis de récolter un brochet (Esox lucius) de 61 mm, 2 lottes (Lota lota) de 128 et de 139 mm, 4 mulets perlés (Margariscus margarita) de 47 à 75 mm et un chabot tacheté (Cottus bairdii) de 54 mm. Le fond est composé de gros blocs, de moellons et de galets et comprend peu de végétation aquatique.

En amont, les captures comprennent 1 meunier noir (Catostomus commersonii) de 186 mm, 8 naseux des rapides (Rhynichthys cataractae) de 51 à 94 mm, un mulet perlé de 17 mm et un Phoxinus sp. de 46 mm. Le fond est aussi composé de gros blocs, de galets et d'environ 10% de matière organique en rive.

Dans un contexte d'aménagement, la pêche électrique permet de faire ressortir certains indicateurs sur la qualité du milieu et la faune aquatique du secteur. Les sept espèces de poissons capturés révèlent un habitat riche et d'une excellente biodiversité. Les poissons fourrages sont bien représentés, de même que les espèces sportives. Le naseux des rapides et le chabot tacheté sont des indicateurs de l'excellente qualité du cours d'eau qui offre plusieurs types d'habitats.

Figure 8.21 Pêche électrique : ruisseau Wynne et ruisseau intermittent du camp de construction

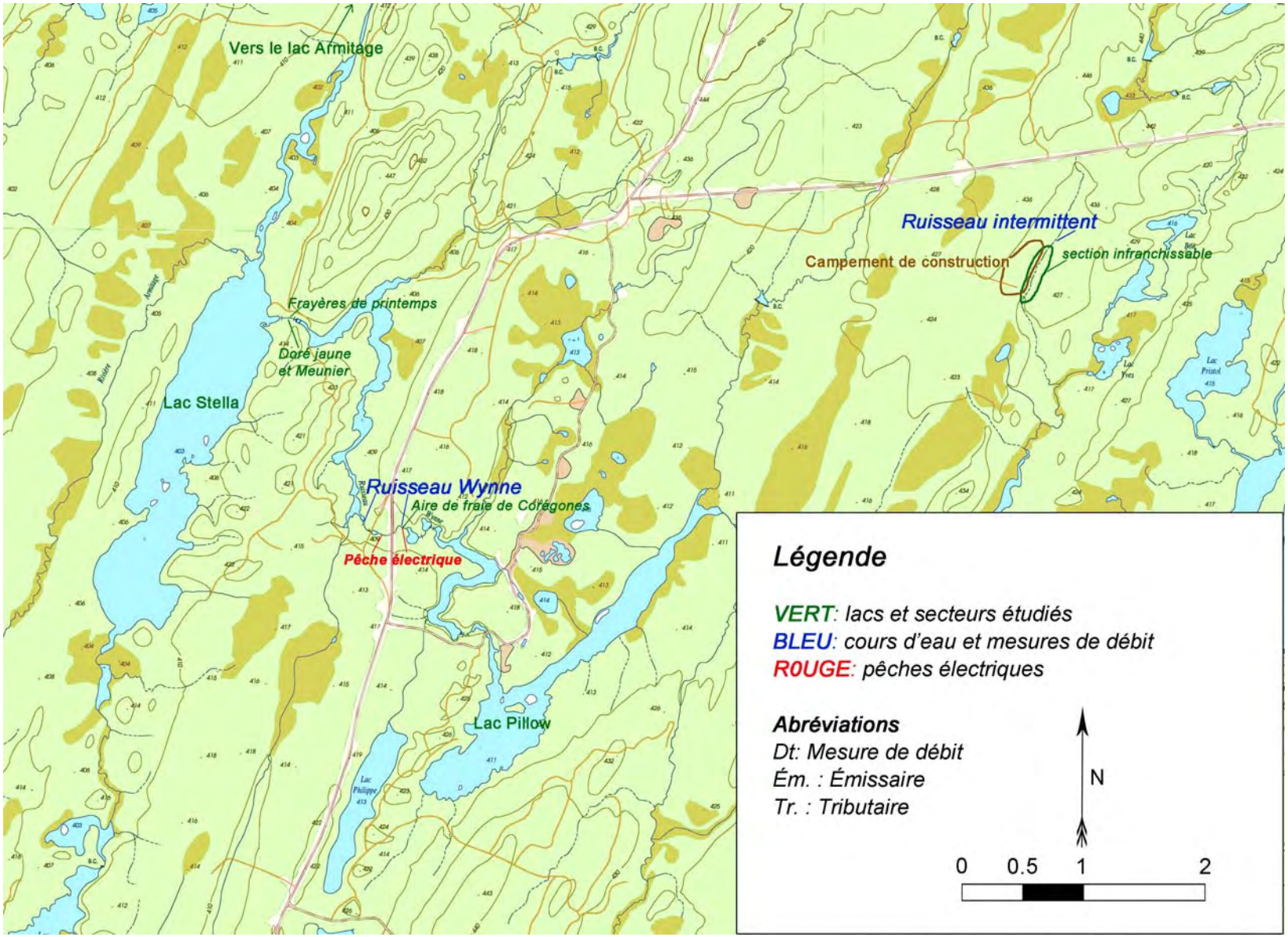




Photo 8.120 : ruisseau Wynne en aval de la route 210.



Photo 8.121 : ruisseau Wynne en aval de la route 210

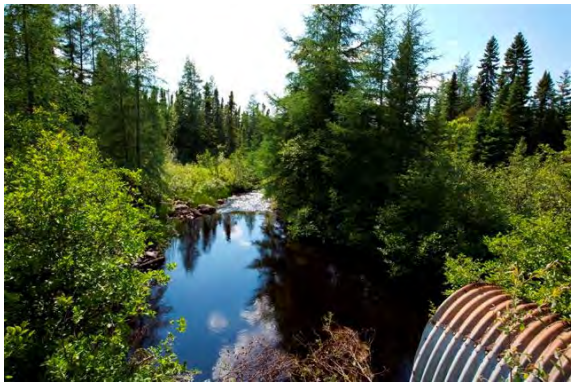


Photo 8.122 : ruisseau Wynne; vue vers l'aval à partir de la route 210 et section du ponceau.



Photo 8.123 : ruisseau Wynne en amont de la route 210.



Photo 8.124 : ruisseau Wynne en amont de la route 210; bassins, blocs nénuphars et joncs



Photo 8.125 : ruisseau Wynne en amont de la route 210; bassin, et joncs



Photo 8.126 : ruisseau Wynne en amont de la route 210; fond de gros blocs et blocs.

8.9.5 Validation des secteurs d'aménagements potentiels

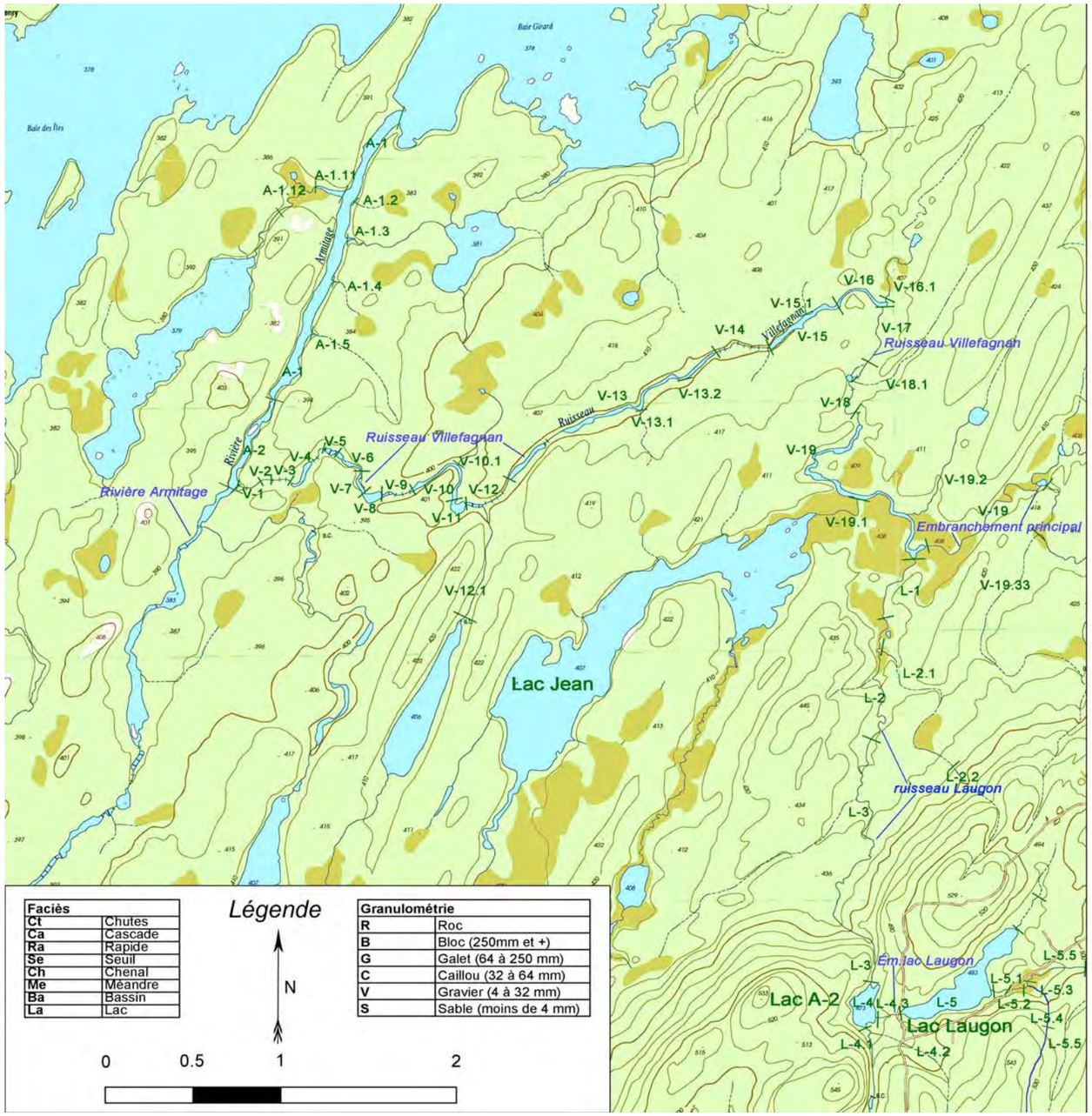
Une photo-interprétation des principaux cours d'eau compris dans la zone d'étude a été réalisée afin de préciser l'importance des habitats aquatiques pour la reproduction et le cycle vital de certaines espèces sportives comme le doré et l'omble de fontaine. Les résultats de la photo-interprétation sont présentés à la figure 8.22. Cette photo-interprétation permet de regrouper sous forme de segments homogènes les différents tronçons d'un cours d'eau. Un segment homogène peut être défini comme un tronçon de cours d'eau représentant des caractéristiques homogènes quant au faciès d'écoulement (chute, cascade, rapide, seuil, chenal, méandre, bassin, lac) et à la granulométrie (roc, bloc, galet, caillou, gravier, sable). Comme chacune des espèces ont des préférences pour certains types d'habitats durant une certaine partie de leur cycle vital, il est alors possible d'évaluer théoriquement le potentiel d'un cours d'eau pour la reproduction de certaines espèces comme le doré ou l'omble de fontaine. Cet exercice théorique a cependant été complété par une visite systématique de tous les milieux lotiques et lentiques. Les données présentées à la figure 8.22 ont par voie de conséquence une excellente fiabilité

La photo-interprétation et les travaux de terrain permettent d'établir que, malgré l'absence de doré dans le ruisseau Villefagnan, ce cours d'eau recèle un très bon potentiel pour cette espèce (figure 8.23). En effet, compte tenu du fait que le doré favorise les habitats à granulométrie grossière pour sa reproduction (galets de 10-25 cm de diamètre entre des blocs), il a été établi que les habitats propices au Doré se situent principalement dans la portion aval du ruisseau Villefagnan au niveau des tronçons V1, V3, V5 et V9, et ce, pour une superficie théorique totale de 5 875 m^2.

Les travaux réalisés font ressortir l'importance de rendre éventuellement le ruisseau Villefagnan accessible au doré par l'aménagement de la chute sise à 300 m en amont de son embouchure. Quant aux secteurs propices à la reproduction de l'omble de fontaine, ils sont répartis un peu partout dans les tronçons de cours d'eau, en bordure de petits seuils où il y a présence de sable et de gravier. Plusieurs de ces milieux pourraient être aménagés afin de favoriser l'omble de fontaine.

En autant que l'eau acheminée au lac Denis respecte les paramètres de rejets, sa transformation en réservoir devrait selon toute vraisemblance améliorer la diversité et la productivité biologique de ce plan d'eau.

Figure 8.22 Faciès et granulométrie des secteurs d'aménagements potentiels



Faciès	
Cf	Chutes
Ca	Cascade
Ra	Rapide
Se	Seuil
Ch	Chenal
Me	Méandre
Ba	Bassin
La	Lac

Granulométrie	
R	Roc
B	Bloc (250mm et +)
G	Galet (64 à 250 mm)
C	Caillou (32 à 64 mm)
V	Gravier (4 à 32 mm)
S	Sable (moins de 4 mm)

Rivière Armitage

Segment	Km	Faciès	Granulo	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface	Commentaire
A-1	0	Ch	SV	70	2000	140000	Très lent
A-2	2	Ch	SV	50	600	30000*	Très lent

Tributaires de la rivière Armitage

Segment	Km	Faciès	Granulo	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface	Commentaire
A-1.11	0,7	Ba	SV	30	150	4500	
A-1.12	0,95	Me	SV	10	270	2700	Eutrophe
A-1.2	0,7	Ch	SV	10	200	2000	Lent
A-1.3	0,9	Me	SV	10	600	6000	Lent
A-1.4	1,2	Ch	SV	10	300	3000	Lent
A-1.5	1,6	Ch	SV	15	700	10500	Lent

Ruisseau Villefagnan

Segment	Km	Faciès	Granulo	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface	Commentaire
V-1	0	Ca	RBG	20	50	1000	Delta
V-2	0,05	Ba	SV	50	100	5000	
V-3	0,15	Ca/Ra	RBG	15	100	1500	
V-4	0,25	Me	SV	20	300	6000	
V-5	0,55	Ra	RBG	15	75	1125	
V-6	0,62	Me	SV	20	200	4000	
V-7	0,82	Ch	SV	15	150	2250	
V-8	0,97	Ba	SV	60	125	7500	
V-9	1,1	Ra	RBG	15	150	2250	
V-10	1,23	Ch	SV	20	550	11000	
V-11	1,8	Ba	SV	50	50	2500	
V-12	1,85	Ra	BCV	20	350	7000	
V-13	2,65	Ch/Ra	SVB	25	1600	40000	
V-14	4,25	Ra	BVS	20	200	4000	
V-15	4,45	Ch	SV	30	400	12000	
V-16	3,85	Me	SVB	15	400	6000	
V-17	4,75	Me	SVB	20	400	8000	
V-18	5,1	Ch+Ba/ Se	SVR	20	350	7000	
V-19	5,45	Me/Ba	SV	25	3100	77500	

Tributaires du ruisseau Villefagnan

Segment	Km	Faciès	Granulo	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface	Commentaire
V-10.1	1,45	Me	SV	10	550	5500	
V-12.1	1,9	Ch	SVB	10	850	8500	Exutoire
V-13.1	3	Me	SVB	10	450	4500	Intermittent
V-13.2	3,4	Ch	SVB	10	1000	10000	
V-15.1	4,3	Ch	SVB	10	500	5000	Intermittent
V-16.1	4,85	Me	SVB	10	300	3000	Eutrophe
V-18.1	5,5	Ch	SVB	40	400	16000	Intermittent
V-19.1	1,3	Me	SV	10	400	4000	Exutoire
V-19.2	1,65	Me	SVB	10	700	7000	
V-19.33	3,1	Me	BVS	5	1400	7000	Eutr-interm.

Ruisseau du Lac Laugon

Segment	Km	Faciès	Granulo	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface	Commentaire
L-1	0	Ch	SV	10	300	3000	
L-2	0,3	Me	SV	5	800	4000	
L-3	1,1	Me	SVB	5	1800	9000	Exutoire B-2
L-4	2,9	La	SVB	150	200	30000	Lac B-2
L-5	3,2	La	SVB	120	850	102000	Lac Laugon

Tributaires du ruisseau Laugon et du lac Laugon

Segment	Km	Faciès	Granulo	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface	Commentaire
L-2.1	0,55	Me	SVB	5	900	4500	Intermittent
L-2.2	1,4	Ra	BVR	5	1200	6000	Intermittent
L-4-1	3,1	Me	BVS	5	1200	6000	Intermittent
L-4.2	3,1	Me	BVR	5	700	3500	Intermittent
L-4.3	3,1	Ch	BVS	5	100	500	Laugon/A-2
L-5.1	3,75	Ch	SVB	10	100	1000	
L-5.2	3,85	Ba	SVB	15	100	1500	Eutrophe
L-5.3	3,95	Ca	BVS	5	200	1000	Intermittent
L-5.5	3,95	Me	SVB	5	450	2250	Intermittent

9. CARACTÉRISATION DU GISEMENT, DES RÉSIDUS SOLIDES ET DES EAUX DE PROCÉDÉ

En vue de l'obtention des autorisations environnementales liées au projet BlackRock, une caractérisation physico-chimique des résidus solides et liquides est requise pour qualifier l'incidence environnementale du projet et établir les conditions de sa mise en œuvre. En plus de ces exigences règlementaires, les activités de caractérisation visent à déterminer la composition chimique et à effectuer l'identification minéralogique des solides. Les concentrations de métaux, de matière en suspension et la toxicité biologique des eaux de procédé ont aussi été comparées en regard de la réglementation en vigueur. Ce faisant, il est possible d'anticiper la conformité de l'effluent final avec les normes opérationnelles.

La première partie des travaux de caractérisation des résidus a été complétée en décembre 2010 à partir de cinq échantillons jugés représentatifs par BlackRock et remis au Corem pour les essais préliminaires de pilotage. Ce matériel est identique à celui analysé en 2010 aux Laboratoires de SGS à Lakefield et aux échantillons remis aux partenaires chinois de BlackRock. Il est à l'origine de l'engagement dans le projet des sociétés financières et des aciéries chinoises.

Les travaux de caractérisation réalisés avec les échantillons de 2010 sont :

- l'identification des roches de la zone de minéralisation;
- l'établissement du niveau de radiation et de la teneur en éléments radioactifs dans le minerai;
- la diffraction des roches du gisement, du composite de stériles et des rejets du concentrateur;
- l'analyse comparative des résidus solides avec le bruit de fond de la province géologique du Supérieur;
- l'analyse comparative du lixiviat avec les critères de protection des eaux souterraines.

La seconde partie des travaux de caractérisation a été entreprise à compter d'avril 2011. Le matériel utilisé est celui ayant servi au Corem pour mener à bien les essais pilotes de février 2011. Il provient d'un seul échantillon en vrac de 400 kg sélectionné par Métaux BlackRock. Selon les analyses du Corem, l'alimentation au pilotage de février 2011 était similaire en composition à trois des cinq échantillons utilisés lors des essais préliminaires de pilotage d'octobre 2010. À ce moment, les paramètres d'opération de procédé avaient été fixés tel que précisé au chapitre 4.

Les travaux de caractérisation réalisés avec les échantillons de 2011 sont :

- la caractérisation granulométrique des rejets solides;
- l'analyse des métaux dans les eaux de procédé;
- l'établissement de la vitesse de décantation et des principaux paramètres l'influençant;
- la détermination de la toxicité des eaux de procédé pour Daphnia Magna.

9.1 CARACTÉRISATION DES ROCHES ET STÉRILES DE LA ZONE MINÉRALISÉE

Quatre types de roches représentatives de la zone minéralisée ont été identifiés par les géologues de BlackRock. Ce sont l'anorthosite, le gabbro, la pyroxénite et le dyke de diabase. Les résultats des analyses quantitatives des roches de la zone de minéralisation sont présentés au tableau 9.1. Ces résultats concordent avec des données de caractérisation publiées en littérature pour des roches similaires. Ces roches sont riches en aluminium, fer, calcium et magnésium. Les éléments importants pour le projet, en particulier le fer et le titane, sont abondants dans la pyroxénite et le dyke de diabase. Le vanadium montre une concentration plus élevée dans le dyke de diabase que dans les autres types de roches. Les métaux lourds et en traces, notamment l'arsenic, l'uranium et le thorium, sont aussi présentés au tableau 9.1.

Concernant les éléments radioactifs, le Centre d'étude appliquée du Quaternaire (CÉAQ) a réalisé des essais sur les échantillons de minerai du gisement. Ces essais ont été réalisés à la carothèque de BlackRock sur trois boîtes de carottes de forage choisies au hasard. Le tableau 9.2 illustre les résultats obtenus qui indiquent que la dose de radiation par heure et la concentration des éléments radioactifs (K, U et Th) dans le minerai sont inférieures au bruit de fond à Chibougamau. La correspondance du CÉAQ à ce sujet est présentée à l'annexe 9.1.

Tableau 9.1 Analyses des roches de la zone de minéralisation « 4 Acid Digestion – ICP DES Finish » (2010)

Éléments	Unités	LDR	ENBR-1 Anorthosite	ENBR-2 Gabbro	ENBR-3 Pyroxénite	ENBR-4 Dyke de diabase
Si	%	0.005	19.824	19.967	14.269	17.484
Al	%	0.01	6.90	5.45	3.37	4.70
Fe	%	0.01	7.66	6.25	18.0	11.2
Ca	%	0.01	8.40	5.71	4.07	4.40
Na	%	0.01	2.30	0.89	0.76	1.24
K	%	0.01	0.08	<0.01	0.08	0.17
Mg	%	0.01	0.86	1.41	3.55	2.13
Ti	%	0.005	0.62	0.48	1.91	1.63
Mn	ppm	1	1540	2040	3580	3150
V	ppm	0.5	469	387	441	1110
S	ppm	50	190	330	1950	610
As	ppm	0.2	<0.2	0.4	1.1	<0.2
Cd	ppm	0.02	0.02	0.04	0.10	0.07
Co	ppm	0.05	33.9	32.6	141	116
Cr	ppm	0.5	57.0	80.9	<0.5	75.2
Cu	ppm	0.2	39.6	26.9	38.6	40.7
Ni	ppm	0.2	59.6	28.2	9.5	67.6
Pb	ppm	0.1	1.0	2.0	1.0	1.5
Zn	ppm	0.5	52.4	99.2	307	161
Th	ppm	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2
U	ppm	0.005	0.031	0.018	0.010	0.057

Note : le protocole d'analyse (digestion à quatre acides) est différent de celui pour la protection des sols prévus à la *Directive 019* (MA.200 - Met.1.2).

Tableau 9.2 Niveau de radiation et teneur en éléments radioactifs du minerai – Centre d'étude appliquée du Quaternaire, septembre 2010

Boîte No.	Dose de radiation $nSvh^{-1}$	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
1	25.7	0.8	0.8	2.9
2	16.6	0.5	0.0	2.9
3	18.3	0.4	0.0	3.1
Bruit de fond à Chibougamau	45.8	1.8	1.5	3.2

9.2 CARACTÉRISTIQUES GRANULOMÉTRIQUES DES RÉSIDUS SOLIDES

Outre les stériles, générés lors de l'extraction, deux types de résidus solides sont produits par le procédé de concentration. Il s'agit de résidus grossiers de D_{80} de 1065 µm et de résidus fins de D_{80} de 75 µm. Les résidus analysés pour la composition granulométrique proviennent des opérations de pilotage réalisés par le Corem en 2011 (tableau 9.3). Ces résidus, qui ont été reçus en pulpes, ont été homogénéisés et tamisés pour établir leur distribution granulométrique et l'abondance relative des fractions. La pulpe du séparateur magnétique primaire récoltée après tamisage totalisait 8096 grammes de solide. Le séparateur magnétique secondaire n'a fourni que 572.5 grammes de solides. Des pertes au niveau du pilotage seraient la cause de la faible quantité de solides disponibles pour le séparateur magnétique secondaire.

Tel qu'illustré au tableau 9.3, la fraction grossière de plus de 75 µm représente seulement 69.22 % en poids de l'échantillon du séparateur primaire. Cette fraction plus grossière devrait être séparée des particules fines à l'aide d'une spirale de classification. Les particules fines des séparateurs primaire et secondaire seront regroupées et acheminées au parc de résidus fins.

Tableau 9.3 Tamisage des résidus, abondance et distribution granulométrique

Séparateur primaire		Grosseur du Tamis (µm)	Séparateur secondaire	
Poids de la fraction (g)	Pourcentage de la fraction		Poids de la fraction (g)	Pourcentage de la fraction
4973	61.42	150		
631	7.8	75		
1131	13.97	38	246.5	43.06
490.4	6.05	20	108	18.86
86	1.06	6	17	2.97
785	9.70		201	35.11
8096	100	**Total**	572.5	100

Selon les critères de conception du projet, 80% des rejets grossiers provenant du séparateur primaire doivent avoir une granulométrie inférieure à 1065 µm. En ce qui concerne les rejets fins, 80% des particules ont une granulométrie inférieure à 75 µm.

Le matériel obtenu du Corem ne correspond pas à une séparation nette tel qu'il est possible d'obtenir avec une spirale de classification. Les résidus grossiers du séparateur primaire contiennent en effet beaucoup trop de matériaux fins. Les résidus fins du séparateur secondaire sont aussi plus petits que prévu. En effet, 100% des résidus fins sont inférieurs à 75 µm. Les conditions de pilotage n'ont pas pu reproduire le fractionnement désiré entre les résidus

grossiers et fins. Il faut cependant souligner qu'aucune spirale de classification n'a été utilisée pour les travaux de pilotage. Cet équipement est cependant prévu à la phase opération.

Le fractionnement net des particules grossières pendant les opérations revêt une importance marquée pour la gestion du parc de résidus grossiers. Le contrôle de la granulométrie est en effet essentiel au maintien de la qualité des eaux de ruissellement de la halde de résidus grossiers.

Par ailleurs, la plus grande abondance de particules fines générées par les travaux de pilotage aura permis de recréer des conditions extrêmes pour les eaux de procédé. Il est en effet vraisemblable de postuler que les métaux solubilisés et les matières en suspension étaient en plus grande concentration dans les eaux de pilotage qu'elles ne le seront lors des opérations (voir section 9.5).

9.3 DIFFRACTION DES ROCHES DU GISEMENT, DES STÉRILES ET DES RÉSIDUS

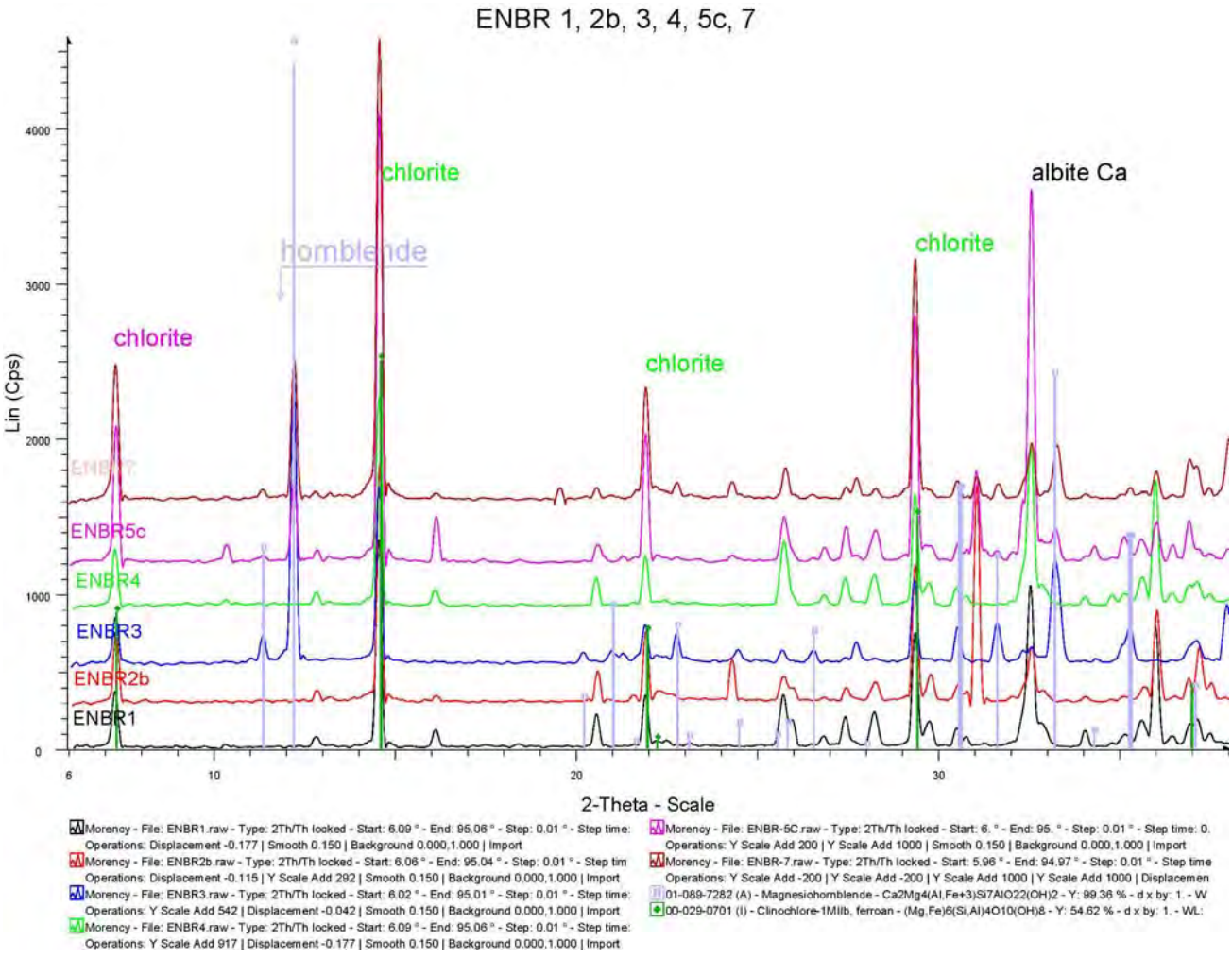
Les diffractogrammes de la figure 9.1 proviennent des échantillons de 2010 et identifient les phases minéralogiques. L'intensité des pics de diffraction permet l'évaluation de l'abondance modale (virtuelle) des minéraux. Les résultats des diffractogrammes sont résumés au tableau 9.4. Ils confirment la présence de chlorite dans toutes les roches de la zone minéralisée, de même que dans les stériles et résidus du concentrateur. La chlorite est associée à un métamorphisme régional du facies schiste-vert qui a altéré les pyroxènes primaires en chlorite secondaire. Dans les rejets du concentrateur, ce minéral est concentré préférentiellement dans les fractions fines. Il atteint 73,9 à 82,5 % en abondance dans les rejets de granulométrie inférieure à 6 µm. La morphologie lamellaire des chlorites et leurs charges de surface sont des facteurs qui contribuent à leur stabilité en suspension.

D'autres minéraux secondaires qui, tout comme la chlorite, sont de couleur verdâtre, ont été détectés. Il s'agit de l'épidote et de l'actinolite qui contribuent à former la suspension verdâtre des eaux de procédés. L'analyse de l'abondance modale virtuelle semble sous-évaluer l'ilménite en faveur du rutile. À ce sujet, le rapport de juillet 2010 du Corem précise que les minéraux amorphes peuvent correspondre à diverses compositions d'oxydes fer-titane. Ainsi, l'ilménite a été identifiée comme un élément majeur dans quatre des cinq échantillons minéralisés analysés par le Corem. Dans ce même rapport d'étape, le rutile est considéré comme étant présent à l'état de trace. Ce point est particulièrement important puisque BlackRock évalue la possibilité à moyen terme de récupérer le titane contenu dans l'ilménite des résidus grossiers. Toujours dans le même ordre d'idée, il convient de rappeler que la fraction granulométrique supérieure à 150 µm n'a pas été évaluée par diffraction dans le cadre des travaux d'environnement. La majeure partie de l'ilménite serait donc comprise dans les résidus plus grossiers. Ceci expliquerait également la différence des résultats de diffraction pour l'ilménite contenue dans le minerai et les résidus de granulométrie inférieure à 150 µm.

En ce qui concerne l'actinolite, celle-ci peut avoir une incidence en matière de santé et sécurité au travail. Ce minéral d'origine secondaire est une amphibole provenant également de l'altération de pyroxènes. Il comprend une variété fibreuse de type asbestiforme. Dans

l'éventualité où cette variété fibreuse serait présente, la gestion du minerai devrait se conformer aux normes de santé et sécurité relatives à l'amiante. Compte tenu de cette incidence potentielle, la présence de la variété fibreuse a fait l'objet d'une vérification à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB). La vérification a été faite à partir des fractions fines récoltées sur filtre de 0.45 µm lors des opérations de décantation des eaux provenant des pulpes grossières et fines. Les résultats obtenus confirment l'absence de fibres de morphologie asbestiforme. Les minéraux se présentent sous forme de feuillets et de bâtonnets (photo 9.1). Les amphiboles ont une morphologie généralement en bâtonnets et les chlorites ont une structure en feuillets.

Figure 9.1 Diffractogrammes des roches, du gisement, des stériles et d'un échantillon de résidus grossiers – essais de 2010

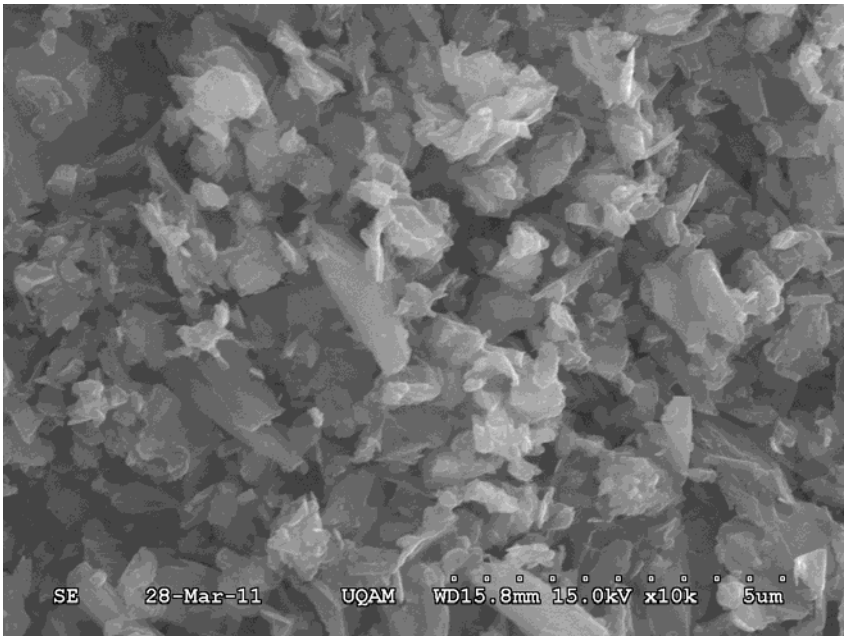


Note : Par souci de clarté, les diffractogrammes des échantillons ENBR-8A, 9, 10, 11 et 14 ne sont pas présentées à la figure 9.1. Les diffractogrammes spécifiques de chaque échantillon sont présentés à l'annexe 9.2.

Tableau 9.4 Composition minéralogique modale par diffraction des rayons-X des stériles et les fractions granulométriques des rejets - essais de 2010

	Minerai				Stérile	Séparateur primaire					Séparateur secondaire
	Anorthosite ENBR-1	Gabro ENBR-2	Pyroxénite ENBR-3	Diabase ENBR-4	Composite ENBR-5	ENBR-7	ENBR-8A	ENBR-9	ENBR-10	ENBR-11	ENBR-14
						38-75 µm	75-150 µm	20-38 µm	6-20 µm	<6 µm	<6 µm
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Minéraux											
Chlorite	39.56	50.30	37.30	34.81	42.37	60.67	50.97	62.25	61.03	73.88	82.54
Épidote	24.54	22.84	20.68	2.66	6.77	6.32	8.23	8.68	4.03	2.16	2.15
Clinozoisite	-	1.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Albite (Plagioclase)	35.14	14.96	3.70	13.74	32.06	8.15	16.66	4.44	8.83	4.01	2.40
Mica	0.76	-	-	0.70	2.61	1.15	1.37	1.41	0.65	0.96	0.78
Actinolite et/ou Hornblende	-	-	33.37	48.09	13.16	19.12	15.69	17.74	20.06	13.81	7.15
Rutile	-	-	3.93	1.50	1.09	2.62	3.96	1.68	1.74	2.50	2.32
Ilmenite	-	-	-	1.13	-	-	-	-	-	-	-
Magnétite	-	-	1.02	8.59	1.94	1.96	0.48	0.99	0.85	1.14	2.48
Quartz	-	10.38	-	0.50	-	-	2.64	2.81	2.80	1.54	0.18

Photo 9.1 Morphologie des résidus sous microscope électronique à balayage (MEB)



9.4 CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE DES RÉSIDUS MINIERS ET CONFORMITÉ À LA *DIRECTIVE 019*

9.4.1 Contexte et méthodologie

Conformément aux exigences de la *Directive 019*, les travaux de caractérisation réalisés, , comprennent les activités de caractérisation suivantes :

- choix des échantillons représentatifs (composite des 5 échantillons de 2010 : Corem, SGS et partenaires financiers);
- analyse des résidus solides afin de comparer les concentrations de paramètres ciblés avec les teneurs de fond régionales (province géologique du Supérieur);
- essai de lixiviation, analyse du lixiviat et comparaison des concentrations de métaux avec les critères de protection des eaux souterraines pour les paramètres dont la concentration est supérieure à la teneur de fond dans les résidus solides.

La liste des paramètres analysés, les méthodes d'analyses et les critères d'évaluation sont donnés au tableau 9.5. Conformément à la *Directive 019* et à la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, les teneurs de fond de la province géologique du Supérieur, dans laquelle est localisé le projet, ont été utilisées comme critères d'évaluation pour les concentrations de métaux dans les résidus solides. Pour le lixiviat des résidus solides, les critères de protection de l'eau souterraine utilisés sont ceux de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, c'est-à-dire les critères de « résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts ».

Tableau 9.5 Caractérisation des résidus miniers : paramètres analysés et méthodes d'analyses

Nature du résidu et analyse	Paramètres	Méthode d'analyse et référence primaire	Critères
Résidus solides : • stériles • résidus grossiers • résidus fins Analyse des métaux par ICP	Mercure, argent, arsenic, baryum, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, étain, manganèse, molybdène, nickel, plomb, selenium, zinc	STL SOP 00006/12 MA.200 – Met.1.2 (1)	Teneurs de fond, province du Supérieur (2)
Lixiviat des résidus solides : analyse des métaux lixiviés	Selon les résultats des analyses dans les résidus solides	MA.100- -Lix.com.1.1 (1) STL SOP 00006/12 MA.200 – Met.1.2	Critères de résurgence dans les eaux de surface ou d'infiltration dans les égouts (2)

(1) Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ)
(2) Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés

9.4.2 Description des échantillons utilisés

Dans le cadre du projet minier, plusieurs analyses ont été effectuées par BlackRock afin d'évaluer la valeur du gisement et la faisabilité technique de son exploitation. Les échantillons utilisés proviennent principalement de deux sources :

- échantillons prélevés lors de campagnes de forage visant à évaluer la faisabilité du projet ;
- échantillons prélevés dans les résidus générés lors des essais de pilotage du procédé de traitement du minerai.

Pour les aspects environnementaux, certains résultats d'analyses effectuées pour l'étude de faisabilité et pour la conception du projet ont été utilisés. En plus, trois échantillons ont été analysés spécifiquement pour des fins d'évaluations environnementales. Il s'agit des échantillons suivants qui ont été fournis par BlackRock et le Corem à l'automne 2010 :

- ENBRA-67 : échantillon de stériles représentatif du gisement qui sera exploité ; il est constitué de 33 sous-échantillons prélevés par les géologues de BlackRock en 2010 ;
- ENBRA-66 : échantillon de la fraction grossière (±550 µm) généré lors de l'essai de pilotage effectué par le Corem en novembre 2010 ;

- ENBRA-74 : échantillon de la fraction fine (D_{80} de 75 µm) généré lors du même essai de pilotage.

9.4.3 Résultats des analyses des stériles et résidus de traitement

Les résultats des analyses de caractérisation des stériles et des résidus de traitement sont présentés aux tableaux 9.6 et 9.7. Conformément aux indications de la *Directive 019*, des analyses ont été effectuées dans un premier temps afin de déterminer les concentrations en métaux dans les résidus solides. Les résultats indiquent des dépassements des teneurs de fond de la province du Supérieur pour les paramètres suivants (tableau 9.3) :

- ENBRA-67 (stériles) : cobalt;
- ENBRA-66 (fraction grossière, essai de pilotage) : cobalt, chrome total, cuivre et nickel;
- ENBRA-74 : cobalt et nickel.

Par la suite, les trois échantillons ont été soumis à un essai de lixiviation et le lixiviat a été analysé pour les paramètres dont les concentrations dépassaient les teneurs de fond. Selon les résultats obtenus (voir tableau 9.7), tous les résultats sont inférieurs aux critères de protection de l'eau souterraine. En plus, les échantillons ont été analysés pour les paramètres suivants (anions et métalloïde), pour lesquels des critères sont spécifiés dans la *Directive 019* (tableau 1 de l'annexe II) :

- fluorures totaux;
- nitrates et nitrites;
- nitrites;
- bore.

Toutes les concentrations sont sous les limites de détection ou à l'état de trace et donc nettement sous les critères de la *Directive 019*. En conséquence, les résultats obtenus pour les échantillons analysés indiquent que les stériles et les résidus du traitement du minerai sont à faibles risques. Les certificats d'analyses sont reproduits à l'annexe 9.3

Tableau 9.6 Résultats d'analyses des résidus miniers : concentrations dans les résidus solides (mg/kg)

Métaux (ou métalloïdes) et autres composés inorganiques	CRITÈRE	ENBRA-67 Novembre 2010	ENBRA-66 Novembre 2010	ENBR-74 Novembre 2010
	Teneurs de fond mg/kg Province du Supérieur	Stériles, échantillon composé (33 sous-échantillons)	Fraction grossière, essai de pilotage	Fraction fine, essai de pilotage
Argent (Ag)	**0,5**	<0,8	<0,8	<0,8
Arsenic (As)	**5**	<5	5	<5
Baryum (Ba)	**200**	<5	<5	<5
Cadmium (Cd)	**0,9**	<0,5	<0,5	<0,5
Cobalt (Co)	**20**	27	54	51
Chrome total (Cr)	**85**	150	22	51
Cuivre (Cu)	**50**	75	25	43
Étain (Sn)	**5**	<4	<4	<4
Manganèse (Mn)	**1 000**	250	230	180
Mercure (Hg)	**0,3**	<0,02	<0,02	<0,02
Molybdène (Mo)	**6**	1	<1	<1
Nickel (Ni)	**50**	76	46	62
Plomb (Pb)	**40**	<5	<5	<5
Sélénium (Se)	**3**	<1	<1	<1
Zinc (Zn)	**120**	34	91	94
Soufre total (S) (%)		0,15	0,17	0,18

>teneur de fond régionale (province du Supérieur). L'échantillon doit être soumis à un essai de lixivation et le lixiviat doit être analysé pour les paramètres dépassant la teneur de fond régionale (voir tableau 9.7).

Note : en ce qui concerne les teneurs en soufre des résidus miniers, il convient de préciser que les cinq échantillons utilisés pour former le composite de minerai comprenaient respectivement 0,06, 0,11, 0,15, 0,03 et 0,03% de soufre, soit une moyenne de 0.08%. Les teneurs en soufre de 0,17 et 0.18% dans les échantillons ENBRA-66 et ENBR-74 montrent qu'il y a une concentration de cet élément dans les résidus non magnétiques. La teneur en soufre ne dépasse toutefois pas le critère règlementaire de 0,3%.

Tableau 9.7 Résultats d'analyses des résidus miniers : concentrations dans le lixiviat des résidus solides (µg/L)

Métaux (ou métalloïdes) et autres composés inorganiques	CRITÈRE	CRITÈRE	ENBRA-67 Novembre 2010	ENBRA-66 Novembre 2010	ENBR-74 Novembre 2010
	Protection des eaux souterraines µG/L	ANNEXE II *DIRECTIVE 019* µg/L	Stériles, échantillon composé (33 sous-échantillons)	Fraction grossière, essai de pilotage	Fraction fine, essai de pilotage
Bore		**500 000**	<100	<100	<100
Cobalt (Co)	**500**		<10	30	20
Chrome total (Cr)	**50** (1)	**5 000**	7		
Cuivre (Cu) (2)	**7,3**		<20		
Nickel (Ni)	**260**		<6		15
Fluorures totaux		**150 000**	<1 000	<1 000	<1 000
Nitrates + Nitrites		**1 000 000**	<200	<200	300
Nitrites		**100 000**	<200	<200	<200

(1) Critère pour l'eau de consommation

(2) La limite de détection rapportée pour le cuivre dans la méthode MA.200 – Mét.1.2 (CEAEQ, 2010) est de 30 µg/L.

9.5 EAU DE PROCÉDÉ

9.5.1 Métaux dans les eaux de procédé – essais pilotes 2011

Le tableau 9.8 présente deux analyses de métaux pour les eaux de pilotage des séparations primaire (ENBR-15) et secondaire (ENBR-16). Ces deux séries d'analyses sont quasi-identiques et représentent des eaux en équilibre avec les solides du procédé. La troisième série d'analyse représente une eau de procédé générée en laboratoire (ENBR-40) suite à l'attrition pendant 19 heures des résidus solides. Les paramètres de cette troisième série d'analyse sont également similaires aux résultats obtenus pour les deux premières. L'eau de procédé est aussi en équilibre avec les solides et représente le maximum de métaux solubilisables pour une eau dont le pH est légèrement supérieur à la neutralité. Ces résultats traduisent la nature insoluble des minéraux de silicates constituant les rejets du gisement. À l'exception du silicium, du sodium, du potassium, du soufre et du zinc, les métaux sont sous le seuil de détection et ne constituent pas un risque pour les eaux souterraines et les eaux de surface advenant un déversement de rejets liquides. Les concentrations en métaux des trois échantillons sont sous la limite de détection ou nettement sous les critères spécifiés dans la *Directive 019* pour un effluent final instantané. Les certificats d'analyses sont présentés à l'annexe 9.4.

Tableau 9.8 Analyse des eaux de procédé des séparateurs primaire et secondaire. Essais pilote février 2011

Éléments	Unités	LDR	ENBR-15 primaire	ENBR-16 secondaire	ENBR-40 Secondaire (labo)	Effluent final instantané *Directive 019*
Si	mg/l	2	3	4	2	-
Al	mg/l	5	<5.0	<5.0	<5	
Fe	mg/l	5	<5	<5	<5	6.0
Ca	mg/l	100	<100	<100	<100	-
Na	mg/l	5	17	18	22	-
K	mg/l	1	2	1	3	-
Mg	mg/l	10	<10	<10	<10	-
Mn	mg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
Ti	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-
V	mg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
S	mg/l	-	6	5	-	-
As	mg/l	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.4
Cd	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Co	mg/l	1	<1	<1	<1	-
Cr	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-
Cu	mg/l	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6
Ni	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.0
Pb	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4
Zn	mg/l	0.1	0.5	<0.1	0.2	1.0
Th	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	-	-
U	mg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
Mo	mg/l	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	-
Se	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-

Tel que mentionné auparavant, la granulométrie des rejets de pulpe est significativement plus fine que prévue aux critères de design. Par voie de conséquence, les métaux solubilisés et les matières en suspension étaient potentiellement plus importants lors des essais qu'ils ne le seront lors des opérations.

9.5.2 Décantation de l'eau de procédé

Des essais de décantation de l'eau de procédé on été réalisés en 2011 (voir photo 9.2). L'eau de procédé d'un échantillon avant décantation du séparateur primaire présente une couleur verdâtre. La charge en suspension après décantation de 22 heures est de 75 mg/l. L'eau résiduelle du séparateur secondaire a donné initialement une suspension de couleur plus noire. La charge en suspension après 22 heures était de 58,3 mg/l. Les filtrations ont été effectuées sur papier filtre de 0,45 µm.

Les solides récoltés sont aussi plus verdâtres au premier stade de séparation magnétique. Cette couleur est typique des chlorites, de l'épidote et de l'actinolite. Les solides plus noirs générés par le séparateur secondaire sont associés aux particules fines de magnétite et autres ferromagnésiens. La photo 9.2 illustre qualitativement la turbidité des eaux des séparateurs primaires et secondaires après 22 heures de décantation.

Photo 9.2 Eau de procédé des séparateurs primaire (A) et secondaire (B) après 22 heures de décantation

A

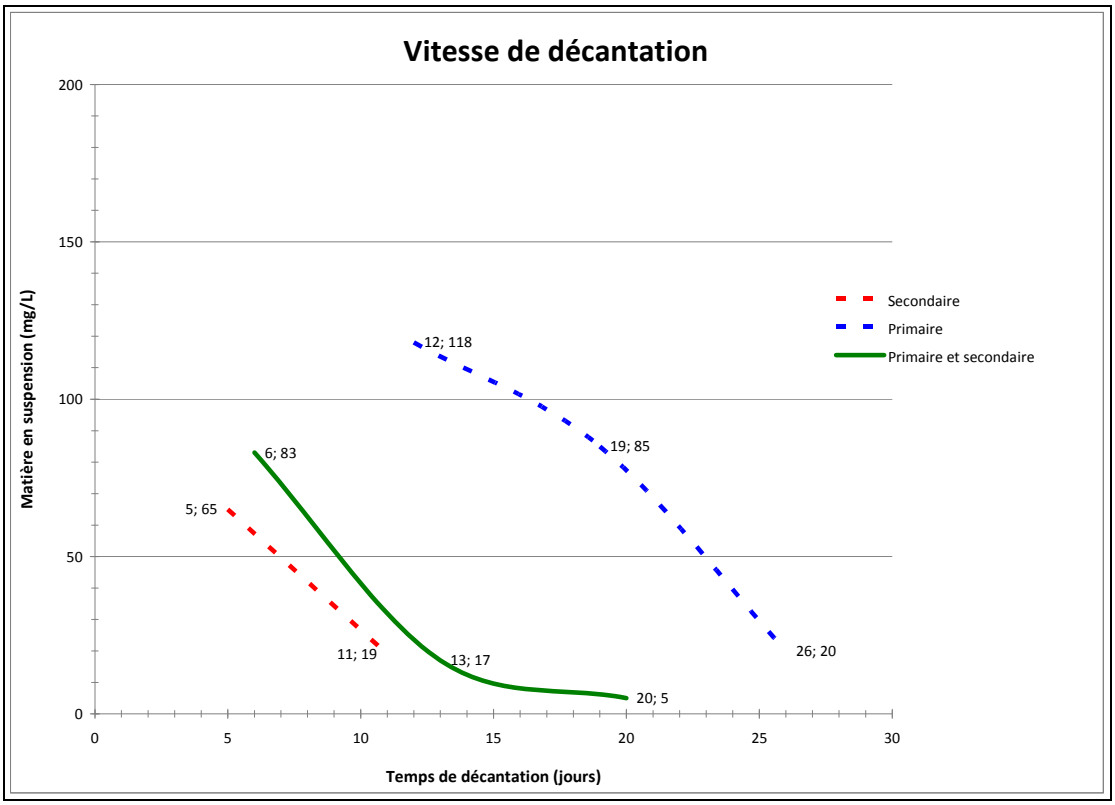


B

Les quantités limitées de pulpes provenant du pilotage de 2011, en particulier pour la séparation magnétique secondaire, n'ont pas permis de faire les essais complets de décantation avec du matériel frais. Afin de palier à ce problème, la pulpe séchée a été broyée par attrition pendant 16 heures pour augmenter la surface spécifique des particules en contact avec les eaux. Cette procédure reproduit des conditions extrêmes de mise en suspension. Les résultats obtenus pour les séparateurs primaire, secondaire et un mélange de 60 % primaire et 40% secondaire sont présentés à la figure 9.2.

Les résultats indiquent que les eaux de la séparation secondaire décantent plus rapidement. Après 11 jours, la charge en suspension est de 19 mg/l. La décantation des eaux du séparateur primaire est beaucoup plus lente. Après 26 jours, les solides en suspension totalisaient 20 mg/l. Ce phénomène se reflète également dans la vitesse de filtration qui est rapide pour les eaux du séparateur secondaire et lente pour les eaux du séparateur primaire. La présence de feuillets de chlorites en plus grande quantité à la séparation primaire entraîne l'obstruction plus rapide des pores du filtre de 0,45 µm. En mélangeant les eaux des deux étapes, on dénote une décantation rapide. Après 13 jours, la charge n'est que de 17 mg/l. Les charges électriques en présence dans le mélange semblent se neutraliser et faciliter la décantation. Les résultats sont tous en dessous du délai de 30 jours qui représente la durée maximale prévue dans le bassin de polissage. Les rejets sont conformes en laboratoire à la *Directive 019* concernant la charge instantanée maximale de solides en suspension à l'effluent final, soit 30 mg/l. Les graphiques de la figure 9.2 illustrent la vitesse de décantation des trois échantillons.

Figure 9.2 Vitesse de décantation des eaux des séparateurs magnétiques primaire, secondaire et d'un composite



Afin d'accélérer leur décantation, les eaux de procédé des séparateurs magnétiques primaire et secondaire seront mélangées avant d'être acheminées au parc de résidus fins. Il faut cependant préciser que, dans un contexte d'opération, l'effet du vent joint à l'apport continu d'eau dans les bassins de sédimentation pourrait provoquer le maintien en suspension des particules fines pour une plus grande période de temps qu'en laboratoire.

9.5.3 Eau de procédé et toxicité des daphnies

De façon à obtenir des eaux de procédé en quantité suffisante, les résidus solides séchés ont été réhydratés et broyés afin de générer des surfaces fraîches en équilibre avec l'eau de procédé. Les eaux ainsi récoltées en laboratoire ont été diluées à des concentrations variant de 400 à 20 mg/l de solides en suspension.

Ces différents échantillons, bien que ne représentant pas l'effluent final, ont été utilisés à titre indicatif pour déterminer la toxicité des rejets liquides pour *Daphnia magna*. Aucun des sept échantillons ne s'est avéré létal pour les daphnies.

Le tableau 9.9 résume les conditions de charge en suspension, de pH et de conductivité pour les échantillons des eaux soumises aux essais de toxicité. La certification et le détail des essais sont présentés à l'annexe 9.5.

Tableau 9.9 Toxicité des eaux des séparateurs primaire et secondaire pour Daphnia Magna

Échantillons	Type de rejet	Apparence	Matière en suspension (mg/l)	pH	Conductivité µmhos/cm	Conclusion
ENBR-17	Primaire	Brun trouble	400	8.3	284	Non létal
ENBR-19	Primaire	Brun trouble	80	8.9	300	Non létal
ENBR-18	Primaire	Limpide	20	8.9	333	Non létal
ENBR-36	Secondaire	Gris trouble	390	7.3	255	Non létal
ENBR-37	Secondaire	Gris trouble	195	7.3	250	Non létal
ENBR-38	Secondaire	Gris trouble	097	7.4	248	Non létal
ENBR-39	Secondaire	Gris trouble	48	7.3	247	Non létal

RÉFÉRENCES

Québec, ministère de l'Environnement, du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), avril 2005. Directive 019 sur l'industrie minière. Direction des politiques de l'eau, services des eaux industrielles, 66 pages et annexes.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Liste des méthodes pour réaliser des analyses de laboratoire-Directive 019 sur l'industrie minière. http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/list_mines.htm

10. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE DES SITES MINIERS ET DE TRANSBORDEMENT

10.1 PHYSIOGRAPHIQUE, DRAINAGE ET CLIMATOLOGIE

Le projet minier BlackRock est situé dans la région physiographique du Bouclier Canadien, caractérisée par des collines arrondies et par l'omniprésence du socle rocheux. À l'intérieur du territoire à l'étude, les formes du terrain sont allongées dans l'axe nord-est – sud-ouest, soit dans l'axe d'écoulement glaciaire. Le relief est relativement accidenté, notamment au centre du territoire où l'on retrouve une crête dont l'altitude maximale atteint 560 mètres, tandis que les terres environnantes possèdent une élévation moyenne de 400 m.

La crête sur laquelle est situé le gisement constitue la limite régionale des bassins versants du fleuve Saint-Laurent (vers l'est) et de la baie James (vers l'ouest). Le territoire est drainé au nord-ouest par la rivière Armitage et le ruisseau Villefagnan et, au sud-est, par le ruisseau Boisvert. Plusieurs lacs et des petits cours d'eau drainent le territoire en direction des cours d'eau principaux. La station hydrométrique la plus proche du secteur à l'étude est la station Ashapmushuan (station 061906) dont l'aire du bassin versant est de 4 330 km^2. Les figures 10.1 et 10.2 illustrent respectivement la topographie et les bassins versants du secteur du projet minier.

Climatologie

Les statistiques météorologiques mensuelles disponibles et qui sont les plus rapprochées proviennent de la station Chapais, située à environ 60 kilomètres à l'ouest du site à l'étude. Ces statistiques sont compilées par Environnement Canada et couvrent les années 1971 à 2000. Les précipitations totales annuelles à la station Chapais sont de 961,3 mm par unité de surface. Les précipitations sous forme de pluie totalisent 659,7 mm d'eau, tandis que les chutes de neige totalisent l'équivalent de 301,7 mm d'eau. La moyenne annuelle des températures est de 0^{o}C avec un maximum moyen de 16,3^{o}C en juillet et un minimum moyen de -18,6^{o}C en janvier. Le tableau 10.1 présente les détails de calcul du taux unitaire de recharge annuelle prévisible sur le territoire à l'étude.

10.2 GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE

Socle rocheux

Le gisement, amplement décrit dans les rapports de mise en valeur de la propriété, se trouve dans le complexe du lac Doré, un massif d'anorthosite et de gabbro d'âge Précambrien. Le complexe est plissé en anticlinal dont l'axe possède une direction nord-est – sud-ouest.

Les roches qui composent le complexe du lac Doré sont constituées d'anorthosites, de gabbros, de ferrogabbros à magnétite, de granophyre, de rhyolite, d'andésite et de basalte. Les contacts géologiques sont orientés nord-est – sud-ouest et les pendages sont entre 70 et 80 degrés de l'horizontale, tandis que le système de cisaillements régionaux qui recoupe les unités est d'orientation nord-nord-est – sud-sud-ouest. La figure 10.3 présente un extrait de la carte géologique SIGEOM 32GC059 (MRNF, 2010).

Tableau 10.1 Évaluation de l'évapotranspiration et de la recharge annuelle potentielle

Mois	*P*	*R*	*I*	*ETP*	*ETR*	*DRAS*	*RAS*	*DS*
Janvier	54.30	16.29	38.01	0.00	0.00	0.00	40.00	38.01
Février	40.30	12.09	28.21	0.00	0.00	0.00	40.00	28.21
Mars	42.90	12.87	30.03	0.00	0.00	0.00	40.00	30.03
Avril	44.20	13.26	30.94	0.00	0.00	0.00	40.00	30.94
Mai	71.90	21.57	50.33	61.39	61.39	-11.06	28.94	0.00
Juin	16.00	4.80	11.20	103.19	40.14	-28.94	0.00	0.00
Juillet	115.40	34.62	80.78	119.57	80.78	0.00	0.00	0.00
Août	112.20	33.66	78.54	100.64	78.54	0.00	0.00	0.00
Septembre	119.40	35.82	83.58	58.93	58.93	24.65	24.65	0.00
Octobre	83.10	24.93	58.17	20.63	20.63	15.35	40.00	22.19
Novembre	74.70	22.41	52.29	0.00	0.00	0.00	40.00	52.29
Décembre	60.30	18.09	42.21	0.00	0.00	0.00	40.00	42.21
Totaux	**834.70**	**250.41**	**584.29**	**464.35**	**340.41**			**243.88**

Légende:

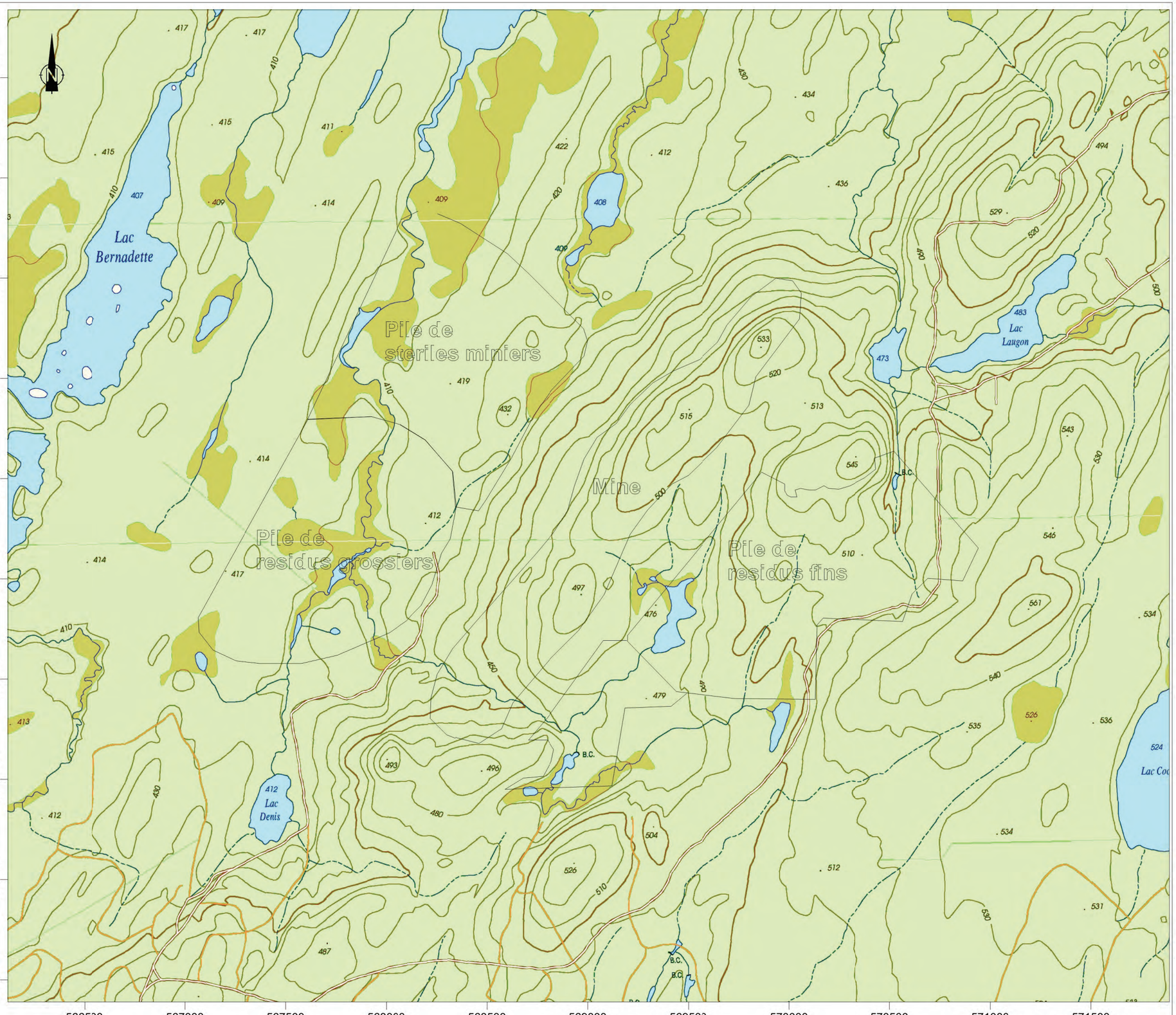
P	Précipitation	***DRAS***	Variation de l'eau disponible
R	Ruissellement	***RAS***	Eau disponible par les plantes
I	Infiltration	***DS***	Réalimentation unitaire
ETP	Évapotranspiration potentielle		
ETR	Évapotranspiration réelle		

Dépôts meubles

Les dépôts meubles sont constitués principalement de till dont l'épaisseur varie de moins d'un mètre sur les crêtes à plus d'un mètre dans les points bas. Le till possède la géomorphologie d'une moraine de fond sur la majorité du territoire, à l'exception de quelques drumlins orientés selon l'axe nord-est - sud-ouest. Les dépôts glaciaires caractéristiques du bouclier sont généralement grossiers, composés en majorité de blocs et de gravier mêlés à du sable et la proportion de particules fines (limon, argile) est faible. Les dépôts glaciaires sont habituellement compacts et souvent mal drainés.

Quelques dépôts fluvio-glaciaires sont également cartographiés sur le territoire à l'étude. Ils sont formés surtout de sable et de gravier mêlés à des cailloux et des blocs et leur structure est lâche et homogène, d'où leur porosité élevée. Entre autres, un esker longe le ruisseau Villefagnan environ trois kilomètres au nord-est du gisement.

Un dépôt lacustre est aussi identifié le long du ruisseau Villefagnan, dans la partie centre-nord de la zone d'étude. Enfin, plusieurs dépôts organiques sont cartographiés dans les terrains plats ou les dépressions situées en bordure des cours d'eau et des lacs. La figure 10.4 montre la distribution des dépôts meubles superficiels en périphérie du site minier.



Légende

0 500 1000 1500 2000
(m)

Fond cartographique du MRN Québec
carte 32G16-102

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.1: TOPOGRAPHIE DU SITE DE LA MINE

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

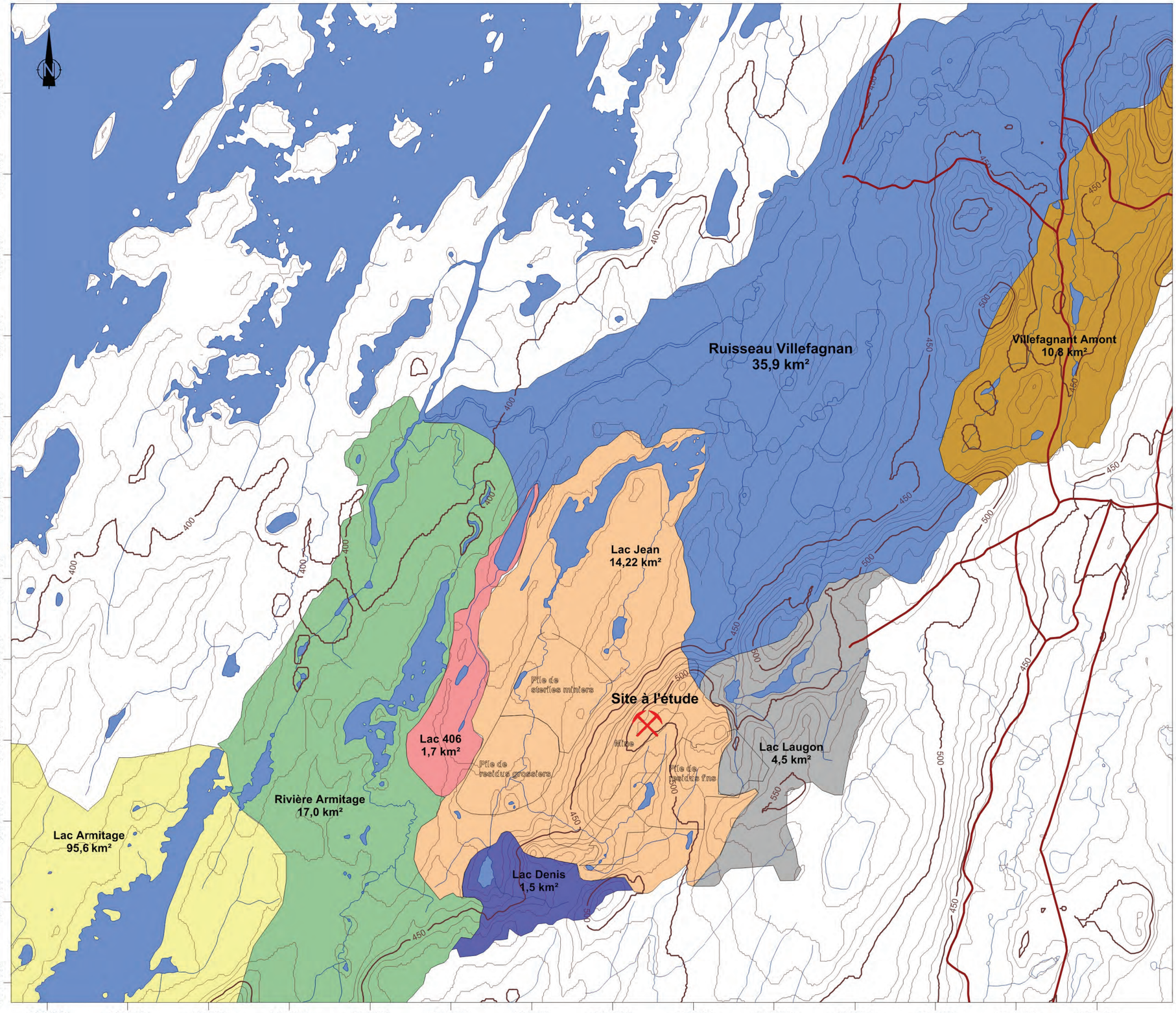
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 50 000



Légende

Nom	Bassin versant (km²)	Débit d'étiage $Q_{2.7}$ (L/s)
Rivière Armitage	**112,6**	**555,1**
Lac Armitage	**95,6**	**471,3**
Ruisseau Villefagnan	**51,2**	**252,4**
Lac Jean	**14,2**	**70,1**
Villefagnan amont	**10,8**	**53,2**
Lac Laugon	**4,5**	**22,2**
Lac Yvette	**2,5**	**12,4**
Lac 406	**1,7**	**8,4**
Lac Denis	**1,5**	**7,4**

0 1000 2000 3000 4000 (m)

Fond cartographique du MRN Carada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.2: LOCALISATION
DES BASSINS VERSANTS LOCAUX

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

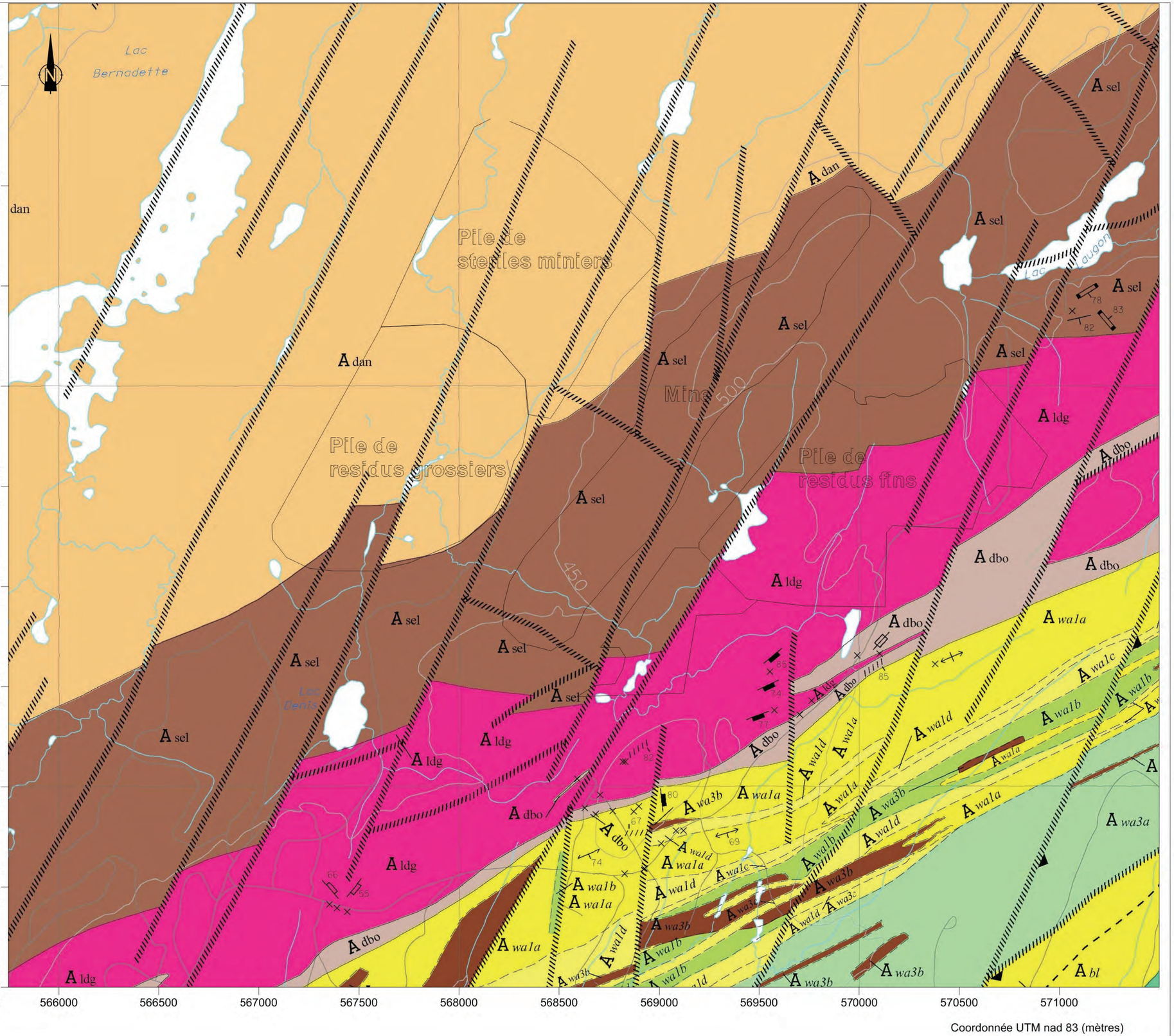
Thomas Rousseau-Beaumier
B.Sc. Géographe

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 50 000



Légende

LÉGENDE STRATIGRAPHIQUE

PROVINCE DU SUPÉRIEUR

ARCHÉEN

Sous-province d'Abitibi

Groupe d'Opémisca

Formation de Hazy

- A_{hz} Grès, conglomérat monogénique, andésite et andésite porphyrique

Groupe de Roy

Formation de Blondeau

- A_{bl} Volcanoclastites felsiques; rhyodacite,basalte variolitique; mudstone graphiteux, wudrock et conglomérat

Formation de Gilman

- A_{gil2} Gabbro comagmatique et basalte massif
- A_{gil1} Basalte coussiné, bréchique et massif

Formation de Waconichi

Membre supérieur de Lemoine

- A_{wa3b} Basalte coussiné, bréchique et massif
- A_{wa3a} Gabbro comagmatique et basalte massif
- A_{wa3d} Rhyodacite, tufs rhyoclastiques et porphyre dacitique

Membre de Lemoine

- A_{wa2a} Rhyolite porphyrique
- A_{wa2b} Andésite at diorite comagmatique
- A_{wa2c} Dacite
- A_{wa2d} Rhyolite

Intrusions

Filons-couche de Cummings

Filon-couche de Bourbeau

- A_{bo} Gabbro, leucogabbro, diorite et pyroxénite

Filon-couche de Ventures

- A_{ven} Gabbro et pyroxénite

Filon-couche de Roberge

- A_{rob} Péridotite, gabbro et pyroxénite

Pluton de Chibougamau

- A_{ch3} Trondhjémite, trondhjémite porphyrique
- A_{ch2} Tonalite
- A_{ch1} Diorite et tonalite
- A_{ch1g} Diorite à hornblende

Complexe du Lac Doré

Zone de brèche

- A_{dbl} Anorthosite, gabbro, anorthosite gabbroïque, gabbro anorthositique et diorite à hornblende; bréchique

Série supérieure

Zone de bordure

- A_{dbo} Gabbro et anorthosite gabbroïque

Zone granophyrique

- A_{dgr} Granophyre

Série litée

Zones litées

- A_{dld} Ferrogabbro à magnétite, péridotite, pyroxénite et gabbro anorthositique

Série inférieure

Zone anorthositique

- A_{dan} Anorthosite, gabbro, anorthosite gabbroïque et gabbro anorthositique

Sous-zone magnétitique

- A_{dfer} Ferrogabbro, ferropyroxénite à magnétite

LÉGENDE LITHOLOGIQUE

PROTÉROZOÏQUE

Gabbro

Les symboles et abréviations utilisés sur cette carte sont décrits dans la publication PRO 2005-06 du ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Failles Régionales

mouvement	position: certaine	approximative	présumée	projetée sous dépôts meubles	déduite de forage	déduite de géophysique	déduite de photo-interp.	déduite de télédétec.
indéterminé								
normal								
inverse								
dextre								
senestre								
dextre-inverse								
dextre-normal								
senestre-inverse								
senestre-normal								

Cisaillements Régionaux

mouvement	position: certaine	approximative	présumée	projetée sous dépôts meubles	déduite de forage	déduite de géophysique	déduite de photo-interp.	déduite de télédétec.
indéterminé								
normal								
inverse								
dextre								
senestre								
dextre-inverse								
dextre-normal								
senestre-inverse								
senestre-normal								

0 500 1000 1500 (m) 2000

Fond cartographique du MRNF Québec
carte CGSIGEOM 32GC059

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.3: EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE RÉGIONALE

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

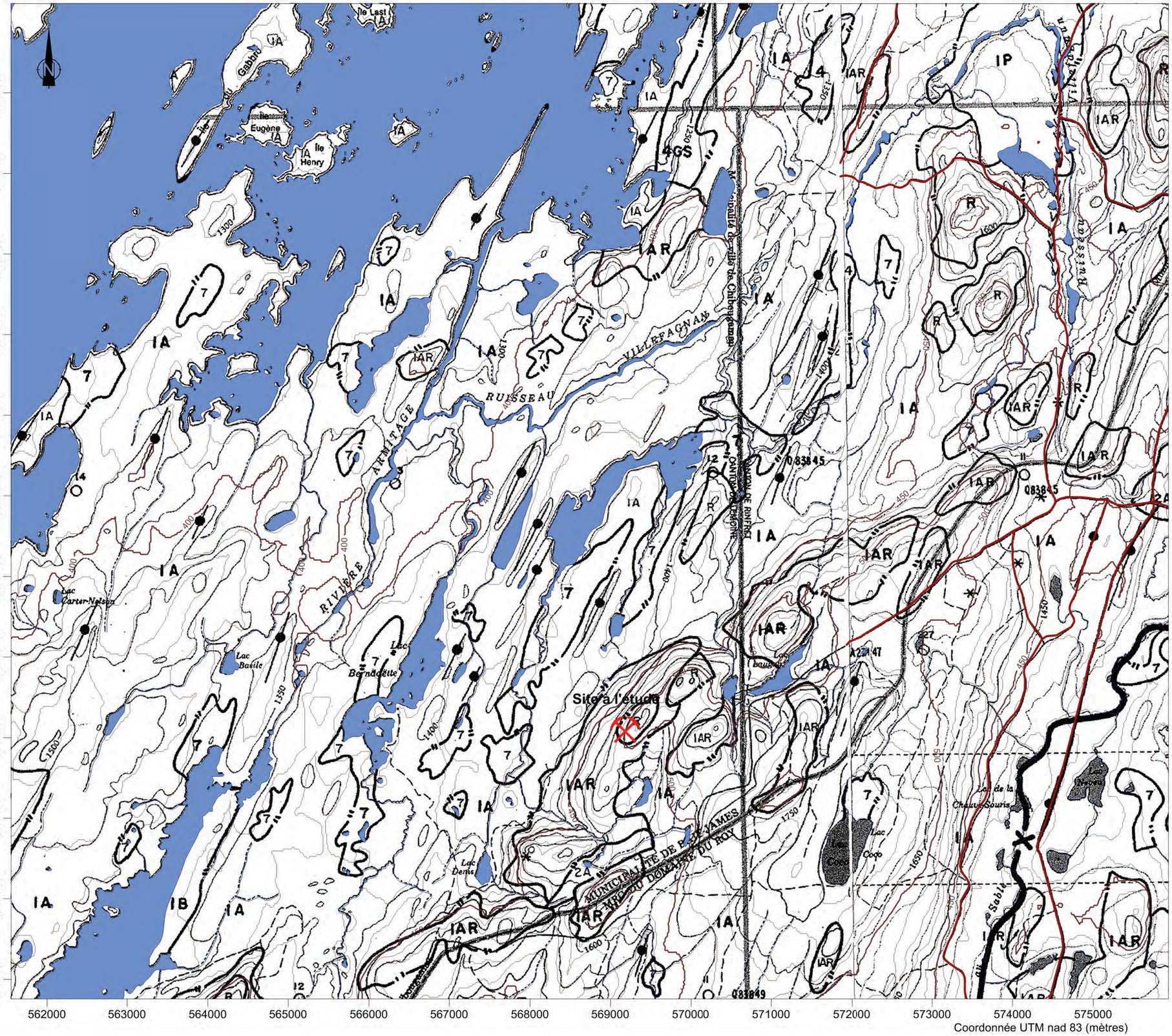
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 20 000



Légende

TYPE DE DÉPÔT	CODE CARTOGRAPHIQUE	DESCRIPTION GÉNÉRALE
1- DÉPÔTS GLACIAIRES		Dépôts lâches ou compacts sans triage constitués d'une farine de roches et d'éléments de toutes tailles généralement anguleux à sub-anguleux. La granulométrie des matériaux peut varier de l'argile au bloc selon les régions.
1.1 Dépôts glaciaires sans morphologie particulière		Idem.
- Till indifférencié	I A	Idem. L'épaisseur moyenne est supérieure à 1m.
- Till indifférencié mince	I AR	Idem. L'épaisseur moyenne se situe entre 25 cm et 1m.
1.2 Dépôts glaciaires caractérisés par leur morphologie	I B	Les formes glaciaires retenues sont généralement composées de till.
- Drumlins et drumlinoïdes	I BD	Les crêtes sont composées de till.
- Moraine côtelée (de Rogen)	I BC	Les crêtes qui forment la moraine côtelée se composent de till riche en blocs qui peut contenir des couches de sédiments triés par l'eau.
- Moraine frontale	I BF	Les moraines frontales présentent une accumulation importante de matériaux fluvio-glaciaires ou glaciaires:sable, gravier, blocs. Dépôts stratifiés par endroits, massifs à d'autres endroits.
- Moraine de décrépitude	I BP	Dépôt constitué de till délavé et de matériaux fluvio-glaciaires grossiers. Présente une topographie en creux et en bosses sans orientation précise.
2- DÉPÔTS FLUVIO-GLACIAIRES		Les dépôts fluvio-glaciaires sont composés de sédiments hétérométriques de forme sub-arrondie à arrondie. Ils sont stratifiés et peuvent contenir des poches de till (till flué).
2.1 Dépôts juxta-glaciaires	2 A	Dépôts constitués de sable, de gravier, de cailloux, de pierres, et parfois de blocs arrondis à sub-arrondis. Ils ont souvent une stratification déformée et faillée et contiennent fréquemment des poches de till.
- Esker	2 AE	Idem.
- Kame, Terrasse de Kame	2 AK	Idem.
2.2 Dépôts pro-glaciaires	2 B	Les dépôts pro-glaciaires sont surtout composés de sable, de gravier et de cailloux émoussés. Ils sont triés et déposés en couches bien distinctes. Le long d'un complexe, on note généralement un grano-classement des particules de l'amont vers l'aval.
- Delta fluvio-glaciaire	2 BD	Idem.
- Épandage	2 BE	Idem.
3- DÉPÔTS FLUVIATILES	3	Les dépôts fluviatiles sont bien stratifiés. Ils se composent généralement de gravier et de sable avec une proportion variable mais faible de limon et d'argile. Ils peuvent contenir de la matière organique.
4- DÉPÔTS LACUSTRES		Dépôts constitués de sable fin, de limon et d'argile stratifiés ou de matériaux plus grossiers (sable et gravier).
4.1 Plaine lacustre	4	Dépôt constitué de sable fin, de limon et d'argile. Il peut contenir une certaine quantité de matière organique.
4.2 Glacio-lacustre		
- Faciès d'eau profonde	4 GA	Dépôt constitué de limon, d'argile et de sable fin rythmés (varves).
- Faciès d'eau peu profonde	4 GS	Dépôt constitué de sable et parfois de gravier.
5- DÉPÔTS MARINS		Dépôts fins composés d'argile mais pouvant contenir du limon et du sable fin.
- Faciès d'eau profonde	5 A	Dépôt constitué d'argile contenant parfois des pierres et des blocs glaciels.
- Faciès d'eau peu profonde	5 S	Dépôt constitué de sable et parfois de gravier.
6- DÉPÔTS LITTORAUX MARINS	6	Dépôts constitués d'argile, de sable, de gravier, de cailloux, de pierres ou de blocs généralement émoussés.
7- DÉPÔTS ORGANIQUES	7	Dépôts constitués d'une accumulation de matière organique plus ou moins décomposée et dérivée de sphaignes, mousses, litière forestière, etc.
8- DÉPÔTS DE PENTES ET D'ALTÉRATIONS	8	Dépôts constitués de matériaux fins (limon, sable, gravier) ou grossiers (cailloux, pierres, blocs). Matériaux généralement anguleux.
9- DÉPÔTS ÉOLIENS	9	Dépôts composés généralement de sable fin à moyen lités.
10- SUBSTRATUM ROCHEUX	R	Affleurement rocheux pouvant être recouvert de matériel meuble d'une épaisseur moyenne inférieure à 25 cm.

0 1000 2000 3000 4000 (m)

Fond cartographique du MRN Canada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.4: EXTRAIT DE LA CARTE RÉGIONALE DES DÉPÔTS MEUBLES

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 50 000

Hydrogéologie

De façon générale, l'écoulement souterrain du territoire à l'étude est conforme à la topographie de surface. En raison de la faible épaisseur de dépôts meubles (sauf localement), l'aquifère régional est constitué par le réseau de fissures du socle rocheux Précambrien.

Régionalement, l'eau souterraine s'écoule de façon radiale autour d'une crête topographique orientée nord-est - sud-ouest, dans les bassins versants de la rivière Boisvert et de la rivière Armitage. La configuration de la piézométrie s'adapte relativement bien à la topographie, selon les observations effectuées lors des levés de terrain effectués dans le cadre d'études antérieures (Entraco, 2001). La recharge unitaire s'effectue principalement par l'infiltration des précipitations et par quelques lacs de tête comme le lac Coco et le lac Laugon. La vitesse d'écoulement de l'eau souterraine est contrôlée par les structures géologiques et par la granulométrie des particules fines des dépôts meubles (failles régionales et locales, contacts géologiques et, localement, dépôts meubles perméables). Enfin, la qualité des eaux souterraines de la région de Chibougamau est caractérisée par un pH alcalin, une faible teneur en solides totaux dissous et, de façon générale, en métaux.

10.3 DESCRIPTION ET CALENDRIER DE RÉALISATION DES TRAVAUX

L'étude hydrogéologique s'appuie sur des forages, des puits d'observation, des relevés de niveaux d'eau et des essais de perméabilité à charge variable dans les puits d'observation. Un programme d'échantillonnage et d'analyse des eaux souterraines a également été réalisé. Le tableau 10.2 présente le calendrier de réalisation des travaux.

Tableau 10.2 Calendrier de réalisation des travaux

Date	Évènement
3 août 2011	Visite des lieux par l'hydrogéologue
17 août au 27 sept. 2011	Forages et aménagement des puits d'observation (PO-01 à PO-26)
26 sept. au 3 oct. 2011	Relevé piézométrique, essais de perméabilité, analyses d'eau *in situ* et échantillonnage pour fins d'analyse en laboratoire
2 et 3 octobre 2011	Relevé de localisation et de nivellement par Paul Roy, arp.géo.

La localisation des puits d'observation des secteurs de la mine et du poste de transbordement est montrée aux figures 10.5 et 10.6. Le dossier photographique fourni à l'annexe 10.1 montre les puits d'observation de même que certains détails des travaux.

10.3.1 Forages et aménagement de puits d'observation

Les travaux de forage et d'aménagement de puits d'observation ont été effectués entre le 17 août et le 27 septembre 2011 par la société *Forages S.L*. sous la surveillance des techniciens de chantiers de *LVM* et la supervision du personnel d'*Entraco*.

Les forages ont été réalisés avec une foreuse de type géotechnique sur chenilles, en employant des sections de tubages de calibre HW munis d'une couronne diamantée enfoncée par rotation. Les échantillons de sol ont été prélevés à l'aide d'une cuillère fendue, tandis que les échantillons de roc ont été récupérés à l'aide d'un carottier. L'indice de pénétration standard N a été noté lors des échantillonnages de sol et de roc. Le RDQ a été enregistré dans les carottes de roc qui étaient récupérées. Les échantillons de sol et de roc ont fait l'objet d'une description visuelle par le technicien de chantier. Les forages PO-01 à PO-20 ont atteint 15 m de profondeur, tandis que les forages PO-21 à PO-26 ont atteint 4,5 m de profondeur.

Les puits d'observation PO-01 à PO-20 sont constitués d'un tubage de 3 m de longueur et d'une crépine de PVC de 50 mm de diamètre et de 12,2 m de longueur, tandis que les puits d'observation PO-21 à PO-26 sont constitués d'un tubage de 3 m de longueur et d'une crépine de PVC de 50 mm de diamètre et de 1,5 m de longueur. La crépine de chaque puits est enrobée d'un massif de sable de silice calibré, surmonté d'un coulis de ciment-bentonite jusqu'en surface. Les puits sont protégés en surface par un tubage protecteur et un couvercle cadenassé.

Les coupes géologiques et techniques des puits d'observation sont fournies à l'annexe 10.2.

10.3.2 Relevés piézométriques, essais de perméabilité et échantillonnage de l'eau

Les relevés du niveau d'eau des puits d'observation, les essais de perméabilité à charge variable et l'échantillonnage des eaux souterraines ont été effectués entre le 26 septembre et le 3 octobre 2011. Les niveaux d'eau ont été mesurés à partir du sommet du tubage protecteur à l'aide d'une sonde électrique manuelle de marque Solinst. Les résultats obtenus sont présentés à la section 10.4.3.

Les essais de perméabilité à charge variable ont été réalisés dans les 26 puits d'observation aménagés dans le cadre du projet. Les essais ont été réalisés en charge montante, à la suite du pompage rapide d'environ 2,0 L d'eau, en mesurant les niveaux d'eau jusqu'à ce que le niveau statique soit atteint. La mesure des niveaux d'eau a été enregistrée à l'aide d'une sonde pressiométrique préprogrammée pour la saisie et l'enregistrement des données à chaque deux secondes.L'interprétation des essais a été effectuée à l'aide du logiciel Aquifer Test Pro 2011, selon la méthode d'analyse Bouwer-Rice. Les résultats obtenus sont présentés à la section 10.4.2. Les données et courbes d'interprétation des essais sont présentées à l'annexe 10.3.

L'échantillonnage des eaux souterraines a été effectué dans les puits d'observation PO-01 à PO-20. Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide d'une pompe submersible de marque *Proactive* reliée à une conduite de HDPE de 9,5 mm de diamètre. Préalablement à l'échantillonnage, des mesures de la qualité physico-chimique *in situ* de l'eau captée ont été réalisées à l'aide d'une sonde multiparamètres de marque *Hanna*, modèle HI 9828. Lorsque l'eau captée était claire et libre de particules solides et que les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* étaient stables, alors l'échantillon était prélevé. L'échantillonnage des métaux a été réalisé en filtrant les échantillons à l'aide d'un filtre de 0,45 μm.

Les analyses d'eau ont été effectuéwa pour les paramètres suivants identifiés à la section 2.3.2.2 de la *Directive 019* du *Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs* (MDDEP) :

- hydrocarbures pétroliers C_{10}-$C_{50;}$
- pH;
- sulfates;
- cyanures totaux;
- conductivité électrique;
- bicarbonates;
- arsenic;
- cuivre;
- calcium;
- fer;
- magnésium;
- nickel;
- plomb;
- potassium;
- sodium;
- zinc.

Les échantillons ont été livrés dans une glacière au laboratoire accrédité Maxxam Analytique à Montréal. Les résultats d'analyses sont présentés à la section 10.4.4 de ce document. Les certificats d'analyses du laboratoire sont présentés à l'annexe 10.4.

La localisation et le nivellement des puits d'observation ont été réalisés les 2 et 3 octobre 2011 par Paul Roy, arpenteur-géomètre. Les mesures GPS ont été prises à l'aide de récepteurs GNSS GS15 de Leica (précision centimétrique) à partir des points de contrôle BR-1, BR-5 et BR-9.

Le tableau 10.3 présente les données de localisation et nivellement des puits d'observations construits dans le cadre de ce mandat. Le certificat de localisation de l'arpenteur-géomètre est fourni à l'annexe 10.5.

10.4 RÉSULTATS DES TRAVAUX

10.4.1 Unités hydrostratigraphiques

Les forages effectués ont permis de faire l'identification des unités hydrostratigraphiques du territoire à l'étude. Ainsi, seulement deux unités sont identifiés aux endroits investigués, soit un till sablonneux, considéré comme un aquitard étant donné sa faible épaisseur, et le socle rocheux dont le réseau de fissures constitue un aquifère potentiel. Les figures 10.5 et 10.6 montrent la localisation des forages. Les coupes stratigraphiques sont présentées à l'annexe 10.2 Les épaisseurs de till en périphérie de chaque type d'installation sont les suivantes :

- secteur du parc à résidus miniers fins : de 0,3 à 5,8 mètres
- secteur de l'usine : de 0,8 à 3,0 mètres;
- secteur du garage : de 2,7 à 3,7 mètres;
- secteur du site de transbordement : de 9,9 à plus de 15 mètres;
- secteur de la fosse : de 0 à 0,3 mètres;
- secteur du parc à résidus miniers grossiers : de 2,4 à plus de 5,2 mètres.

De façon générale, il est possible d'observer que l'épaisseur de dépôts meubles est mince sur les crêtes, tandis qu'elle est plus grande dans les vallées. Le till est généralement décrit comme un sable fin silteux de couleur gris, avec sable moyen à grossier et gravier. Il est parfois recouvert d'un mince horizon de tourbe et/ou de matière organique. Seul le secteur du site de transbordement possède de plus grandes épaisseurs de till.

Coordonnée UTM nad 83 (mètres)

5519500
5519000
5518500
5518000
5517500
5517000
5516500
5516000
5515500
5515000

566000 566500 567000 567500 568000 568500 569000 569500 570000 570500 571000

Coordonnée UTM nad 83 (mètres)

Lac Bernadette
Lac Laugon
Lac Denis

Pile de stériles miniers
Pile de résidus grossiers
Pile de résidus fins
Mine

PO-01 PO-02 PO-03 PO-04 PO-05 PO-06 PO-07 PO-08 PO-09 PO-16 PO-17 PO-18 PO-19 PO-20 PO-21 PO-22 PO-23 PO-24 PO-25 PO-26

BH-2001-11 BH-2002-11 BH-2003-11 BH-2004-11 BH-2005-11 BH-2015-11 BH-2016-11 BH-2019-11 BH-2020-11 BH-2021-11 BH-2024-11 BH-2025-11 BH-2026-11 BH-2027-11 BH-2030-11 BH-2031-11 BH-2039-11 BH-2040-11 BH-2041-11 BH-2042-11 BH-2045-11 BH-2046-11 BH-2048-11 BH-2049-11 BH-2052-11 BH-2053-11

BH-4001 BH-4002 BH-4003 BH-4004 BH-4005 BH-4006 BH-4007 BH-4008

TG-FW1 TG-FW2 TG-FW3 TG-FW4 TG-HW1 TG-HW2 TG-HW3 TG-HW4

SW-06-02 SW-24-02 SW-24-03

AE-20-1 AE-28-2 AE-32-1 AE-32-2

B.C.

Légende

- Puits d'observation
- Forages géotechnique
- Forages d'exploration minière

0 500 1000 1500 2000
(m)

Fond cartographique du MRNF Québec
carte CGSIGEOM 32GC059

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.5: LOCALISATION DES PUITS D'OBSERVATION
SECTEUR DE LA MINE

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

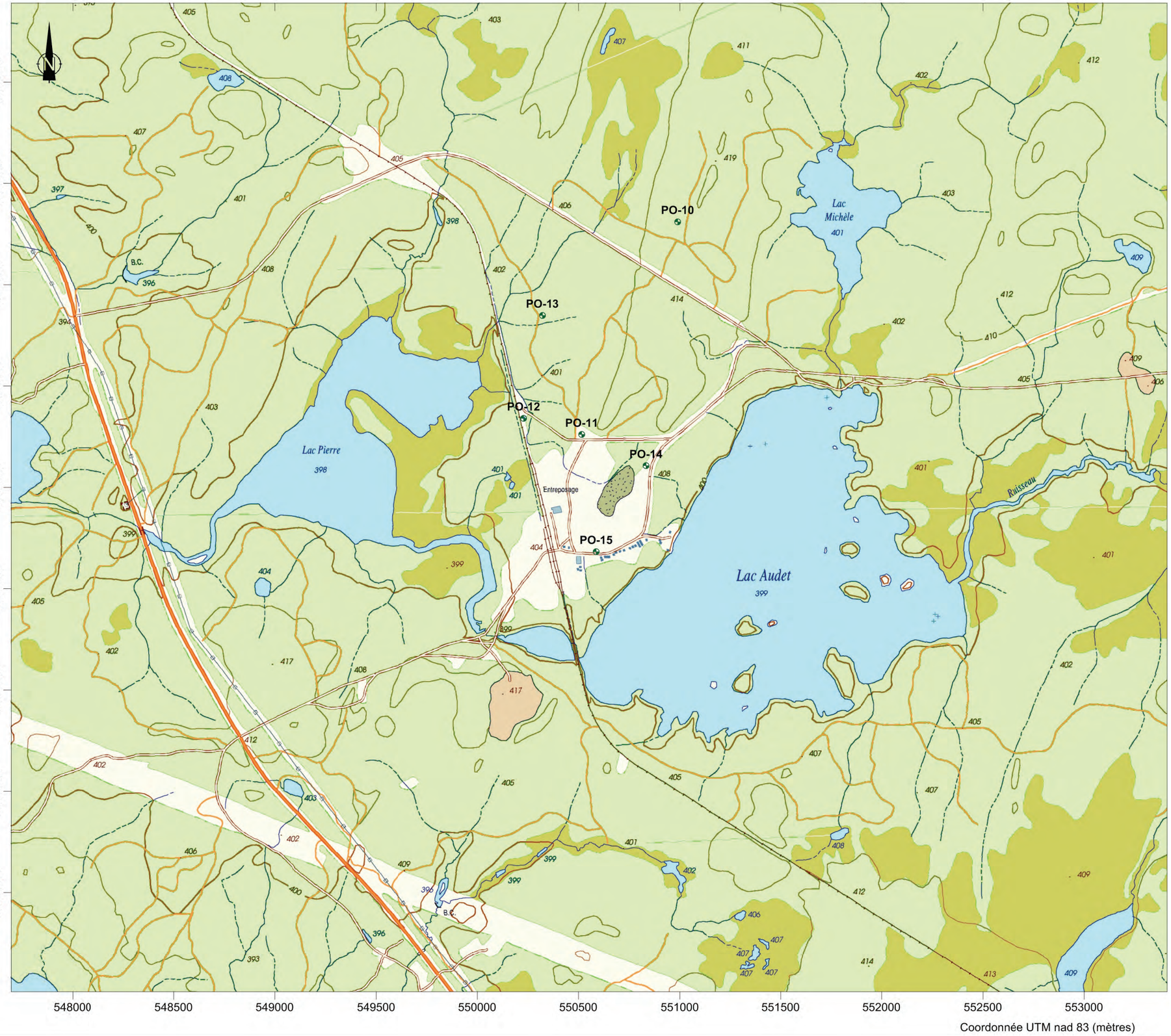
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 20 000



Légende

- Puits d'observation

0 1000 2000 3000 4000

(m)

Fond cartographique du MRNF Québec
carte 32G09-201

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.6: LOCALISATION DES PUITS D'OBSERVATION
SECTEUR SITE DE TRANSBORDEMENT

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Le 31 octobre 2011	1 : 20 000

Tableau 10.3 Localisation et nivellement des puits d'observation

Puits	UTM Est	UTM Nord	Élev. Puits	Élev. Sol	Note
	(m)	(m)	(m)	(m)	
PO-01	569183.41	5516251.04	503.34	502.5	Bassin de polissage
PO-02	568771.67	5516424.29	473.43	472.5	Bassin de polissage
PO-03	568669.74	5516857.04	454.92	454.0	Bassin de polissage
PO-04	567708.32	5515541.23	486.50	485.2	Usine
PO-05	568064.07	5515762.47	473.67	472.8	Usine
PO-06	567863.54	5515927.67	468.98	468.1	Usine
PO-07	566921.61	5516514.12	426.29	425.3	Garage
PO-08	567245.65	5516743.96	415.98	415.1	Garage
PO-09	567126.71	5516887.00	417.94	417.0	Garage
PO-10	550989.35	5501811.02	414.86	414.0	Site de transbordement
PO-11	550516.65	5500760.68	404.61	403.7	Site de transbordement
PO-12	550228.61	5500840.81	400.88	400.0	Site de transbordement
PO-13	550321.70	5501348.54	401.52	400.7	Site de transbordement
PO-14	550833.32	5500606.38	407.06	406.1	Site de transbordement
PO-15	550587.79	5500182.82	403.80	402.9	Site de transbordement
PO-16	568239.33	5517087.62	432.07	431.1	Fosse
PO-17	569089.23	5518151.22	481.86	481.0	Fosse
PO-18	569946.18	5518598.28	528.13	527.2	Fosse
PO-19	567155.03	5517842.87	416.00	415.0	Halde à résidus grossiers
PO-20	567542.48	5518012.84	413.15	412.2	Halde à résidus grossiers
PO-21	567773.68	5518833.78	417.61	416.7	Halde à résidus grossiers
PO-22	567668.02	5518626.20	418.63	417.7	Halde à résidus grossiers
PO-23	566911.81	5517228.61	421.02	420.1	Halde à résidus grossiers
PO-24	569313.99	5517556.14	477.00	476.0	Parc à résidus fins
PO-25	570268.69	5517578.97	512.55	511.6	Parc à résidus fins
PO-26	570413.71	5517487.82	512.12	511.1	Parc à résidus fins

10.4.2 Propriétés hydrogéologiques

Le tableau 10.4 présente les résultats d'interprétation des essais de perméabilité à charge variable à l'aide du logiciel Aquifer Test, selon la méthode de Bouwer-Rice. Les résultats ont été présentés en fonction des unités hydrostratigraphiques. Le tableau 10.5 présente des résultats d'essais de perméabilité effectués dans le cadre de l'étude géotechnique réalisée par LVM pour le compte de *Journeaux Associés* et *BBA* dans des forages inclinés profonds. Enfin, le tableau 10.6 illustre des résultats obtenus également dans le cadre de l'étude géotechnique, suite à la réalisation d'essais de type Lugeon à plusieurs profondeurs dans de mêmes forages. Ces données permettent de faire les observations suivantes :

- la conductivité hydraulique moyenne du till est de 1,29 x 10^{-4} cm/s; le till est moins perméable dans le secteur du site de transbordement où sa conductivité hydraulique est de 8,6 x 10^{-6} cm/s;

- la conductivité hydraulique moyenne du socle rocheux est de 1,93 x 10^{-4} cm/s dans les puits d'observation aménagés dans le cadre de l'étude hydrogéologique; les résultats obtenus varient de 4,2 x 10^{-5} à 7,12 x 10^{-4} cm/seconde; la perméabilité du socle est donc relativement uniforme, peu importe l'unité géologique cartographiée; il est aussi à noter que la distribution de la conductivité hydraulique ne correspond pas nécessairement à la localisation des zones de cisaillement qui sont cartographiées;
- la conductivité hydraulique moyenne de l'ensemble des points de mesure, incluant les puits dont la crépine recoupe le till et le roc, est de 1,56 x 10^{-4} cm/s;
- les forages géotechniques inclinés, qui sont plus profonds que les puits d'observation, permettent d'obtenir des conductivités hydrauliques plus faibles en moyenne;
- les essais Lugeon montrent une tendance à la diminution de la conductivité hydraulique avec la profondeur.

Tableau 10.4 Résultats des essais de perméabilité

Aménagements à risque	Puits	UTM Est	UTM Nord	Conductivité hydraulique	Unité stratigraphique
		(m)	(m)	(cm/s)	
Bassin de polissage	PO-01	569183.41	5516251.04	1.64E-04	Socle rocheux
	PO-02	568771.67	5516424.29	2.10E-04	Till et Socle rocheux
	PO-03	568669.74	5516857.04	4.20E-05	Socle rocheux
Usine	PO-04	567708.32	5515541.23	7.12E-04	Socle rocheux
	PO-05	568064.07	5515762.47	6.64E-04	Socle rocheux
	PO-06	567863.54	5515927.67	5.01E-04	Socle rocheux
Garage	PO-07	566921.61	5516514.12	5.60E-04	Socle rocheux
	PO-08	567245.65	5516743.96	1.77E-03	Socle rocheux
	PO-09	567126.71	5516887.00	2.33E-04	Socle rocheux
Site de transbordement	PO-10	550989.35	5501811.02	8.64E-06	Till
	PO-11	550516.65	5500760.68	1.48E-05	Till et Socle rocheux
	PO-12	550228.61	5500840.81	2.22E-04	Till et Socle rocheux
	PO-13	550321.70	5501348.54	7.45E-05	Socle rocheux
	PO-14	550833.32	5500606.38	9.93E-05	Till et Socle rocheux
	PO-15	550587.79	5500182.82	7.73E-05	Till et Socle rocheux
Fosse	PO-16	568239.33	5517087.62	4.38E-05	Socle rocheux
	PO-17	569089.23	5518151.22	5.25E-05	Socle rocheux
	PO-18	569946.18	5518598.28	4.77E-05	Socle rocheux
Halde de résidus grossiers	PO-19	567155.03	5517842.87	2.12E-04	Socle rocheux
	PO-20	567542.48	5518012.84	1.12E-04	Socle rocheux
	PO-21	567773.68	5518833.78	1.36E-04	Till
	PO-22	567668.02	5518626.20	2.01E-03	Till
	PO-23	566911.81	5517228.61	1.16E-04	Till
Parc à résidus fins	PO-24	569313.99	5517556.14	1.29E-04	Socle rocheux
	PO-25	570268.69	5517578.97	5.18E-04	Socle rocheux
	PO-26	570413.71	5517487.82	1.43E-04	Socle rocheux

Tableau 10.5 Résultats d'essais de perméabilité dans les forages géotechniques inclinés (source : LVM)

Puits	UTM Est	UTM Nord	Conductivité hydraulique	Unité stratigraphique
	(m)	(m)	(cm/s)	
TG-FW1	568422.65	5516990.95	1.22E-05	Socle rocheux
TG-FW4	569778.00	5519000.00	1.07E-06	Socle rocheux
TG-HW2	569015.40	5517468.50	1.09E-04	Socle rocheux
TG-HW3	569564.00	5518079.50	3.64E-05	Socle rocheux

Tableau 10.6 Résultats d'essais Lugeon dans les forages géotechniques (source : LVM)

Puits	UTM Est	UTM Nord	Conductivité hydraulique	Intervalle de profondeur
	(m)	(m)	(cm/s)	(m)
BH 4001	567447.00	5516628.90	1.09E-04	6.53 - 9.28
BH 4001	567447.00	5516628.90	2.99E-05	9.28 - 12.03
BH 4001	567447.00	5516628.90	7.72E-06	12.03 - 14.78
BH 4002	568977.00	5516568.00	2.09E-04	1.5 - 4.25
BH 4002	568977.00	5516568.00	2.43E-04	4.25 - 7
BH 4002	568977.00	5516568.00	1.94E-04	7 - 9.75
BH 4003	569492.00	5516858.00	2.57E-04	3.35 - 6.1
BH 4003	569492.00	5516858.00	1.03E-04	6.1 - 8.85
BH 4003	569492.00	5516858.00	1.24E-04	8.85 - 11.6
BH 4004	569730.00	5516619.00	1.30E-04	7.1 - 9.85
BH 4005	569290.00	5517344.00	1.86E-04	1.42 - 4.17
BH 4005	569290.00	5517344.00	1.88E-04	4.17 - 6.92
BH 4005	569290.00	5517344.00	1.50E-04	6.92 - 9.67
BH 4005	569290.00	5517344.00	6.96E-05	9.67 - 12.42
BH 4006	570950.00	5518355.90	2.18E-04	1.25 - 4
BH 4006	570950.00	5518355.90	2.23E-04	4 - 6.75
BH 4006	570950.00	5518355.90	1.90E-04	6.75 - 11.22
BH 4007	568805.00	5516825.00	1.85E-04	3.75 - 6.5
BH 4007	568805.00	5516825.00	1.66E-05	6.5 - 9.25
BH 4007	568805.00	5516825.00	1.30E-06	9.25 - 12
BH 4008	568570.00	5516336.00	2.92E-04	3.55 - 6.3
BH 4008	568570.00	5516336.00	5.87E-05	6.3 - 9.05
BH 4008	568570.00	5516336.00	2.23E-04	9.05 - 11.8

10.4.3 Piézométrie

Le tableau 10.7 présente les élévations piézométriques mesurées lors des relevés effectués. Ces données permettent de faire les observations suivantes :

- le niveau d'eau mesuré se situe généralement à moins de 1,5 m du niveau du sol;
- le patron d'écoulement est conforme avec la topographie locale;
- les charges hydrauliques varient de 400 à 520 m par rapport au niveau moyen de la mer.

Tableau 10.6 Résultats d'essais Lugeon dans les forages géotechniques (source : LVM)

Puits	UTM Est	UTM Nord	Conductivité hydraulique	Intervalle de profondeur
	(m)	(m)	(cm/s)	(m)
BH 4001	567447.00	5516628.90	1.09E-04	6.53 - 9.28
BH 4001	567447.00	5516628.90	2.99E-05	9.28 - 12.03
BH 4001	567447.00	5516628.90	7.72E-06	12.03 - 14.78
BH 4002	568977.00	5516568.00	2.09E-04	1.5 - 4.25
BH 4002	568977.00	5516568.00	2.43E-04	4.25 - 7
BH 4002	568977.00	5516568.00	1.94E-04	7 - 9.75
BH 4003	569492.00	5516858.00	2.57E-04	3.35 - 6.1
BH 4003	569492.00	5516858.00	1.03E-04	6.1 - 8.85
BH 4003	569492.00	5516858.00	1.24E-04	8.85 - 11.6
BH 4004	569730.00	5516619.00	1.30E-04	7.1 - 9.85
BH 4005	569290.00	5517344.00	1.86E-04	1.42 - 4.17
BH 4005	569290.00	5517344.00	1.88E-04	4.17 - 6.92
BH 4005	569290.00	5517344.00	1.50E-04	6.92 - 9.67
BH 4005	569290.00	5517344.00	6.96E-05	9.67 - 12.42
BH 4006	570950.00	5518355.90	2.18E-04	1.25 - 4
BH 4006	570950.00	5518355.90	2.23E-04	4 - 6.75
BH 4006	570950.00	5518355.90	1.90E-04	6.75 - 11.22
BH 4007	568805.00	5516825.00	1.85E-04	3.75 - 6.5
BH 4007	568805.00	5516825.00	1.66E-05	6.5 - 9.25
BH 4007	568805.00	5516825.00	1.30E-06	9.25 - 12
BH 4008	568570.00	5516336.00	2.92E-04	3.55 - 6.3
BH 4008	568570.00	5516336.00	5.87E-05	6.3 - 9.05
BH 4008	568570.00	5516336.00	2.23E-04	9.05 - 11.8

10.4.3 Piézométrie

Le tableau 10.7 présente les élévations piézométriques mesurées lors des relevés effectués. Ces données permettent de faire les observations suivantes :

- le niveau d'eau mesuré se situe généralement à moins de 1,5 m du niveau du sol;
- le patron d'écoulement est conforme avec la topographie locale;
- les charges hydrauliques varient de 400 à 520 m par rapport au niveau moyen de la mer.

Tableau 10.7 Élévations piézométriques mesurées

Aménagements à risque	Puits	UTM Est	UTM Nord	Élev. Sol	Date	Niveau d'eau	Piézométrie
		(m)	(m)	(m)		(m)	(m/nmm)
Bassin de polissage	PO-01	569183.41	5516251.04	502.5	2011-10-02	4.05	498.45
	PO-02	568771.67	5516424.29	472.5	2011-10-02	0.03	472.47
	PO-03	568669.74	5516857.04	454.0	2011-10-02	-0.80	454.80
Usine	PO-04	567708.32	5515541.23	485.2	2011-10-02	7.29	477.91
	PO-05	568064.07	5515762.47	472.8	2011-10-02	1.41	471.39
	PO-06	567863.54	5515927.67	468.1	2011-10-02	11.46	456.64
Garage	PO-07	566921.61	5516514.12	425.3	2011-10-02	4.95	420.35
	PO-08	567245.65	5516743.96	415.1	2011-10-02	0.34	414.76
	PO-09	567126.71	5516887.00	417.0	2011-10-02	0.27	416.73
Site de transbordement	PO-10	550989.35	5501811.02	414.0	2011-10-03	0.45	413.55
	PO-11	550516.65	5500760.68	403.7	2011-10-03	0.26	403.44
	PO-12	550228.61	5500840.81	400.0	2011-10-03	0.91	399.09
	PO-13	550321.70	5501348.54	400.7	2011-10-03	0.21	400.49
	PO-14	550833.32	5500606.38	406.1	2011-10-03	0.70	405.40
	PO-15	550587.79	5500182.82	402.9	2011-10-03	0.45	402.45
Fosse	PO-16	568239.33	5517087.62	431.1	2011-10-02	2.47	428.63
	PO-17	569089.23	5518151.22	481.0	2011-10-02	3.83	477.17
	PO-18	569946.18	5518598.28	527.2	2011-10-02	9.96	517.24
Halde de résidus grossiers	PO-19	567155.03	5517842.87	415.0	2011-10-02	0.30	414.70
	PO-20	567542.48	5518012.84	412.2	2011-10-02	0.23	411.97
	PO-21	567773.68	5518833.78	416.7	2011-10-02	2.58	414.12
	PO-22	567668.02	5518626.20	417.7	2011-10-02	2.49	415.21
	PO-23	566911.81	5517228.61	420.1	2011-10-02	2.46	417.64
Parc à résidus fins	PO-24	569313.99	5517556.14	476.0	2011-10-02	0.28	475.72
	PO-25	570268.69	5517578.97	511.6	2011-10-02	1.34	510.26
	PO-26	570413.71	5517487.82	511.1	2011-10-02	1.03	510.07

10.4.4 Qualité de l'eau

Les tableaux 10.8 et 10.9 présentent respectivement les résultats de mesures physico-chimiques *in situ* et les résultats d'analyses des échantillons d'eau souterraine prélevés du 26 septembre au 3 octobre 2011 dans les puits d'observation PO-01 à PO-20. Il est possible d'y faire les observations suivantes :

- les eaux souterraines sont en condition qui varient d'aérobie à anaérobie, avec des concentrations en oxygène dissous de 0 à 12,27 mg/L; de façon générale, il est possible d'observer que les eaux souterraines sont mieux oxygénées à proximité des zones de recharge, tandis qu'elles sont faiblement oxygénées à proximité de milieux humides;

- le pH des eaux souterraines est généralement acide en zone de recharge, c'est-à-dire sur les crêtes; les puits situés en zone de décharge sont caractérisés par une eau alcaline; on observe que les puits du secteur du site de transbordement, où les épaisseurs de till sont plus importantes, possèdent un pH plutôt alcalin;
- la modification du pH pendant le parcours de l'eau entre les zones de recharges et de décharges démontre que le substrat possède une capacité significative pour neutraliser les précipitations acides;
- le substrat possède une capacité significative à neutraliser les précipitations acides;
- la faible conductivité électrique indique que les eaux souterraines sont généralement très peu minéralisées, à l'exception des puits du secteur du site de transbordement et du PO-23, lequel est situé dans la plaine entre le lac Denis et le lac Bernadette;
- les concentrations d'hydrocarbures C_{10}-C_{50} sont toutes inférieures à la limite de détection;
- le fer a été détecté uniquement dans le secteur du site de transbordement, à des concentrations qui varient de 0,1 à 26 mg/L (puits PO-15); il est à noter que ce site a déjà été utilisé antérieurement dans le cadre de l'opération d'une scierie;
- parmi les autres métaux analysés, seul l'arsenic, le cuivre et le zinc ont été détectés dans quelques puits à des concentrations qui excèdent à peine la limite de détection et qui sont bien en dessous des critères applicables.

Une seconde campagne d'échantillonnage des eaux souterraines devra être effectuée afin de valider les résultats obtenus et de déterminer des valeurs seuil. Les certificats d'analyse du laboratoire sont présentés à l'annexe 10.4.

10.4.5 Classification des eaux souterraines

Selon la grille de classification présentée dans la *Directive 019*, les eaux souterraines du socle rocheux seraient de classe II, car elles pourraient satisfaire adéquatement à un besoin domestique d'un débit inférieur à 75 m³/jour et au besoin, les méthodes de traitement usuelles pourraient permettre d'atteindre les critères de potabilité. Par ailleurs, l'eau souterraine comprise dans l'unité de till serait de classe III car il ne pourrait être possible d'y capter de l'eau en quantité et qualité suffisante.

10.5 MODÉLISATION DES INCIDENCES SUR LA NAPPE D'EAU SOUTERRAINE

10.5.1 Méthodologie

La méthode de calcul par modélisation mathématique a été choisie afin d'évaluer l'incidence sur l'eau souterraine de la mine à ciel ouvert et des parcs à résidus et autres activités minières. À cette fin, un modèle numérique d'écoulement a été élaboré à l'aide du logiciel *Visual MODFLOW* en y intégrant les propriétés hydrogéologiques tirées des travaux de terrain décrits précédemment. Le modèle a ensuite été calibré d'après les mesures de niveau d'eau effectuées en octobre 2011, en ajustant les conditions limites et paramètres hydrogéologiques jusqu'à la meilleure représentation possible de l'écoulement. Il est ainsi possible de faire des projections en fonction des contraintes d'écoulement projetées.

Tableau 10.8 Résultats des mesures *in situ* de la qualité de l'eau souterraine

Paramètres	Unités																								
Echantillon		PO-01	PO-02	PO-03	PO-04	PO-05	PO-06	PO-07	PO-08	PO-09	PO-10	PO-11	PO-12	PO-13	PO-14	PO-15	PO-16	PO-17	PO-18	PO-19	PO-20	PO-21	PO-22	PO-23	PO-24	PO-25	PO-26
Date de mesure		2011-09-25	2011-09-26	2011-09-29	2011-09-23	2011-09-23	2011-09-23	2011-09-27	2011-09-26	2011-09-27	2011-09-22	2011-09-21	2011-09-22	2011-09-23	2011-09-21	2011-09-21	2011-09-28	2011-09-28	2011-09-30	2011-10-02	2011-10-02	-	-	2011-10-01	2011-09-30	2011-10-01	2011-10-01
MESURES *IN SITU*																											
Température	(°C)	6.52	7.78	5.62	8.28	7.01	5.73	4.97	8.89	4.78	7.24	7.17	7.75	5.77	5.77	6.89	7.2	7.83	5.97	4.21	5.93	-	-	6.88	6.46	5.67	6.49
pH	(-)	6.66	7.4	7.05	5.04	5.38	6.69	7.42	7.93	7.5	8.18	8.02	7.73	7.19	8.71	7.05	6.48	5.46	6.04	7.45	8.52	-	-	12.58	8.47	6.69	5.64
Rédox	(mV)	-98.5	-167.6	-153.6	-43.4	-30.6	-51.7	-64.3	-120	-173.5	-168.1	-128.6	-132.5	-213.5	-152.2	-247.9	-105.9	-95.6	-31	-119.9	-189.8	-	-	-149.1	-100.5	-115.5	-103
Oxygène dissous	(ppm)	4.36	0	0	10.46	10.24	12.27	13.71	4.55	0	4	5.2	5.87	0	0.58	0	2.47	0	8.54	1.52	0	-	-	3.54	6.69	0.67	0
Conductivité	(µS/cm)	107	138	145	18	34	83	70	87	197	199	201	130	241	408	1442	108	52	35	165	175	-	-	1293	158	116	35
Solides totaux dissous	(ppm)	53	69	72	9	17	41	35	43	98	99	101	65	120	204	721	54	26	18	82	87	-	-	647	79	58	17

Tableau 10.9 Résultats d'analyses en laboratoire de l'eau souterraine

Paramètres	Unités	Politique [1]		CMM [4]																				
		Consommation [2]	Résurgence [3]	Égout pluvial [5]																				
Échantillon					PO-01	PO-02	PO-03	PO-04	PO-05	PO-06	PO-07	PO-08	PO-09	PO-10	PO-11	PO-12	PO-13	PO-14	PO-15	PO-16	PO-17	PO-18	PO-19	PO-20	LDR
Date d'échantillonnage (mm/jj/aaaa)					2011-09-25	2011-09-26	2011-09-29	2011-09-23	2011-09-23	2011-09-23	2011-09-27	2011-09-26	2011-09-27	2011-09-22	2011-09-21	2011-09-21	2011-09-22	2011-09-21	2011-09-21	2011-09-29	2011-09-28	2011-09-28	2011-09-30	2011-10-02	
HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX																								
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	ug/L	AC	3500	AC	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	100
MÉTAUX																								
Arsenic (As) [c]	mg/L	0.025	0.34	1	<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	0.011	<0.002	0.01	<0.002	0.062	<0.002	<0.002	<0.002	0.002
Cadmium (Cd)	mg/L	0.005	0.0021 [(6)]	0.1	<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	<0.001	0.001
Chrome (Cr)	mg/L	0.05	AC	1	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03
Cobalt (Co)	mg/L	AC	0.5	AC	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03
Cuivre (Cu)	mg/L	1	0.0073 [(6)]	1	<0.003	<0.003	<0.003	0.006	0.004	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.009	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.003
Plomb (Pb)	mg/L	0.01	0.034 [(6)]	0.1	<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	<0.001	0.001
Nickel (Ni)	mg/L	0.02	0.26 [(6)]	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	<0.01	<0.01	0.01
Sodium (Na)	mg/L	200	AC	AC	0.9	4	1.9	1	1	0.8	1.1	1.6	2.9	12	6.9	2.4	2.5	15	7.2	1.3	1.9	0.7	2.1	4.0	0.2
Zinc (Zn)	mg/L	5	0.067 [(6)]	1	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.006	0.017	0.010	0.005
Fer (Fe)	mg/L	AC	AC	17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.9	0.2	0.1	4.2	<0.1	26	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Magnésium (Mg)	mg/L	AC	AC	AC	1.2	3.4	2.2	0.4	0.5	0.6	5.5	5.9	13	12	10	8.7	13	23	79	3.2	0.5	0.3	7.8	6.5	0.2
Potassium (K)	mg/L	AC	AC	AC	1.5	1.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	5.3	2.1	1	0.9	5.4	3.9	0.3	<0.2	<0.2	0.4	0.7	0.2
Calcium (Ca)	mg/L	AC	AC	AC	25	31	35	2.6	7.4	23	11	14	37	26	22	21	46	48	180	23	11	5.9	23	26	0.5
CONVENTIONNELS																								
Conductivité	mS/cm	AC	AC	AC	0.15	0.19	0.145	0.025	0.049	0.12	0.1	0.12	0.28	0.27	0.21	0.18	0.32	0.52	1.4	0.108	0.052	0.035	0.165	0.175	0.001
Cyanures Totaux	mg/L	0.2	AC	0.1	<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
pH	pH	AC	AC	AC	7.02	7.83	7.05	5.94	6.47	7.3	7.78	7.89	7.75	7.74	7.85	7.83	7.48	8.14	6.98	6.48	5.46	6.04	7.45	8.52	N/A
Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	mg/L	AC	AC	AC	65	95	98	8	22	55	62	59	150	120	92	84	180	240	830	71	31	16	90	99	1
Sulfates (SO4)	mg/L	AC	AC	1500	8.2	3.9	5.3	2.2	2.4	3.1	3.1	5.7	1	24	12	8.1	<0.5	42	1.1	5.5	2	3.2	7.8	4.5	0.5

Notes:

(1)	: Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, MDDEP, 1999, rev. novembre 2001.
(2)	: Critère d'eau souterraine pour fin de consommation
(3)	: Critère d'eau souterraine pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts
(4)	: Communauté métropolitaine de Montréal
(5)	: Rejets dans un réseau d'égout pluvial ou dans un cours d'eau, règlements 87, 87-1, 87-2 et 87-3, article 11, CMM, 1999.
(6)	: Le critère augmente avec la dureté. La valeur inscrite au tableau correspond à une dureté de 50 mg/L (CaCO3). Voir « Critères de qualité de l'eau de surface au Québec ».
LDR	: Limite de détection rapportée par le laboratoire
AC	: Aucun critère disponible
-	: Non analysé
c	: Substance classée cancérigène, cancérigène probable, cancérigène possible ou peut-être cancérigène selon Santé Canada, l'OMS ou l'EPA
0.7	: Concentration supérieure au critère d'eau souterraine pour fin de consommation
5.9	: Concentration supérieure au critère d'eau souterraine pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts
300	: Concentration supérieure au critère d'eau souterraine pour fin de consommation et supérieure au critère d'eau souterraine pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts

Note : Le pH et la conductivité au puits d'observation PO-23 sont anomaliques soit en raison d'un mauvais fonctionnement de la sonde ou d'une anomalie localisée

Par la suite, en gardant identique l'ensemble des propriétés du modèle, des conditions limites à charge imposée de type DRAIN ont été ajoutées afin de représenter la fosse projetée. Cette simulation, effectuée en régime permanent d'écoulement, a permis de projeter la piézométrie et les rabattements autour de la mine à ciel ouvert, de même que le débit d'infiltration qu'il faudra pomper vers la surface. Afin d'évaluer l'impact des parcs à résidus sur les eaux souterraines, des charges imposées (référence *Directive 019*) d'une hauteur de l'ordre de 10 mètres au-dessus du terrain naturel ont été ajoutées au modèle initial, puis le traçage de particules virtuelles d'eau a été modélisé à partir des sites.

10.5.2 Description du modèle numérique d'écoulement

Logiciel utilisé

Le logiciel *Visual MODFLOW 2010* a été choisi pour modéliser l'écoulement souterrain afin d'atteindre les objectifs de l'étude. Ce logiciel utilise le code *MODFLOW 2005* qui permet de représenter de façon simplifiée l'écoulement des eaux souterraines. Ce code a été développé par la Commission Géologique des États-Unis (USGS) et son utilisation est largement répandue au Canada et aux États-Unis. De plus, il est reconnu par les instances gouvernementales. Les équations qui gouvernent le modèle sont présentées dans le manuel de référence du modèle (Harbaugh et Mc Donald, 1998).

Hypothèses de travail

Compte tenu de l'information hydrogéologique disponible et puisqu'il s'agit d'un modèle conceptuel, les hypothèses suivantes sont posées :

- à l'intérieur du territoire à l'étude, les dépôts meubles sont de faible épaisseur et de perméabilité similaire à celle du socle rocheux : on assume donc que l'écoulement s'effectue verticalement dans les dépôts meubles; par conséquent, le modèle conceptuel n'en tient pas compte directement en tant qu'unité hydrogéologique;
- il est assumé que le socle rocheux se comporte, dans son ensemble, à la manière d'un milieu poreux équivalent, en condition de nappe libre ;
- Il est présumé que l'écoulement éventuel de contaminants se fait à la même vitesse que l'eau souterraine.

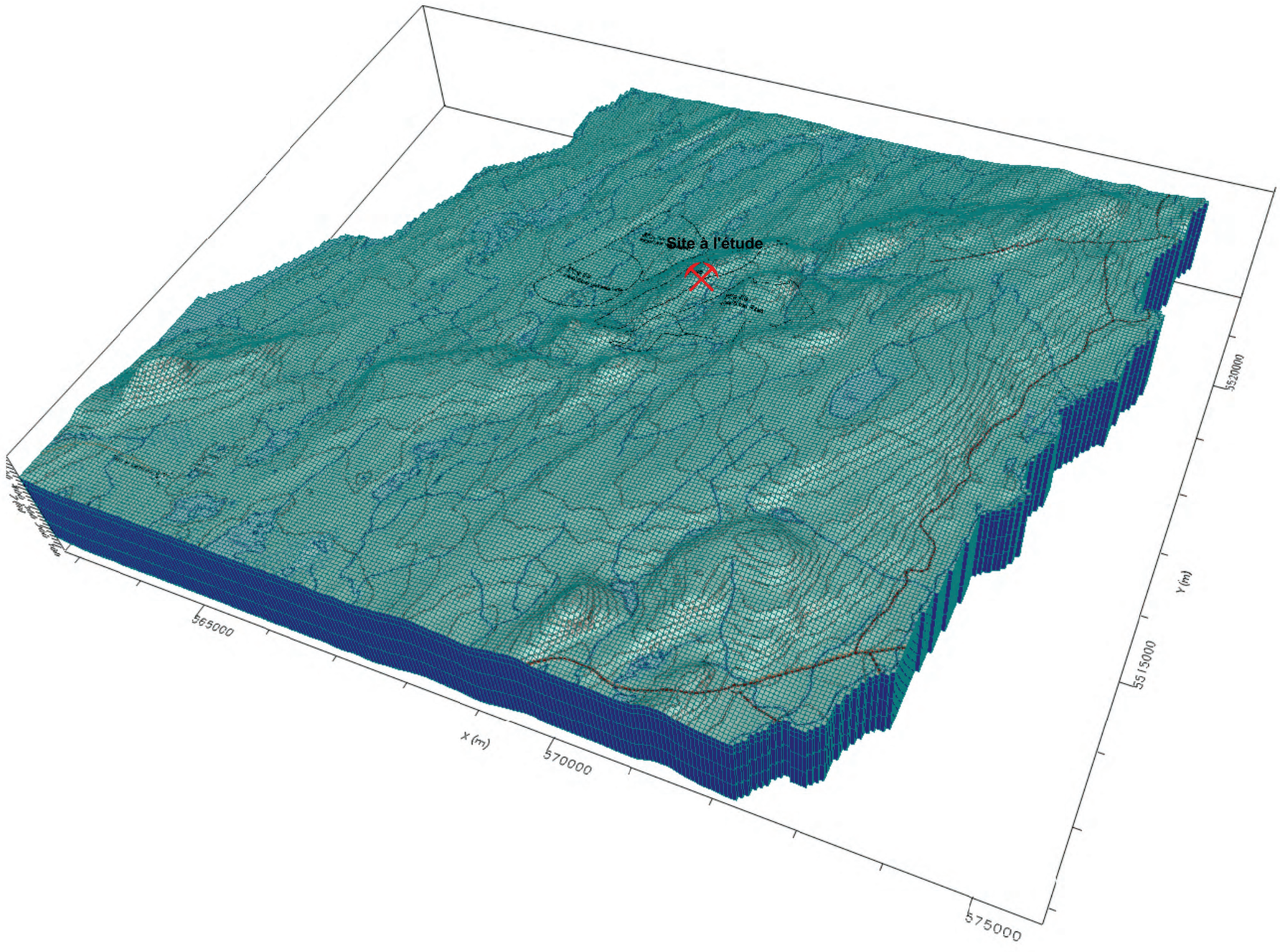
Maillage, conditions limites et propriétés hydrogéologiques

Les dimensions du domaine modélisé sont de 13 000 m par 10 000 m. Le maillage est orienté selon l'axe de coordonnées UTM NAD 83. L'origine du système de maillage est située aux coordonnées suivantes : 562 750,00 Est ; 5 511 800,00 Nord. Le domaine modélisé est subdivisé en 260 000 cellules (260 colonnes, 200 rangées et 5 couches). Les mailles possèdent la forme d'un carré dont l'arête est de 50 m, tandis que la hauteur des mailles varie de 18,75 m près de la surface, à 84,6 m en profondeur. La surface délimitant la couche supérieure du modèle a été obtenue des fichiers numériques de la Base nationale de données topographiques du Canada (BNDT). La surface délimitant la couche inférieure du modèle est située à 300 mètres de profondeur par rapport au niveau du terrain et l'hypothèse est faite que le socle rocheux est

imperméable à des profondeurs plus grandes. La figure 10.7 présente la configuration de la grille du modèle.

Les mailles du modèle qui représentent la fosse à ciel ouvert sont représentées par des conditions limites à charge imposée de type « drain », de même que la plupart des petits cours d'eau qui drainent le territoire. Ces conditions limites ont la particularité d'imposer une charge qui permet d'abaisser les charges des mailles adjacentes, mais qui ne permet pas de rehausser les charges des mailles adjacentes, lorsque celles-ci sont moins élevées que la charge imposée dans la condition limite de type « drain ». Les principaux lacs du domaine modélisé sont représentés par des conditions limite à charge imposée de type « rivière ». Celles-ci permettent de relier des charges imposées aux mailles adjacentes, avec une perte de charge assimilable aux sédiments qui tapissent ces cours d'eau. Le pourtour du modèle a, quant à lui, été représenté par des limites à charge constante où les charges imposées sont situées à deux mètres sous le niveau du sol. Enfin, la recharge potentielle est représentée par une condition limite à flux constant de type « recharge » appliquée uniformément sur l'ensemble des mailles de la première couche du modèle et des valeurs de 244 mm/an ont été assignées à ces mailles. Des conditions limites à charge imposée de type « Évapotranspiration » ont été imposées sur l'ensemble de la surface du modèle afin d'éviter que les niveaux d'eau s'élèvent au-dessus du niveau du sol. La figure 10.8 présente les conditions limites assignées au modèle.

La conductivité hydraulique de la première couche du modèle correspond à une matrice de valeurs de conductivités hydrauliques, interpolée à partir des résultats d'essais de perméabilité qui ont été effectués dans le cadre de la présente étude. Afin de représenter la diminution graduelle de conductivité hydraulique avec la profondeur, la seconde couche du modèle a été fixée comme étant uniforme à 1×10^{-5} cm/sec, tandis que la conductivité hydraulique des couches 3 à 5 du modèle a été fixée à 1×10^{-6} cm/sec. Quant aux paramètres d'emmagasinement, ceux-ci ont été déterminés à l'aide de données tirées de la littérature. Ainsi, la porosité effective de la couche 1 a été fixée à 0,05, celle de la couche 2 à 0,02 et celle des couches 3 à 5, à 0,01. Toutes les propriétés ont été simulées isotropes. La figure 10.9 présente la répartition des unités hydrogéologiques dans le modèle.



Légende

Maillage:

Coordonnée à l'origine: 562 750 mE 5 511 800 mN (UTM)

Dimensions: 13 000 m par 10 000 m

Taille des mailles: 50 m x 50 m

Hauteur des mailles:
1ere couche = 18,75 m
2eme couche = 27,40 m
3eme couche = 84,60 m
4eme couche = 84,60 m
5eme couche = 84,60 m

Fond cartographique du MRN Canada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.7: MAILLAGE DU MODÈLE

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

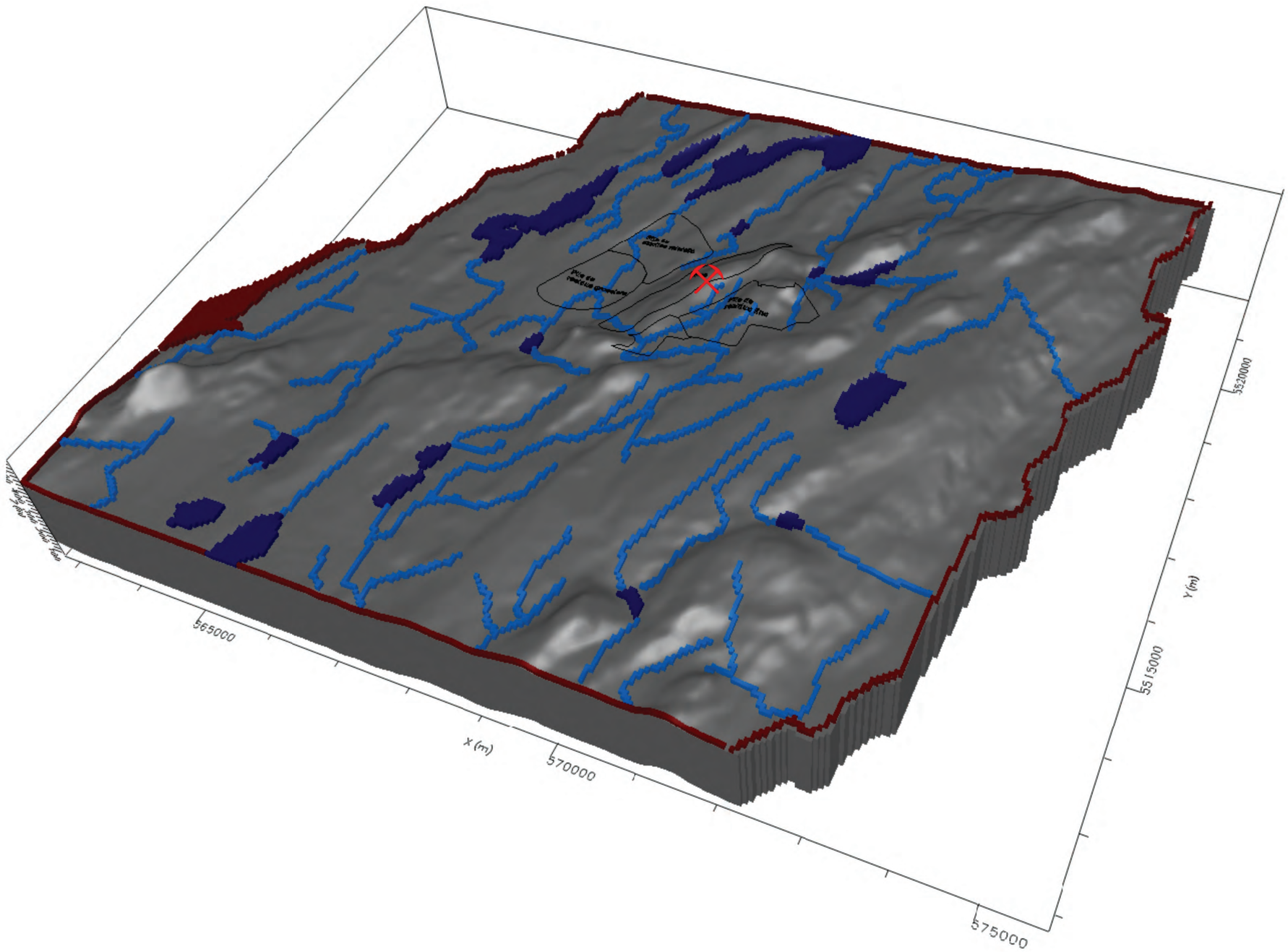
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 50 000



Légende

Conditions limites:

- Charges imposées de type "charge constante"
- Charges imposées de type "rivière"
- Charges imposées de ype "drain"

Fond cartographique du MRN Canada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.8: CONDITIONS LIMITES DU MODÈLE

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

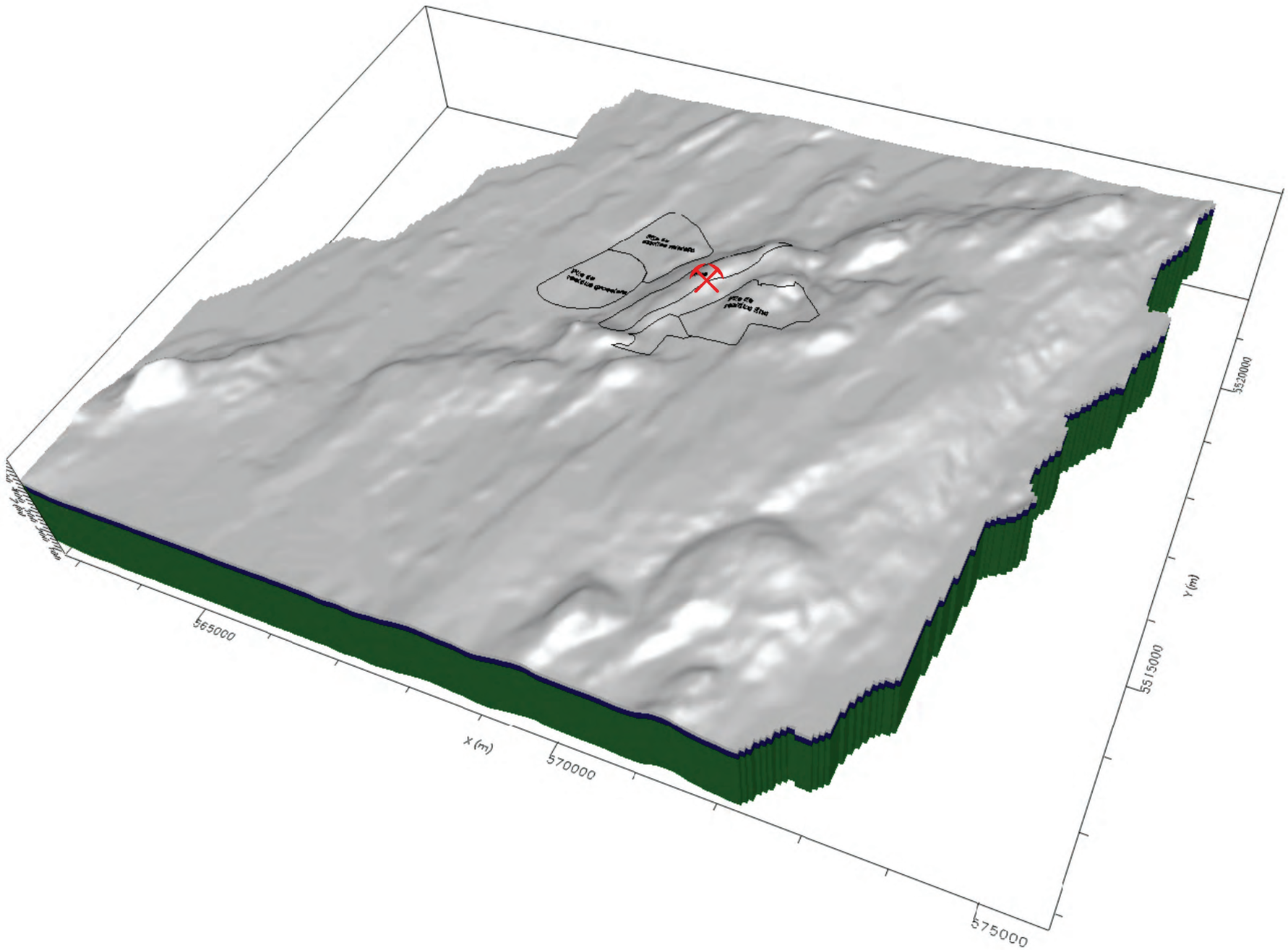
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 50 000



Légende

Propriétés hydrogéologiques

- De 0,00 à 18,75 m: Kmoy = 1,56E-4 cm/s Sy = 0,05
- De 18,75 à 46,15 m: K = 1,00E-5 cm/s Sy = 0,02
- De 46,15 à 300 m: K = 1,00E-6 cm/s Sy = 0,01

Fond cartographique du MRN Canada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.9: PROPRIÉTÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

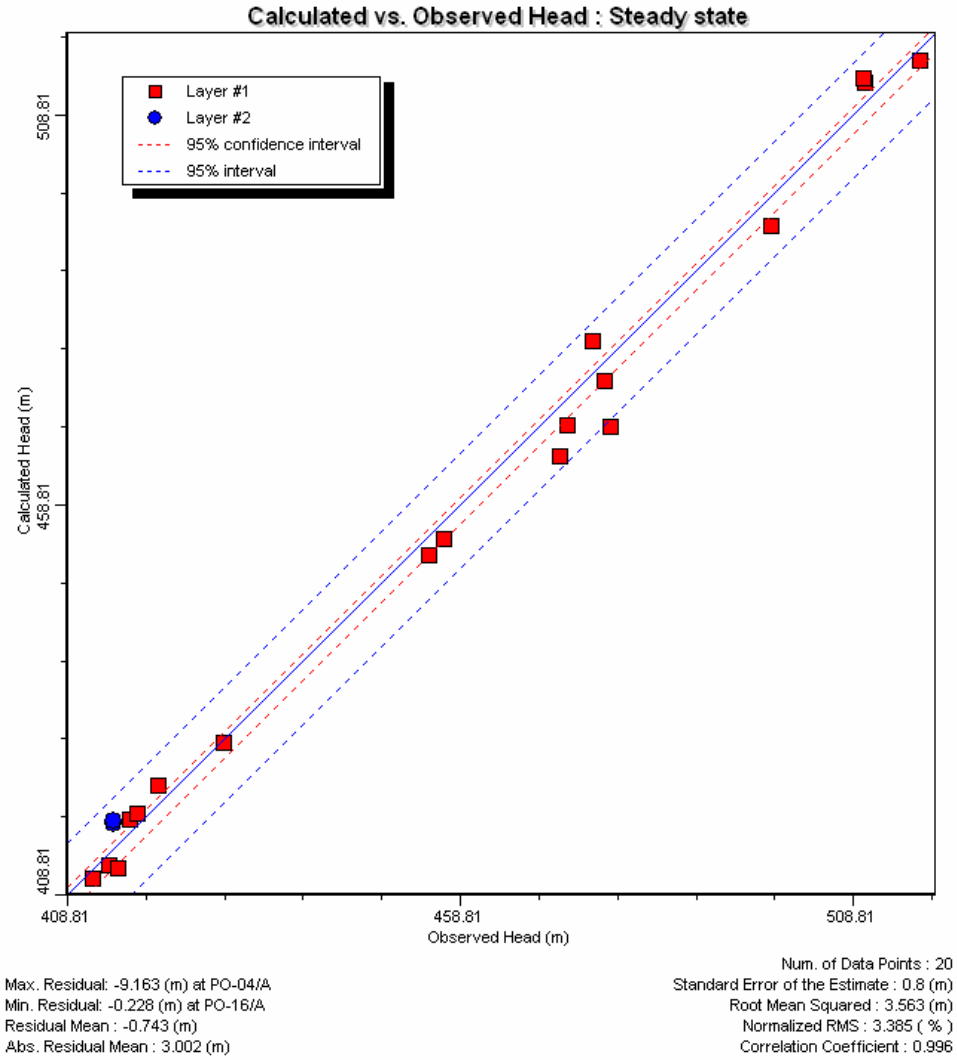
1 : 50 000

Calibrage du modèle

Le calibrage du modèle a été effectué en ajustant la conductivité hydraulique et la recharge, de façon à reproduire la piézométrie observée en septembre 2011. Le calibrage a été considéré comme étant satisfaisant lorsqu'il n'a plus été possible de diminuer les écarts entre les données mesurées et les données calculées sans recourir à des conditions limites non identifiables physiquement ou par interprétation. Il est normal d'observer des écarts entre les charges calculées par le modèle et les charges observées car celles-ci sont faites sous des conditions qui ne sont pas les mêmes que celles qui sont modélisées.

La figure 10.10 présente la corrélation entre les charges mesurées et les charges calculées par le modèle pour l'ensemble des points de contrôle. Il est possible d'y observer que les points sont relativement bien répartis de part et d'autre de la droite de corrélation parfaite (calculé = mesuré). Le modèle peut donc être considéré comme étant calibré.

Figure 10.10 Diagramme de répartition des écarts



Sensibilité des paramètres du modèle

L'évaluation de la sensibilité des paramètres utilisés pour la conception du modèle numérique a été effectuée pendant le processus de calibrage en notant l'effet des changements dans les paramètres sur le résultat obtenu en simulation prédictive.

La norme de l'ASTM (American Society for Testing and Materials) nomée D 5611 – Sensitivity Analysis décrit les quatre types de sensibilité des paramètres :

- sensibilité de type 1 : la modification d'un paramètre n'a pas d'effets sur le calibrage ni sur le résultat;
- sensibilité de type 2 : la modification d'un paramètre change le calibrage, pas le résultat;
- sensibilité de type 3 : la modification d'un paramètre change le calibrage ainsi que le résultat;
- sensibilité de type 4 : la modification d'un paramètre n'a pas d'effets sur le callibrage; mais change le résultat.

Les quatre types de sensibilité décrits ci-haut font référence au modèle calibré en régime permanent aux conditions moyennes actuelles d'écoulement et aux résultats obtenus en condition projetée d'écoulement. Selon cette norme, la sensibilité des paramètres du modèle serait de type 3. En effet, la modification d'un paramètre change le calibrage ainsi que le résultat des simulations prédictives. Si le modèle est calibré correctement, les résultats sont réputés être fiables.

En fonction de ces précisions, les observations suivantes sont les plus significatives :

- la conductivité hydraulique de la couche 1 du modèle est le paramètre le plus sensible du modèle; il n'est possible de calibrer le modèle qu'avec des combinaisons de conductivité hydraulique avec la recharge; compte-tenu des fourchettes de valeurs probables pour ce paramètre, issues de nombreux essais, les quelques combinaisons possibles qui permettraient de calibrer le modèle mèneraient toutes à des résultats similaires; la conductivité hydraulique des autres couches est aussi sensible dans le modèle, mais dans une moindre mesure;
- les conditions limites de type recharge et évapotranspiration sont également sensibles puisque ce sont elles qui permettent de créer le champ d'écoulement dans lequel le site à l'étude est situé; tel que mentionné plus haut, elles sont liées au paramètre de conductivité hydraulique.

Bien qu'il soit possible que d'autres combinaisons de paramètres puissent mener à un calibrage semblable, il est possible de considérer que la conductivité hydraulique utilisée, ainsi que les charges imposées aux conditions limites, sont les plus représentatives des conditions d'écoulement actuelles. La moyenne géométrique des résultats d'essais effectués sur le site est d'ailleurs semblable à la conductivité hydraulique utilisée.

10.6 SIMULATIONS EFFECTUÉES ET RÉSULTATS

La première simulation effectuée en régime permanent, une fois le modèle calibré, visait à reproduire les conditions initiales d'écoulement, soit avant l'aménagement de la fosse à ciel ouvert. Les figures 10.11 et 10.12 montrent des cartes piézométriques représentatives des conditions initiales d'écoulement souterrain. Il est possible d'observer que celle-ci se conforme très bien à la topographie des lieux, tel qu'observé dans les puits d'observation.

Pour la seconde simulation, seules des conditions limites de type « drain » représentant la fosse ont été ajoutées. Les charges ont été fixées à la base de chaque unité recoupée, jusqu'à 250 m de profondeur, soit l'élévation approximative de 200 m. Cette simulation a aussi été effectuée en régime permanent d'écoulement. Les figures 10.13, 10.14 et 10.15 présentent la piézométrie résultante obtenue, tandis que la figure 10.16 montre la répartition des rabattements résultants. La distance maximale de la fosse à partir de laquelle les rabattements seraient inférieurs à 0,5 m pourrait varier de 500 à 1000 mètres, selon le modèle. L'intensité des rabattements atteindrait quant à elle près de 200 m aux environs immédiats de la mine.

Enfin, l'examen du module ZONE BUDGET du logiciel Visual *MODFLOW* permet d'estimer le débit d'infiltration à long terme (lorsque le régime permanent d'écoulement sera atteint) dans la mine. Selon les combinaisons de paramètres possibles permettant d'obtenir une bonne représentation de la piézométrie actuelle, le débit d'infiltration dans la fosse pourrait varier de 1 400 à 2 800 m^3/jour. Les figures 10.12 à 10.16 permettent de constater que les rabattements sont relativement faibles en raison du fort relief présent sur le site et de la faible conductivité hydraulique du socle rocheux en profondeur. À l'intérieur de cette zone, il n'existe aucun milieu sensible que l'abaissement du niveau de la nappe pourrait mettre en péril.

En ce qui concerne les utilisateurs d'eau souterraine, aucun ouvrage de captage n'est inventorié à l'intérieur des limites de l'aire d'influence de la mine. Aucun impact n'est donc à prévoir. Il faudra, par ailleurs, tenir compte de l'aire de rabattement dans le choix de localisation des puits d'eau potable qui alimenteront les bâtiments de la mine.

10.7 IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Deux types d'impact sont à prévoir par rapport à la qualité de l'eau : l'impact du mélange de l'eau provenant de l'excavation avec les eaux de surface vers lesquelles elles seront déversées et l'impact de l'injection d'eau potentiellement contaminée dans les eaux souterraines via les parcs à résidus miniers et via la fosse, lorsque celle-ci se remplira au terme du projet.

En termes d'impacts du rejet des eaux provenant de l'excavation, les eaux souterraines sont conformes à tous les critères de rejet de la *Directive 019*, même si elles étaient rejetées sans traitement. En pratique, les eaux pompées de la fosse pourraient contenir des hydrocarbures et des résidus azotés provenant des explosifs. Ces eaux seront donc acheminées au parc de résidus fins avant de passer au bassin de polissage. Elles seront conformes à tous les paramètres de rejets avant leur déversement dans le lac Denis.

En termes de débit, le volume quotidien d'eau captée sera recyclé dans une très large mesure pour le traitement du minerai. Il est donc très peu probable que l'eau captée influence le régime hydrique local.

En termes de qualité des eaux souterraines, les cartes piézométriques démontrent que pendant la durée de vie de la mine, celle-ci sera l'exutoire de l'aquifère. Elle ne pourra donc émettre de contaminants. Par ailleurs, au niveau du parc à résidus fins et du bassin de polissage, le traçage de particules virtuelles d'eau (voir figure 10.14) démontre que les eaux potentiellement contaminées qui parviendraient au socle rocheux s'écouleraient vers le bas et en direction de la fosse où elles seraient éventuellement captées. Au niveau des haldes à résidus grossiers et de stériles, le traçage de particules virtuelles d'eau (voir figure 10.17) démontre que les eaux potentiellement contaminées s'écouleraient en direction nord-ouest. Comme à cet endroit le niveau de la nappe est très près de la surface du sol et que l'on se situe en pied de colline, le potentiel d'infiltration est très faible et les eaux lixiviées feraient donc rapidement résurgence dans les fossés aménagés à cette fin.

Il ne sera donc pas possible de contaminer la nappe d'eau souterraine tant que des activités de pompage d'eau seront effectuées. Par contre, lorsque les activités minières cesseront, la fosse se remplira peu à peu jusqu'à ce qu'un lac se forme, en équilibre avec la topographie environnante. Si des contaminants (métaux, hydrocarbures ou autres) sont présents, ils pourraient migrer via les unités les plus perméables. Il importe donc de faire le suivi de la qualité des eaux souterraines dans les puits d'observation. En cas de détection de contamination, un piège hydraulique pourrait être maintenu dans la mine, en continuant d'effectuer le traitement de l'eau, jusqu'à ce que celle-ci rencontre les critères de qualité requis.

10.8 CONCLUSION

Les travaux, essais et interprétations effectués dans le cadre du projet BlackRock ont permis de déterminer les conditions hydrogéologiques de la propriété minière, située au sud-est du lac Chibougamau. Les conclusions sont formulées ci-après.

- Les unités hydrostratigraphiques identifiées comprennent un till glaciaire et le socle rocheux. L'épaisseur des dépôts meubles varie de nulle à 5 mètres dans le secteur de la mine, tandis qu'elle est supérieure à 15 m dans le secteur du site de transbordement.
- Les essais de perméabilité à charge variable démontrent que le till possède une perméabilité de l'ordre de 10^{-4} cm/s dans le secteur de la mine. Les premiers 15 m de socle rocheux sont du même ordre de grandeur de conductivité hydraulique. Celle-ci diminue toutefois en profondeur. Le socle rocheux n'apparaît pas relié aux grandes structures tectoniques cartographiées sur le territoire.
- Les relevés piézométriques effectués permettent d'interpréter une direction d'écoulement presque conforme à la topographie du terrain. Les zones de recharge sont localisées dans les hauteurs topographiques, tandis que la vidange de l'aquifère s'effectue par des suintements en pied de colline minéralisée et dans les ruissellements superficiels.

- Les eaux souterraines sont en condition variant d'aérobie à anaérobie. Elles possèdent un pH légèrement alcalin, sont peu minéralisées et sont conformes au critère de rejet de la *Directive 019*.
- Peu d'impacts sont appréhendés en termes de rabattements puisque le milieu affecté par des rabattements aura été grandement modifié par les activités minières (empilement de résidus et de stériles, routes, infracstructures, etc.).
- Peu d'impacts sont appréhendés en termes de qualité de l'eau. Malgré le fait que le till ne constituerait pas une barrière étanche à l'écoulement d'eaux provenant des parcs à résidus miniers, l'eau souterraine qui s'infiltrerait à partir du parc de résidus fins et du bassin de polissage s'écoulerait vers la fosse. Très peu d'infiltration est prévue sous les haldes à stériles et de résidus grossiers. Les niveaux d'eau à cet endroit ont en effet près du sol et on se situe en zone de vidange de la nappe. Ces exfiltrations ferraient donc surface rapidement et pourraient être captées par des fossés drainant. Des impacts sur la qualité des eaux souterraines pourraient se manifester seulement après le remplissage de la mine.

RÉFÉRENCES

Anderson, M.P. and Woessner, W.W., Applied groundwater modeling: Simulation of flow and advective transport, Academic Press, San Diego, CA, 381p, 1992.

Centre d'expertise hydrique du Québec, 2005. Débits d'étiage aux stations hydrométriques du Québec, http://www.cehq.gouv.qc.ca/debit-etiage/index.htm

Martineau, G., 1983, Géologie du Quaternaire, région de Chibougamau, Québec. Ministre de l'Énergie et des Ressources. DP 83-89, 1 : 50 000

Ministère des ressources naturelles du Canada, carte topographique 32G16, échelle 1/50000

Ministère des ressources naturelles du Canada, carte topographique 32H13, échelle 1/50000

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Fiche technique No 14

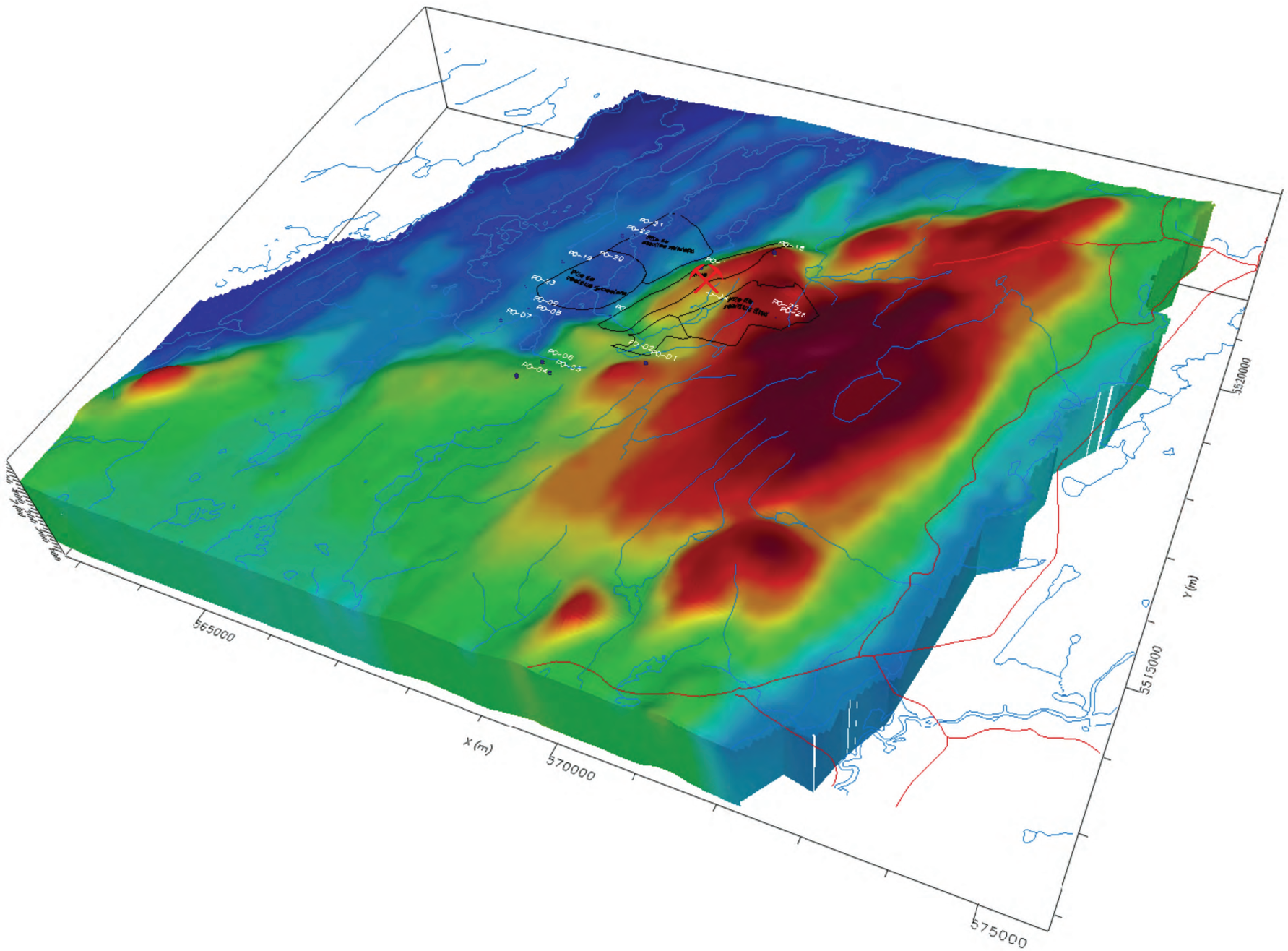
Environnement Canada, Normales Climatiques du Canada, 1971-2000, Station Chapais (Québec)

Johnson, A.I., Specific Yield - Compilation of specific yields for various materials. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1662-D, 1967.

Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec (MDDEP), 2005, *Directive 019* sur l'industrie minière.

Morris, D.A. and A.I. Johnson, Summary of hydrologic and physical properties of rock and soil materials, as analysed by the Hydrologic Laboratories of the U.S. Geological Survey 1948-1960. U.S. Geol. Surv. Water Supply Paper, 1839-D, 42p, 1967.

Roy, P.C. et autres. 2007. Géologie – Lac Chibougamau, carte CG-32G163-200-0102, échelle 1 : 20 000. Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune – SIGÉOM.



Légende

Piézométrie
- 380
- 405
- 430
- 455
- 480
- 505
- 530

Fond cartographique du MRN Canada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.11: PIÉZOMÉTRIE INITIALE MODÉLISÉE
- VUE EN BLOC-DIAGRAMME -

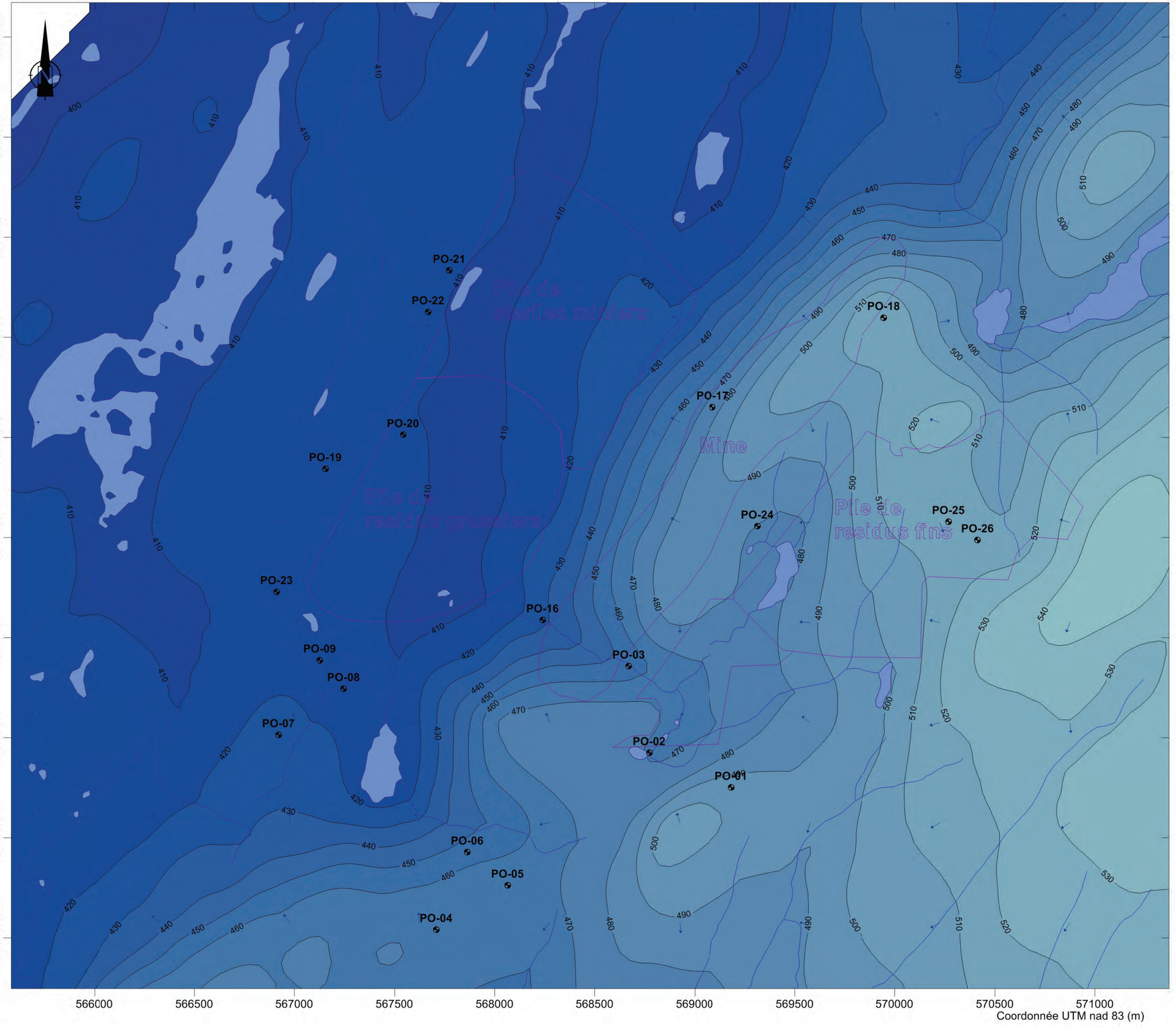
Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Le 31 octobre 2011	1 : 50 000



Légende

Puits d'observation

Piézométrie (mètres au dessus du niveau de la mer)

550
540
530
520
510
500
490
480
470
460
450
440
430
420
410
400
390
380

0 500 1000 1500 2000

Fond cartographique du MRN Carada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.12: PIÉZOMÉTRIE INITIALE MODÉLISÉE
- VUE EN PLAN -

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

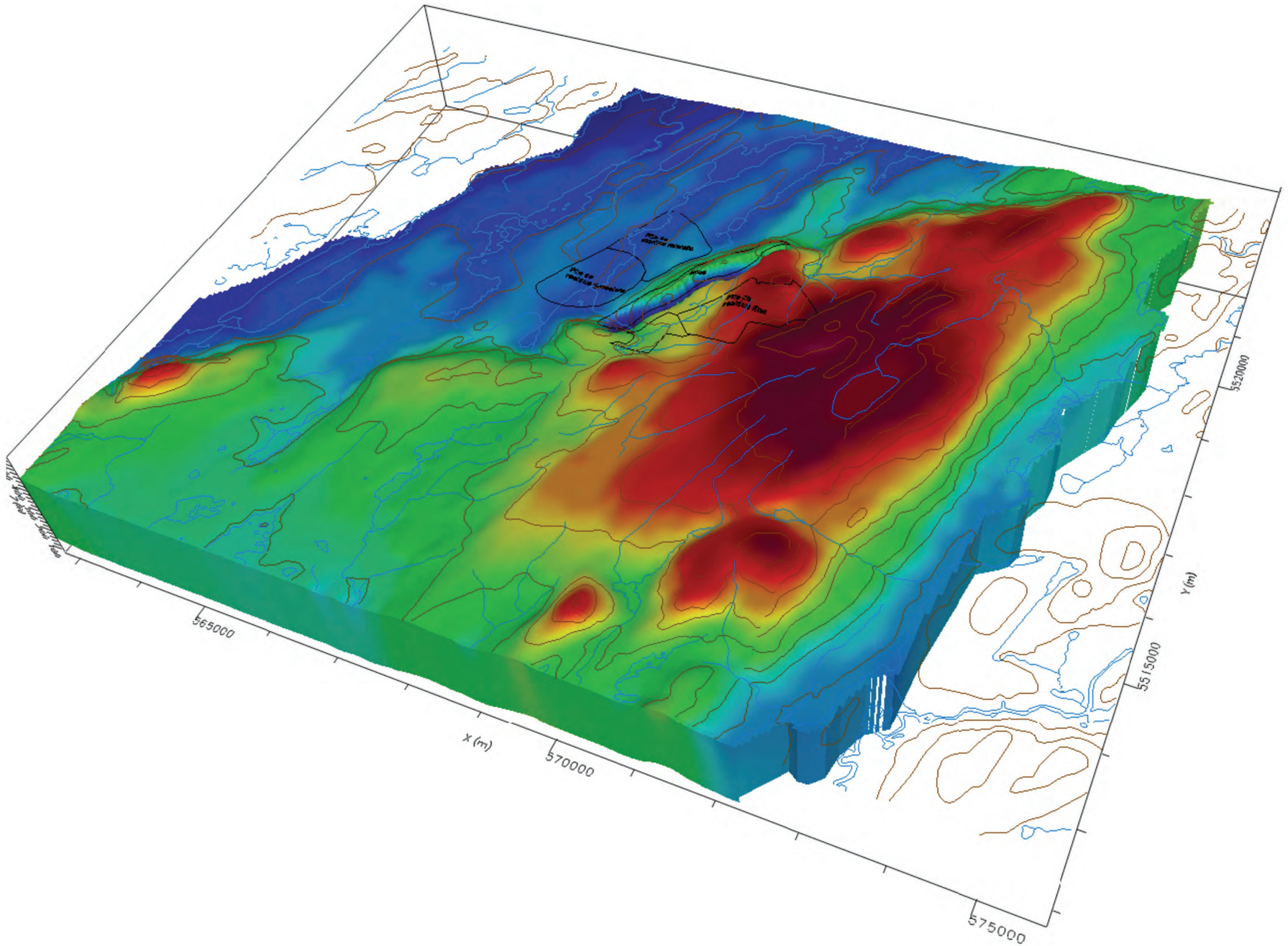
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 20 000



Fond cartographique du MRN Carada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.13: PIÉZOMÉTRIE FINALE MODÉLISÉE
- VUE EN BLOC-DIAGRAMME -

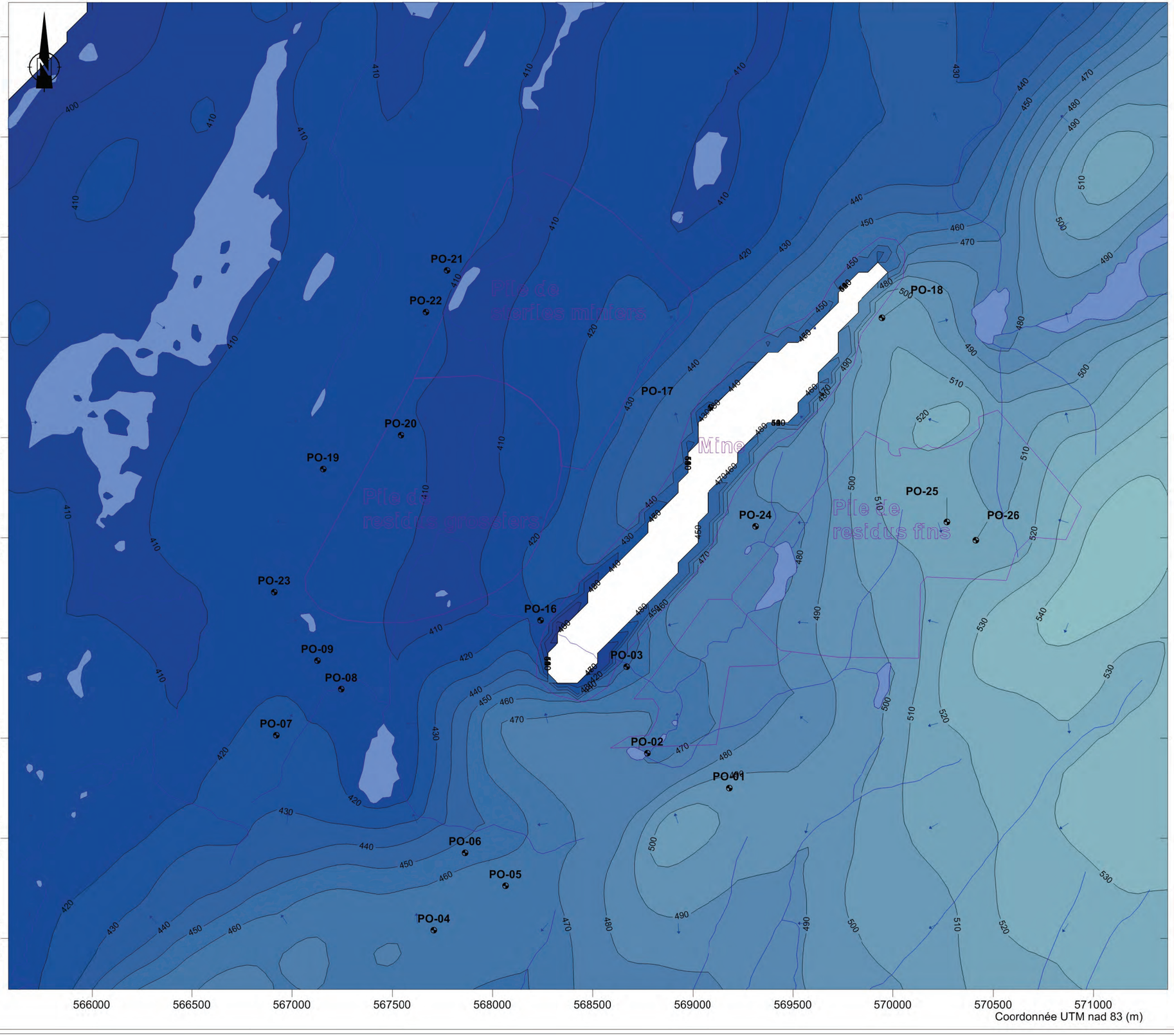
Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Le 31 octobre 2011	1 : 50 000



Légende

- Puits d'observation

Piézométrie (mètres au dessus du niveau de la mer)

550
540
530
520
510
500
490
480
470
460
450
440
430
420
410
400
390
380

0 500 1000 1500 2000

Fond cartographique du MRN Carada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.14: PIÉZOMÉTRIE FINALE MODÉLISÉE
- VUE EN PLAN -

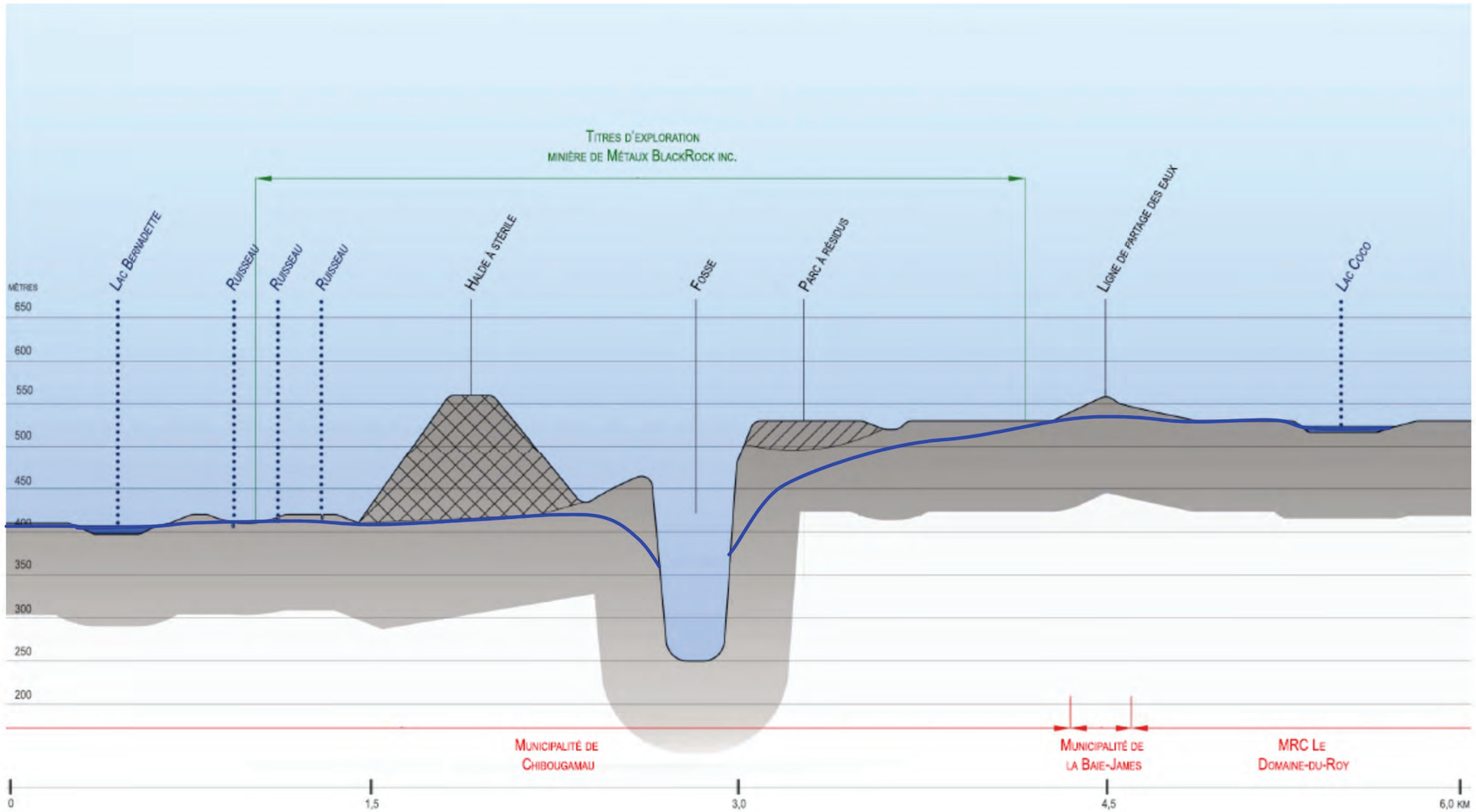
Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Le 31 octobre 2011	1 : 20 000



ÉCHELLE VERTICALE 1: 5 000
ÉCHELLE HORIZONTALE 1: 20 000
EXAGÉRATION VERTICALE DE 4X

Légende

Piézométrie (mètres au dessus du niveau de la mer)

Fond cartographique du MRN Carada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.15: PIÉZOMÉTRIE FINALE MODÉLISÉE
- VUE EN COUPE -

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

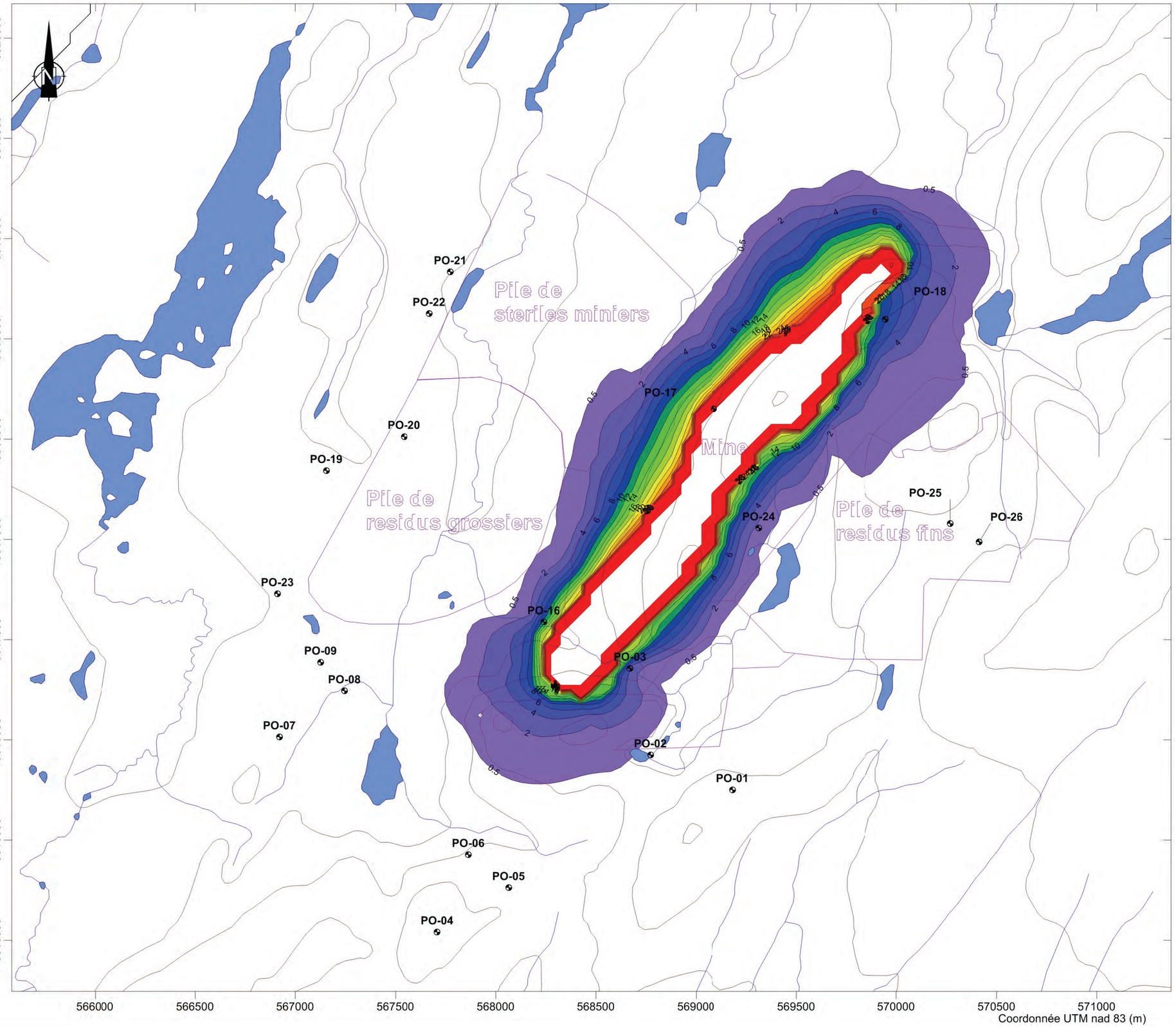
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 40 000



Légende

Puits d'observation

Rabattement (mètres)

30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0.5

0 500 1000 1500 2000

Fond cartographique du MRN Carada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.16: RABATTEMENT FINAL MODÉLISÉ
- VUE EN PLAN -

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

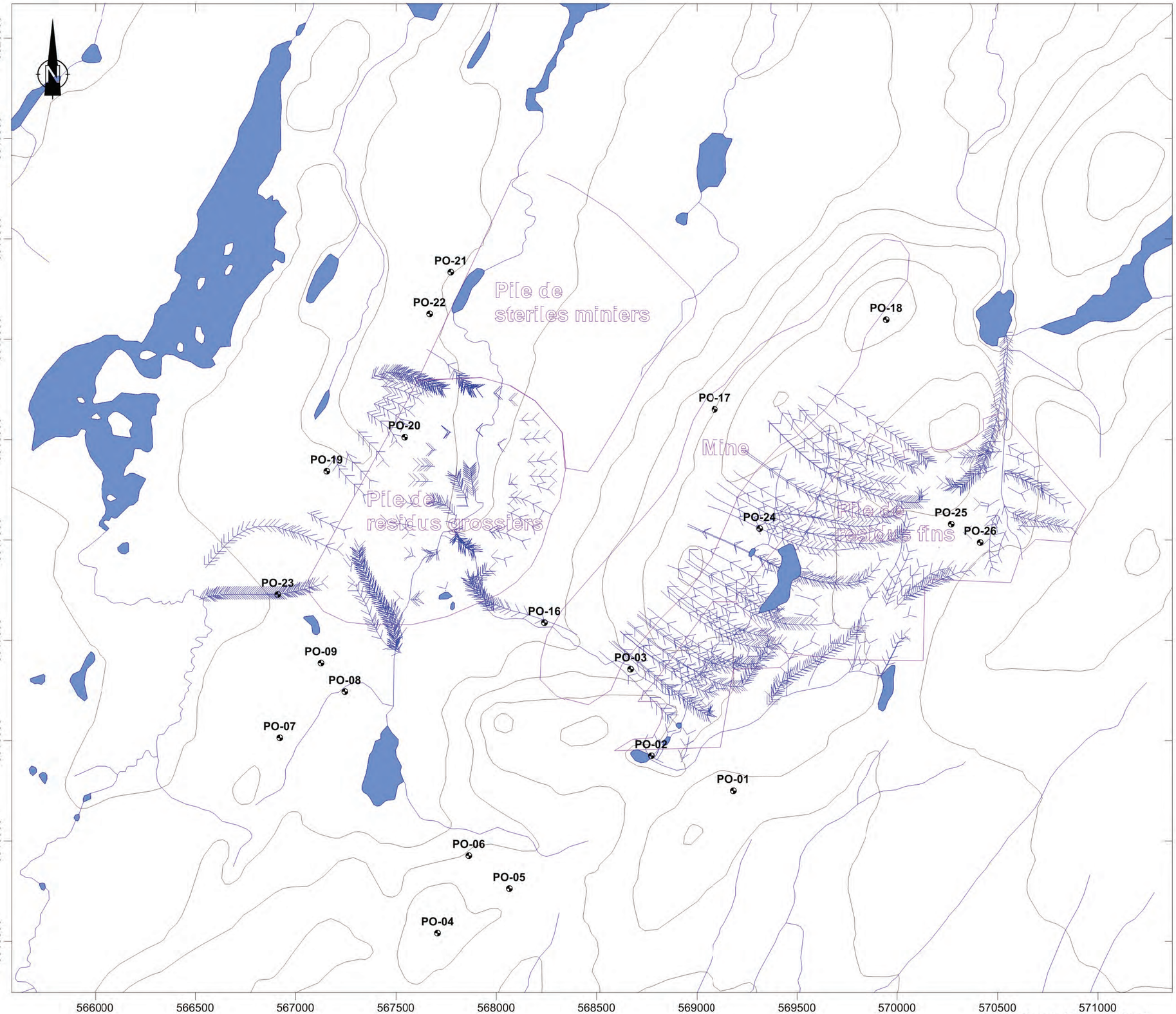
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 20 000



Légende

- Puits d'observation
- Lignes d'écoulement à partir des parcs à résidus miniers

0 500 1000 1500 2000

Fond cartographique du MRN Canada
carteS 32G16 ET 32h13

ENTRACO
Conseillers en environnement

Titre

FIGURE 10.17: TRAJECTOIRE MODÉLISÉE
À PARTIR DES AIRES D'ACCUMULATION DE RÉSIDUS MINIERS
- VUE EN PLAN -

Projet

PROJET MINIER BLACKROCK
CHIBOUGAMAU

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Le 31 octobre 2011

Échelle

1 : 20 000

11. GESTION DES RISQUES, SANTÉ ET SÉCURITÉ

11.1 POLITIQUE CORPORATIVE DE BLACKROCK

La gestion de la qualité, de l'hygiène, de la santé, de la sécurité et de l'environnement, sont des aspects prioritaires pour BlackRock. Ceci se traduit de façon claire dans l'énoncé de politique corporative suivante :

« BlackRock met tout en œuvre pour que la gestion de la qualité, l'hygiène, la santé, la sécurité et l'environnement fasse partie intégrante des fonctions et de la culture d'entreprise. Elle insiste sur le fait qu'une meilleure réponse aux exigences croissantes des marchés et des autorités publiques en matière de contrôle des risques liés à la sécurité des salariés et des partenaires ainsi qu'aux impacts environnementaux est l'outil par excellence pour l'atteinte de la conformité totale.

Elle insiste donc sur le fait qu'un environnement sain est essentiel à tous et que ses opérations et les collectivités au sein desquelles elle œuvre dépendent de sa santé. Elle vise l'excellence, le leadership, la durabilité de ses opérations et inculque à ses employés que toutes leurs activités doivent être exécutées en faisant preuve d'intégrité sociale et en visant une amélioration continue de sa performance environnementale.

Pour ce faire, BlackRock intègre la prévention en santé-sécurité et en environnement à ses décisions d'affaires et exige de tous ses employés le respect de la santé-sécurité et de l'environnement par la gestion optimale des ressources, la minimisation des impacts sur l'environnement, la saine gestion des risques, la mise sur pied de systèmes de gestion santé, sécurité et environnement, le support aux efforts de prévention des accidents et des incidents, l'évaluation de la performance en santé, sécurité et environnement, la collaboration constructive avec les autorités réglementaires, les vérifications en santé, sécurité et en environnement inopinées, la communication des résultats aux conseil d'administration, actionnaires, employés et collectivités concernés.

Elle s'engage à fournir un milieu de travail exempt de menace et à fournir le matériel et la formation nécessaires pour permettre à ses employés d'accomplir leur travail en toute sécurité. Elle met en place des programmes permanents et efficaces et des méthodes qui visent la conformité législative et l'établissement de standards de qualité. Elle établit un vaste système de gestion de la santé, la sécurité et environnement qui s'applique à l'ensemble de ses activités, installations et domaines ».

Dans la perspective d'avoir une gestion optimale du projet et d'être conséquent avec la politique corporative de BlackRock, les risques liés aux aspects environnementaux et à la santé et sécurité ont été répertoriés. Cette démarche a conduit dans un deuxième temps à l'identification des accidents technologiques potentiels. La résultante permet d'élaborer une stratégie propre à

minimiser l'occurrence de ces accidents et de réduire au minimum les impacts de ceux qui ne peuvent être évités.

Le programme de gestion des risques sera diffusé à l'ensemble des employés lors de sessions de formation. Les employés qui auront un rôle actif à jouer dans les réponses aux urgences recevront une formation plus complète. Ce programme inclura les réponses aux urgences environnementales pendant les périodes de construction et d'exploitation. Les réponses aux urgences environnementales qui pourraient se produire pendant et après la fermeture du site seront intégrées au plan de fermeture requis par la *Loi sur les mines* (c. M-13.1)

11.2 IDENTIFICATION DES ACCIDENTS POTENTIELS

Jusqu'à tout récemment, l'activité minière a été le moteur économique régional. Ainsi, depuis le début de la décennie 1950, 24 mines ont été exploitées dans la région de Chibougamau-Chapais, lesquelles ont produit 74 millions de tonnes de minerai.

Afin d'appuyer la pondération des risques du projet minier de BlackRock, les accidents technologiques répertoriés par le MDDEP de 1990 à 2006 dans la région de Chibougamau et Chapais ont été passés en revue. Ainsi, il ressort que des 134 accidents technologiques répertoriés, 14 seulement sont attribuables aux activités minières, soit uniquement 10 % des incidents rapportés.

Parmi ces 14 accidents technologiques, on note 10 déversements d'hydrocarbures, 2 déversements d'eau contaminée, 1 déversement de remblai en pâte et 1 déversement de produit chimique. Quelque 71 % des incidents technologiques rapportés par les compagnies minières sont liés à des déversements de produits pétroliers. Par ailleurs, tous les déversements se seraient produits directement ou à proximité très immédiate des sites miniers.

Deux des déversements de produits pétroliers auraient été causés par des transporteurs de matière première ou de concentré. Un seul déversement impliquerait un distributeur de produits pétroliers. Le transport et l'approvisionnement seraient donc responsables de 30 % des incidents liés à des produits pétroliers alors que 70 % originent directement des opérateurs miniers.

Par ailleurs, deux des 14 incidents répertoriés concernent le déversement d'eau contaminée en provenance des parcs à résidus. Il s'agit donc de 14 % des incidents technologiques rapportés par les sociétés minières. Ces deux incidents touchent la gestion des parcs à résidus.

Dans une perspective plus globale, il appert que sur l'ensemble des 134 accidents technologiques rapportés de 1990 à 2006 (toutes industries confondues), la très grande majorité sont aussi des déversements d'hydrocarbures (tableau 11.1).

Afin d'identifier les risques d'accidents spécifiques au projet BlackRock, les activités prévues sur le site ont été examinées ainsi que leurs interactions avec les autres composantes du projet ou les récepteurs externes. Les bris et défaillances potentiels de chaque composante ont été analysés en termes de causes et d'effets environnementaux. L'importance des risques technologiques a été évaluée selon la méthodologie présentée tableau 11.2; l'importance des conséquences selon le type d'incident est présentée au tableau 11.3. Il est à noter que cette évaluation se limite aux conséquences environnementales des défaillances et accidents. L'incidence de ces événements pour la santé et la sécurité des travailleurs est traitée à la section 11.4.

La grille du tableau 11.2 suit la méthodologie généralement utilisée pour évaluer les risques environnementaux dans les opérations minières. Les facteurs de pondération ont été déterminés à la lumière des statistiques régionales précitées et en fonction de l'expérience acquise aux phases construction et exploitation de projets miniers. Les facteurs de pondération reflètent également le caractère spécifique du projet, à savoir, son éloignement des communautés, sa localisation dans un secteur où l'industrie minière est déjà établie et acceptée mais aussi l'intensité du transport routier généré par le projet.

Tableau 11.1 Liste des accidents technologiques – Région de Chibougamau et Chapais (1990 à 2006)

Catégorie	Nom du produit	Litres	Organisme impliqué	Date	Endroit	Ville
Carburants, huiles à chauffage et lubrifiants	Diesel	20	Les Pétroles M.J.inc	2000-10-25	551, route 167 Sud, au garage de la compagnie	Chibougamau
	Diesel	50	Les Pétroles M.J.inc	2001-06-05	Cour de chargement	Chibougamau
	Huile à chauffage n^0 2	20	Les Pétroles M.J.inc	2000-12-14	Aire de chargement du plan Esso	Chibougamau
	Diesel	1118	Pétrole M.J. (Chibougamau)	2003-12-11	Route du Nord - Km 118	Chibougamau
	Diesel	125	Pétroles M.J.inc	2004-10-20	Pétroles M.J. inc	Chibougamau
	Diesel	10000	Pétroles M.J.inc	1997-02-24	Km 7 de la route du Nord de Chibougamau L-28, Chemin des chantiers (du moulin)	Chibougamau
	Diesel	1000	Pétroles M.J.inc	2004-11-09	Dépôt Esso	Chibougamau
	Diesel	60	Pétroles M.J. Esso	2005-05-04	551, Route 167 Sud. Aire de chargement et de déchargement des camions	Chibougamau
	Huile à chauffage	400	Pétroles M.J. Dépôt Esso	1995-12-22	Chalet sur la rive du lac Caché	Chibougamau
	Diesel	20	Pétroles M.J.inc	1996-05-23	Plan Esso	Chibougamau
	Huile à chauffage	44	Les Pétroles M.J.inc	1998-10-26	Route 113	Chibougamau
	Essence	6500	Pétroles M.J. Esso	2003-09-05	Parc à carburant de Barette -Chapais, fossé de la route 113, Km 546	Chapais
	Huile à chauffage	50	Pétroles M.J. Esso	1995-03-16	Résidence	Chapais
	Mazout lourd (6-C) Bunker	50	Pétroles M.J. Esso	2004-12-22	À la pompe de chargement	Chibougamau
	Essence sans plomb	200	Esso Pétroles M.J.	1995-10-30	Dépôt Esso, 551 Route 167 Sud	Chibougamau
	Diesel	278	Shell Canada Ltée.	1992-09-14	Dépôt Chibougamau 919, 3e rue cp 277	Chibougamau
	Diesel	250	Shell Canada Ltée.	1993-03-17	Ressources MSV inc.	Chibougamau
	Essence		Les PétrolesBelzile	1995-11-29	Résidences adjacentes à la station service	Chibougamau
	Diesel coloré	2	Transport Forestville	2003-03-27	Au dépôt pétrolier Shell de Chibougamau	Chibougamau
	Diesel	200	Transport Malo	2004-10-14	Terrain voisin du dépôt pétrolier de pétrole Belzile	Chibougamau
	Diesel	50	Transport GMGL inc.	2006-07-18	Trace de diesel sur la rue St Luc	Chibougamau

Catégorie	Nom du produit	Litres	Organisme impliqué	Date	Endroit	Ville
Carburants, huiles à chauffage et lubrifiants	Diesel	220	Transport Fidèle inc.	1999-01-20	Motel du lac Caché	Chibougamau
	Diesel coloré	50	Transport RBR inc.	2002-11-28	Stationnement du centre communautaire de Chapais, 188, Bld. Springer	Chapais
	Diesel	500	R.S.T industrie	2003-07-03	Chapais Énergie	Chapais
	Diesel	200	Équipement CRD inc.	2006-01-16	Route 113, km 308	Chapais
	Diesel	1	Transport Doucet&fils	2006-03-29	Km 314, route 113	Chapais
	Diesel et huile moteur		Entreprise D.Morin et transport P.B.J	2002-10-17	Km 217, Route 167	Chibougamau
	Diesel	15	H-Q TranÉnergie	2006-09-13	Centre de service H-Q, 511 Route 167 Sud	Chibougamau
	Diesel	45	Hydro-Québec	1994-07-13	83 Km au nord de Chibougamau, Route 167	Chibougamau
	Diesel	800	Hydro-Québec	1993-07-13	Poste Abitibi	Chapais
	Diesel	1	Hydro-Québec	1995-09-25	Poste Abitibi	Chapais
	Diesel	5	Hydro-Québec	1997-07-11	Lac Abitibi, Route 113, km 284	Chapais
	Diesel		Canadien National (CN)	1990-05-17	1000 pi.de la gare de Chibougamau	Chibougamau
	Diesel	4	3340147 Canada inc.	2007-08-07	Km 166 parc Chibougamau	Chibougamau
	Diesel	600	9162-9717 Québec inc.	2006-05-15	Route 167, Km 226	Chibougamau
	Huile à chauffage et divers hydrocarbures	800	9088-0576 Québec inc.	2005-07-13	948 et 948-A, 3e Rue	Chibougamau
	Huile à chauffage n° 2	1000	9041-7320 Québec inc.	2001-12-09	Dans le garage à l'extérieur	Chapais
	Huile à chauffage	28350	Mine Camchib Inc.	1991-02-23	Mine Camchib	Chibougamau
	Diesel	17,5	Ressources Meston	1993-11-05	Mine Joe Mann	Chibougamau
	Huille à Chauffage	2250	Ressources Meston	1994-09-27	Site mine principale Chaufferie	Chibougamau
	Diesel	13700	Ressources MSV+Chibou-vrac inc.	1995-03-02	Halde à minerai, environ 5 km avant le pont de la rivière Témiscamie, km 400 route 167	Chibougamau
	Diesel	50	Transport Saguelac Ressources Meston	1997-07-09	Site principal	Chibougamau
	Diesel		Forage pelletier	1991-06-01	Près du lac Caché	Chibougamau
	Diesel		Chantier Chibougamau	2007-02-20	Km 386 Route 167, Chibougamau	Chibougamau

Catégorie	Nom du produit	Litres	Organisme impliqué	Date	Endroit	Ville
Carburants, huiles à chauffage et lubrifiants	Huile à chauffage	3200	Domaine Alpha (1993) enr.	2004-11-22	100, 5e Avenue Nord	Chibougamau
	Diesel	85	M. Claude Asselin	2000-05-14	Garage de M.Asselin, lac Caché, Route 167	Chibougamau
	Diesel	200	Les litières du Lac St-Jean inc.	1997-12-04	Route 113 Km 354,6	Chibougamau
	Huile Hydraulique	50	Hydro-Québec	2000-03-29	Poste Abitibi	Chapais
	Huile Hydraulique	25	Hydro-Québec	2002-06-03	Poste Abitibi, à l'est de la phase C du disjonteur 700-62	Chapais
	Huile Hydraulique	25	Hydro-Québec	2002-06-05	Poste Abitibi	Chapais
	Huile Hydraulique	40	Hydro-Québec	1994-06-20	Poste Abitibi	Chapais
	Huile Hydraulique	30	Hydro-Québec	1995-06-20	Poste Abitibi	Chapais
	Huile Hydraulique	10	Hydro-Québec	1996-07-03	Poste Abitibi	Chapais
	Huile Hydraulique	150	Hydro-Québec	1998-07-08	Poste Abitibi, route 113, km 289	Chapais
	Huile hydraulique	12	H-Q TransÉnergie	2006-10-06	Poste Abitibi, disjonteur 700-09 phase A, tête 4	Chapais
	Huile hydraulique	4	H-Q TransÉnergie	2006-10-06	Poste Abitibi, km 290 route 167 Nord	Chapais
	Huile hydraulique		H-Q TransÉnergie	2006-11-04	Poste Abitibi	Chapais
	Huile hydraulique	60	H-Q TransÉnergie Transport Nord	2001-10-19	Poste Abitibi	Chapais
	Huile hydraulique	5	H-Q TransÉnergie Transport Nord	2006-07-26	Poste Abitibi km 290 route 113	Chapais
	Huile hydraulique	30	H-Q Territoire Nord-Est	2005-08-01	123, 2ème avenue	Chibougamau
	Huile hydraulique	50	Ressources Meston inc.	1998-02-11	Concentrateur Ressources Meston- Île Merril, Lac Doré (site principal)	Chibougamau
	Huile hydraulique	130	Ressources Meston inc.	1998-05-22	Concentrateur Meston	Chibougamau
	Huile hydraulique	60	Usine de sciage Barette-Chapais ltée.	2003-06-16	Usine de sciage Barette-Chapais (Cour)	Chapais
	Huile Esso pour engrenages	20	Hydro-Québec	1992-08-18	Parc de stationnement des véhicules Hydro	Chibougamau
	Huile à moteur	20	Hydro-Québec	1996-10-02	Poste Abitibi	Chapais
	Huile à transmission	20	Polaire CCm inc.	2003-04-16	117, rue Joe-Mann (dans la rue)	Chibougamau

Catégorie	Nom du produit	Litres	Organisme impliqué	Date	Endroit	Ville
Huiles usées	Huile usée		Ressources MSV Mine Copper rand	1995-05-25	Berge du lac Doré en face du site minier	Chibougamau
	Huilles usées	400	Ressources MSV	1996-05-20	Site de Copper Rand, Lac Doré	Chibougamau
	Huiles usées, huile à moteur		Construction Ex-Terre inc.	1995-05-26	Ruisseau David entre 3e rue et voie ferrée	Chibougamau
	Huiles usées, huile à moteur	10	Plomberie Chibougamau	2000-08-06	320, 2e rue cour arrière	Chibougamau
	Huiles usées		Automobiles Ford Mercury Chibougamau inc.	1993-05-26	Garage, 973 A, 3e rue	Chibougamau
Produits chimiques	Acide chlorhydrique	200	Ressources Meston-Mine Camchib	1995-09-27	Site principal (moulin)	Chibougamau
	Éthylène glycol	180	Hydro-Québec	2003-02-11	Poste Chibougamau, 30-35 km au sud de Chibougamau sur la route 113	Chibougamau
	Éthylène glycol	60	Hydro-Québec	1995-10-12	Poste Abitibi	Chapais
	Glycol	160	H-Q TransÉnergie-Direction Transport Nord	2006-02-19	Poste Chibougamau, refroidisseur CLC 12	Chibougamau
	Solvant		Ville de Chibougamau	2005-01-20	Centre ville de Chibougamau	Chibougamau
Gaz	Propane	300	Les Pétroles M.J.inc	2004-07-02	Restaurant chez Raymonde	Chibougamau
	Propane	227	Propane M&M division Nutrinor	2002-11-12	Chantier Chibougamau (cour)	Chibougamau
	Propane		M&M Propane	1995-01-24	Réservoir de propane, motel Lac Caché	Chibougamau
Minerai	Minerais non-générateurs d'acide+ huile hydrau	40000	Chibou-vrac inc.	1996-04-18	Km 353.5 route 167 entre Chibougamau et chemin minier	Chibougamau
Eau	Eau contaminée		Ressources Campbell Inc.	2003-04-22	Ancien parc à résidu point #24 et à l'effluent final point #20 Site principal	Chibougamau
	Eau (parc à résidus)	445	Ressources Campbell Inc.	2004-03-03	Mine principale	Chibougamau
	Eau potable (E-Colie et coliformes totaux		Municipalité de Chapais	2004-04-29	169, 9e Avenue	Chapais
	Eaux usées		Municipalité de Chapais	2001-11-06	Lieu d'enfouissement sanitaire Chapais	Chapais

Source : Alliance Environnement – Février 2008

Tableau 11.2 Méthodologie d'évaluation des risques technologiques et de leurs conséquences potentiels

Critère	Envergure	Réversibilité	Importance pour le public	Probabilité d'occurrence
Définition	L'importance de l'espace physique affecté.	La vitesse à laquelle le milieu biophysique peut récupérer avec ou sans assistance humaine.	Perception de l'incident par les populations locales et régionales.	Évaluation de la fréquence de l'événement.
Pondération (100 %)	30 %	10 %	30 %	30 %
Importance de l'impact potentiel par critère				
1	Ponctuel	Les effets de l'incident peuvent être corrigés dans le mois.	Événement qui peut facilement être géré par les ressources locales.	Très peu probable.
2	Local	Peut être restauré dans l'année.	Événement qui demande l'intervention de spécialistes externes.	Probable une fois dans la vie de la mine et de l'usine.
3	Régional	Prendra plus d'un an à être restauré.	Événement qui devrait conduire à la fermeture du site.	Probable plus d'une fois dans la vie du site d'exploitation.
Importance de l'impact potentiel				
Faible	Total pondéré entre 0 et 1,5			
Moyen	Total pondéré entre 1,6 et 1,9			
Élevé	Total pondéré entre 2,0 et 3			

Tableau 11.3 Importance des conséquences des accidents technologiques potentiels

Critère	Envergure	Réversibilité	Importance pour le public	Probabilité d'occurrence	Importance des conséquences*
Pondération	0,3	0,1	0,3	0,3	1 à 3
Accident					
Produits pétroliers					
Déversement pétrolier pendant la construction des routes	2	2	2	2	2,0
Déversement lors du transport des produits pétroliers	2	2	2	2	2,0
Déversement de produits pétroliers lors de l'utilisation des routes (camions de transport)	1	2	2	3	2,0
Déversement majeur des réservoirs de produits pétroliers	2	2	2	1	1,7
Fuite des réservoirs de produits pétroliers et des équipements connexes	1	1	2	3	1,9
Déversement de produits pétroliers au garage ou autres ateliers	1	1	1	3	1,6
Déversement de produits pétroliers dans la fosse, les chemins de roulage et haldes	1	1	1	3	1,6
Lixiviat non contrôlé pendant l'entreposage de sols contaminés	1	1	2	2	1,6
Réactifs					
Déversement lors du transport des réactifs	2	2	2	2	2,0
Déversement à l'usine pendant la manutention des réactifs	1	1	1	3	1,6
Émission à l'usine de poussières explosives non contrôlées	1	1	2	3	1,9
Feu ou explosion dans l'usine ou dans l'entrepôt des réactifs	1	2	2	2	1,7
Fuite d'un réservoir de réactif	1	2	2	2	1,7
Résidus dangereux					
Déversement au site d'entreposage des résidus dangereux	1	1	1	3	1,6
Feu ou explosion au site d'entreposage des résidus dangereux	1	1	2	2	1,6
Explosifs					
Abandon d'explosifs mal brûlés dans la fosse	1	1	1	3	1,6
Déversement de matières premières pour la fabrication de l'explosif	1	1	1	3	1,6
Stabilité géotechnique					
Rejets liquides dus à un bris de digue	3	2	2	2	2,3

Critère	Envergure	Réversibilité	Importance pour le public	Probabilité d'occurrence	Importance des conséquences*
Pondération	0,3	0,1	0,3	0,3	1 à 3
Accident					
Rejets solides dus à un bris de digue	2	2	2	1	1,7
Effondrement de paliers : fosse, haldes à stériles ou résidus grossiers	1	2	2	1	1,4
Éboulis de stériles	1	1	2	2	1,6
Autres					
Feu ou explosion majeure à l'usine	2	3	3	1	2,1
Déversement de produits chimiques secondaires : ateliers de travail et garage	1	1	1	3	1,6
Déversement dû à un bris dans les conduits et équipements connexes d'eau industrielle	1	1	1	3	1,6
Fuite du réservoir eau industrielle	1	1	1	1	1
Déversement d'eaux usées sanitaires	1	1	1	2	1,3
Déversement dû à un bris dans la conduite de rejets des résidus fins	1	1	1	3	1,6

***** L'importance des conséquences est le total des produits : cote allouée par critère x facteur de pondération (ex. : accident : déversement pendant la construction des routes : (3 x 0,3) + (2 x 0,1) + (2 x 0,3) + (3 x 0,3) = 2,6

Les informations tirées du tableau 11.3 permettent de regrouper les accidents technologiques selon leurs conséquences potentielles décrites ci-après.

Conséquences potentielles élevées

Les activités du projet et les risques d'accidents technologiques qui pourraient avoir des conséquences environnementales élevées sont les suivantes :

- la construction des routes **(hydrocarbures)**;
- le transport de produits pétroliers **(hydrocarbures)**;
- le transport des matières premières et du concentré **(hydrocarbures)**;
- le transport des réactifs **(émissions non contrôlées de produits chimiques)**;
- la gestion du parc à résidus et du bassin de polissage **(déversement liquide hors normes de métaux et MES)**;
- la gestion du procédé **(émissions fugitives de produits chimiques, feu ou explosion)**.

Conséquences potentielles moyennes

Les activités du projet pour lesquelles les risques d'accidents technologiques pourraient avoir des conséquences environnementales moyennes sont les suivantes :

- la gestion sur le site minier des produits pétroliers **(déversement majeur d'hydrocarbures)**;
- l'entreposage sur le site de produits pétroliers **(fuites d'hydrocarbures)**;
- le déversement de produits pétroliers dans les ateliers et au garage **(fuites d'hydrocarbures)** ;
- les déversements de produits pétroliers dans la fosse, chemins de roulage et haldes **(fuites d'hydrocarbures)**;
- la gestion des sols contaminés **(émissions fugitives d'hydrocarbures)**;
- l'entreposage des réactifs **(émissions non contrôlées de produits chimiques)**;
- la manutention des réactifs **(fuites de produits chimiques)**;
- la manutention des réactifs **(émissions hors normes de poussières chimiques explosives)**;
- la manutention des réactifs **(feu ou explosion)**;
- les résidus dangereux **(déversement d'hydrocarbures ou produits chimiques)**;
- les résidus dangereux **(feu ou explosion d'hydrocarbures ou produits chimiques)**;
- la gestion des explosifs **(émission fugitive d'émulsion)**;
- la gestion des explosifs **(déversement de matières premières chimiques)**;
- la stabilité géotechnique **(éboulement de stériles)**;
- la gestion du parc à résidus **(déversement de rejets solides, métaux et MES)**;
- la gestion de l'eau industrielle **(déversement d'eau)**;
- la gestion des résidus **(bris de la conduite de résidus déversement hors parc, métaux et MES)**;
- la gestion des produits chimiques secondaires **(déversement chimique)**.

Conséquences potentielles faibles

Les activités du projet pour lesquelles les risques d'accidents technologiques pourraient avoir des conséquences environnementales faibles sont les suivantes :

- la stabilité géotechnique **(murs de la fosse, haldes à stériles et des résidus grossiers)**;
- l'entreposage de l'eau industrielle **(fuite du réservoir d'eau industrielle)**;
- la gestion des eaux sanitaires **(déversement des eaux usées)**.

11.3 ACTIVITÉS À RISQUE ENVIRONNEMENTAL

Les activités pour lesquelles une défaillance ou un accident technologique peuvent provoquer des conséquences environnementales élevées ou moyennes seront contrôlées en priorité et de façon plus soutenue. À ce titre, la prévention commence par le respect des lois et règlements applicables en matière de protection de l'environnement. Un programme d'audit de conformité environnemental sera mis en place pour vérifier l'application de ces lois et règlements. De plus, des critères d'ingénierie de haut niveau, l'installation d'équipements performants, de systèmes d'alertes et la mise en place de règles de gestion auront comme résultantes de diminuer les risques d'incidents à toutes les phases du projet.

11.3.1 Construction des routes

La construction de la route d'accès et des routes minières (chemin de roulage) implique la traversée de cours d'eau et comporte des risques de déversement d'hydrocarbures. Pour réduire les conséquences potentielles de ces travaux, ils se feront conformément aux modalités d'intervention en milieu forestier édictées par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF, 2000).

Toujours en vue de réduire les risques d'accidents technologiques et notamment de déversements d'hydrocarbures, les mesures suivantes seront appliquées :

- les entrepreneurs seront tenus pour pouvoir soumissionner de démontrer qu'ils détiennent une assurance pollution ;
- des clauses contractuelles environnementales touchant la gestion des hydrocarbures seront intégrées aux plans et devis;
- avant le début des travaux, les équipements de construction feront l'objet d'une inspection complète en vue de s'assurer de leur bon fonctionnement et de détecter les fuites ;
- les véhicules dont l'état est jugé douteux ne seront pas autorisés à accéder au chantier;
- l'entrepreneur aura comme obligation de maintenir sur les lieux de travail des trousses complètes d'intervention en cas de déversements ; le nombre de trousses à maintenir sur les lieux de travail sera déterminé par BlackRock en fonction du nombre et du type d'équipement ;
- l'entrepreneur devra avoir des trousses de sécurité et d'intervention de base en cas de déversement à l'intérieur de chaque véhicule ;
- l'approvisionnement en carburant des véhicules de chantier sera systématiquement effectué à une distance de 100 mètres des cours d'eau;
- les aspects environnementaux seront traités lors des réunions de démarrage de chantier;
- l'information sur les mesures d'insertion sera transmise aux superviseurs de l'entrepreneur et aux travailleurs;
- les réunions hebdomadaires de chantier feront le point de façon récurrente sur les pratiques en cours et les améliorations à apporter;
- les travaux feront l'objet d'une surveillance environnementale;

- des inspections hebdomadaires seront effectuées afin de confirmer la sécurité environnementale des équipements.

11.3.2 Transport, la manutention et l'entreposage de produits pétroliers

Le transport, la manutention et l'entreposage de produits pétroliers occasionnent les risques environnementaux les plus susceptibles de se matérialiser. Les lois fédérales et provinciales sur le sujet et leurs règlements d'application encadrent ce type de risque avec beaucoup de rigueur. Les lois et règlements sur les produits pétroliers seront appliqués à la lettre et dûment vulgarisés auprès du personnel.

Conformément à l'esprit de la législation en vigueur, le programme de gestion des risques intégrera à l'étape de conception les éléments suivants :

- les plans et devis des installations de stockage pétrolier seront signés et scellés par un ingénieur et la mise en place sera effectuée par un installateur accrédité;
- les plans et devis prévoiront la mise en place de systèmes de séparation des hydrocarbures afin de récupérer les fuites mineures dans tous les secteurs de travail;
- les réservoirs seront équipés d'un système de jaugeage automatique et munis de systèmes d'alarmes en cas de fuite.

Un plan d'urgence sera élaboré avant le premier transfert de produits pétroliers. Ce plan intégrera les activités de transport, d'approvisionnement, de manutention et de distribution. Il touchera tous les réservoirs. Le plan prévoira entre autres :

- la liste du personnel responsable de l'exécution, les rôles et responsabilités;
- les critères de formation du personnel;
- la liste des équipements d'intervention et leurs emplacements;
- les endroits où le plan d'urgence pourra être disponible et consulté en tout temps;
- les délais et les modalités de mise en alerte du personnel;
- les mesures d'intervention et de nettoyage;
- les modalités de communication avec les autorités civiles et la population.

À l'étape des opérations, le programme de gestion des risques prévoira de façon non limitative :

- l'obligation pour les fournisseurs d'être dotés des mêmes équipements de communication radio que ceux utilisés par les véhicules de transport du concentré;
- l'obligation pour les fournisseurs de signaler leur présence aux autres transporteurs dès leur arrivée sur la route 210 et successivement à des bornes kilométriques précises;
- la mise en place de procédures de manutention pour chaque produit ;
- la limitation de l'accès aux produits pétroliers aux seuls employés formés et désignés;
- l'obligation contractuelle des fournisseurs à aviser immédiatement de tout déversement résultant du transfert de produits pétroliers et de tout signe de fuite;
- la production d'un bilan mensuel des produits pétroliers;

- la réalisation annuelle d'essais d'étanchéité des équipements d'emmagasinement et de distribution.

11.3.3 Gestion du parc de résidus et le bassin de polissage

L'opération des parcs de résidus est l'activité de l'industrie minière susceptible d'avoir les conséquences les plus sérieuses sur le plan environnemental. Pour le projet, les trois types de rejets solides (stériles, résidus de concentration grossiers et fins) ont un potentiel neutralisant supérieur au potentiel d'acidification. Le risque environnemental le plus important est un bris de digue, lequel entraînerait les rejets de métaux et de matières en suspension dans le milieu récepteur. Pour minimiser ce risque, le parc est positionné en tête de son bassin versant. Il a aussi été conçu en considérant les scénarios de capacité portante, de précipitation et de séismicité les plus pessimistes pour la région. Cet aspect du risque environnemental est qualifié de façon détaillée au chapitre 4. De plus, le parc sera géré selon les directives du « *Guide de gestion des parcs à résidus miniers* » publié par l'*Association Minière Canadienne* (2002). Ce guide implique la mise en place de procédures d'opération, d'entretien et d'inspection. Il comporte un suivi documenté des procédures.

Le programme de gestion des risques prévoira la concordance entre d'une part, les spécifications de l'ingénierie et les mesures de mitigation environnementale et d'autre part, les activités de construction et d'exploitation.

Phase construction

- La construction des digues du réservoir d'approvisionnement en eau (Lac Denis), du parc à résidus et du bassin de polissage fera l'objet d'inspections selon les recommandations du concepteur afin d'assurer la conformité avec les plans et devis.
- Toute déviation au devis devra être préalablement approuvé par les autorités compétentes.
- Les rapports progressifs qualitatifs des travaux seront soumis hebdomadairement aux autorités corporatives.
- Les plans tel que construits seront produits et rendus disponibles à tous les gestionnaires responsables de l'opération, de la sécurité, de l'entretien et du contrôle environnemental des ouvrages.

Phase opération

Une charte des responsabilités sera établie afin d'identifier les rôles et les actions dévolues à chaque personne impliquée dans le système de gestion des résidus miniers. La séquence et la fréquence des activités à réaliser seront pré-établies. Un plan d'urgence sera mis en place afin de préciser la nature des accidents potentiels, les actions et les responsabilités qui s'y rattachent. Le système de gestion du parc à résidus sera assorti de procédures pour maintenir son intégralité en cas de changements de personnel.

Pendant toute la durée des opérations, des procédures seront appliquées afin de s'assurer de la parfaite fonctionnalité des ouvrages et de la protection au milieu récepteur. Pour ce faire, des listes de surveillance standardisées seront établies. Les données colligées de toutes les sources seront intégrées. Les informations qui seront enregistrées de façon courante comprendront notamment :

- la conformité des travaux de construction progressive des digues;
- la conformité avec les procédures de dépôts de résidus;
- les bilans et la qualité de l'eau;
- la caractérisation des résidus;
- les travaux d'entretien, leur nature et leur fréquence;
- la concordance avec les normes gouvernementales;
- le contrôle de la stabilité des ouvrages et de l'instrumentation;
- les déviations par rapport aux objectifs et les mesures correctives;
- les travaux de réaménagement progressifs.

Le système de gestion du parc à résidus couvrira également les conduites de rejets de résidus et d'eau industrielle. Ces composantes résistent difficilement aux rigueurs du climat. Pour minimiser les risques de déversements, les conduites seront installées de façon à permettre la contraction et la dilatation dues à la température extérieure, le tracé sera accessible pour faciliter les réparations et une inspection journalière sera effectuée le long des conduites.

L'information colligée sera mise à la disposition, en temps réel, de toutes les parties impliquées dans la gestion du parc à résidus. De plus, un audit annuel concernant la gestion des parcs à résidus, de ses constituantes et de la conformité aux normes de rejet sera effectué par des tiers externes. Le rapport d'examen sera remis à la direction de la Société BlackRock pour évaluation et rétroaction.

11.3.4 Gestion des réactifs, des produits et résidus dangereux

La gestion des matières dangereuses nécessite une approche spécifique pour le transport, la manutention, l'entreposage, l'utilisation et la disposition finale. Elle implique également une planification minutieuse à la phase ingénierie et un suivi constant pendant les opérations.

Phase ingénierie

Les modalités de stockage des matières dangereuses seront établies conformément au Code national de prévention des incendies – Canada 2010 (CNRC, 2010). Une attention toute particulière sera apportée à la ventilation des lieux contenant des sources de contamination de l'air ambiant.

- Les systèmes de ventilation automatisés seront prévus à tous les postes de travail où sont manipulés entreposés et utilisés des réactifs.

- Les systèmes de ventilation seront munis d'alarmes qui se déclencheront aussitôt qu'il y aura un dépassement de la valeur limite d'exposition (TLV). Cette valeur est déterminée pour chaque réactif.

- Les substances dangereuses seront confinées et contrôlées dans des aires de travail aussi restreintes que possible.

Phase exploitation

À la phase exploitation, le responsable de la gestion des risques aura notamment comme mandat de contrôler la qualité des activités de transport, de manutention, d'entreposage, d'utilisation et de disposition finale des matières dangereuses. De façon plus spécifique il devra :

- superviser les évaluations de risques spécifiques pour tous les postes de travail où sont manipulés, entreposés et utilisés des réactifs ;
- désigner les équipements de protection personnels et les outils à utiliser dans les postes de travail où sont manipulés, entreposés et utilisés les réactifs;
- désigner les équipements de protection et de secours en cas d'accident technologique dans les postes de travail où sont manipulés, entreposés et utilisés les réactifs;
- confirmer à chaque livraison la présence et la visibilité selon les normes des fiches signalétiques des produits;
- s'assurer pendant les opérations que les fiches signalétiques sont apposées sur les contenants de produits réglementés (français, anglais) et que ces fiches sont aussi disponibles dans tous les terminaux d'ordinateurs;
- contrôler l'inventaire de même que les entrées et sorties des produits et résidus dangereux;
- mettre à jour les fiches signalétiques des produits (MSDS) et les diffuser;
- préparer les sessions de formation et effectuer leur mise à jour;
- superviser les interventions d'urgence.

Les réactifs seront livrés par les fournisseurs. Les contrats incluront des clauses de responsabilité environnementale. Il est d'usage pour l'industrie minière d'acheter ces produits avec des contrats par lesquels le produit n'est sous la responsabilité du client que lorsqu'il est rendu sur le site. Néanmoins, quelque soit le type de contrat, BlackRock vérifiera que le transporteur a bien un plan d'urgence et que les conducteurs ont été formés en ce sens. Dans l'éventualité de déversement pendant le transport, BlackRock aura des ententes de services d'urgence avec les services de pompiers des municipalités de Chibougamau et de Chapais. Le déchargement des produits neufs et le chargement des matières dangereuses résiduelles à éliminer hors site se feront sous la supervision d'un employé formé à cet égard et titulaire d'une carte d'accréditation pour le transport des matières dangereuses. Les produits dont les emballages seraient brisés et dont l'utilisation ou l'entreposage deviendrait difficile seront retournés au fournisseur.

Le personnel appelé à manipuler et à utiliser les produits dangereux à l'usine sera adéquatement formé pour ce faire. Une attention particulière sera apportée aux aspects concernant la toxicité, l'incompatibilité et la réactivité des produits dangereux. Le plan de gestion des matières et résidus dangereux fera l'objet d'une vérification externe annuelle et les résultats seront remis à la haute direction.

Tous les produits dangereux entrant, utilisés ou sortant du site des travaux seront identifiés selon les classes prévues par *Transports Canada, c'est à dire :*

Classe 1 :	explosifs	Classe 6 :	substances toxiques et infectieuses
Classe 2 :	gaz sous pression	Classe 7 :	matières radioactives
Classe 3 :	liquides inflammables et combustible	Classe 8 :	substances corrosives
Classe 4 :	solides inflammables	Classe 9 :	matériel dangereux varié.
Classe 5 :	agents oxydants		

Tous les résidus dangereux non compatibles seront entreposés séparément et évacués du site sur une base régulière par un transporteur autorisé. Les entrepôts assignés à cette fin seront ventilés et clairement identifiés à l'extérieur. Ces entrepôts seront maintenus sous clef et seul le personnel autorisé pourra y avoir accès. Les sites d'entreposage seront protégés contre le choc des véhicules et les réservoirs contenant un liquide seront équipés d'une double paroi ou d'une digue de retenue des fuites, laquelle sera maintenue vide et propre. L'ensemble des enceintes et réservoirs de confinement feront l'objet d'inspections et d'entretiens réguliers.

Dans l'éventualité de déversement de produits dangereux, le département responsable agira comme premier répondant et enclenchera les mesures liées au confinement, à la récupération et au nettoyage du lieu contaminé. Des équipements personnels de protection et des trousses de récupération seront mises à la disposition du personnel à toutes les aires de manutention, d'utilisation et de disposition finale de produits dangereux.

Les aires d'entreposage de produits dangereux et les systèmes d'approvisionnement et de distribution feront l'objet d'une inspection hebdomadaire.

11.3.5 Activités à faible risque environnemental

Les activités à faible risque environnemental feront également l'objet d'une surveillance et d'un suivi régulier. Ces activités considérées lors des tournées d'inspection et toute condition anormale sera corrigée sans délai.

L'entreposage de produits chimiques en petits contenants se fera à l'intérieur de bâtiments. Une attention particulière sera portée à la compatibilité des produits pour éviter d'entreposer des produits incompatibles à proximité l'un de l'autre; par exemple, les bases seront séparées des acides. Les bonbonnes et réservoirs de gaz de classe 2 seront protégés contre les dommages mécaniques. Dans le cadre des opérations, il sera interdit de laisser des matières liquides ou solides combustibles s'accumuler dans les bâtiments et en périphérie. La gestion des stocks se fera de façon à utiliser les produits par ordre de réception pour réduire le risque d'utiliser des produits périmés.

11.3.6 Urgences environnementales

Malgré toutes les précautions qui seront prises pour réduire les risques, certains incidents sont quand même susceptibles de se produire. Il faudra donc être prêt à y répondre. Ceci implique la mise en place de mécanismes de détection des incidents (alerte et notification) et de procédures de réaction, ainsi que la mise en réserve d'équipements d'intervention. Le plan d'urgence définira les critères d'intervention, les procédures de réponse ainsi que la localisation des équipements d'urgence à chacun des sites à risques élevé, moyen ou faible.

Ce plan d'urgence sera tenu à jour conformément au *Règlement sur les effluents des mines de métaux* et diffusé aux employés. Tous les employés recevront au minimum une séance d'information annuelle sur le plan d'urgence. Ceux qui auront un rôle potentiel dans les réponses aux urgences recevront une formation plus complète comprenant des exercices pratiques.

La liste et la localisation des équipements d'intervention seront maintenues à jour comme partie intégrante du plan d'urgence. Les équipements devraient comprendre entre autres, des absorbants, pelles et contenants pour le ramassage des produits déversés au sol, des estacades pour le confinement des produits déversés dans l'eau, des masques et autres vêtements de protection ainsi que des réserves de matériaux pour la construction d'ouvrages en cas d'urgence. Tel que mentionné précédemment, la majorité des incidents environnementaux sont occasionnés par des déversements accidentels ou sont la conséquence de déversements. Le contrôle et le nettoyage des déversements sont donc les principaux éléments correcteurs à maîtriser. Ces opérations seront réalisées selon les règles de bonnes pratiques reconnues dans le milieu. Le tableau 11.4 présente les grandes lignes de ces pratiques.

Tableau 11.4 Contrôle des déversements

LIQUIDES AU SOL	LIQUIDES ET SOLIDES DANS L'EAU	SOLIDES AU SOL
PETITE QUANTITÉ • ABSORBER L'absorbant doit être compatible avec le matériel déversé, par exemple : • Liquides inorganiques : sable, cendres, vermiculite, etc. • Liquides organiques : copeaux et sciures de bois, paille, coton, compost, etc. • Liquides synthétiques : mousse de polyuréthane, granules de polyester, etc. ***DÉVERSEMENT MOYEN*** • CONFINER (faire une barrière) avec des absorbants. ***DÉVERSEMENT IMPORTANT*** • DÉRIVER VERS UN BASSIN OU UNE TRANCHÉE ÉTANCHE. OU • CONFINER (FAIRE UNE BARRIÈRE).	***SOLUBLE*** • CONFINER avec une barrière étanche. ou • CONFINER ET DÉRIVER le liquide vers un bassin étanche. ***INSOLUBLE - Contaminant léger*** • CONFINER avec estacades flottantes (absorbants hydrophobes i.e. qui n'absorbent pas l'eau). • DISPERSION chimique à l'aide de surfactant (savon). ou • DISPERSION biologique avec des cultures bactériennes. • CONFINER avec barrière imperméable avec écoulement par la base (conduite ou siphon). ***INSOLUBLE - Contaminant lourd*** • CONFINER derrière barrière imperméable et écoulement de l'eau par le haut (après décantation du contaminant).	• RAMASSER et nettoyer le site. • COUVRIR le contaminant et le sol contaminé avec une bâche (en plastique) pour empêcher la dispersion, la dissolution ou le lessivage. • ÉLIMINER de façon adéquate (voir gestion des résidus).

À l'extérieur de l'enceinte de l'usine, les déversements génèrent, sauf exception, des sols contaminés. Les sols contaminés seront ramassés immédiatement après l'incident. Une caractérisation subséquente validera l'efficacité des opérations de nettoyage et si requis, l'envergure des travaux additionnels à effectuer. Les endroits plus sujets à la contamination des sols comme les environs du garage et des compresseurs seront inspectés sur une base hebdomadaire.

11.3.7 Rapport d'événement

Malgré toutes les mesures mises en place pour réduire les risques et l'ampleur des impacts, il est probable que des incidents environnementaux surviennent. Dans ces cas, un avis de vive voix sera fait sans délai à Urgence-Environnement du *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs* (MDDEP) et si l'incident affecte l'habitat du poisson, à *Environnement Canada*. Subséquemment, un rapport d'événement sera produit et transmis aux intervenants gouvernementaux. Par la suite, les rapports d'événement permettront d'identifier et de diffuser les causes de l'incident et ainsi d'apporter les correctifs nécessaires.

11.4 ENTREPOSAGE DE PRODUITS CHIMIQUES ET COMBUSTIBLES

Le tableau 11.5 présente diverses informations concernant les produits chimiques et les hydrocarbures utilisés. Les informations suivantes y sont incluses :

- la consommation / la production annuelle;
- le nombre de voyages en camions (par année, par semaine, etc.);
- les lieux d'entreposage intérieurs ou extérieurs;
- le type d'entreposage (réservoirs, silos, sacs, etc.);
- la quantité maximale entreposée.

La production prévue de l'usine est de quelque 2.5 M tonnes/année de concentré. Cette capacité est basée sur une production continue de 24 heures par jour, 365 jours par année. La disponibilité des équipements de production est cependant estimée à 90 %. Tous les calculs ont donc été effectués sur une base de 7 884 heures de production par année.

Un poste de transbordement est prévu afin de faciliter le transport des matières premières et du produit fini entre les fournisseurs, l'usine et les clients. Ainsi, les matières premières pourront être transportées par train ou par camion jusqu'au poste de transbordement. Elles arriveront sur le site de l'usine par camion. Le concentré sera transporté de l'usine vers le poste de transbordement par camion, puis acheminé par train aux ports de Saguenay ou de Québec. Globalement, il y aura 240 déplacements de camions de transport de concentré par jour et dans chaque direction entre l'usine et le poste de transbordement. Huit camions semi-remorques de 38 t.m seront affectés vingt-quatre heures par jour à ces opérations.

L'entreposage des produits sur le site de l'usine prend en compte la facilité d'alimentation des équipements et l'incompatibilité chimique des réactifs. Tous les endroits où des produits sont entreposés seront construits et gérés conformément aux règlements sur l'hygiène et la sécurité du travail et aux codes du bâtiment et de sécurité-incendie. Ainsi, les entrepôts intérieurs seront chauffés, ventilés, protégés contre le feu et l'explosion et pourvus de douches de secours et de fontaines oculaires. Ces espaces seront isolés thermiquement et maintenus à une température de 15ºC. Les entrepôts extérieurs seront bien délimités par une digue de retenue ou par une clôture et munis de panneaux d'avertissement appropriés. L'accès aux aires d'entreposage et la manipulation des produits se feront seulement par un personnel spécialement désigné et formé. Certains produits seront entreposés dans des réservoirs. Les réservoirs seront munis de bassins de rétention, avec une capacité égale à 115 % de celle du réservoir.

Tableau 11.5 Informations relatives aux produits chimiques

Produit	Consommation/ Production		Transport en camion	Lieu d'entreposage		Type d'entreposage/ Quantité maximale entreposée		
	t.m./ année	litre/ année	Nombre estimé par année	Intérieur	Extérieur	Réservoir litre	Sac kg	Container t.m.
Huile N° 2		18 315 893 (1)	915		√	400 000(3)		
Essence		1 894 000 (2)	95		√	20 000		
Propane C_3H_8					√			
MAGNAFLOC 351 Polyacrylamide non-ionique	100,7		8	√	√		500-750	
FLOTTEC PAX COLLECTOR - sulfure de potassium - sel de potassium de l'ester, isopentylique de l'acide carbonodithioique - hydroxyde de potassium	444,8		28	√	√		900	
UNIFROTH 250 CM Polyglycol	59		3	√	√			1
TITAN XL 1000 (4) (ou équivalent) - nitrate d'ammonium - nitrate de calcium - mazout - huile minérale	9 068 13,6 13,6	 224 033 416 061	 2 2 12 22		 √ √ √ √	50 000 10 000		 20 20 3

(1) La consommation d'huile Nº 2 pour les équipements miniers primaires et secondaires est croissante avec les années compte tenu de l'approfondissement de la fosse. La consommation de 18 315 893 de litres est la consommation maximale (estimation année 10, 2022).

(2) La consommation des véhicules auxiliaires est entièrement calculée en essence. Elle est stable pendant toute la durée des opérations.

(3) La capacité d'entreposage maximale d'huile Nº 2 au parc à carburant est de 400 000 litres (5 x 80 000 litres). Trois autres réservoirs d'approvisionnement des véhicules lourds sont positionnés à différents endroits stratégiques du site minier.

(4) Le tonnage d'émulsion explosive a été établi à partir de la quantité d'explosif utilisée par tonne métrique de minerai et de stérile, soit respectivement 0,23 et 0,20 kg/t.m. pour les 15 ans du projet.

11.4.1 Entrepôt extérieur

Les produits entreposés dans des sites ou entrepôts à l'extérieur de l'usine sont les suivants :

- réactifs pour la production d'explosifs TITAN XL 1000 (ou équivalent) ;
- huile à chauffage n^{o} 2 ;
- essence ;
- propane.

Les produits qui seront entreposés à l'intérieur de l'usine sont les suivants :

- MAGNAFOC 351 (floculant);
- FLOTTEC PAC COLLECTOR (agent activateur);
- UNIFROTH 250 CM (agent moussant).

Le floculant (si requis), l'agent activateur et l'agent moussant seront livrés sous forme granulaire dans des sacs renforcés en plastique ou des containers de plastique. Ils seront entreposés dans des sections spécialement aménagées à cette fin (voir tableau 11.5).

L'entrepôt sera aménagé de manière à ce que les produits ne soient pas en contact en cas d'émission fugitive.

11.5 SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Les préoccupations de santé et de sécurité au travail dépassent largement l'analyse des risques inhérente à une étude environnementale. La protection des travailleurs est en effet fortement encadrée par des lois et règlements provincial et fédéral en la matière. Les pièces législatives les plus importantes sont la « *Loi sur la santé et sécurité du travail* » L.R.Q., chapitre S-2.1 et la « *Loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles* » L.R.Q., chapitre A-3.001. La législation canadienne couvre aussi la question de la responsabilité des organisations en matière de santé et sécurité au travail par le biais de la « *Loi C-45* ». Dans le cadre plus restreint de l'étude environnementale, les risques du projet pour la santé humaine sont abordés dans la présente section. Les produits chimiques utilisés pendant la construction et les opérations sont décrits et qualifiés en vertu des risques qu'ils penvent occasioner.

11.5.1 Classification des produits chimiques

Le répertoire toxicologique de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) a été consulté pour les principaux produits chimiques qui seront utilisés dans le cadre des activités minières. Il a été aussi possible d'obtenir des informations sur la toxicité des produits, la réactivité chimique et les équipements de protection individuelle à utiliser. Ces informations ont été colligées à partir des banques de données de : Occupational Safety & Health Administration (OSHA), National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH) et du site de l'EPA "Acute Exposure Guide-lines levels (AEGL). Des informations spécifiques ont

également été obtenues concernant les matières dangereuses utilisées au travail dans le répertoire SIMDUT géré par la CSST.

Le SIMDUT répartit les matières dangereuses en six catégories principales définies en fonction des dangers que chacune d'elle peut poser. Si un produit correspond à une ou plusieurs de ces catégories, il devient assimilable à un produit « contrôlé ». Si un produit chimique n'entre dans aucune de ces catégories, il est alors classifié comme « non-contrôlé ». La classification selon le SIMDUT des produits chimiques utilisés dans le procédé est présentée au tableau 11.6. Pour alléger la lecture du tableau, les produits ont été divisés en trois catégories : les combustibles, les gaz comprimés et les produits organiques.

On peut observer que, selon les normes pancanadiennes, la plupart des produits ne sont pas contrôlés. Certains de ceux qui sont contrôlés peuvent par ailleurs se trouver dans plusieurs catégories telles que définies par le SIMDUT.

Les produits non contrôlés en vertu des exigences du SIMDUT ou qui n'y sont pas encore répertoriés sont :

- l'huile à chauffage N^{o} 2;
- le polyacryamide non-anionique (Magnafloc 351);
- le sulfure de potassium (composante du Flottec Pax Collector);
- le sel de potassium de l'ester isopentylique de l'acide carbonodithioique (composante du Flottec Pax Collector);
- le nitrate de calcium (composante de l'émulsion explosive);
- le mazout (composante de l'émulsion explosive);
- l'huile minérale (composante de l'émulsion explosive).

Plusieurs des produits cités au tableau 11.5 sont utilisés en mélange et certains en très petites quantités dans le mélange. De ce fait, les risques pour la santé ne peuvent être établis directement pour le Flottec Pax Collector et l'Unifroth 250 CM. La toxicité des produits qui les composent peut par contre servir de guide pour leur utilisation sécuritaire.

Tableau 11.6 Classification des produits chimiques utilisés dans le procédé de concentration de la magnétite selon le SIMDUT

Produit chimique Numéro CAS	Produit chimique contrôlé					Produit chimique non-contrôlé dans SMIDUT	Transport (classe de risque) / emballage
	Gaz comprimés	Matières inflammables et combustibles	Matières toxiques ayant des effets immédiats graves	Matières toxiques ayant d'autres effets	Matières corrosives		
Produits organiques combustibles							
- Huile à chauffage no 2 / 68476-30-2		√		√		√	3 / III
- Essence / 8006-61-9		√		√			3 / II
- Propane (C_3H_8) / 74-986	√	√		√			2.1/ -
Autres produits organiquess							
Magnafloc 351 - Polyacrylamide non-ionique						√	transport non réglementé
FLOTTEC PAX COLLECTOR (mélange)							4.2 / II
- Sulfure de potassium (K_2S) / 1312-73-8		√		√		√	s.o.
- Sel de potassium de l'ester Isopentylique de l'acide Carbonodythioique ($C_6H_{11}KOS_2$) / 928-70-1						√	s.o.
- Hydroxyde de potassium (HKO) / 1310-58-3							s.o.
UNIFROTH 250 CM (mélange)							transport non réglementé
- Ether monométhylique du propylène glycol / 37286-64-9		√					s.o.
- Ether du diprpylène glycol monométhylique / 34590-94-8		√					s.o.
- Acide éthyl -2 hexanoïque / 149-57-5				√			s.o.
Emulsion explosive Titan XL 1000 (mélange)							
- Nitrate d'amonium / 6484-52-2		√					5.1 / III
- Nitrate de sodium / 7631-99-4		√					5.1 / III
- Nitrate de calcium / 10124-37-5		√				√	5.1 / III
- Mazout / 68476-34-6		√				√	3 / III
- Huile minérale / 64742-35-4		√				√	transport non réglementé

A Gaz comprimé : produit contenu sous pression.
B Matières inflammables et combustibles : produit qui peut s'enflammer ou brûler facilement.
D1 Matières toxiques ayant des effets immédiats graves : produit pouvant causer rapidement des effets néfastes graves pour la santé, allant jusqu'à la mort.
D2 Matières toxiques ayant d'autres effets : produit dont les effets sur la santé apparaissent généralement après un certain délai à la suite d'une ou plusieurs expositions répétées.
E Matières corrosives : Produit pouvant corroder les surfaces métalliques ou provoquer des brûlures de la peau.

11.5.2 Toxicité des produits chimiques

Les informations obtenues auprès des organismes de contrôle canadiens et américains sur les produits chimiques présents dans le procédé de concentration de la magnétite sont reproduites dans les tableaux 11.6 et 11.7. Le tableau 11.6 présente les caractéristiques telles l'apparence, l'inflammabilité, l'explosivité, la toxicité et les mesures de premiers secours. Les mesures de premier secours sont classifiées selon les types de contacts avec le produits chimiques (l'inhalation, l'ingestion, etc.). Pour la plupart des produits chimiques à l'état pur, les normes canadiennes concernant les limites d'exposition moyenne pondérée (VEMP), de courte durée (VECD) et celle pour le danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS) ont été répertoriées. Certains produits tel l'huile à chauffage n^{o} 2 n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse des limites d'exposition de la part des organismes nord-américains concernés.

Les mesures de gestion relative à la santé et la sécurité au travail (l'incompatibilité, la manipulation et l'entreposage) sont présentées au tableau 11.7. Ces mesures concernant la manipulation des produits impliquent notamment le port de gants, de lunettes, de masques respiratoires, de vêtements appropriés, etc. La manipulation de plusieurs de ces produits dans des endroits fermés doit être faite avec une ventilation adéquate et en utilisant des appareils de protection respiratoire appropriés. En cas d'accident, les mesures de premier secours ont été répertoriées pour chaque produit chimique et elles sont présentées dans le tableau 11.6. Tous les produits mentionnés sont largement utilisés dans l'industrie et devront être manipulés selon les pratiques de sécurité industrielles reconnues.

11.5.3 Règles de manipulation et incompatibilité des produits chimiques

De façon générale, la manipulation des produits chimiques sera effectuée conformément à la réglementation québécoise en matière de santé et de sécurité du travail, aux consignes de sécurité des fabricants et aux règles de sûreté et d'hygiène industrielle. Les règles générales suivantes seront notamment appliquées :

- ne pas mélanger les bases avec les acides;
- ne jamais ajouter de l'eau dans un acide ou dans une base;
- ne jamais placer à proximité d'une source d'ignition un produit inflammable;
- toujours manipuler les produits solides avec attention afin d'éviter la formation des poussières fines;
- ne jamais placer à proximité des produits incompatibles;
- toujours éviter l'exposition à l'humidité de l'air les produits hygroscopiques;
- toujours porter l'équipement de protection requis.

Tableau 11.7 Toxicité des produits chimiques et mesures de secours

Produit chimique numéro CAS	Règlementation Selon le RSST	Apparence / Inflammabilité et explosibilité	Propriétés toxicologiques	Premiers secours
Combustibles				
Huile à chauffage N^{o} 2 68476-30-2	Non réglementé Valeur limite d'exposition (TLV) 100 mg/m^{3}	- Liquide transparent, ambre à odeur d'hydrocarbure. - Inflammable s'il est exposé à une source d'ignition.	- Produit absorbé par la peau, les voies respiratoires et les voies digestives.	- Contact avec la peau : retirer rapidement les vêtements contaminés. Laver la peau au savon et à l'eau. - Contact avec les yeux : rincer abondamment les yeux avec de l'eau et consulter un médecin. - Inhalation des vapeurs ou des poussières : amener la personne dans un endroit aéré. Si elle ne respire pas, lui donner la respiration artificielle. Appeler un médecin. - Ingestion : ne pas faire vomir la personne. Appeler un médecin.
Essence	VEMP 300 ppm ou 890 mg/m^{3} VECD 500 ppm ou 1480 mg/m^{3}	- Liquide volatil incolore ou ambré à odeur de gazoline. - Inflammable : point d'éclair -43^{o}C (coupelle fermée).	- Produit irritant pour la peau et les yeux, possibilité de dommages aux yeux. - L'inhalation peut irriter le système respiratoire et causer des problèmes de respiration. - Des expositions à fortes doses peuvent provoquer des nausées.	- Contact avec la peau : enlever rapidement les vêtements contaminés. Laver la peau abondamment avec de l'eau et du savon, enlever la personne de la zone d'exposition. - Contact avec les yeux : laver avec une grande quantité d'eau pendant 15 minutes, soulever les paupières pendant l'opération. Enlever les verres de contact. - Inhalation : pratiquer la respiration artificielle si requis et massage cardiaque si le cœur est arrêté. Transport aux soins médicaux. À long terme le produit peut être carcinogène.
Propane (74-98-6)	VEMP 1000 ppm ou 1500 mg/m^{3}	- Gaz incolore et inodore : mercap-tan ajouté pour donner une odeur - Gaz inflammable limite inférieure d'inflammabilité 2.1%. - Peut causer une explosion	- Produit absorbé par les voies respiratoires. - Non toxique à faible concentration : 1000 ppm pendant 8 heures - Dépression du système nerveux central à une concentration de 4.7%. - Risque d'asphyxie, nausées, maux de tête, vertiges, problèmes de coordination, perte de conscience et mort par anoxie.	- Contact avec la peau : immerger la partie affectée dans l'eau (brûlure due au froid), référer à un médecin. - Contact avec les yeux : laver abondamment à l'eau pendant 15 minutes, soulever les paupières, enlever les verres de contact, référer à un médecin. - Inhalation : soustraire la personne de la zone exposée, donner la respiration artificielle et massage cardiaque si arrêt cardiaque. Transférer rapidement à un centre de santé.

Produit chimique numéro CAS	Règlementation Selon le RSST	Apparence / Inflammabilité et explosibilité	Propriétés toxicologiques	Premiers secours
MAGNAFLOC-351 Polyacrylamide non-ionique (polymère floculant)	Non réglementé VEMP : 10 mg/m^3	- poudre blanche granulaire et inodore - non-inflammable en condition normale - peut brûler si soumis à un feu	- Les routes d'exposition sont par la peau, les yeux et l'inhalation. - Il peut être absorbé par les voies digestives. - Ne contient pas de produits dangereux.	- Contact avec la peau : laver les endroits affectés avec beaucoup d'eau et du savon. Consulter un médecin en cas de problèmes d'irritation, laver les vêtements souillés. - Contact avec les yeux : laver les yeux avec de l'eau pendant 15 minutes. Consulter un médecin. - Inhalation : déplacer le patient dans un endroit non contaminé. Consulter un médecin si des problèmes d'irritation respiratoire se développent ou si la respiration est difficile. Inhalation : déplacer le patient dans un endroit non contaminé. Consulter un médecin si des problèmes d'irritation respiratoire se développent ou si la respiration est difficile. - Ingestion : ne pas faire vomir. Si le patient est conscient, lui donner 2 à 4 verres d'eau. Consulter un médecin. Ne rien donner par voie orale si le patient est inconscient.
FLOTTEC PAX COLLECTOR Isoamile xanthate de potassium ($C_6H_{12}OS_2K$) **Mélange de :** - sulfure de potassium CAS N^o 1312-73-8 ± 1% - Sel de potassium de l'ester isopentylique de l'acide carbonodithioique CAS No : 928-70-1 >90 % - Hydroxyde de potassium CAS No : 1310-58-30 à 1 %	Non réglementé Non réglementé Réglementé D1B (matière toxique ayant des effets immédiats graves) E (matière corrisive) Valeur limite d'exposition (TVL) 2 mg/m^3	- couleur vert-jaune - poudre, flocons ou granules - odeur désagréable - matériel auto-combustible; peut former une poudre explosive dans l'air	- Toxique pour les organismes aquatiques, biodégradabilité lente. - Le sulfure de potassium (K_2S) est absorbé par les voies respiratoires et digestives. Les effets aigus sont une irritation des yeux (rougeurs, douleurs), corrosion possible des yeux, de la peau et des voies respiratoires, vision trouble. - Inhalation des poussières : toux, souffle court. - Ingestion : douleurs abdominales, vomissement et diarrhée	- Contact avec la peau : enlever les vêtements contaminés, et chaussures. Laver abondamment avec beaucoup d'eau. Laver les vêtements contaminés. Voir un médecin si douleurs et irritation persistantes. - Contact avec les yeux : rinser immédiatement avec beaucoup d'eau pendant 15 minutes. Consulter un médecin immédiatement. - Inhalation : déplacer la personne à l'air frais si la respiration est difficile, donner de l'oxygène. Voir un médecin. - Ingestion : ne pas faire vomir. Si le patient est conscient, lui donner 2 à 4 verres d'eau. Consulter un médecin. Ne rien donner par voie orale si le patient est inconscient. Appeler un médecin immédiatement.

Produit chimique numéro CAS	Règlementation Selon le RSST	Apparence / Inflammabilité et explosibilité	Propriétés toxicologiques	Premiers secours
UNIFROTH 250 CM **Mélange de :** - Ether monomethylique du polypropylène glycol CAS Nº : 37286-64-9 60 à 90 % (w) - Ether de dipropylène glycol monométhylique CAS Nº : 34590-94-8 10 à 30 % (w) - Acide Ethyl Hexanoïque CAS Nº :149-57-5 1 à 5 % (w)	Réglementé Classes D-2A et D-2B TVL : 150 ppm - Non réglementé - Réglementé : B3 (liquide combustible) - Réglementé : E (matière corrosive)	- ressemble à l'alcool, incolore à jaune pâle - non inflammable - aucune information sur l'explosivité	- Les routes d'entrée sont les yeux, l'inhalation et l'ingestion. - Danger si contact avec les yeux (irritant), ingestion ou inhalation - Légèrement dangereux au contact avec la peau. - Des contacts prolongés peuvent provoquer des dommages aux organes internes.	- contact avec la peau : laver immédiatement avec beaucoup d'eau. Si l'irritation persiste consulter un médecin. Laver les vêtements contaminés avant leur réutilisation. - Contact avec les yeux : laver immédiatement les yeux à l'eau courante pendant 15 minutes en gardant les yeux ouverts. Consulter un médecin. - Inhalation : déplacer la victime dans un endroit bien ventilé. Référer immédiatement à un médecin. - Ingestion : faire boire plusieurs verres d'eau ou de lait. Ne pas faire vomir. Référer immédiatement à un médecin.

Produit chimique numéro CAS	Règlementation Selon le RSST	Apparence / Inflammabilité et explosibilité	Propriétés toxicologiques	Premiers secours
Titan XL 1000 (ou équivalent) Émulsion explosive **Mélange de :**	Non réglementé	- Liquide visqueux translucide ou opaque, peut être argenté et odeur de mazout - possibilité d'explosion ou de détonation dans des conditions d'incendie	- Contact avec la peau : contact prolongé peut entraîner de l'irritation - Contact avec les yeux : irritation, douleurs et déchirures. - Inhalation : peut entraîner des étourdissements, nausées, et malaises intestinaux. - Ingestion : nocif en grande quantité.	- Contact avec la peau : enlever les vêtements contaminés, laver avec de l'eau et du savon. - Contact avec les yeux : rincer avec de l'eau courante pendant au moins 15 minutes. Consulter un médecin si irritation persistante. - Inhalation : sortir la personne à l'air frais si irritation persistante consulter un médecin. - Ingestion : consulter un médecin
- Nitrate d'ammonium CAS Nº : 6484-52-2 60 à 80%	Non réglementé : C (matière comburante)	- Solide déliquescent, blanc, inodore - inflammable au contact de substances organiques	- absorbé par les voies respiratoires et digestives. - formation d'ampoules sur la peau, irritation des yeux. - ingestion ou inhalation : mictions fréquentes, acidification de l'urine - ingestion en grande quantité peut causer la mort.	- Contact avec la peau : retirer les vêtements contaminés, laver la peau. - Contact avec les yeux : rincer abondamment avec de l'eau et consulter un médecin - Inhalation : transporter la personne dans un endroit aéré. Lui donner la respiration artificielle si requis. Appeler un médecin. - Ingestion : faire boire une grande quantité d'eau, faire vomir, appeler un médecin
- Nitrate de sodium CAS Nº : 7631-99-4 10 à 18%	Réglementé : C (matière comburante)	- Solide déliquescent, blanc, inodore - inflammable si chauffé fortement	- irritation des yeux et de la peau au contact. - irritation des muqueuses si inhalé. - ingéré en grand quantité (vertiges, crampes, vomissements, diarrhée sanguignotante, faiblesse, convulsions et mort.	- Contact avec la peau : retirer rapidement les vêtements contaminés. Laver la peau au savon et à l'eau. - Contact avec les yeux : rincer abondamment les yeux et consulter un médecin. - Inhalation : amener la personne dans un endroit aéré. Consulter un médecin - Ingestion : consulter un médecin
- Nitrate de calcium CAS Nº : 10124-37-5 0 à 35%	Non réglementé	- Information non disponible au SIMDUT	Information non disponible dans SIMDUT	Information non disponible dans SIMDUT
- Mazout CAS Nº : 68476-34-6 0 à 10%	Non inclus dans SIMDUT	- Information non disponible au SIMDUT	Information non disponible dans SIMDUT	Information non disponible dans SIMDUT
- Huile minérale CAS Nº : 64742-35-4 0 à 3%	Non réglementé	- Information non disponible au SIMDUT	Information non disponible dans SIMDUT	Information non disponible dans SIMDUT

CAS – *Numéro attribué par le Chemical Abstracts Service, une division de l'American Chemical Societ,y pour désigner une substance chimique. Il se caractérise par la présence de deux tirets toujours placés au même endroit.*
DIVS (danger immédiat pour la vie ou la santé) – la valeur représente la concentration maximale d'un produit présent dans un milieu et duquel un individu peut s'échapper dans un délai de 30 minutes, sans présenter de symptômes pouvant l'empêcher de fuir et sans produire des effets irréversibles sur sa santé. Cette concentration a été définie dans le but de sélectionner un appareil de protection respiratoire approprié.
ppm - Mesure de concentration en volume. La concentration est exprimée en parties par million, par exemple un cm^3 de la substance par million de cm^3 d'air.
RSST - Règlement sur la santé et la sécurité du travail.
SIMDUT - Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail.
VEMP (la valeur d'exposition moyenne pondérée) : la concentration moyenne, pondérée pour une période de 8 heures par jour, en fonction d'une semaine de 40 heures, d'une substance chimique présente dans l'air au niveau de la zone respiratoire du travailleur.
VECD (la valeur d'exposition de courte durée) : la concentration moyenne, pondérée sur 15 minutes, pour une exposition à une substance chimique présente dans l'air au niveau de la zone respiratoire du travailleur, qui ne doit pas être dépassée durant la journée de travail, même si la valeur d'exposition moyenne pondérée est respectée. Les expositions supérieures à la VEMP et inférieures à la VECD doivent être d'une durée d'au plus 15 minutes et ne doivent pas se produire plus de 4 fois par jour. Il doit y avoir une période d'au moins 60 minutes entre de telles expositions.
Valeur plafond - la concentration qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit.
TLV : valeur limite d'exposition est la valeur auquel les travailleurs peuvent être exposée régulièrement, jour après jour sans que leur santé en soit affectée

NOTES :
FLOTTEC PAX COLLECTOR :
Les informations fournies quant à l'apparence, l'inflammabilité, l'explosivité, les propriétés toxicologiques et les premiers secours se rapportent au produit commercial tel que vendu. Le produit est livré pré-mélangé.

UNIFROTH 250 CM :
Les informations fournies quant à l'apparence, l'inflammabilité, les propriétés toxicologiques et les premiers secours se rapportent au produit commercial tel que vendu et non aux matières constituantes. Le produit est livré pré-mélangé.

TITAN XL 1000 (ou équivalent) :
Les informations fournies traitent de chaque produit composant le mélange d'émulsion explosive, de même que du produit final. Les composantes de l'émulsion explosive sont livrées et entreposées séparément.

Les incompatibilités chimiques entre les produits ont été répertoriées et sont présentées au tableau 11.8. Ainsi, si les produits suivants sont mis en contact, il y aura une réaction violente avec un dégagement de chaleur et/ou explosion :

- **huile à chauffage N^{o} 2** et les agents oxydants tels perchlorates, peroxydes permenganates, chlorates, nitrates, chlore, chrome et le fluor;
- **essence** et les agents oxydants tels perchlorates, peroxydes permenganates, chlorates, nitrates, chlore, chrome et le fluor;
- **gaz propane** et les agents oxydants fort tels perchlorates, peroxydes permenganates, chlorates, nitrates, chlore, chrome et le fluor;
- **Magnafloc 351** (polyacrylamide non ionique) et l'air ambiant lorsque présence d'une concentration élevée de particules et d'électricité statique;
- **Flottec Pax Collector** (Isoamyle xanthate de potassium) et l'air ambiant lorsque présence d'une concentration élevée de particules et d'électricité statique, d'étincelles et de flammes.
- **Nitrate d'ammonium** et les acides, les agents réducteurs, les matières organiques, les métaux en poudre, le soufre, le phosphore et le perchlorate de sodium.

Fait à noter, les agents oxydants incompatibles précités ne sont pas utilisés dans le procédé industriel à l'exception des nitrates. Il est toutefois plausible que certains des agents oxydants soient présents en petite quantité dans les différents ateliers ou au garage.

En ce qui concerne les explosifs miniers, le transport, la manutention des matières premières et la fabrication sont confiés à une société spécialisée. Celle-ci opère avec ses propres équipements et installations. Les opérations de dynamitage sont effectuées soit directement par les employés de BlackRock ou par des sous-traitants. Les produits utilisés dans la fabrication des explosifs n'entrent pas en contact avec les produits utilisés dans le procédé minier. L'émulsion explosive est produite en fonction des besoins journaliers sur un site à l'écart des installations minières. Tous les produits constituants sont transportés sur une base régulière par la société spécialisée. Les nitrates d'ammonium, de sodium et de calcium sont entreposés dans des bâtiments distincts et dans des conteneurs de plastique de 900 à 1000 kg. L'huile Nº 2 est emmagasinée dans un réservoir hors sol protégé qui est situé à proximité de l'usine de fabrication d'émulsion. Le site, de même que l'usine d'émulsion, seront conforme à la loi fédérale régissant les explosifs.

La gestion des matières premières et de l'émulsion seront sujets à des audits réguliers et des rapports de performance seront remis à la direction. Tout déversement de produits contrôlés utilisés pour la fabrication d'émulsion sera rapporté et fera l'objet d'une réponse immédiate en vertu du plan de mesures d'urgence.

Tableau 11.8 Mesures de santé et sécurité au travail

Produit chimique Numéro CAS	Réactivité (Stabilité/ Incompatibilité)	Manipulation	Entreposage
Huile à chauffage n° 2 68476-30-2	- Instable s'il est chauffé jusqu'à sa combustion (le produit émet des gaz toxiques de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone). - Incompatible avec les agents oxydants forts.	- Éviter tout contact avec la peau. - Porter un appareil de protection des yeux et, en cas de ventilation insuffisante, un appareil respiratoire approprié. - L'appareillage doit être mis à la masse.	- Conserver les contenants dans un endroit séparé sous contrôle d'incendie. - Mettre les contenants à la masse, dans un endroit frais et bien ventilé. - Conserver à l'écart des matières oxydantes et de toute source d'ignition.
Essence 8006-61-9	- Instable si chauffé et risque d'explosion - Émet des gaz toxiques - Incompatible avec les agents oxydants forts	- Éviter tout contact avec la peau et porter des gants. - Porter un appareil de protection des yeux et, en cas de ventilation insuffisante, un appareil respiratoire approprié. - Ne pas fumer pendant l'utilisation - Manipuler à l'écart de toute source d'ignition	- À l'intérieur, conserver dans un endroit frais, sombre, bien ventilé et mettre à la masse. - Conserver dans des récipients hermétiques à l'écart de toute sources de chaleur et d'ignition, ne pas fumer. - Conserver à l'écart des matières oxydantes.
Propane	- Risque d'explosion. - Incompatible avec les agents oxydants forts	- Manipuler à l'écart de tout source d'ignition. - Ne pas fumer - Utiliser des outils non-métalliques	- Mettre l'appareillage à la masse et loin de matières oxydantes. - Utiliser de l'équipement électrique à l'épreuve des explosions. - Protéger contre les chocs, ne pas fumer. - Respecter le code CSA B149.2-05 - Conserver à l'écart de toute source de chaleur ou d'ignition - Utiliser des systèmes de détection des concentration excédant les niveaux appropriés
MAGNAFLOC 351 (polyacrylamide non-anionique)	- Instable s'il est chauffé (le produit émet des oxydes de carbone et d'azote et divers hydrocarbures, et/ou de l'ammoniaque qui peuvent être irritants ou nocifs). - Incompatible avec les agents oxydants puissants tels que le chlore liquide, l'oxygène liquide et les hypochlorites de sodium ou de calcium. - La poussière générée lors de la manipulation de ce produit peut être explosive si des quantités suffisantes sont mélangées dans l'air.	- Éviter tout contact avec la peau. Porter des gants. - Porter un appareil de protection des yeux. - Utiliser un masque approuvé contre la poussière et porter des vêtements résistans aux produits chimiques - Manipuler à l'écart de toute source d'ignition - Ne pas manipuler avec les mains mouillées	- Entreposer dans le contenant d'origine bien fermé et placer dans un endroit sec et frais. - Éviter les températures extrêmes et les sources d'allumage. - Assurer une ventilation adéquate pour éviter la concentration de poussière dans l'air ambiant. - Garder les contenants hermétiquement fermés et loin des matières incompatibles

Produit chimique Numéro CAS	Réactivité (Stabilité/ Incompatibilité)	Manipulation	Entreposage
FLOTTEC PAX COLLECTOR Amyle xanthate de potassium	- Matériel qui peut provoquer une combustion spontanée - Peut former une poussière explosive dans l'air Les produits de décomposition en cas de feu sont toxiques	- Éviter tout contact avec les yeux, la peau et les vêtements - Éviter de respirer la poussière, porter un masque respiratoire approuvé et lunettes. - Se laver après la manipulation du produit et laver les vêtements - Utiliser des outils qui ne peuvent provoquer des étincelle	- Éviter l'humidité et la chaleur excessive - Tenir les contenants fermés hermétiquement - Assurer une ventilation constante - Les équipements électriques doivent être à l'épreuve des explosions - Des douches d'urgence pour les yeux et le corps doivent être positionnés dans les zones d'exposition
UNIFROTH 250 CM (Mélange) - Éther monométhylique du polypropylène glycol 60-100 % (w) CAS 37286-64-9 - Dipropylène glycol methyl ether 10-30 % (w) CAS 34590-94-8 - Acide ethyl -2 Hexanoique 1 à 5 % (w) CAS 149-57-5	Produit non inflammable, facilement soluble dans l'eau	- Porter des gants imperméables et résistants aux produits chimiques. - Porter des lunettes de protection. - Éviter les contacts avec la peau et les yeux. - Se laver les mains avec de l'eau et du savon après les manipulations du produit	- Prévoir des douches d'urgence pour les yeux et le corps près du poste de travail. - Assurer une bonne ventilation pour maintenir les concentrations dans l'air à l'intérieur des limites acceptables.

11.5.4 Comité santé et sécurité au travail

La coopération entre la direction et les travailleurs est un élément essentiel à l'application des dispositions concernant la santé et la sécurité au travail. Ainsi, un comité de santé et de sécurité au travail sera composé de représentants de la direction et d'un nombre égal ou supérieur de travailleurs. Ce comité devra :

- recevoir une information suffisante sur les questions de santé et sécurité au travail;
- examiner les facteurs qui ont une incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs;
- proposer des mesures dans ce domaine;
- être consulté lorsque de nouvelles mesures importantes de santé et sécurité au travail sont envisagées et avant qu'elles entrent en application;
- promouvoir le bien-fondé de ces mesures auprès des travailleurs;
- être consulté sur tout changement envisagé portant sur les techniques de travail, le contenu du travail ou l'organisation du travail pouvant avoir des répercussions sur la santé et la sécurité des travailleurs;
- contribuer au processus de prise de décision au niveau de l'entreprise en ce qui concerne les questions de santé et de sécurité;
- disposer d'un temps rémunéré raisonnable pour exercer les fonctions relatives à la santé et la sécurité et pour recevoir une formation à l'exercice de ces fonctions;
- avoir recours à des spécialistes aptes à le conseiller sur des problèmes particuliers de santé et de sécurité.

Le comité de santé et sécurité pourra se réunir à intervalles réguliers pour examiner tous les aspects de la santé et de la sécurité au travail qui ont engendré des problèmes sur le site de l'usine et proposer des mesures en vue de les résoudre. Métaux BlackRock Inc. fournira une assistance active au comité de santé et sécurité afin d'en renforcer l'efficacité et de maintenir un haut standard en la matière.

Métaux BlackRock Inc. tiendra un registre des accidents et de tout cas d'exposition aiguë à des substances dangereuses survenant à la mine et à l'usine. Ces informations seront transmises aux autorités compétentes et au comité de santé et de sécurité au travail.

11.5.5 Programme de santé et sécurité

« Pour BlackRock la santé et la sécurité revêt une importance capitale et elle veut que tous ses travailleurs et partenaires, la considère ainsi. Elle fait par conséquent appel à un comportement responsable envers soi-même et envers autrui. Elle favorise le développement d'une façon de penser commune qui se traduit par des réflexes qui priorisent la santé et la sécurité. » (référence : art. 51 LSST).

La direction du complexe minier mettra au point un programme de santé et sécurité au travail contenant les informations suivantes :

- les instructions générales;
- les règlements de santé et sécurité pertinents;
- les procédures applicables à la prévention des accidents (Règlement sur le programme de prévention, section 1.4);
- une liste des matières dangereuses, des procédures de manipulation et les antidotes (LSST);
- la périodicité des réunions de santé et sécurité (LSST);
- les procédures d'investigation des accidents et des incidents (LATMP);
- les procédures pour les inspections de santé et sécurité (CSST).

Le comité de santé et sécurité au travail consultera le programme de santé et de sécurité proposé par la direction et il lui soumettra des commentaires (LSST).

Métaux BlackRock Inc. établira et maintiendra des programmes de formation et s'assurera que tous les employés reçoivent la formation nécessaire pour pouvoir s'acquitter des tâches avec compétence et en toute sécurité. Cette obligation s'applique aux travailleurs de tous niveaux et de toutes catégories (LSST, LATMP, CSST, Loi C-45).

11.5.6 Programme de surveillance médicale

Métaux BlackRock Inc. établira un programme de surveillance médicale pour les personnes exposées aux bruits excessifs et aux agents physiques et chimiques. Toutes les personnes concernées seront avisées des risques pour la santé, de la disponibilité de ce programme et des modalités d'inscription.

11.5.7 Formation de secouristes et équipe d'infimiers

Le *Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins*[(1)] stipule que tout employeur dans un établissement et tout maître d'œuvre sur un chantier, sauf les établissements du réseau des affaires sociales, doivent assurer la présence en tout temps, durant les heures de travail, d'un nombre minimal de secouristes qualifiés.

Le certificat de secouriste est donné aux personnes qui ont suivi la session de formation *Secourisme en milieu de travail* et qui ont réussi l'examen des connaissances théoriques et pratiques. Cette session doit être donnée pendant les heures habituelles de travail. Le certificat de secouriste est valide pour une période de trois ans, à partir de la date de délivrance.

(1) *Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins (D. 1922-84 du 84-09-22, G.O. 4429, modifié par le D. 1798-87 du 88-03-01, G.O. 6695).*

Le nombre minimal réglementaire de secouristes est déterminé pour chaque quart de travail, en appliquant la règle suivante :

- pour 50 employés ou moins : 1 secouriste;
- entre 51 et 150 employés : 2 secouristes;
- à partir de 151 travailleurs, il faut ajouter un secouriste pour chaque groupe ou portion de groupe de 100 travailleurs.

En matière de secourisme, les obligations du promoteur sont les suivantes :

- désigner comme secouristes le nombre nécessaire de personnes et s'assurer qu'elles s'inscrivent auprès d'un organisme reconnu par la CSST pour délivrer un certificat de secourisme;
- assurer la présence du nombre nécessaire de secouristes qualifiés durant les heures de travail
- désigner les personnes qui agiront comme secouristes en s'assurant que la nature de leur travail ne compromettra en rien la rapidité et l'efficacité des interventions ;
- reconnaître le fait que la personne désignée comme secouriste est réputée se trouver au travail durant sa formation et chaque fois qu'elle doit intervenir en sa qualité de secouriste durant ses heures de travail;
- prévoir dans l'établissement ou sur le chantier un nombre suffisant de trousses de premiers secours contenant le matériel nécessaire et s'assurer qu'elles sont disponibles en tout temps.

En ce qui concerne la présence au chantier de professionnels de la santé, BlackRock maintiendra sur place des professionnels en soins infirmiers pour tous les quarts de travail. Ces professionnels oeuvreront à partir d'une infirmerie dotée d'une salle d'examen, d'équipements et d'une pharmacie conformes aux normes en vigueur. Le personnel infirmier aura accès en tout temps aux services de médecins conseil.

RÉFÉRENCES

Alliance Environnement, Février 2008. Évaluation préliminaire des risques environnementaux – Territoire traditionnel de la communauté crie d'Oujé-Bougoumou.

American Conference of Governemental Industrial Hygienists (ACGIH) : http://www.acgih.org/

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, *TLVs® and Other Occupational Exposure Values - 1999, CD-ROM [including: Documentations for TLVs and BEIs through 1998].* Cincinnati, OH : ACGIH. (1999). Publication 0099CD. [RM-514008], http://www.acgih.org

Breton, Banville et Associées (BBA), août 2011. *BlackRock Project, Faisability Study Report (volumes 1 et 2).*

Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) : http://www.csst.qc.ca/

Entraco, avril 2002. Exploitation d'un dépôt de vanadium et d'un complexe métallurgique, Lac Doré – Faisabilité environnementale. Volume 1 (rapport) et volume 2 (annexes).

États-Unis, 1996. *CAA 112(r) Risk Management Program Rule, part 68 Accidental Release Prevention Provision*, Final Rule, 20 juin.

National Institute for Occupational safety and Health (NIOSH):

http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html

National Toxicology Program (NTP) : http://ntp-server.niehs.nih.gov/Main_Pages/Chem-HS.html

International Agency for Research on Cancer : http://www.iarc.fr/

La sécurité et la santé dans les mines à ciel ouvert. Recueil de directives pratiques du BIT. Genève, Bureau international du travail, 1991.

Occupational Safety & Health Administration (OSHA) : http://www.osha.gov/

Québec, ministère de l'Environnement, 2000. Guide : Analyse de risques d'accidents technologiques majeurs. Document de travail, mai, mis à jour juin 2002.

Québec, ministère des Ressources naturelles, 2000. *Modalité d'intervention dans le milieu forestier – fondements et applications*. Les Publications du Québec, 352 pages.

Service du répertoire toxicologique appartenant à la CSST : http://www.reptox.csst.qc.ca

Site internet du Seton Compliance Resource center : http://www.setonresourcecenter.com/

12. ÉVALUATION DES IMPACTS ET MESURES D'ATTÉNUATION

La méthode d'évaluation des impacts appliquée dans le cadre de cette étude s'inspire de celles élaborées par le Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales (1978, 1986), par le ministère de l'Environnement du Québec (1981, 1984) et par Hydro-Québec (1985, 1986b, 1991a, mai 2000, juin 2000).

La méthode consiste à mettre en relation les éléments du projet avec ceux du milieu récepteur susceptibles de subir un impact pour en déterminer l'importance. Pour évaluer la signification des impacts, il incombe de connaître la portée du projet et les milieux biophysique et humain qui seront affectés. Ces éléments ont été traités dans les chapitres précédents. Ce chapitre présente la nature et l'intensité des impacts sur l'ensemble des éléments de l'environnement et inclut les impacts du projet sur la qualité de l'air, le bruit, la qualité des eaux de surface et les eaux souterraines qui ont fait l'objet d'études techniques spécifiques.

L'évaluation et la détermination des impacts se fondent sur des critères de résistance face au projet. Ces critères d'intensité et d'envergure sont définis selon les caractéristiques propres au milieu naturel et humain, ainsi que par la valeur qui leur est accordée par le public et par les divers spécialistes. L'importance de l'impact détermine les mesures d'atténuation pour réduire ou éliminer les effets négatifs du projet sur l'environnement et planifier un programme de surveillance et de suivi. La signification de l'impact est déterminée avant l'application des mesures d'atténuation; l'impact résiduel est l'effet qui persiste après la mise en place de ces mesures.

12.1 LES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Les éléments de l'environnement touchés par le projet sont résumés dans les paragraphes qui suivent; les espaces affectés sont indiqués dans le tableau 12.1. L'implantation au sol du projet touche au total près de 600 ha (6 km^2). Les caractéristiques du projet sont détaillées au chapitre 4 et résumées dans le présent chapitre comme sources d'impact. L'ensemble des informations permettent de déterminer l'importance des impacts.

Le milieu comporte des éléments sensibles qui requièrent une attention particulière avant, pendant et après les travaux de construction et d'exploitation. On entend par éléments sensibles les lacs et les cours d'eau, les milieux humides, l'utilisation traditionnelle du sol, les habitats fauniques, les eaux souterraines, les espèces vulnérables, le milieu bâti, et toutes autres zones identifiées comme tel dans la présente étude.

Sur le plan biologique, les habitats touchés par les activités minières sont en général peu diversifiés et de faible productivité. Des milieux humides et des habitats aquatiques seront néanmoins perdus. D'un point de vue géochimique, le milieu récepteur du secteur minier a la capacité de neutraliser les contaminants plus que toutes les autres régions du Québec. Sur le

plan humain, l'utilisation traditionnelle du sol et l'emploi sont les éléments qui revêtent la plus grande importance.

Toute la zone d'influence locale du projet a été passée en revue en ce qui a trait à l'archéologie; une quinzaine de sites archéologiques potentiels ont été identifiés, mais leur inventaire n'a révélé aucun vestige ayant une valeur historique ou préhistorique.

12.1.1 Sol

La surface du sol touchée par le projet équivaut à près de 600 ha. La fosse et les parcs à résidus couvrent 52 % des surfaces qui seront irrémédiablement transformées. La topographie du secteur minier est ondulée et ponctuée de petites crêtes rocheuses alignées nord-est – sud-ouest, notamment la colline du gisement où les pentes peuvent atteindre 10 %. Ailleurs, les pentes sont douces et les terrains sont très peu sensibles à l'érosion.

Mis à part la fosse et son pourtour formé de roc et d'une mince couche de till glaciaire reposant sur le roc, la grande majorité de la surface touchée par le projet est constituée de moraine. Ce dépôt d'origine glaciaire est grossier (beaucoup de blocs), généralement compact et de faible perméabilité. En effet, l'analyse granulométrique des sols a montré une forte proportion de sable et de particules fines qui, ajoutée à la compacité du sol et aux pentes généralement faibles du terrain, augmentent le pouvoir tampon des sols dans le cas d'un déversement accidentel de pétrole, de produit chimique ou d'une fuite dans les digues de retenue des rejets.

Par ailleurs, plusieurs bancs d'emprunt ont été localisés le long de la route 167, dans l'axe de la route d'accès et dans le secteur du lac Jean (drumlins). De nombreuses gravières ont jadis été ouvertes pour la construction des routes forestières et pourront servir aux besoins du projet. Une forte proportion du granulat (80 %) viendra du dynamitage du roc lors de l'aménagement de la fosse et des infrastructures minières. Les bancs d'emprunt qui seront privilégiés sont ceux qui ont déjà été exploités ou qui se situent directement sur le site minier. On ne prévoit donc pas d'impacts significatifs liés à l'utilisation des dépôts granulaires.

Les dépôts organiques et les milieux humides couvrent près du quart de la zone d'étude et 16% de la superficie au sol du projet. Les milieux humides sont de deux à trois fois plus abondants dans la zone du projet que dans l'ensemble du bassin versant de la rivière Nottaway. Le choix d'emplacement des infrastructures fait en sorte que ces milieux sont principalement touchés au niveau des haldes à stériles et à résidus grossiers. Ils se concentrent dans les points bas du paysage et autour des plans d'eau; leur capacité portante est très faible, mais leur potentiel de rétention de l'eau et des métaux est élevé. Ce faisant, les milieux humides contribuent à la régularisation et au maintien de la qualité physico-chimiques de l'eau et à la protection de la faune aquatique.

La ligne électrique à 161 kV qui doit alimenter le projet minier est sous la responsabilité d'Hydro-Québec; quel que soit le tracé retenu, elle aura une longueur d'environ 30 km et couvrira une surface de l'ordre de 105 ha (emprise de 35 m). Le sol sera surtout perturbé aux endroits d'implantation des portiques, soit dans le roc ou dans les dépôts glaciaires, ce qui représente une surface inférieure à 1 ha. Pour la ligne électrique, la perte de sol se rapporte davantage à la perte d'usage plutôt qu'à la perturbation du sol.

12.1.2 Hydrographie et l'hydrogéologie

Hydrographie

Le projet minier se trouve à la tête du bassin hydrographique de la baie James qui reçoit les eaux du ruisseau Villefagnan, tributaire de la rivière Armitage et du lac Chibougamau; la plupart des équipements sont à moins d'un kilomètre de la ligne de partage des eaux avec le bassin du Saint-Laurent (sous-bassin de la rivière Boisvert et Ashuapmushuan, lac Saint-Jean).

L'usine, la fosse et les haldes à stériles risquent peu de contaminer le milieu hydrique. La valeur moyenne obtenue pour le pH de l'eau de surface est de 7,85; son contenu en bicarbonates et en matière organique est élevé. Ces caractéristiques confèrent au milieu récepteur une forte capacité à neutraliser les apports acides et à complexer les ions métalliques.

Mis à part le poste de transbordement qui est situé non loin de la route 167, dans le sous-bassin du ruisseau Audet et du lac Chevrier (bassin de la Nottaway s'écoulant vers la baie James), tous les équipements miniers sont dans le sous-bassin du lac Denis et du lac Jean. Les entrepôts d'explosifs se trouvent dans le sous-bassin du lac Bernadette. Le plus grand lac indirectement touché par le projet, le lac Jean, a une superficie de l'ordre de 45 ha et une profondeur moyenne de 1 mètre. La majorité des plans d'eau touchés par le projet sont des petits bassins en voie d'eutrophisation ou des ruisseaux à écoulement lent.

Les lacs B-14 et B12, de même que leur émissaire (voir chapitre 8), seront éliminés par la construction de la digue de retenue du parc de résidus fins et par la mise en place de la fosse. Ce réseau qui aboutit au lac B-6 fait exception en termes de qualité d'habitat. Il est en effet bien oxygéné et recèle une population d'ombles de fontaine. Quant au lac Denis, il sera rehaussé afin de servir de réservoir. Les eaux qui y seront acheminées seront conformes aux normes de rejets. Son émissaire sera détourné du côté ouest du parc à résidus grossiers et canalisé sur une distance de 1,4 km avant de se jeter dans le tributaire du lac B-1.

Tableau 12.1 Les éléments de l'environnement touchés par le projet

Environnement / Projet	Route d'accès[1]	Fosse[2]	Usine et concasseur[3]	Garage[4]	Parc-résidus fins[5]	Parc-résidus grossiers	Haldes à stériles	Route de la mine[6]	Poste de transbordement	Camp travail.	Totaux
Surface totale (ha)	3,5	112	38	20	96	85	110	21	100	7,5	593
Groupement mature (ha)	0,5	26	0	3	17	18	24	4	55	0	147,5
Groupement jeune (ha)	1	0	34	1	3	0	0	3	26	4,5	72,5
Régénération (ha)	0,5	15	4	0	12	1	7	3	1	0	43,5
Plantation (ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coupe forestière (ha)	1	71	0	5,5	57	38	48	7	0	0	227,5
Milieu humide (ha)	0,5	0	0	10	4	27	30	4	18	3	96,5
Plan d'eau (ha)	0	0	0	0,5	3	1	1	0	0	0	5,5
Nombre de cours d'eau	0	1	0	0	3	1	2	5	1	0	13
Frayères	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
Camp de chasse sur le chemin 210	1 camp au lac André / 5 unités-Camp Wapachee	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 camp au lac André / 5 unités-Camp Wapachee

(1) La route d'accès est construite et en bon état sur 90 % de son parcours. Le tronçon du lac France qui sera construit mesure 3,5 km de long avec une surface de roulement de 10 m de largeur.

(2) La surface de la fosse est la longueur du gisement exploitable d'ici 2028 (fosse phase 1), soit 2,8 km, par une largeur moyenne estimée à 400 m.

(3) La superficie de l'usine et du concasseur inclut l'espace touché par le convoyeur, le concentrateur, la pile de minerai, la sous-station électrique, soit l'espace sur les côtés est, sud et sud-est du lac Denis, ainsi que l'espace de travail autour des équipements.

(4) La surface du garage inclut la surface de roulement périphérique au garage.

(5) La surface du parc à résidus fins inclut le bassin de polissage.

(6) Les routes minières partent de la fosse en direction du concasseur, des parcs à résidus ou du garage; elles mesurent approximativement 6 km et ont jusqu'à 30 m de largeur.

En juin 2011, les ruisseaux directement touchés par le projet avaient des débits inférieurs à 0,16 m^3/s, sauf l'émissaire commun des lac Denis, B6, 7, 8, 11, 12, 13 et 14 qui avait un débit de 1,32 m^3/s dans sa partie centrale touchée par la halde à stériles, soit à proximité de son arrivée au lac Jean. À son exutoire, le lac Denis avait un débit de 0,064m^3/s. Le ruisseau Wynne, qui passe sous le chemin 210 à la hauteur des lacs Stella et Pillow, avait alors un débit de 165 m^3/s; c'est de loin le plus important des cours d'eau étudiés. Il n'est pas affecté par le projet mais pourrait faire l'objet de mesures de compensation.

Du point de vue de la dynamique fluviale (érosion/sédimentation), la zone d'étude est en régime d'équilibre, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de zones importantes d'érosion du sol dû à l'action des cours d'eau ou du ruissellement, ni de zone d'accumulation significative de sédiments granulaires (plage, delta). On note également une importante accumulation de matières organiques dans la plupart des plans d'eau en voie d'eutrophisation.

Hydrogéologie

Les eaux souterraines s'écoulent de façon radiale autour de la crête rocheuse du gisement. La configuration de la piézométrie se moule à la topographie. Les données et les modèles hydrogéologiques ont servi pour une large part à déterminer les meilleurs sites pour la disposition des rejets miniers. Selon l'étude hydrogéologique, l'aquifère régional est constitué par les failles et les zones de cisaillement qui traversent densément le secteur. La conductivité moyenne du till au site minier et au site de transbordement est respectivement de 1,29 x 10^{-4} et 8,6 x 10^{-4} cm/s. La conductivité moyenne du socle rocheux est de 1.93 x 10^{4}cm/s.

Le niveau piézométrique est généralement proche de la surface. Dans les dépôts glaciaires, la lame d'eau précipitée se distribue ainsi :

- 7 % à l'infiltration;
- 51 % au ruissellement;
- 42 % à l'évaporation.

Dans les dépôts organiques (tourbières), la lame d'eau précipitée se distribue ainsi :

- 17 % à l'infiltration;
- 36 % au ruissellement;
- 47 % à l'évaporation.

L'eau souterraine est caractérisée par un pH légèrement alcalin, une faible teneur en solides dissous et de façon générale en métaux. Pendant les opérations, l'impact du projet sur la qualité de l'eau souterraine est à toute fin pratique nulle puisque la fosse sera l'exutoire de l'aquifère ainsi que des eaux d'infiltration du parc de résidus fins et du bassin de polissage. L'eau qui pourrait s'infiltrer à partir du parc à résidus fins et du bassin de polissage sera

retournée en boucle au même endroit. Finalement, la perméabilité du roc décroît de façon importante avec la profondeur.

12.1.3 Végétation

Avant les grandes coupes forestières, la végétation du secteur minier était dominée par l'épinette noire. Cette espèce représente les groupes matures (âge égal ou supérieur à 80 ans) qui se concentrent entre les lacs Audet et Armitage. La majeure partie des surfaces de la zone d'étude ont été perturbées par la coupe des dernières décennies et se trouvent aujourd'hui colonisées par des groupements de feuillus jeunes (plus de 20 ans) ou en régénération (0-20 ans). Des plantations de pins se trouvent au sud du lac France (route d'accès) et au poste de transbordement (0-20 ans).

Il n'y a pas de groupement d'intérêt phytosociologique et aucune espèce végétale menacée ou vulnérable n'a été recensée dans le secteur minier. Par contre, certaines espèces associées aux milieux humides peuvent se trouver dans la région. Selon le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CPDNQ), de nombreuses espèces végétales susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables peuvent se trouver dans la région de la Jamésie et de la MRC du Domaine-du-Roy. La majorité de ces espèces sont associées à des habitats humides. Par contre, aucune de ces espèces ne serait présente dans le secteur minier. En effet, le recensement effectué dans la région montre un faible potentiel pour la présence d'espèces floristiques en péril ou même d'espèces menacées au sens de la *Loi sur les espèces en péril*.

Le déboisement nécessaire aux aménagements touche en grande majorité des secteurs ayant subi des coupes forestières, en second lieu des groupements matures et par la suite, des milieux humides et une proportion plus faible de groupements jeunes ou en régénération.

12.1.4 Faune

Le lac Chibougamau revêt une grande importance pour les gens de la région et les touristes pour la pratique de la pêche, et principalement la pêche au doré. La baie Girard et l'embouchure de la rivière Armitage se trouvent à 8 km au nord de la fosse et sont fréquentés principalement durant la saison estivale.

Dans l'état actuel des connaissances du milieu, la zone d'insertion du projet comprend de petites frayères pour l'omble de fontaine dans le réseau des lacs B-14, B12 et de leur émissaire commun, une frayère à doré dans la rivière Armitage, une frayère à meunier noir dans le ruisseau Villefagnan, une frayère à doré jaune à la sortie du lac Audet (près du poste de transbordement), et deux frayères dans le ruisseau Wynne (corégone et doré jaune), de part et d'autre de la route d'accès. Seules les frayères d'omble de fontaine sont directement touchées par les travaux.

À part le lac Chibougamau, les lacs du secteur sont très peu utilisés pour la pêche. Les principales espèces récoltées lors des pêches expérimentales appartiennent à la famille des cyprinidés; le doré jaune, le grand brochet, l'omble de fontaine et le meunier ont aussi été capturés mais en quantité nettement plus faible. Dans le cas du doré jaune, aucun habitat ne permet sa survie dans la zone d'implantation du projet. Le brochet du nord est présent dans plusieurs plans d'eau de la zone d'implantation du site minier. L'omble de fontaine est présent mais localisé dans un seul secteur.

Des habitats d'hiver pour l'orignal ont été répertoriés dans le secteur du lac Armitage et en périphérie du gisement. Ceux situés à proximité du gisement seront directement affectés par le projet. L'orignal est aussi présent en période estivale sur le site d'implantation du projet minier. Le bassin du lac Armitage, à l'ouest du projet, est un secteur important de diversité biologique à préserver.

Aucun habitat faunique au sens de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (L.R.Q., chapitre C-61.1) n'a été identifié sur le territoire de la zone d'étude. Une douzaine d'espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (notamment le campagnol des rochers, la rainette, l'aigle royal, le pygargue, la chouette lapone, et le lynx) peuvent se trouver dans le secteur minier mais, à part le lynx, aucune de ces espèces n'a été observée à ce jour. Le territoire à l'étude correspond à l'habitat du caribou des bois, mais la possibilité qu'il soit affecté est faible en raison de sa faible densité, sa grande mobilité et de la multitude d'habitats similaires à l'échelle régionale.

Le nombre d'espèces d'oiseaux observées au site minier et au poste de transbordement est relativement limité. Il convient toutefois de souligner la présence d'un couple de balbuzards pêcheurs nichant à proximité du lac Coil, soit dans la partie nord de la future halde à stériles. Au sujet des oiseaux migrateurs, le projet ne sera pas réalisé dans une aire protégée ou d'importance écologique.

12.1.5 Utilisation du sol et le milieu bâti

Le site minier se situe à une soixantaine de kilomètres de l'agglomération de Chibougamau en empruntant la route provinciale 167 (environ 32 km), le chemin forestier 210 et la route d'accès au gisement (30 km additionnels). Dans la zone d'étude locale du projet, le milieu bâti se résume aux camps de chasse de la famille Wapachee (maître de trappe, terrain de piégeage O-59) en bordure du chemin forestier 210. Ces camps de chasse saisonniers (Rabbit Camp) seront directement affectés par les activités continues de transport de concentré. Ces camps devraient être déménagés à un endroit choisi par le maître de trappe et sa famille. Dans le secteur du lac Vimont (MRC Le Domaine-du-Roy), soit à une douzaine de kilomètres au sud-est du gisement, il y aussi de résidences secondaires occupées sur une base saisonnière. Somme toute, l'utilisation du sol se fait principalement selon les saisons de chasse et pêche.

Le projet minier s'étend aux municipalités de la Baie-James (MBJ, poste de transbordement et 20 km de route d'accès) et de Chibougamau (fosse et installations de production). L'usine, le parc à résidus fins, le bassin de polissage et une partie de la route d'accès à partir du lac Yvette sont contigus à la MRC Le Domaine-du-Roy. Les affectations du territoire et les usages permis dans les municipalités touchées sont compatibles avec l'implantation de la mine. Des certificats de conformité ont été délivrés à cet effet par les autorités responsables de la MBJ et de Chibougamau.

Les activités importantes dans la zone d'influence du projet se rapportent à la foresterie, aux activités minières et au tourisme extensif (chasse et pêche). Les coupes forestières à grande échelle ont pris fin dans les années 1990; la plantation de pins et d'épinettes et l'éclaircissement des parterres de coupe sont les principales activités forestières. L'activité minière se résume à l'exploration. Ces travaux au niveau du Complexe géologique du Lac-Doré ont débouchés sur la réalisation d'une étude de faisabilité en août 2011. Métaux BlackRock compte maintenant en exploiter le minerai de fer.

Pour ce qui est des activités traditionnelles, les maîtres de trappe Cri et Ilnu se partagent respectivement la réserve à castors de Mistissini (terrain de piégeage O-59, O/M-57) et de Roberval (terrain de piégeage n^{o} 24). Le lot de piégeage O/M-57, immédiatement au nord du lot de piégeage O-59 fait l'objet de discussions entre les communautés cries de Mistissini et d'Oujé-Bougoumou quant à sa gestion par l'une ou l'autre des communautés. Par ailleurs, les limites entre les terrains de piégeage O-59 et O/M-57 ne semblent pas non plus faire consensus entre les maîtres de trappe. Selon les informations obtenues du Grand Conseil des Cris et de la communauté d'Oujé-Bougoumou, le projet minier est intégralement situé sur le terrain de piégeage O-59.

La chasse, la pêche et le trappage se font de façon extensive et la cueillette des petits fruits est peu pratiquée. Messieurs Matthew et Philip Wapachee, principaux utilisateurs cris, signalent qu'ils chassent l'orignal et la bernache dans le secteur du lac Armitage, de même qu'en périphérie du site minier. Ils trappent plusieurs animaux à fourrure sur l'ensemble de leur territoire de piégeage (O-59). La pêche se pratique surtout dans le lac Chibougamau et le lac Armitage, «l'hiver comme l'été».

12.2 DÉTERMINATION DE LA SIGNIFICATION DES IMPACTS

La signification des impacts fait d'abord appel à deux indicateurs portant sur leur intensité et leur envergure. Un troisième indicateur porte sur l'élément subissant un impact ; il s'agit de son degré de résistance à la réalisation du projet. La durée est un critère à considérer pour ajouter à la signification de l'impact mais n'est pas incluse dans le processus de détermination. Les éléments de l'environnement analysés ont tous été traités dans des chapitres spécifiques : faune, flore, milieux humides, bruit, qualité de l'air, hydrogéologie, géochimie et risques. Leurs impacts, qu'ils soient spatialisables ou non, ont été définis et pondérés.

12.2.1 Intensité et envergure

Intensité de l'impact

L'intensité correspond au degré de perturbation des éléments environnementaux affectés par le projet. On distingue trois degrés d'intensité décrits ci-après.

Intensité - forte

Milieu naturel et humain

- L'intensité de la perturbation est forte lorsqu'elle détruit ou altère l'intégrité d'une composante du milieu naturel de façon significative, c'est-à-dire d'une manière susceptible d'entraîner son déclin ou un changement important de sa répartition générale dans le milieu.
- L'intensité de la perturbation est forte lorsqu'elle compromet ou limite d'une manière importante l'utilisation d'une composante du milieu humain par une communauté ou une population régionale.

Intensité - moyenne

Milieu naturel et humain

- L'intensité de la perturbation est moyenne lorsqu'elle détruit ou altère une composante du milieu naturel dans une proportion moindre sans en remettre l'intégrité en cause. Elle entraîne cependant une modification limitée de sa répartition générale dans le milieu.
- L'intensité de la perturbation est moyenne lorsqu'elle touche un aspect environnemental ou qu'elle compromet l'utilisation d'une composante du milieu humain par une partie de la population régionale, sans toutefois en remettre l'intégrité en cause ni l'utilisation.

Intensité - faible

Milieu naturel et humain

- L'intensité de la perturbation est faible lorsqu'elle altère faiblement une composante du milieu naturel sans en remettre l'intégrité en cause ni entraîner de diminution ou de changement significatif de sa répartition générale dans le milieu.
- L'intensité de la perturbation est faible lorsqu'elle touche peu un aspect environnemental ou l'utilisation d'une composante du milieu humain, sans toutefois en remettre l'intégrité en cause ni l'utilisation.

Envergure de l'impact

L'envergure correspond au nombre d'utilisateurs ou à la superficie relative de l'élément environnemental subissant un impact à la suite de la réalisation du projet. L'aire d'influence s'étend à quelques centaines de mètres de part et d'autre de la route d'accès et à un rayon de quelques kilomètres autour de la fosse. On distingue trois niveaux d'envergure.

Envergure régionale ou nationale

- Pour un élément du milieu naturel, l'impact touche une vaste superficie qui s'étend au-delà des limites de la zone d'influence du projet (milieu d'accueil régional).
- Pour un élément du milieu humain, l'impact touche un élément utilisé ou perceptible par une communauté régionale ou encore, par une forte proportion de la population québécoise ou canadienne.

Envergure locale

- Pour un élément du milieu naturel, l'impact touche une superficie correspondant aux limites de l'aire d'influence directe du projet (zone d'étude locale).

- Pour un élément du milieu humain, l'impact affecte un élément utilisé ou perceptible par une portion ou l'ensemble d'une communauté.

Envergure ponctuelle

- Pour un élément du milieu naturel, l'impact touche une superficie relativement restreinte à l'intérieur des limites de l'aire d'influence du projet.
- Pour un élément du milieu humain, l'impact affecte un élément environnemental utilisé ou perceptible par un groupe restreint d'individus.

12.2.2 Résistance des éléments de l'environnement

Le degré de résistance des éléments environnementaux face au projet est établi en fonction de la plus ou moins grande opposition qu'ils offrent à la réalisation du projet (impact appréhendé) et du degré de valorisation. On distingue les résistances environnementales et les résistances techniques. Outre les contraintes, on reconnaît cinq classes de résistance : très forte, forte, moyenne, faible et très faible.

Impact appréhendé et valeur de l'élément

L'impact appréhendé correspond à la susceptibilité d'un élément des milieux naturel et humain d'être affecté à la suite de la construction des infrastructures, ou d'être la source de difficultés techniques pour l'implantation de ces équipements.

L'évaluation du niveau d'impact appréhendé consiste à préciser l'utilisation ou la fonction de l'élément du milieu eu égard à la conservation de l'intégrité de l'élément touché. Les trois niveaux d'impact appréhendés se définissent comme suit :

- un impact appréhendé est fort quand un élément est détruit ou fortement modifié par l'implantation du projet, ou s'il crée des difficultés techniques majeures qui augmentent significativement les coûts de réalisation ou diminuent l'efficacité et la fiabilité des installations;
- un impact appréhendé est moyen lorsqu'un élément est altéré par l'implantation du projet ou s'il occasionne des difficultés techniques notables sans compromettre la faisabilité économique ou technique;
- un impact appréhendé est faible lorsqu'un élément est quelque peu modifié par l'implantation du projet, ou s'il occasionne des difficultés techniques mineures.

La valeur d'un élément relève d'un jugement global. Celui-ci tient compte de la valeur intrinsèque de l'élément, soit sa rareté, son importance, sa situation dans le milieu et la législation en vigueur. Il tient aussi compte de la valeur accordée à l'élément par les spécialistes et le public. Contrairement à l'impact appréhendé, l'importance relative prend en considération la dimension régionale de l'élément. Les cinq niveaux de valeur se définissent comme suit :

- la valeur de l'élément est dite légale lorsqu'il est protégé, ou en voie de l'être, par une loi qui interdit ou contrôle rigoureusement l'implantation du projet ou encore, lorsqu'il est très difficile d'obtenir des autorisations gouvernementales pour implanter le projet;
- la valeur de l'élément est forte lorsqu'il présente des caractéristiques exceptionnelles dont la conservation ou la protection font l'objet d'un consensus;
- la valeur de l'élément est moyenne lorsqu'il présente des caractéristiques dont la conservation ou la protection représentent un sujet de préoccupation important sans faire l'objet d'un consensus général;
- la valeur de l'élément est faible lorsque sa conservation ou sa protection ne font pas l'objet d'une préoccupation importante;
- la valeur de l'élément est très faible lorsque sa conservation ou sa protection ne fait pas l'objet de préoccupations de la part du public ou des spécialistes.

Définition des résistances

La combinaison des niveaux d'impact appréhendés et de la valeur des éléments fait ressortir six degrés de résistance tel qu'illustrés à la figure 12.1;

- la contrainte réfère à un élément protégé par une loi qui régit l'implantation d'un équipement de sorte que cet élément doit absolument être évité; elle caractérise également un élément qui crée des difficultés techniques quasi insurmontables nécessitant, pour les résoudre, des investissements trop importants;

- la résistance très forte se rapporte à un élément qui ne peut être touché qu'en cas d'extrême nécessité; au plan technique, la résistance très forte représente un espace qui ne doit être occupé qu'en cas d'absolue nécessité, en raison des difficultés techniques et économiques majeures auxquelles serait exposée l'implantation de l'équipement dans ces espaces;
- la résistance forte réfère à un élément à éviter dans la mesure du possible en raison de l'importance que lui confère sa valeur ou sa fragilité intrinsèque ou en raison du risque de difficultés techniques génératrices de coûts supplémentaires importants;
- la résistance moyenne réfère à un élément qui peut, avec certaines réserves au plan environnemental ou technique, être retenu pour l'implantation de des infrastructures; l'élément de résistance moyenne impose cependant l'application de mesures d'atténuation particulières ou implique des investissements additionnels;
- la résistance faible réfère à un élément auquel il est possible de toucher moyennant des restrictions environnementales ou techniques minimales;
- la résistance très faible réfère à un élément auquel il est possible de toucher sans restriction ou qui n'entraînera aucun inconvénient d'ordre technique.

12.2.3 Classement des éléments selon leur résistance

Le classement des éléments du projet selon leur degré de résistance est présenté au tableau 12.2. Le texte qui suit est subdivisé en termes de résistances environnementales d'abord; l'aspect technique, lorsque pertinent, est présenté en second lieu.

Figure 12.1 Matrice du degré de résistance

IMPACT APPRÉHENDÉ	VALEUR DE L'ÉLÉMENT ENVIRONNEMENTAL				
	Légale	Forte	Moyenne	Faible	Très faible
Fort	**Contrainte**	**Résistance très forte**	**Résistance forte**	**Résistance moyenne**	Résistance faible
Moyen	**Contrainte**	**Résistance forte**	**Résistance moyenne**	Résistance faible	Résistance très faible
Faible	**Contrainte**	**Résistance moyenne**	Résistance faible	Résistance très faible	Résistance très faible

Tableau 12.2 Résistance des éléments du projet

ÉLÉMENTS ENVIRONNEMENTAUX	IMPACTS APPRÉHENDÉS	VALEUR	RÉSISTANCE ENVIRONNEMENTALE
Lac et cours d'eau – habitat du poisson	Fort	Forte	Très forte
Milieux humides	Fort	Forte	Très forte
Espèces floristique et fauniques vulnérables	Moyen	Forte	Forte
Utilisation traditionnelle du sol	Moyen	Forte	Forte
Frayères – aire d'influence du projet	Faible	Forte	Moyenne
Eaux souterraines	Moyen	Moyenne	Moyenne
Foresterie et ressources primaires	Moyen	Moyen	Moyenne
Forêt mature	Fort	Faible	Moyenne
Activités touristiques	Moyen	Moyen	Moyenne
Villégiature	Faible	Forte	Moyenne
Plantation	Fort	Très faible	Faible
Groupement jeune, régénération	Moyen	Faible	Faible
Coupe forestière	Faible	Faible	Très faible
Matériaux de surface	Moyen	Très faible	Très faible

12.2.4 Résistance des éléments des milieux naturel et humain

Contrainte

Aucun élément compris à l'emplacement proposé des infrastructures ne constitue une contrainte tant au plan environnemental que technique.

Résistance très forte

Lacs et cours d'eau - résistance très forte

D'un point de vue environnemental, l'impact appréhendé sur les lacs et les cours d'eau est jugé fort puisque plusieurs d'entre eux seront détruits. Ce jugement tient compte de frayères d'omble de fontaine sises dans le réseau des lacs B-14, B-12 et de leur émissaire commun. La résistance des milieux aquatiques tient aussi au fait qu'ils sont réglementés au niveau fédéral et provincial et doivent faire l'objet d'une attention plus particulière dans la mesure où ils constituent un habitat du poisson. Dans le secteur du projet BlackRock, compte tenu de leur taille et de leurs particularités, les lacs et les cours d'eau ont une valeur faible en regard des activités traditionnelles, récréatives ou touristiques. L'envergure de l'impact ne s'étend pas à l'extérieur de l'aire d'influence du projet. Néanmoins, il s'agit, sauf quelques exceptions, d'habitats du poisson; leur résistance face au projet est donc jugée très forte.

Milieux humides - résistance très forte

D'un point de vue environnemental, les milieux humides sont fragiles et aussi susceptibles d'abriter des espèces biologiques vulnérables ou menacées. Les milieux humides constituent

ou font partie du domaine vital de plusieurs espèces de mammifères, d'amphibiens et ils sont étroitement associés à l'intégrité des habitats du poisson. Ils régularisent le débit des eaux de surface et alimentent le réseau des eaux souterraines. Ils peuvent complexer certains polluants, ce qui contribue à l'amélioration de la qualité de l'eau. L'impact appréhendé des éléments du projet sur ces milieux est fort et leur valeur est forte; la résistance est donc très forte.

Résistance forte

Espèces floristiques et fauniques vulnérables - résistance forte

Selon la recherche d'information et les inventaires des milieux présentés au chapitre 7, certaines espèces floristiques et fauniques vulnérables ou menacées sont susceptibles de se trouver dans la région, mais aucun habitat faunique au sens de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* n'a été identifié dans le secteur du site minier (chapitre 8). Ces espèces occupent principalement les milieux humides.

Dans l'ensemble, on croit que les infrastructures auront un impact moyen sur les espèces vulnérables parce que leur présence dans la zone d'étude demeure théorique. Seul le campagnol des rochers a un potentiel de présence fort dans la zone d'implantation du projet. La valeur accordée aux espèces vulnérables ou menacées est jugée forte parce que leur conservation et leur protection sont réglementées et parce qu'elles font l'objet d'un consensus. Leur résistance environnementale est donc jugée forte.

Utilisation traditionnelle du sol - résistance forte

Les activités traditionnelles (chasse, pêche, cueillette) ont une valeur forte à cause de leur signification culturelle pour les communautés autochtones. Ces activités sont de plus encadrées par la CBJNQ. Elles se pratiquent sur de vastes territoires et sur une base saisonnière par un nombre restreint d'individus. Les éléments de la faune ou de la flore pouvant être touchés par les infrastructures sont communs dans la région. Notons cependant que des habitats d'orignaux utilisés pour la chasse par le maître de trappe et sa famille seront tout de même perdus. En ce qui concerne le terrain de chasse et de piégeage O-59, la présence des infrastructures couvrant une surface de l'ordre de 6 km^2 modifie son utilisation, et ce même s'il s'agit d'un vaste territoire de plus de 1 000 km^2. La présence des infrastructures et la circulation intensive ont une influence sur la sécurité et l'accessibilité à certains secteurs de chasse, de pêche et de cueillette.

Ceci est particulièrement évident pour les camps de chasse de la famille Wapachee situés le long du chemin 210. La circulation lourde y sera intensive et entraînera un risque pour la sécurité des utilisateurs, en plus de générer des matières particulaires au niveau des camps et de la source d'eau potable adjacente au campement de la famille Wapachee. Il est raisonnable de croire que les impacts appréhendés sont moyens. Les activités traditionnelles offrent une résistance forte.

Résistance moyenne

Frayères dans l'aire d'influence du projet - résistance moyenne

Des frayères ont été identifiées dans les ruisseaux Audet et Wynne au niveau du chemin 210. La frayère à doré sise dans la rivière Armitage, et celle du meunier noir dans le ruisseau Villefagnan, sont peu susceptibles d'être touchées, compte tenu de leur positionnement à la limite de l'aire d'influence des activités minières. La frayère à omble de fontaine au niveau du site minier a été traitée précédemment et une résistance très forte lui a été attribuée. L'impact appréhendé sur les frayères connues est faible parce qu'elles se situent le long d'axe routiers existants ou à la marge de l'aire d'influence du projet. Leur valeur est cependant forte de sorte que la résistance environnante est moyenne.

Eaux souterraines - résistance moyenne

Les études hydrogéologiques (chapitre 10) montrent que les formations géologiques sont susceptibles de laisser circuler l'eau souterraine dans les grandes cassures. Néanmoins, dans le secteur minier, les zones de faiblesse, orientées nord-est – sud-ouest, ne se prolongent pas directement dans le lac Chibougamau ou vers des milieux habités. De plus, les surfaces où seront accumulés les résidus sont couvertes de dépôts glaciaires peu perméables, ce qui contribue de façon naturelle à ralentir le déplacement des particules. Les études hydrogéologiques démontrent par surcroît que la mine à ciel ouvert sera l'exutoire de l'aquifère. Les eaux contenant d'éventuels contaminants en provenance du parc à résidus fins et du bassin de polissage seront pompées au parc de résidus fins. Les eaux qui feront résurgence à la limite ouest des haldes à stériles et à résidus grossiers seront traitées au bassin de traitement et de mesurage implanté en aval. Finalement, les résultats d'analyses du laboratoire indiquent que les résidus miniers ne sont ni acidogènes ni lixiviables.

Pour ces raisons, l'impact appréhendé du projet sur la qualité des eaux souterraines est jugé moyen. La valeur accordée à cet élément est également jugée moyenne. La résistance environnementale est donc moyenne.

Foresterie et ressources primaires – résistance moyenne

Pour ce qui est de l'exploitation des ressources forestières, bien qu'il y ait peu d'activité de prévues dans le secteur du projet, il est évident que l'importance de la circulation minière entraînera des difficultés au niveau du partage de la route 210 par les deux types d'industries primaires. Ce contexte comporte une incidence non négligeable en matière de sécurité pour les utilisateurs. Le gabarit des camions de transport de bois et l'intensité de la circulation des camions semi-remorques de minerai sont des facteurs préoccupants. Une concertation minutieuse et soutenue entre les exploitants devra être assurée. L'impact appréhendé au niveau des activités forestières est jugé moyen. La valeur accordée aux activités forestières dans la zone d'influence du projet minier est aussi jugée moyenne. Dans le contexte actuel et prévisible à moyen terme, aucun autre projet minier n'est prévu dans la zone d'influence du

projet. La résistance des activités d'exploitation des ressources primaires par des tiers est moyenne.

Forêt mature - résistance moyenne

L'impact appréhendé sur la forêt mature est fort parce que celle-ci est détruite aux sites d'implantation des infrastructures. Sur le plan écologique, la protection de la forêt est importante. Cependant, dans une région reconnue pour l'exploitation de la forêt commerciale, la valeur de cette ressource est jugée faible puisqu'elle fait partie des plans de coupes des compagnies forestières. La protection de la forêt mature aux sites d'implantation du projet minier ne fait pas l'objet d'une préoccupation importante. Pour ces raisons, la résistance environnementale de la forêt mature est jugée moyenne.

Activités touristiques – résistance moyenne

Les activités touristiques dans le secteur du projet sont marginales puisque les plans d'eau touchés ne comportent pas d'intérêt pour les pêcheurs. En ce qui concerne la chasse, des nuances s'imposent puisque le secteur supporte une population d'orignaux et que la chasse au petit gibier le long des routes est pratiquée. Il faut cependant rappeler que la présence de chasseurs ou de pêcheurs non liés aux lots de piégeages est systématiquement vue par les maîtres de trappe comme conflictuelle avec les activités traditionnelles et les droits qui leur sont conférés en vertu de la CBJNQ. Compte tenu de l'intensification des activités minières dans l'axe de la route entre le poste de transbordement et le site minier, l'impact appréhendé au niveau touristique est jugé moyen. La valeur de l'élément est moyenne et tient compte de l'abondance de milieux similaires dans la région. La résistance de cet élément est donc moyenne.

Villégiature - résistance moyenne

Les zones de villégiature en bordure du lac Chibougamau (rive nord, ouest et sud) et du lac Vimont (MRC Le Domaine-du-Roy) subiront des impacts faibles puisqu'ils sont loin du projet et qu'il n'y pas de conflit d'utilisation de la route d'accès; malgré tout, ils bénéficient d'une valeur forte. Pour ces raisons, la résistance environnementale est moyenne.

Résistance faible

Plantation – résistance faible

L'impact appréhendé du projet sur les plantations est fort parce qu'elles seront détruites. Les superficies touchées sont cependant très faibles. Leur valeur est très faible puisque leur disparition aux sites d'implantation du projet minier ne sera pas remise en question par les spécialistes ou le public en général. La résistance à l'implantation du projet est faible.

Groupement jeune et en régénération - résistance faible

Les groupements jeunes et en régénération subiront un impact fort lors de la phase construction parce qu'ils seront détruits localement, mais leur valeur est très faible parce qu'ils ne font pas

partie de la forêt commerciale et que leur protection ne fait pas l'objet d'une préoccupation à court ou moyen terme. La résistance environnementale de ces groupements est jugée faible.

Résistance très faible

Coupe forestière - résistance très faible

L'impact du projet sur les terrains des coupes forestières est faible et leur valeur est très faible. Sauf exceptions, le retour sur les parterres de coupe de se fera pas avant plusieurs décennies, et au plus tôt dans une cinquantaine d'années. La résistance environnementale est donc très faible.

Matériaux de surface - résistance très faible

Les dépôts de sable et de gravier couvrent de petites surfaces. L'utilisation de ces dépôts peut occasionner du ravinement, altérer l'écoulement des eaux de surface et la qualité des eaux souterraines. L'impact appréhendé est moyen. La valeur accordée aux matériaux de surface est très faible. La résistance environnementale est donc très faible.

12.3 DÉCLARATION DES IMPACTS ET DES MESURES D'ATTÉNUATION

Selon la grille présentée à la figure 12.2, la corrélation entre les indicateurs d'intensité, d'envergure et de résistance permet de déterminer la signification des impacts sur les milieux naturel et humain, soit les impacts de signification majeure, intermédiaire ou mineure. La durée n'a pas été retenue comme critère de détermination de l'impact, mais plutôt comme élément d'information aidant à choisir les mesures d'atténuations appropriées.

Les éléments du milieu récepteur qui sont touchés par le projet sont le sol, l'eau, l'air, la flore, la faune, le milieu bâti, l'utilisation du sol, l'économie et les paysages. La figure 12.3 (Matrice des impacts) montre la relation existant entre les sources d'impact et les éléments du milieu, ainsi que la signification des impacts. Le tableau 12.3 qui suit donne un résumé de l'importance des impacts selon les activités inhérentes à la réalisation du projet. Il fournit également les mesures d'atténuation à appliquer et une appréciation des impacts résiduels. Seuls les impacts directs ont été inscrits dans la matrice. À noter que l'élément ''archéologie'' ou ''patrimoine'' n'est pas inscrit dans la matrice des impacts (figure 12.3), ni dans le tableau du résumé des impacts sur le milieu (tableau 12.3), parce que la recherche de vestiges archéologiques ou patrimoniaux s'est avéré infructueuse. Les impacts sur les milieux naturel et humain et sur le paysage sont montrés sur la figure 12.4. Les mesures d'atténuation courantes et les croquis explicatifs sont présentées aux annexes 12.1 et 12.2 ; les mesures d'atténuation particulières sont indiquées dans le texte et reprises à l'annexe 12.3.

Compte tenu de la modification et du changement de vocation du milieu récepteur, la majorité des impacts sur le milieu naturel sont négatifs. Ils peuvent cependant être atténués à court,

moyen et long terme; les impacts positifs sont liés au milieu humain et plus spécifiquement à l'économie et à l'emploi.

Les opérations minières engendrent des impacts liés à la dispersion atmosphérique de contaminants (chapitre 5), au bruit (chapitre 6), à la génération des résidus solides et liquides (chapitre 9 et 10). Ces sujets ont fait l'objet d'études spécifiques en raison de leur aspect technique particulier et de la réglementation afférente. Les impacts qui s'y attachent sont aussi identifiés dans la matrice de la figure 12.3.

Il est important de rappeler que la détermination de la signification des impacts se fait avant l'insertion des mesures d'atténuation. Ces dernières permettant d'atténuer ou d'éliminer les impacts. Les impacts résiduels sont ceux qui persistent sur les éléments du milieu malgré l'application des mesures d'atténuation. De façon générale, les impacts résiduels varient de mineurs à nuls. À ce sujet, le respect des lois et des règlements ainsi que l'application des normes ou critères d'aménagement définis dans les différents guides d'intervention constituent des mesures d'atténuation en soit (voir les références à la fin du présent chapitre).

De plus, la mise en place d'un système de gestion des risques d'accidents technologiques, de plans d'urgences liés à la santé des travailleurs et à l'environnement (chapitre 11) contribue aussi à prévenir et à contenir certains accidents potentiels inhérents au projet. Enfin, les programmes de surveillance et de suivi environnemental (chapitre 14) et de restauration (chapitre 13) sont autant de mesures contribuant à réduire ou éliminer les impacts négatifs du projet sur l'environnement.

Figure 12.2 Grille de détermination de l'importance de l'impact

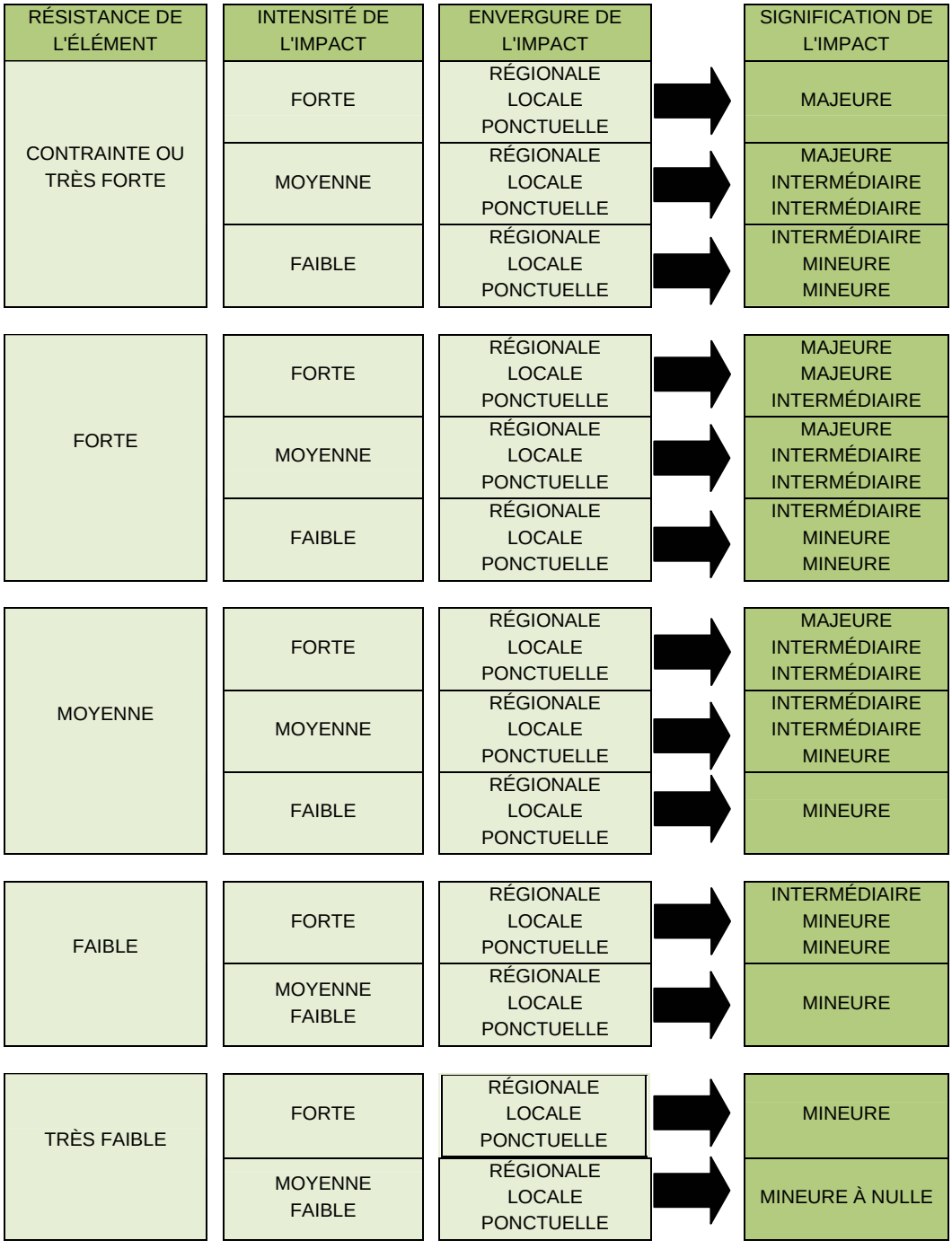


Figure 12.3 Matrice des impacts

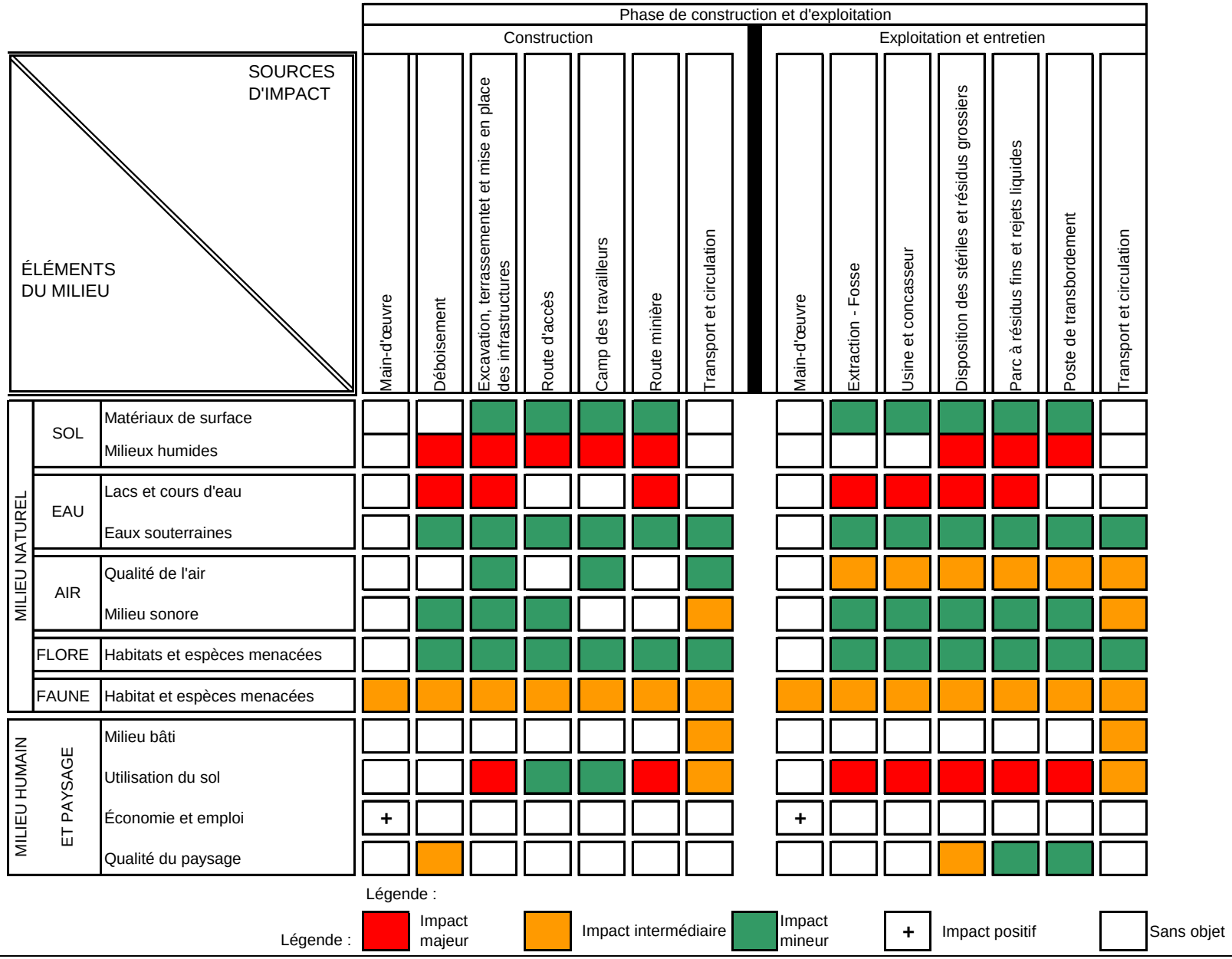


Tableau 12.3 Résumé des impacts sur le milieu selon les activités du projet

Milieu touché	Élément touché	Description de l'impact	Phase	Activité	Résistance de l'élément	Intensité de l'impact	Envergure de l'impact	Signification de l'impact	Mesures d'atténuation courantes	Mesures d'atténuation particulières	Impact résiduel
SOL	Matériaux de surface	• Altération du profil pédologique, érosion • Perte du sol original à l'emplacement des parcs à résidus • Compaction du sol causé par le passage de la machinerie lourde et des camions. • Risque de contamination par déversement accidentels.	Construction Exploitation	• Déboisement • Bancs d'emprunt • Excavation et terrassement • Route d'accès et minière • Transport et circulation • Extraction – fosse • Disposition des rejets • Poste de transbordement	Très faible (roc, moraine et gravier)	Moyenne	Ponctuelle	Mineure	ANNEXES 12.1 ET 12.2 MESURES 1 À 8, 34, 36 À 40, 42 À 45	Section 12.3.1.1 Mesures S1, S 2	Mineur à nul
	Milieux humides	• Perte de milieux humides.par l'empiètement des parcs à résidus • Risque de déversements accidentels de contaminants.	Construction et exploitation	• Déboisement • Excavation et terrassement, parcs et digues • Gestion de l'écoulement des eaux	Très forte	Forte	Ponctuelle	Majeure	ANNEXES 12.1 ET 12.2 MESURES 1 À 41, 43 À 56, 61 À 64	Section 12.3.1.2 Mesures MH1, MH2	Mineur
EAU	Lacs et cours d'eau	• Modification du ruissellement, de l'infiltration et du régime d'écoulement • Apport accru de sédiments dans les cours d'eau et milieu humide. • Perte de petits plans d'eau et de ruisseaux. • Perte d'habitats du poisson. • Risque de déversements accidentels de contaminants.	Construction Exploitation	• Déboisement et préparation des sites • Dynamitage, excavation et terrassement • Route d'accès et minière • Extraction – fosse • Gestion de l'eau • Disposition des résidus • Transport et circulation	Très forte	Forte	Locale	Majeure	ANNEXES 12.1 ET 12.2 Mesures 1 à 41, 46 à 56	Section 12.3.2 Mesures E1 à E3	Mineur
	Eaux souterraines	• Contamination par des produits pétroliers (déversements accidentels) • Contamination par des lixiviats, eaux usées ou déversements accidentels	Construction Exploitation	• Transport et circulation • Excavation et terrassement • Gestion des eaux usées et des contaminants • Extraction – fosse • Disposition des résidus • Gestion des eaux usées et des contaminants • Transport et circulation	Moyenne	Moyenne	Ponctuelle	Mineure	ANNEXE 12.1 Mesures 3, 9 À 18, 35, 55, 56	Section 12.3.3 Mesures ES1 à ES2	Mineur
AIR	Qualité de l'air	• Détérioration de la qualité de l'air par les poussières en suspension et les émissions de gaz à effet de serre (GES).	Construction Exploitation	• Excavation et terrassement • Transport et circulation • • Extraction du minerai • Usine et concasseur • Transport et circulation	Forte	Faible	Locale	Intermédiaire	ANNEXE 12.1 Mesures 3, 8, 19, 20, 57, 58	Section 12.3.4 Mesures A1 à A6	Mineur
	Milieu sonore	• Augmentation du niveau de bruit et détérioration de l'ambiance sonore dans le secteur du site minier, du poste de transbordement et sur la route d'accès	Construction Exploitation et entretien	• Transport et circulation • Dynamitage, excavation et terrassement • Extraction – fosse (dynamitage) • Usine et concasseur • Transport et circulation	Forte	Moyenne	Ponctuelle	Intermédiaire	ANNEXE 12.1 Mesures 59, 60	Section 12.3.5 Mesures MS1 à MS10	Mineur : niveau sonore sous la limite 40 dB(A) à 250 m de la route d'accès et à 2 km des activités du site minier

Tableau 12.3 Résumé des impacts sur le milieu selon les activités du projet (suite)

Milieu touché	Élément touché	Description de l'impact	Phase	Activité	Résistance de l'élément	Intensité de l'impact	Envergure de l'impact	Signification de l'impact	Mesures d'atténuation courantes	Mesures d'atténuation particulières	Impact résiduel
FLORE	**Habitats et espèces**	• Élimination de la végétation sur quelque 587 ha. • Perte d'espace pour la forêt commerciale. • Perte théorique d'espèces menacées ou susceptibles de se trouver dans le secteur minier	Construction Exploitation et entretien	• Déboisement • Excavation et terrassement • Route d'accès et minières • Fosse • Disposition des rejets miniers • Présence des équipements de production et de support	Forte (forêt mature) Faible (forêt jeune, en régénération, plantation) Très faible (coupe forestière)	Faible	Ponctuelle	Mineure	ANNEXES 12.1 ET 12.2 Mesures 1 à 8, 34, 36 à 40, 42 à 45	Section 12.3.6 Mesure2 Fl1, Fl2	Mineur
FAUNE •	**Habitats et espèces**	• Perte d'habitats pour certaines espèces de mammifères, de poissons et d'oiseaux par l'empiètement des parcs, des infrastructures de production et de support, • Augmentation du risque d'accident en contact avec des animaux. • Pêche par les travailleurs dans la zone d'étude.	Construction Exploitation et entretien	• Main-d'œuvre • Déboisement • Excavation et terrassement • Route d'accès et minières • Transport et circulation • Main-d'œuvre • Extraction – fosse • Disposition des rejets • Transport et circulation	Forte	Moyenne	Locale	Intermédiaire	ANNEXES 12.1 ET 12.2 Mesures 1 à 8, 65 à 67	Section 12.3.7 Mesure Fa1 à Fa6	Mineur
MILIEU HUMAIN	**Milieu bâti**	• Circulation lourde, intensive et régulière jour et nuit pendant au moins 14 ans. • Augmentation du risque d'accident sur le chemin 210 et la route d'accès. • Bruit, poussière et monoxyde de carbone sur le chemin 210 et la route d'accès.	Construction et exploitation	• Transport et circulation	Forte	Forte	Ponctuelle	Intermédiaire	ANNEXE 12.1 Mesures 57, 59, 60,	Section 12.3.8 Mesure MB1	Nul
	Utilisation du sol	• Circulation lourde, intensive, jour et nuit pendant au moins 14 ans. • Restriction de l'accès à certains secteurs (poste de transbordement, site minier). • Vocation minière confirmée entre le gisement et le poste de transbordement. • Conflit d'utilisation du sol entre activités traditionnelles, forestières et ressources primaires • Augmentation du risque d'accident avec autres utilisateurs. • Bruit, poussière et contaminants atmosphériques.	Construction Exploitation et entretien	• Transport et circulation • Déboisement • Excavation et terrassement • Camp des travailleurs • Route d'accès et minières • Extraction – fosse • Usine et concasseur • Disposition des rejets • Poste de transbordement • Transport et circulation	Forte (utilisation traditionnelle) Moyenne (foresterie, ressources primaires, tourisme)	Forte	Locale	Majeure	ANNEXE 12.1 Mesures 1 à 57, 59 à 67	Section 12.3.9 Mesures US1 à US4	Mineur

Tableau 12.3 Résumé des impacts sur le milieu selon les activités du projet (suite)

Milieu touché	Élément touché	Description de l'impact	Phase	Activité	Résistance de l'élément	Intensité de l'impact	Envergure de l'impact	Signification de l'impact	Mesures d'atténuation courantes	Mesures d'atténuation particulières	Impact résiduel
MILIEU HUMAIN	**Économie et emploi**	• Investissement dans la région de l'ordre de 600 M$. • Augmentation de l'achalandage dans la région. • Création d'emplois pour la main-d'œuvre et les entrepreneurs locaux et régionaux. • Achat de biens et de services.	Construction et exploitation	• Toutes les activités	N/A	N/A	Régionale	Impact positif		Mesure d'atténuation E1 Mesures d'optimisation section 12.3.10	Positif
	Qualité du paysage	• Introduction d'éléments anthropiques perceptibles du lac Chibougamau	Construction et exploitation	• Parcs à résidus	Moyenne à forte	Mineure à nulle	Faible	Intermédiaire à mineure (unité visuelle de la crête rocheuse) Mineure à nulle (unité visuelle des lacs et de la forêt)	N/A	Mesures d'atténuation V1 et V2	Mineur

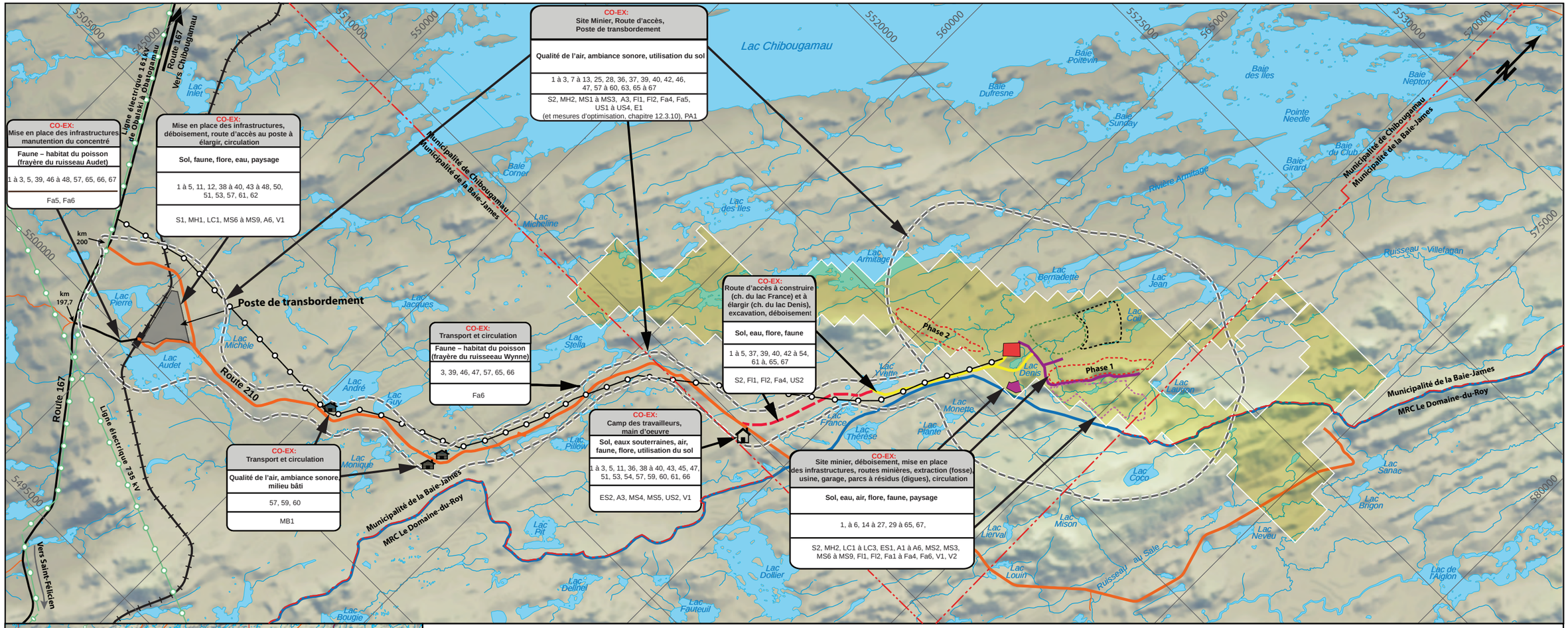


Figure 12.4 Localisation des impacts et mesures d'atténuation - Projet minier BlackRock - secteur Chibougamau

12.3.1 Impacts sur le milieu naturel - Sol

Le sol inclut les matériaux de surface, ainsi que les milieux humides : les impacts touchent leur structure ou leur fonction dans l'équilibre environnemental. C'est durant la phase construction que les impacts se feront sentir, mais ils s'étendront à l'exploitation et au-delà de la durée de vie de la mine.

12.3.1.1 Sol – Matériaux de surface

Sources d'impact direct

On compte près de 600 ha de sol qui seront perturbées durant la construction et l'exploitation, dont 482 ha au site minier lorsque les parcs à résidus auront atteint leurs pleines dimensions. Le sol sera soit décapé, excavé, remblayé et nivelé au niveau des routes, des plates-formes qui vont recevoir les infrastructures, des digues, de la fosse, des haldes et des parcs à résidus.

Le rehaussement du lac Denis pour son utilisation comme bassin d'approvisionnement en eau de procédé empiètera sur près de 8,5 ha de sol. L'empreinte au sol des autres éléments du projet est la suivante : la route d'accès (3,5 ha), le camp des travailleurs (7,5 ha), le poste de transbordement (100 ha). Puisque le poste de transbordement a déjà été utilisé par l'industrie forestière, les impacts y seront peu importants. À ce sujet, l'évaluation environnementale Phase 1 réalisée en mai 2011 au poste de transbordement ne permet pas de conclure que le terrain est libre de contamination. Comme l'utilisation du site pour les fins de transport et d'entreposage du minerai entraîne des risques de contamination du sol, il est de première importance de connaître l'état environnemental de la propriété. Pour l'ensemble du projet, les risques de contamination du sol proviennent de la manipulation des hydrocarbures et des produits chimiques, ainsi que de la présence des parcs à résidus.

L'utilisation des bancs d'emprunts existants ne devrait pas perturber le sol de façon significative. Le milieu est déjà modifié et les routes forestières existantes accèdent à ces sites. Des certificats d'autorisation spécifiques seront demandés pour chacun des sites d'emprunt. De plus, une très grande partie des matériaux granulaires proviendront des stériles excavés de la fosse et aux emplacements des infrastructures minières. Au niveau de la fosse, le sol minéral et végétal sera progressivement décapé et mis en réserve pour les besoins du réaménagement.

Sources d'impact indirect

Le déboisement, la formation d'ornières par les engins de chantier, la mise en place du réseau de drainage et la circulation entraîneront le transport de particules fines vers le réseau hydrographique. Ces perturbations du sol modifieront le ruissellement et l'infiltration de façon mineure.

Signification de l'impact

Le roc, le till et le gravier peuvent être utilisés avec un minimum de restrictions sans risque important d'érosion (très faible résistance). Les travaux perturberont la surface du sol sans toutefois entraîner un changement majeur (intensité moyenne) compte tenu des petites

surfaces touchées (envergure ponctuelle). Ainsi, pour le sol minéral, on obtient un impact de signification mineure. La durée de l'impact va au-delà de la vie de la mine; le sol original sera modifié à jamais dans les secteurs de la fosse et des parcs de rejets.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 1 à 8, 34, 36 à 40, 42 à 45.

Annexe 12.2 : croquis explicatifs.

Mesures d'atténuation particulières

S1 Effectuer une évaluation environnementale de Phase 2 au site de transbordement avant le début des travaux de construction.

S2 En fonction de la qualité des matériaux qui doit être confirmé, exploiter en priorité le banc d'emprunt n^{o} 13 (drumlin, matériel non-imperméable), le till glaciaire (matériel imperméable) en contrebas du banc d'emprunt n^{o} 13 et les bancs d'emprunt déjà ouverts et répertoriés dans GESTIM afin de réduire l'empreinte au sol et l'impact visuel du projet.

Impacts résiduels

Malgré l'application des mesures d'atténuation, des modifications permanentes et irréversibles sur le sol subsisteront au niveau de la mine à ciel ouvert, des haldes à stériles et des parcs à résidus (modification permanente de la topographie et des couches du sol).

12.3.1.2 Sol - Milieux humides

L'importance des milieux humides dans l'équilibre du régime hydraulique et leur capacité de support pour la faune et la flore ont été démontrées aux chapitres 7 et 8. Plusieurs d'espèces végétales et animales fragiles ou susceptibles d'être menacées peuvent se trouver dans les milieux humides. D'un point de vue technique, les milieux humides sont des milieux sensibles très mal drainés et à faible capacité portante qu'il est préférable d'éviter.

Les milieux humides comptent pour 13,9 % de la superficie du bassin versant de la rivière Nottaway. Dans la zone d'influence du projet, ils couvrent environ 28 % de la surface au sol. Le poste de transbordement et le site minier comportent 16,3 % de milieux humides. Ainsi, 75 hectares de milieux humides seront perdues au niveau du site minier, et respectivement 0,5 et 3 hectares au niveau de la route d'accès et du campement. Du côté du poste de transbordement, Métaux BlackRock compte utiliser les secteurs qui ont déjà été aménagés à des fins industrielles. La majeure partie des quelque 18 hectares de milieux humides du poste de transbordement ne seront pas touchées.

Sources d'impact direct

Aux phases construction et exploitation, le déboisement, les travaux de terrassement, l'extraction du minerai, l'emmagasinement des résidus, la gestion de l'eau, les traverses des cours d'eau, l'épandage de fondants et d'abats poussière ou les déversements accidentels constituent autant de sources d'impacts directs.

Les aménagements vont aussi provoquer des changements dans les milieux humides situés en aval des infrastructures minières en modifiant la dynamique des eaux de surface et souterraine. La dérivation de l'émissaire du lac Denis dans le lac B-1 va accentuer ce phénomène au niveau du lac Jean.

En contrepartie, il devrait y avoir une certaine compensation au niveau hydrique dans les milieux humides limitrophes au lac Jean puisque le coefficient de ruissellement dans les zones aménagées est beaucoup plus important qu'en condition naturelle.

En ce qui concerne l'érosion des sols, le déboisement, la mise à nu des sols, la construction de surfaces imperméables (infrastructures) et l'aménagement de traverses de cours d'eau feront augmenter le taux de ruissellement, les risques d'érosion et le transport des sédiments fins vers les milieux humides en aval du projet. La migration de contaminants vers ces mêmes milieux peut également altérer les conditions biophysiques et la qualité des habitats.

Les milieux humides affectés directement par le projet représentent 0,05% de ce type de milieu à l'échelle du bassin versant de la rivière Nottaway. Il s'agit de 3,7% des milieux humides de la zone d'étude. L'intégrité de ces milieux au niveau local ou régional n'est donc pas remise en cause. Ces milieux présentent une résistance très forte face au projet et l'intensité de l'impact est forte. Les superficies touchées ont une envergure ponctuelle. La signification de l'impact sur les milieux humides est majeure.

Sources d'impact indirect

Le changement de régime hydrique et de l'équilibre sédimentaire dans les milieux humides en aval des ouvrages pourrait entraîner la détérioration ou la perte d'habitats convoités par certaines espèces fauniques et floristiques. Le réarrangement du drainage de surface aura une incidence sur la dynamique écologique des milieux périphériques au projet.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 1 à 41, 43 à 56, 61 à 64.

Annexe 12.2 : croquis explicatifs.

Mesures d'atténuation particulières

MH1 Au site de transbordement, utiliser en priorité les zones déjà aménagées pour des fins industrielles. Utiliser en dernier recours les secteurs caractérisés par les milieux humides et la forêt mature.

MH2 Identifier avec le maître de trappe du lot de piégeage O-59 les milieux humides qui pourraient faire l'objet d'un plan de restauration, de même que ceux qui pourraient faire l'objet d'aménagements fauniques. Les priorités ainsi identifiées seront soumises aux autorités fédérale et provinciale avant la mise en œuvre des aménagements.

Impacts résiduels

Les milieux humides sis au droit d'implantation des haldes à stériles et de résidus grossiers sont irrémédiablement perdus. Ils devront être compensés. Les milieux humides situés en aval des infrastructures minières au pourtour des lacs Jean et B-1 (chapitre 8) pourront retrouver ou voir améliorer leurs conditions d'origine à la fin des opérations minières. Le lac B-1 pourra à ce moment transiter les quantités originales d'eau qui le caractérisait avant les travaux. Dans le cas du lac Jean, il est même plausible que la qualité de l'habitat soit significativement améliorée. En effet, toutes les eaux servant au procédé minier lui seront retournées en direct. La disparition des plans d'eau et surtout des milieux humides en amont du lac Jean diminuera les pertes d'eau par évaporation et infiltration qui caractérisaient le milieu original. Le débit aval du ruisseau Villefagnan s'accroîtra d'autant.

12.3.2 Impact sur le milieu naturel – Lacs et cours d'eau

La qualité des eaux de surface est liée à l'hydraulicité et aux paramètres physico-chimiques, notamment : présence de particules en suspension, solides dissous, pH, oxygène dissous, conductivité, potentiel d'oxydo-réduction, etc. La qualité des eaux de surface peut être affectée par le changement de régime hydrique, les produits chimiques, le ruissellement, les déversements accidentels de produits pétroliers et les rejets miniers. Les impacts sur les eaux de surface se feront sentir à toutes les étapes du projet.

Sources d'impact direct

Pendant la construction, la préparation des sites, l'aménagement de réseaux de drainage, le détournement des eaux, la traversée des cours d'eau et la mise en place des ponceaux brisent la structure du sol, entraînent les sédiments dans les cours d'eau et modifient l'écoulement naturel. La circulation sur les routes de gravier génère une quantité non négligeable de poussières dans l'air dont une partie peut être entraînée dans les cours d'eau. Dans le secteur minier, le sous-bassin qui sera modifié de façon majeure est celui du lac Jean. La réduction du débit du lac Jean se répercutera également au niveau de son collecteur principal, le ruisseau Villefagnan. Le réarrangement du réseau hydrographique entraînera une perte de l'ordre de 9% du débit d'étiage du ruisseau Villefagnan. Le sous-bassin des lacs B-1, B-2 et A-1 sera modifié de façon mineure par l'apport des déversements ponctuels en provenance du lac Denis.

La construction de la route d'accès jusqu'à l'usine devrait améliorer le drainage de surface. En effet, les ponceaux qui sont en place actuellement au lac Yvette et Denis, sur le chemin forestier, sont nettement sous dimensionnés. Du côté du poste de transbordement, aucun impact significatif n'est appréhendé sur les eaux de surface puisque le sol a été aménagé dans le passé pour des activités de la scierie Gagnon-Frères et que le drainage est adéquat.

Lors de l'exploitation, la gestion des eaux minières et la disposition des rejets sont les principales sources d'impacts directs sur les eaux de surface. Au niveau de la fosse, le décapage, le dynamitage et l'extraction du minerai généreront des particules fines, des résidus azotés et provoqueront de possibles déversements d'hydrocarbures. Ces contaminants seront

en grande partie entraînés dans les eaux minières. Les eaux d'exhaure et ces éventuels contaminants seront envoyés au parc de résidus fins pour traitement.

Les parcs à résidus se trouvent à la tête des bassins versants mais empiètent sur des plans d'eau et des ruisseaux qui seront perdus. Ces plans d'eau qui totalisent 5,5 hectares sont petits, peu profonds, généralement en voie d'eutrophisation et leur débit est très faible. Encore une fois, rappelons que la seule exception en termes de qualité d'habitat est le réseau des lacs B-14, B-12 et de leur émissaire qui descend en cascades de la montagne du gisement.

Les eaux provenant du parc à résidus fins seront récupérées dans un étang de polissage et envoyées au lac Denis pour être réutilisées comme eau de procédé. Le lac Denis servira en effet de bassin d'eau de procédé et sera maintenu comme tel durant toute la phase d'exploitation. L'eau qui entrera au lac Denis respectera les normes de rejet. L'eau remise à l'environnement le sera à partir du lac Denis. Elle sera acheminée vers le lac B-1. Les eaux de ruissellement sur le site minier seront captées par des canaux de drainage et redirigées du côté ouest du parc à résidus grossiers; à cet endroit, un bassin de traitement et de mesurage sera installés pour s'assurer que les eaux retournent au lac Jean avec une qualité physico-chimique respectant les normes prescrites dans la réglementation.

Sources d'impact indirect

Les taux de ruissellement accrus dans les zones aménagées auront un effet indirect et variable sur la qualité des eaux de surface par l'apport de particules ou de contaminants. La gestion des résidus miniers et des eaux de drainage, de même que le ravitaillement en produits pétroliers, sont autant d'activités qui peuvent provoquer des impacts significatifs sur la qualité des eaux de surface.

Signification de l'impact

La résistance environnementale des lacs et cours d'eau à l'implantation du projet est très forte et l'intensité de l'impact est forte. Les sources d'impact entraîneront des modifications d'envergure locale. L'impact est jugé majeur.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 1 à 41, 46 à 56.

Annexe 12.2 : croquis explicatifs.

Mesures de compensation

L'impact sur les eaux de surface engendré par le projet est compensé par le rehaussement du lac Denis qui passe de la cote 412 m à la cote 424 m de même que par les aménagements piscicoles qui y seront effectués. La superficie du lac s'accroît de l'ordre de 2,6 fois et passe ainsi de 5,4 à 13,8 ha, soit un gain de 8,4 ha. En termes de volume, le plan d'eau passe de 50 000 m^3 à 1,3 million m^3. Il s'agit d'une augmentation de 26 fois par rapport au volume original du lac Denis. Ce faisant, cette réserve d'eau propre devient un milieu intéressant pour la faune

aquatique et particulièrement pour le brochet du nord. Cette espèce est présente dans ce plan d'eau dans des conditions naturelles qui sont loin d'être optimales (voir chapitre 8). Le barrage rehaussant le niveau du lac Denis pourra être laissé en place après la fermeture de la mine, si les conditions de sécurité son rencontrées et si le maître de trappe y voit un avantage.

La superficie totale des plans d'eaux de faible profondeur qui est perdue (5,5 hectares) par la mise en place du projet minier est largement compensée par le gain obtenu au lac Denis (8,4 hectares) pour un bilan positif net de 2,9 hectares. Tout ceci est évidemment conditionnel au respect rigoureux des normes de rejets des eaux des bassins de polissage et de sédimentation qui alimentent le lac Denis. Hormis le lac Denis, d'autres plans d'eau pourront faire l'objet de mesures de compensation. Ceci est traité à la section 12.5

Mesures d'atténuation particulières

Les mesures d'atténuation particulières énumérées ci-dessous sont appliquées dès la phase de construction et d'installation des équipements miniers.

LC1 Le détournement local et partiel des cours d'eau et la modification du drainage de surface dans les secteurs de la halde à stériles et des parcs à résidus doivent se faire en période d'étiage.

LC2 Un seuil d'une hauteur de 1,5 mètre sera mis en place à l'exutoire du lac Jean de façon à maintenir un niveau d'eau permettant la survie du poisson pendant les périodes d'étiage.

LC3 Un bassin dissipateur d'énergie sera implanté à la sortie des eaux canalisées du lac Denis. À partir de ce point, un minimum de deux seuils seront mis en place sur le parcours des eaux avant leur rejet dans le lac B-1.

Impacts résiduels

L'application des mesures d'atténuation devrait réduire significativement l'impact sur la qualité de l'eau de surface. L'écoulement original sera modifié de façon permanente par la présence des résidus miniers. Par contre, les volumes d'eau soustraits du milieu pour les fins du procédé pourront être intégralement retournés à leur bassin versant original (lac Jean) à la fin des opérations. Les impacts résiduels devraient être mineurs.

12.3.3 Impact sur le milieu naturel – Eau souterraine

L'évaluation des impacts sur l'eau souterraine tient compte de la présence de deux unités hydrostratigraphiques, soit un aquitard de till sableux et un aquifère rocheux fissuré. La conductivité hydraulique moyenne du till est de $1{,}29 \times 10^{-4}$ cm/s au site minier et de 8.6×10^{-6} cm/s au site de transbordement. La conductivité hydraulique moyenne du socle rocheux est de $1{,}93 \times 10^{-4}$ cm/s. Le niveau de l'eau est près de la surface et le patron d'écoulement épouse la topographie locale. Les eaux sont plus oxygénées au niveau des zones de recharge et plus faiblement à proximité des milieux humides. Fait à souligner, en zone de recharge, les précipitations apportent une eau légèrement acide qui est tamponnée lors de son parcours. Les

puits situés en zone de décharge possèdent en effet des eaux alcalines. Ce constat confirme que le substrat possède une capacité significative de neutralisation des pluies acides. Les métaux présents dans les eaux souterraines se situent sous ou très près du seuil de détection.

L'incidence de la mine à ciel ouvert et des parcs à résidus sur l'eau souterraine a été établie par modélisation à l'aide du logiciel *Visual MODFLOW* 2010. Les résultats permettent de constater que les rabattements sont faibles à cause du fort relief et de la faible conductivité hydraulique du socle rocheux en profondeur. Les débits d'infiltration dans la fosse pourraient varier de 1 400 à 2 800 m^3/jour. Finalement il n'y a aucun milieu hydrogéologique sensible au niveau de la zone du projet.

Sources d'impact direct

Deux types d'impact sont à prévoir par rapport à la qualité de l'eau souterraine : l'impact du mélange de l'eau provenant de l'excavation avec les eaux de surface vers lesquelles elles seront ultimement déversées et l'impact de l'injection d'eau potentiellement contaminée dans les eaux souterraines via les parcs à résidus miniers et via la fosse, lorsque celle-ci se remplira au terme du projet.

Les eaux souterraines qui s'infiltreront dans la fosse devraient être conformes à tous les critères de rejet de la *Directive 019* et pourraient théoriquement être remises à l'environnement sans traitement. En pratique, les eaux pompées de la fosse pourraient contenir des hydrocarbures et des résidus azotés provenant des explosifs. Ces eaux seront acheminées au parc de résidus fins avant de passer au bassin de polissage. Elles seront conformes à tous les paramètres de rejets avant leur déversement dans le lac Denis.

La modélisation piézométrique démontre également que la fosse sera l'exutoire de l'aquifère pendant la durée de vie de la mine. Les éventuels contaminants qui pourraient s'infiltrer seront donc retournés en boucle au parc à résidus fins. Au niveau des haldes à résidus grossiers et de stériles, le traçage de particules virtuelles d'eau démontre que les eaux potentiellement contaminées s'écouleraient en direction nord-ouest. Comme à cet endroit le niveau de la nappe est très près de la surface du sol et que l'on se situe en pied de colline, le potentiel d'infiltration est très faible et les eaux lixiviées feraient donc rapidement résurgence dans les fossés ou dans le bassin de traitement et de mesurage implanté au sud du lac Jean.

Il ne sera donc pas possible de contaminer la nappe d'eau souterraine tant que des activités de pompage d'eau seront effectuées. Par contre, lorsque les activités minières cesseront, la fosse se remplira peu à peu jusqu'à ce qu'un lac se forme en équilibre avec la topographie environnante. Si des contaminants (métaux, hydrocarbures ou autres) sont présents, ils pourraient migrer via les unités les plus perméables.

Dans un tout autre contexte, l'alimentation en eau potable du camp de construction proviendra d'un puits foré. Les déversements d'hydrocarbures ou de produits chimiques et le traitement des eaux usées peuvent constituer des sources d'impacts directs sur la qualité de l'eau souterraine.

Sources d'impact indirect

Le ruissellement et l'infiltration de matières dangereuses et de carburants sont des sources indirectes potentielles de contamination de la nappe souterraine.

Signification de l'impact

Les résidus miniers ne sont pas acidogènes et les résultats d'analyses démontrent que les concentrations de métaux lixiviables sont inférieures aux normes. La résistance de l'eau souterraine au projet est en conséquence moyenne. C'est également le cas de l'intensité de l'impact. Les sources d'impact entraîneront une modification limitée de la qualité et de l'écoulement des eaux souterraines en raison de la présence de la fosse. Une éventuelle contamination de l'eau souterraine affecterait une superficie ponctuelle correspondant aux limites du site. Pour ces raisons, la signification de l'impact est jugée mineure.

La durée de l'impact sera longue puisque le risque de contamination de la nappe d'eau souterraine s'étendra pendant toute la durée de vie du projet. En fonction des informations dont nous disposons, la possibilité de contamination de la nappe phréatique est peu probable après la fermeture de la mine

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 3, 9 à 18, 35, 55, 56.

Mesures d'atténuation particulières

Les mesures d'atténuation particulières énumérées ci-dessous sont appliquées dès la phase de construction et d'installation des équipements miniers.

ES1 En cas de détection de contamination, un piège hydraulique sera maintenu dans la mine, en continuant d'effectuer le traitement de l'eau, jusqu'à ce que celle-ci rencontre les critères de qualité requis.

ES2 Durant la construction, s'assurer du bon fonctionnement du système de traitement et d'épuration des eaux usées au camp des travailleurs et du respect des principes de gestion des hydrocarbures, produits chimiques et matières résiduelles énoncés au chapitre 11.

Impacts résiduels

Malgré l'application des mesures d'atténuation, la qualité de l'eau souterraine pourrait être affectée de façon mineure tant que les opérations minières auront cours.

12.3.4 Impact sur le milieu naturel – Qualité de l'air

La qualité de l'air implique la présence de matières particulaires ou de gaz à effet de serre. Cet aspect, qui implique une méthodologie d'évaluation particulière, a été traité au chapitre 5. L'étude a été menée pour toutes les sources règlementées d'émission : particules totales en

suspension dans l'air (PST), particules fines, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote et métaux lourds.

Sources d'impact direct

La qualité de l'air sera affectée dès les travaux de construction, principalement par l'utilisation des génératrices, la circulation des véhicules sur les routes de gravier, le remaniement du sol et l'exploitation des bancs d'emprunt.

Lors de l'exploitation, l'extraction du minerai, son traitement et la circulation sont les causes premières des impacts sur la qualité de l'air. Compte tenu de la proximité de toutes les installations autour de la fosse, les gaz et les particules en suspension pourraient affecter les travailleurs. En plus des gaz à effets de serre, les émissions peuvent contenir des matières particulaires et des métaux, notamment du chrome. L'étude portant sur la qualité de l'air ambiant démontre que les PST et les polluants gazeux identifiés se trouvent en deçà des valeurs réglementaires à la phase construction. Lors de l'exploitation, le taux d'émission des contaminants dans l'air est conditionnel à l'application de mesures d'atténuation. Sans ces mesures, les seuls dépassements observables en période estivale sont les particules totales en suspension et le chrome dans l'air ambiant. Ces dépassements touchent quelques points situés à la limite sud du site minier (secteur de l'usine et du concasseur).

La qualité de l'air sera aussi affectée par la manipulation du concentré au poste de transbordement.

Sources d'impact indirect

Le transport du concentré sur un chemin de gravier vers le site de transbordement et le retour en boucle des camions est une source d'impact sur la qualité de l'air en raison de l'émission des poussières et des particules fines.

Signification de l'impact

Durant la phase de construction, la qualité de l'air sera modifiée essentiellement par l'émission de poussières et des contaminants atmosphériques précités. Malgré une résistance forte de cet élément essentiel à la vie et à la réglementation qui l'encadre, l'intensité de l'impact reste faible compte tenu des résultats de la modélisation; l'impact global est donc mineur.

C'est lors de l'exploitation que l'intensité de l'impact sera plus élevée. La majorité des contaminants seront sous les limites réglementaires mais certains (chrome et PST) pourraient, en période estivale, dépasser les critères applicables au Québec. Ces contaminants peuvent être dispersés par le vent autour du site minier ou du poste de transbordement. Pour ces raisons, on obtient un impact de signification intermédiaire qui persistera durant toute l'exploitation.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 3, 8, 19, 20, 57, 58.

Mesures d'atténuation particulières

Pendant la période de construction, les concentrations maximales des contaminants respectent les critères réglementaires. Durant l'exploitation, l'application des mesures d'atténuation pour préserver la qualité de l'air sur le site minier permettra de réduire les émissions des particules de 80 %, incluant les PST et le chrome. Ces mesures permettront également de protéger le milieu situé dans l'axe des vents dominants notamment le territoire non conventionné et le Nitassinan des Pakuakamiulmatsh.

A1 Limiter la circulation sur les chemins de roulage aux véhicules autorisés.

A2 Recouvrir les chemins de roulage de matériaux à très faible teneur en silt.

A3 Pendant la saison estivale, arroser régulièrement les routes selon l'équation suivante proposée par le « Air pollution Engineering Manual » (Cowherd 1992) :

$$C = 100 - (0,8*P*D*T/I)$$

Où :

C : efficacité moyenne de régulation et de contrôle des émissions (%);
P : évaporation moyenne horaire au cours de la journée (mm/heure);
D : débit horaire moyen des camions sur les routes non pavées du site minier (h^{-1});
T : temps entre 2 arrosages successifs (heure);
I : quantité d'eau par unité de surface utilisée pour l'arrosage (litres/m^2).

A4 Afin de s'assurer du respect des normes en vigueur et de faire le suivi de rejets de matières particulières, mettre en service dès le début de la construction de la mine :

- une station d'échantillonnage et de mesures de la qualité de l'air; cette station doit être installée dans le secteur sud-sud-est du site minier selon les vents dominants afin de mesurer et analyser en continu les concentrations des particules PST, $PM_{2.5}$ et PM_{10}.;
- une station automatique météorologique sur le site minier pour mesurer les principaux paramètres météorologiques, telles que la température et l'humidité de l'air, la visibilité horizontale, la vitesse et la direction du vent et les précipitations.

A5 Couvrir les résidus miniers fins éolisables sous une lame d'eau et mettre de l'avant un programme de restauration progressive. En hiver, recouvrir de neige ces résidus miniers éolisables. Conserver autant que possible une bande de végétation arborescente autour des parcs de rejets pour réduire la propagation des poussières.

A6 Utiliser des masques respiratoires aux postes de travail susceptibles de dépasser les normes prescrites de santé et sécurité au travail.

Impacts résiduels

L'application des mesures d'atténuation courantes et particulières et les techniques de réduction à la source permettrent d'abaisser l'émission des contaminants sous les limites

réglementaires. Dans ce contexte, on peut considérer que les activités de la mine auront un impact résiduel négligeable par rapport à la qualité de l'air ambiant.

12.3.5 Impact sur le milieu naturel - Milieu sonore

L'ambiance sonore liée à la construction et à l'exploitation de la mine et au fonctionnement de l'usine a fait l'objet d'une étude présentée au chapitre 6; les principales répercussions sont décrites ci-dessous. Les normes acoustiques applicables au projet sont tirées de la *Directive 019* (avril 2005).

Sources d'impact direct

Lors de la construction, le milieu sonore sera modifié par les activités liées à l'implantation des infrastructures et des équipements miniers. La circulation des véhicules lourds et l'emploi de machinerie spécialisée génèrent un bruit de l'ordre de 85 dB(A) à 15 m, ce qui perturbe l'ambiance sonore et le confort des travailleurs. Les travailleurs au campement situé le long de la route d'accès ne seront pas affectés par le bruit des engins de chantier mais le seront par la circulation en général. L'exploitation des bancs d'emprunts ne devrait pas générer de nuisances sonores puisqu'ils sont situés à des distances supérieures aux normes prescrites par règlement pour les récepteurs.

Lors de l'exploitation, certains postes de travail devraient avoir des niveaux sonores supérieurs à 90 dB(A), notamment les opérateurs de pelles hydrauliques et les foreurs. Dans l'ensemble, le bruit industriel généré par les activités minières est supérieur à 40 dB(A) jusqu'à deux kilomètres autour de la fosse et de l'usine. Le bruit des activités de la mine à ciel ouvert respecte le *Règlement sur les carrières et sablières* (Q-2, r.2) en raison de l'absence de zone résidentielle, commerciale ou mixte et d'habitation.

Le bruit lié à la circulation des camions de transport du concentré de fer entre l'usine et le poste de transbordement est sous 40 dB(A) à 250 m de part et de d'autre de la route d'accès. Il a été choisi d'utiliser des camions semi-remorques conventionnels à bennes basculantes pour cette opération. Pour déplacer les milliers de tonnes de concentré produites quotidiennement, les estimations préliminaires indiquent qu'un chargement quittera le centre de traitement toutes les 6 minutes. En réalité, ceci représente un total d'environ 20 passages par heure sur la route d'accès. Ce trafic représente près de 500 passages de véhicules lourds par jour et constitue une source de bruit potentiellement significative, puisque leur trajet est très étendu et intensif.

Les opérations au poste de transbordement le long de la voie du CN se font en grande partie dans un garage chauffé qui atténue en partie le bruit produit. En plus d'une motrice, le poste est équipé de deux souffleuses et d'une station de déchargement des camions provenant de la mine. Encore une fois, il s'agit de sources de bruit dont le fonctionnement devrait rester sporadique et de faible intensité en comparaison avec les trains du CN passant à proximité. À ce stade du projet, l'aménagement du poste de transbordement ne semble pas présenter de risque particulier d'impact sonore. Néanmoins, une zone d'un rayon de 2 km a été circonscrite autour du poste pour indiquer la limite après laquelle le niveau sonore sera inférieur à 40 dB(A).

L'éventuel impact sonore du projet minier sur la faune ne peut pas être commenté. Il est cependant acquis que la création de nouvelles sources de bruit et les dynamitages affecteront certaines espèces et certainement l'orignal, mais cet aspect n'est pas assez bien documenté pour être analysé plus en détails.

Sources d'impact indirect

Il n'y a pas d'impact indirect notable sur le milieu sonore. Le bruit pourrait néanmoins se propager à des distances variables en raison des vents porteurs.

Signification de l'impact

Les activités liées à l'utilisation des engins de chantier pour la construction génèreront un niveau de bruit qui se situe à l'intérieur des limites fixées par la *Directive 019*. L'ambiance sonore sera modifiée sur les lieux de travail. Un groupe restreint de travailleurs pourraient être soumis à un niveau de bruit excédant les normes en matière de santé et sécurité au travail. Pendant l'exploitation, le bruit industriel dépasse en effet le seuil de 90 dB(A) à certains postes de travail. Les travailleurs devront avoir recours à des équipements de protection personnels.

En vertu de la *Directive 019*, l'impact appréhendé sur le milieu sonore est faible de même que son intensité. Dans un contexte naturel, la valeur du milieu sonore est forte. L'envergure de l'impact est locale. Sa signification est donc mineure. Il y a cependant deux exceptions, soit au niveau du camp des travailleurs et des camps de chasse de la famille Wapachee. Ces installations sont en effet près de la route et auront à subir des niveaux de bruits supérieurs à 50 dB(A) (chapitre 6) et vraisemblablement supérieurs à 70 dB(A). Dans de telles conditions, l'ambiance sonore causée par le transport et la circulation en général ne serait pas compatible avec la vocation de ces installations. L'impact appréhendé au niveau de ces installations est fort, la valeur des éléments est forte et la résistance et donc forte. L'intensité de l'impact est moyenne et son envergure ponctuelle. L'impact anticipé au niveau du camp des travailleurs et des camps de chasse de la famille Wapachee est intermédiaire.

Hormis les cas précités, l'étude sur le milieu sonore (chapitre 6) a démontré que le bruit ne se propage pas jusqu'au milieu bâti, situé à plus de 10 kilomètres de l'exploitation minière. Dans ces conditions, la signification de l'impact du projet sur le milieu sonore à l'extérieur de l'aire d'influence de l'exploitation est négligeable.

Lors de la construction, la durée de l'impact sur le milieu sonore est courte et discontinue puisque les activités se dérouleront sur un période maximale de deux ans. Par contre, lors de l'exploitation la durée de l'impact est moyenne puisqu'il se fera sentir pendant près de 15 ans.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 59, 60.

Mesures d'atténuation particulières

MS1 Vérifier le climat sonore au site minier, le long de la route 210 et au poste de transbordement, une fois par an durant les trois premières années, soit de 2012 à 2014. Par la suite, reprendre un inventaire du climat sonore à tous les quatre ans ou lors de l'ajout notable d'équipements supplémentaires. Prévoir une compilation des niveaux de bruit aux limites des terrains de BlackRock.

MS2 Inclure la puissance acoustique comme un critère de sélection des équipements les plus bruyants du projet.

MS3 Lorsque applicable, pour les différents types de camions, choisir des bennes à revêtement flexible.

MS4 Concevoir les modules du campement de façon à répondre aux critères de confort acoustique reconnus. Planifier l'aménagement du campement de manière à éloigner les locaux les plus sensibles des sources de bruit locales ou du chemin 210 (chambres, salles à manger et espaces de détente). Construire une berme de protection entre le camp et la route pour réduire l'influence de la circulation des véhicules lourds.

MS5 Le suivi sonore devra être effectué au campement immédiatement après sa mise en place et pendant une période d'activité représentative. Les niveaux sonores diurnes et nocturnes ne devraient pas dépasser 45 dB(A) en périphérie des dortoirs. Les mesures de niveaux sonores au campement devraient être reprises sur une base annuelle.

MS6 Des mesures dosimétriques doivent être réalisées à chacun des postes de travail au moins une fois l'an. Les doses journalières de bruit des travailleurs sont obtenues avec l'aide de dosimètres intégrateurs. Le dosimètre intégrateur est un appareil portatif installé à la ceinture du travailleur. Le microphone relié au dosimètre intégrateur se fixe sur l'épaule du travailleur. Les niveaux de bruit sont intégrés pour obtenir la dose quotidienne de bruit du travailleur qui porte l'appareil. Les mesures dosimétriques devront se faire dès la première année du début de l'exploitation.

MS7 Les employés des postes de travail dont la dose journalière de bruit est supérieure à 90 dB(A) doivent porter des protecteurs auditifs conformes à la norme ACNOR Z94.2-1974. Si applicables, les mesures correctives pour réduire le bruit sous la limite permise devraient être mises en place, notamment l'installation d'écrans acoustiques et de silencieux. L'utilisation de matériaux absorbants sur les surfaces vibrantes et, lorsque requis, l'insonorisation des locaux de travail seront également effectuées. Les postes de travail dont la dose journalière de bruit calculée est supérieure à la norme sont ceux des opérateurs de chargeuse, de bélier mécanique et de niveleuse, ainsi que les opérateurs du concentrateur.

MS8 L'affichage du port obligatoire d'équipement de protection auditif sera systématique à tous les endroits dont le niveau sonore est supérieur à 90 dB(A) afin de protéger également les

employés qui n'ont pas de postes fixes, tel que les mécaniciens, les électriciens, etc., qui peuvent travailler dans un endroit bruyant pendant toute la durée de leur quart de travail.

MS9 L'utilisation d'écrans/cabines acoustiques aux postes de travail, le port de protecteurs auditifs, l'alternance aux postes de travail, sont d'autres mesures de réduction du bruit qui seront utilisées.

Impacts résiduels

L'application des mesures d'atténuation et le respect de la réglementation rendront le milieu sonore conforme en matière de santé et sécurité au travail. Le bruit industriel perturbera toutefois l'ambiance sonore locale autour des équipements (site minier et poste de transbordement)

12.3.6 Impact sur le milieu naturel - Flore

Sources d'impact direct

C'est principalement lors de la phase construction que la végétation arborescente subira les impacts du projet. Le déboisement nécessaire à l'aménagement des sites et à l'implantation de la route d'accès est la principale source d'impact direct sur la strate arborescente. Le couvert végétal touché par les équipements miniers incluant les milieux humides totalise quelque 588 hectares et 39% de cette superficie a déjà fait l'objet de coupes commerciales. La régénération occupe une superficie de 43,5 hectares, les groupements jeunes 72,5 hectares, et les groupements matures 147,5 hectares. Au site minier, les groupements matures formés d'épinettes noires sont dispersés en petites parcelles qui ont été épargnées par les coupes forestières. De plus, au niveau du gisement, la surface a été nettoyée à maintes reprises pour les activités d'exploration.

La flore des milieux humides sera graduellement affectée lors de la construction et de l'exploitation. Ainsi, quelques 0,5 et 3,0 hectares seront perdus au niveau de la route d'accès et du camp des travailleurs. À la fin des opérations, 75 hectares de milieu humide seront aussi perdus au niveau du site minier.

La construction de la route d'accès entre le chemin 210 et le lac Yvette affectera aussi des espaces dénudés ou semi-dénudés secs, quelques plantations de pins rouges, 2 hectares de groupements jeunes et en régénération et 0,5 hectare de peuplement mature.

Du côté du poste de transbordement, des groupements jeunes et en régénération de même que quelques plantations de pins rouges seront perdus pour l'implantation de la voie d'évitement et des entrepôts abritant le minerai. Les groupements matures à cet endroit (55 hectares) sont localisés à l'extrémité est de la zone de transbordement et ne seront vraisemblablement pas touchées. C'est également le cas pour les 18 hectares de milieux humides localisés en grande partie dans le même secteur. Le couvert végétal sera affecté pour toute la durée de vie du projet.

Sources d'impact indirect

À titre d'impact indirect, l'analyse des espèces menacées ou vulnérables, présentée au chapitre 7, montre que plusieurs espèces au sens de la Loi sur les espèces en péril (LEP) sont susceptibles de se trouver dans la zone d'étude; leur présence demeure toutefois théorique puisqu'aucune d'entre elles n'a été formellement observées.

Le transport et la circulation intensive entre le site minier et le poste de transbordement généreront des poussières qui se déposeront sur la végétation adjacente à la route. Ces matières particulaires peuvent interférer au niveau de photosynthèse, modifier la structure pédologique et détériorer l'habitat. Une autre source d'impact indirect est causée par l'augmentation du ruissellement et de l'infiltration. Ceci peut provoquer un apport supplémentaire de particules fines vers les cours d'eau.

Signification de l'impact

La végétation comprise dans les milieux humides a été traitée de façon distincte au paragraphe 12.3.1. En ce qui concerne les différents peuplements forestiers (forêt mature, plantation, groupements jeunes, régénération et les secteurs de coupes forestières), ils offrent différentes résistances environnementales face au projet. Tous subiront un impact de signification mineure compte tenu de la faible intensité de l'impact (l'intégrité de l'élément n'est pas remise en cause). L'impact se fera sentir sur de petites surfaces (envergure ponctuelle). Pour ces raisons, l'impact du projet sur la végétation, incluant les espèces végétales menacées susceptibles de se trouver dans la zone d'implantation du projet, est jugé mineur.

L'impact du projet sur la végétation sera de longue durée parce que la revégétation se fera sur plusieurs années après le démantèlement des infrastructures et la restauration des lieux. À ce stade, il est aussi plausible que des essences indigènes arborescentes ne puissent pas recoloniser certains milieux, tels les parcs à résidus.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 1 à 8, 61 à 64.

Annexe 12.2 : croquis explicatifs.

Mesures d'atténuation particulières

FI1 Le déboisement progressif des aires de travail et la restauration également progressive des sites de résidus permettront de minimiser l'érosion et de favoriser la reprise du couvert végétal.

FI2 La terre végétale sera décapée progressivement et conservée pour les besoins de restauration. À l'intérieur des parcs à résidus, il est recommandé de maintenir la couche organique comme zone tampon entre les rejets et le sol sous-jacent.

Impacts résiduels

Malgré l'application des mesures d'atténuation et du plan de restauration, le stade climacique de la végétation (pessière) dans le secteur de la fosse et des parcs de rejets pourrait ne jamais revenir à cause du nouveau type de sol (profil - horizon pédologique, composition physico-chimique). Pour les autres surfaces touchées (routes d'accès, usine, garage, poste de transbordement), l'évolution des espèces vers le stade climacique sera retardée d'une vingtaine d'années.

12.3.7 Impact sur le milieu naturel - Faune

Les ruisseaux avec un débit permanent qui coulent sur des lits en pente formés de gravier, comme le ruisseau Villefagnan, sont des habitats favorables au développement et au maintien de la faune aquatique en général. Les cours d'eau intermittents et les milieux mal drainés sont des habitats de faible productivité pour la faune aquatique. Tous les milieux peuvent cependant receler de nombreux organismes du premier niveau trophique.

Malgré leur faible productivité, les milieux lentiques de la zone minière constituent de bons habitats pour le castor. La dénivelée marginale du terrain permet aisément d'y implanter des barrages et de les maintenir opérationnels indépendamment des événements climatiques. Ceci entraîne la prolifération de poissons fourrage, notamment des cyprinidés, et permet à un prédateur comme la loutre de s'insérer dans cette niche écologique. Toujours au niveau des prédateurs, le milieu aquatique, bien que peu diversifié, soutient la présence d'un couple de balbuzards pêcheurs. L'orignal utilise aussi intensivement les plans d'eau et les milieux humides qui les bordent pour son alimentation et les forêts matures adjacentes comme habitat hivernal. À ce portrait, il faut ajouter un nombre restreint d'espèces d'oiseaux ainsi que différents petits mammifères. En résumé, bien que la productivité du milieu soit faible, il maintient un équilibre écologique profitable pour un nombre également restreint d'oiseaux, de mammifères et d'espèces aquatiques. Les impacts du projet sur la faune se feront sentir au cours de la construction et de l'exploitation.

Sources d'impact direct

Lors de la construction, le déboisement et la préparation des sites élimineront des habitats et causeront des répercussions pour la faune. La plupart des espèces sont assez flexibles pour pouvoir se déplacer. Les espèces dont le domaine vital est très restreint, comme le triton vert à point rouge, les petits mammifères comme le campagnol lemming de Copper et bon nombre de poissons risquent d'être éliminés au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les habitats hivernaux pour l'orignal en périphérie du site minier, de même que des sites d'alimentation estivale seront affectés par le projet. C'est également le cas de l'aire de nidification d'un couple de balbuzards pêcheurs. L'élimination des lacs B-14, B-12 et de leur émissaire commun (chapitre 8) éliminera une population locale d'omble de fontaine. La réduction du débit du lac Jean aura un impact direct sur la faune qui l'habite ou le fréquente. Le rejet ponctuel d'eau provenant du lac Denis dans le bassin des lacs B-1, B-2 et A-1 est également susceptible d'affecter l'équilibre de ce petit réseau.

En ce qui concerne la route d'accès, elle est construite en grande partie et le nouveau tronçon passe dans des endroits dénudés, secs et ouverts. L'impact de la route sur la faune, et particulièrement sur les frayères connues, ne devrait pas se faire ressentir de façon significative.

Sources d'impact indirect

L'empiètement dans l'eau des haldes et des parcs à résidus, la dérivation de cours d'eau et la mise en place d'un réseau de drainage entraîneront des particules fines dans le réseau hydrographique et pourront perturber la vie aquatique. La réduction du débit du ruisseau Villefagnan en aval du lac Jean pourrait avoir des répercussions indirectes sur les habitats et les espèces aquatiques.

Le déplacement de plusieurs espèces animales hors de la zone des travaux pourrait entraîner une hausse de la densité des individus en périphérie et une augmentation de la prédation. La présence des travailleurs lors de la construction et de l'exploitation est susceptible d'entraîner une augmentation des activités de chasse et de pêche.

L'utilisation intensive de la route d'accès aura pour effet de constituer une barrière limitant le passage de certaines espèces terrestres ou d'accentuer le risque de collision avec la faune. La circulation augmentera l'émission de poussières qui retomberont sur la végétation avoisinante et dans les cours d'eau. L'accumulation de poussières peut modifier de façon locale la qualité des habitats terrestres et perturber l'habitat du poisson, notamment les sites de frayères en bordure de la route 210 (ruisseau Wynne, ruisseau Audet).

Signification de l'impact

Même si la résistance de la faune vis-à-vis du projet est forte, l'intensité de l'impact est moyenne. Les habitats aquatiques ont une faible productivité. Quant aux habitats terrestres affectés, ils ne se distinguent pas par leur unicité. Ils sont en effet communs dans le territoire. Le projet détruira des milieux propices à certaines espèces sans toutefois remettre en cause leur intégrité. Le projet engendrera une modification limitée de leur répartition dans le milieu; plusieurs espèces pourront facilement se déplacer pour gagner des milieux similaires de subsistance. L'impact a une envergure locale, car il s'étend à la limite de l'aire d'influence du projet. Dans ce contexte, on obtient un impact de signification intermédiaire.

La durée de l'impact est moyenne puisqu'elle débutera à la phase de la construction et se terminera quelques années après la fermeture de la mine, soit dans plus de 15 ans, une fois que les lieux seront restaurés et que le milieu retrouvera un nouvel équilibre environnemental.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 1 à 8, 65 à 67.

Annexe 12.2 : croquis explicatifs.

La mesure courante n^{o} 67 est particulièrement importante parce qu'elle se rapporte à la période des travaux qu'il faut respecter afin de ne pas nuire à la reproduction de certaines espèces.

Mesures d'atténuation particulières

Fa1 En collaboration avec le maître de trappe, un suivi devra porter sur la qualité des habitats hivernaux de remplacement pour l'orignal dans le lot de piégeage O-59. Des travaux compensatoires devront soit permettre d'en améliorer le potentiel ou tout au moins de faciliter la gestion générale des ressources fauniques du lot de piégeage O-59.

Fa2 Pendant la première année de construction, ne pas effectuer de travaux à moins d'un kilomètre du lac Coil de la mi-avril à la fin août : périodes de nidification, d'incubation et de dépendance des jeunes balbuzards pêcheurs.

Fa3 Une étude devra être effectuée afin d'identifier des sites de nidification de remplacement pour le balbuzard pêcheur et pour mettre en place des plates-formes de nidification. Cette mesure pourrait aussi être aussi bénéfique au pygargue à tête blanche qui est présent dans la région du lac Chibougamau.

Fa4 Avoir recours à priori aux services du maître de trappe cri pour prélever les animaux à fourrure dans les secteurs qui seront touchés par les aménagements. Cette mesure s'applique également au piégeage (novembre à mars) et au déplacement (avril à octobre) de castors. Cette mesure s'applique aussi pendant l'exploitation pour le castor pour qui les ponceaux sont un indicatif de premier ordre pour construire un barrage.

Fa5 BlackRock interdira l'accès au site industriel à des fins autres que le travail. Les activités de pêche à l'intérieur des limites de la propriété seront donc exclues.

Fa6 Un programme de compensation pour la perte d'habitat du poisson devra être défini en détails. Les sites qui vont faire l'objet d'études plus approfondies sont la rivière Armitage, le lac Denis, le lac A-2 et l'ensemble du ruisseau Villefagnan incluant ses deux principaux embranche-ments ainsi que le ruisseau Wynne et le ruisseau Audet. Les études et la mise en œuvre des travaux seront réalisées en concertation avec le maître de trappe du lot O-59. Les rapports d'étape seront soumis à Pêches et Océans Canada, de même qu'au ministère des Ressources Naturelles pour commentaires et approbation.

Impacts résiduels

Malgré l'application des mesures d'atténuation courantes et particulières et du plan de restauration du site minier, certains habitats ne seront jamais récupérés selon leur condition d'origine, principalement dans le secteur des parcs de résidus et de la fosse. La dynamique des populations animales dans ces secteurs sera donc modifiée de façon permanente.

Mesures de compensations

L'aménagement de seuils pourrait rendre la partie amont de la rivière Armitage et du ruisseau Villefagnan accessibles au doré. Les aménagements potentiels au ruisseau Villefagnan et au

lac A-2 impliquent également l'omble de fontaine. La productivité de l'habitat pourrait aussi être améliorée par la création du réservoir au lac Denis et par des aménagements au ruisseau Wynne. Certaines de ces mesures s'harmonisent avec le programme de gestion intégrée des ressources halieutiques afin d'accroître la production d'espèces recherchées et de maintenir le pêche sportive dans le lac Chibougamau. Ces études et travaux seront effectués en concertation avec le maître de trappe du lot de piégeage O-59. La section 12.5 donne un aperçu des possibilités précitées.

12.3.8 Impacts sur le milieu humain – Milieu bâti

Il n'y pas de résidence permanente dans la zone d'influence directe du projet; on recense quelques camps de chasse et pêche appartenant au maître de trappe du terrain de piégeage O-59 (Philip Wapachee) dans le secteur du lac André, en bordure de la route d'accès (chemin forestier 210). Dans la zone d'influence régionale, l'agglomération de Chibougamau se trouve à une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau au nord-ouest de la fosse, de l'autre côté du lac Chibougamau, et à plus de 60 km via le chemin 210 et la route provinciale 167. Du côté de la MRC Le Domaine-du-Roy, les camps de chasse et pêche se situent autour du lac Vimont, soit à une douzaine de kilomètres au sud-est du gisement.

Sources d'impact direct

L'impact direct du projet sur le milieu bâti (camp Wapachee) est essentiellement occasionné par la circulation sur le chemin 210. Le volume de circulation sera important dès le début de la phase construction et s'accroîtra à la phase exploitation.

Durant l'exploitation, le passage régulier de centaines de camions transportant quotidiennement le concentré de fer au poste de transbordement, la circulation des travailleurs et des fournisseurs, se traduiront par des répercussions significatives. Le bruit, la poussière, l'émission de contaminants atmosphériques compromettront la qualité de l'environnement et la sécurité des utilisateurs du chemin ou des camps de chasse.

Sources d'impact indirect

Il n'y a pas d'impact indirect sur le milieu bâti.

Signification de l'impact

La résistance du milieu bâti est forte. L'intensité de l'impact est aussi forte alors que son envergure est ponctuelle. Le projet provoque un impact intermédiaire sur le milieu bâti.

La durée de l'impact est moyenne parce qu'elle se fera sentir pendant la construction et la vie du projet. L'impact se répercutera quelques années après la fin de l'exploitation si l'on considère le temps requis pour le démantèlement des équipements et la restauration des lieux.

Mesure d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 57, 59, 60.

Mesure d'atténuation particulière

MB1 Relocaliser le camp de la famille Wapachee dans un secteur non affecté par la circulation. Les discussions progressent de façon positive à ce sujet entre BlackRock et le maître de trappe du terrain de piégeage O-59. L'endroit privilégié par la famille Wapachee se situe au niveau du ruisseau Wynne, à proximité du lac Stella. Le ruisseau Wynne donne accès aux lacs Pillow, Stella, Armitage, à la rivière du même nom et au lac Chibougamau. Cette mesure devra être mise en place avant le début de la construction.

12.3.9 Impact sur le milieu humain - Utilisation du sol

Cet élément regroupe les activités humaines liées à la foresterie incluant l'exploitation des ressources primaires, à la villégiature, au tourisme et les activités traditionnelles. Les activités forestières à grande échelle sont terminées en périphérie du projet minier et il n'y a pas de projets d'exploitation minière qui sont amorcés dans le secteur. Les autres types d'utilisation se font sur une base saisonnière et extensive.

Sources d'impact direct

Dès le début de la construction, l'utilisation du sol sera affectée par la circulation engendrée par les travaux au camp des travailleurs, au poste de transbordement, au site minier et pour la construction de la route d'accès. Sur les sites de construction, l'utilisation du sol sera touchée ponctuellement, mais l'utilisation intensive du chemin 210 par les travailleurs rendra difficile l'utilisation du chemin par des tiers. Quelques 600 hectares de terrain changeront progressivement de vocation.

L'impact se prolongera à l'exploitation en raison des activités minières, de la présence des équipements (parcs de rejets, usine) et du transport intensif sur la route 210. Les activités de chasse et de pêche seront compromises en périphérie des installations minières et de la route joignant le poste de transbordement au site minier. Les tiers exploitant les ressources primaires auront également à composer avec cette nouvelle réalité. Il faut cependant préciser que la récolte de ressources fauniques terrestres à proximité des installations est de toute façon non compatible avec les critères de sécurité propres à l'opération de la mine.

Sources d'impact indirect

Les activités minières affecteront indirectement les autres types d'utilisation potentielle du sol, comme la villégiature et le tourisme extensif. Le projet est de grande envergure, ce qui confirmera dans les faits la vocation minière de tout le secteur dans l'axe du chemin 210, à l'est du lac Chibougamau. Le projet touche peu les activités forestières dans la mesure où elles sont pratiquement terminées dans la zone d'influence du projet. Elles ne devraient pas reprendre avant 2030 ou 2050, selon les secteurs.

Signification de l'impact

La résistance de l'élément ''utilisation du sol'' est jugée forte parce que le projet compromet en grande partie d'autres activités non industrielles valorisées dans l'axe du chemin 210 et au site minier. Le projet est cependant conforme au zonage municipal. L'intensité de l'impact du projet

sur le milieu est forte parce qu'il compromet ou limite d'une manière importante l'utilisation de cette composante pour la population et les utilisateurs traditionnels du territoire. Ces derniers ont des droits enchâssés dans la CBJNQ. L'étendue ou l'envergure de l'impact est locale parce qu'il s'étend sur bande linéaire d'une trentaine de kilomètres.

À l'exception de la route d'accès qui est déjà en place (chemin 210), du chemin a bâtir (dans l'axe d'un ancien chemin forestier) et du camp des travailleurs (installation temporaire pour la construction, l'impact du projet sur l'utilisation du sol est jugé majeur.

La durée de l'impact est moyenne et se fera sentir de façon continue pendant la construction et toute la vie du projet. L'impact se répercutera pendant quelques années de façon moins importante après la fin de l'exploitation, si l'on considère le temps requis pour le démantèlement des équipements et la restauration des lieux.

Mesures d'atténuation courantes

Annexe 12.1 : mesures 1 à 57, 59 à 67.

Annexe 12.2 : croquis explicatifs.

Mesures d'atténuation particulières

US1 Aviser le maître de trappe, les autorités municipales, les autres utilisateurs et le public en général de la période des travaux, des impacts sur l'utilisation du sol et de l'incidence sur leur sécurité.

US2 Mettre en place la signalisation aux endroits à risques sur la route d'accès : par ex., au km 200 de la route 167, à la jonction du chemin menant au poste de transbordement et aux intersections d'autres chemins forestiers, au camp des travailleurs, à l'usine et sur le site minier.

US3 En collaboration avec l'Association Touristique Régionale et les hôteliers, produire et diffuser de la documentation écrite pour les chasseurs et pêcheurs qui utilisent le territoire pour la pêche au doré et la chasse à l'ours. Promouvoir les accès alternatifs au territoire et préciser les dangers des activités touristiques sur l'axe de la route 210 entre le site de transbordement et le site minier.

US4 Les fournisseurs, le maître de trappe et les autres exploitants de ressources primaires utilisant la route 210 doivent être dotés des mêmes équipements de communication radio que ceux utilisés par les véhicules de transport du concentré. Tous les utilisateurs de la route 210 associés directement ou indirectement au projet minier, y compris les autres exploitants de ressources primaires, doivent signaler leur présence aux autres transporteurs dès leur arrivée sur la route 210 et successivement à des bornes kilométriques prescrites.

Impacts résiduels

Malgré l'application des mesures d'atténuation, tout le secteur entre le poste de transbordement et le site minier, sera sous l'influence des activités minières intensives. Ceci réduira ou éliminera possiblement d'autres possibilités d'utilisation du sol.

12.3.10 Impact sur le milieu humain - Économie et emploi

L'investissement de base (coûts directs et indirects) pour la construction et la mise en opération du projet s'élève à 609 M$. Les coûts directs sont de l'ordre de 400 M$ et comprennent, principalement les équipements électriques, les infrastructures, et les équipements de production. Les coûts indirects d'environ 153 M$ comprennent les études d'ingénierie, la gestion des travaux, la construction, la mise en exploitation et les frais contingentés. Le chapitre 4 de la présente étude donne les détails des coûts du projet et des besoins en personnel.

Sources d'impact direct

Le projet aura des répercussions positives directes sur l'emploi et les retombées économiques locales et régionales à toutes les étapes de sa réalisation. L'achat de biens et de services pour la construction et l'exploitation de la mine, ainsi que l'embauche d'employés se feront en priorité à l'intérieur des municipalités de Chibougamau et Chapais ainsi que des communautés d'Oujé-Bougoumou et Mistissini.

Durant la construction, BlackRock compte embaucher des travailleurs pour le déboisement, la mise en place de la route d'accès, la préparation des sites, l'implantation des bâtiments et des infrastructures minières. Une moyenne de 200 travailleurs répartis sur deux ans (2012-2014) est prévue avec des périodes de pointe pouvant aller jusqu'à 500 travailleurs pour la construction. BlackRock peut compter sur une expertise locale et régionale bien structurée et diversifiée pour combler une partie significative de ses besoins (voir le chapitre 2, section 2.3.7.2). Dans l'éventualité d'une demande en emploi supérieure à l'offre régionale, les représentants des organismes de formation et de développement économique sont en mesure de mettre sur pied des programmes pour appuyer BlackRock.

La compagnie prévoit avoir recours annuellement aux services de 80 à 160 travailleurs durant l'exploitation (2014-2028). En prenant un salaire moyen de 100 000 $ et le nombre moyen de travailleurs, on obtient une masse salariale annuelle de l'ordre de 12 M$. Selon un taux d'imposition provincial et fédéral combiné de 30%, les deux paliers de gouvernement peuvent encaisser quelque 3,6 M$ sur une base annuelle et 54 M$ non actualisé en 15 ans.

L'exploitation de la mine nécessitera des déboursés de plusieurs millions pour l'achat de camions lourds et de camionnettes, de tracteurs et d'équipements de forage. À titre indicatif, plus de 55 M$ d'équipements miniers de base seront achetés des la première année d'opération. Seulement l'achat d'hydrocarbures représente un montant annuel approximatif de 14 M$.

À l'échelle municipale, le taux industriel de taxation annuel est de 3,21 $ par 100 $ d'évaluation, applicable sur les bâtiments de grande dimension (usine, garage). L'envergure des bâtiments assure des retombées fiscales considérables à la municipalité de Chibougamau.

Sources d'impact indirect

Les impacts indirects sur l'économie et l'emploi touchent l'entretien des équipements et les services : entretien des routes, déneigement, entretien des bâtiments et de la machinerie lourde, pièces d'équipement et services sanitaires. L'achat de biens et de services englobe également la restauration et l'hébergement, l'habillement, la location de voitures et de camions, l'achat ou la location d'outils et de machinerie, de même que les besoins en transport aérien et routier, essence, quincaillerie et loisirs. BlackRock va aussi encourir des dépenses de gestion comprenant l'entretien de ses bureaux, les fournitures de bureau, les services de cafétéria, la formation du personnel, l'environnement, les communications, etc. Tous ces besoins se traduisent par des dépenses majeures dans la région.

En plus des retombées sur les entreprises de la région et la création d'emplois indirects, le potentiel de création de nouvelles entreprises est aussi important. L'injection soutenue pendant 15 ans de nouvel argent dans l'économie régionale aura des répercussions indirectes sur la qualité de vie des citoyens. Ceci se traduira par l'amélioration du niveau de vie de plusieurs familles, favorisera la sécurité d'emploi et entraînera une stabilité économique et sociale à l'échelle locale et régionale.

BlackRock doit aussi compter sur l'expertise d'un certain nombre de travailleurs de l'extérieur de la région. Ceci pourra entraîner une légère hausse de la population et une demande accrue des services, notamment, en santé et en éducation. Les travailleurs de l'extérieur qui seront requis sur une base plus ponctuelle vont notamment avoir un impact sur l'offre d'hébergement et de restauration.

Pour les municipalités de Chapais et de Chibougamau et les communautés d'Oujé-Bougoumou et Mistissini, les impacts positifs en matière d'emploi et de contrats sont attendus avec intérêt.

Mesure d'atténuation particulière

E1 Privilégier l'emploi pour la famille immédiate du maître de trappe, notamment en ce qui concerne le devenir environnemental de son territoire. Ceci inclut les études biologiques et de suivi, la mise en place des mesures de compensation pour la faune et les milieux humides ainsi que l'amélioration générale du potentiel faunique du lot de piégeage O-59.

Mesures d'optimisation

- Mise en œuvre par la compagnie et la communauté de programmes de formation de personnel pour répondre aux besoins du projet.
- Mise en place de mécanismes d'interaction entre les centres d'emploi des diverses communautés de la région et la compagnie.

- Privilégier l'embauche de travailleurs et d'entrepreneurs de Chibougamau, Chapais, Oujé-Bougoumou et Mistissini. Privilégier par la suite les régions limitrophes du Saguenay-Lac St-Jean et de l'Abitibi.
- Mise en place par BlackRock d'une équipe de formateurs cris ayant acquis une expérience similaire sur les projets miniers, notamment celui de Troïlus.
- Formation d'une table de concertation pour élaborer et faire le suivi de la stratégie d'optimisation des retombées économiques.

12.3.11 Impact sur le milieu humain - Archéologie

L'élément ''archéologie'' ou ''patrimoine'' n'est pas inscrit dans la matrice des impacts (figure 12.3), ni dans le tableau du résumé des impacts sur le milieu (tableau 12.3), parce que la recherche de vestiges archéologiques ou patrimoniaux s'est avéré infructueuse. En effet, une quinzaine de zones archéologiques potentielles avaient été identifiées entre la route provinciale 167 et le lac Chibougamau, au nord du gisement, incluant le poste de transbordement, le couloir de la route d'accès et le site des infrastructures minières (fosse, parcs à résidus, usine).

Plus de 500 sondages dans les zones de potentiel archéologique ont confirmé l'absence d'artéfacts ou d'objets ayant une valeur historique ou préhistorique. Les impacts du projet sur l'archéologie et le patrimoine historique sont, selon toute vraisemblance, nuls. La conclusion de l'étude archéologique se résume ainsi : *Les travaux miniers peuvent donc être entrepris par Métaux BlackRock dans les secteurs inventoriés sans risque pour la ressource archéologique*.

Néanmoins, pour se conformer à la Loi sur les biens culturels (L.R.Q., chapitre B-4), les entrepreneurs en construction et le promoteur seront tenus de cesser leur activité et d'aviser la Direction régionale du ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine (MCCCF) s'ils trouvaient des indices archéologiques. BlackRock serait alors tenu d'en faire l'inventaire. La mesure préventive suivante s'applique.

PA1 Dans l'éventualité ou des vestiges archéologiques ou d'intérêt patrimonial sont découverts, les travaux doivent cesser immédiatement et le MCCCF doit en être avisé (*Loi sur les bien culturels*, article 41); il est interdit d'enlever quoi que ce soit et de déplacer les objets et les vestiges.

12.4 IMPACTS SUR LE PAYSAGE

L'analyse visuelle couvre le territoire autour du gisement projeté, sur une vingtaine de km de rayon, et s'intéresse aux points de vue « sensibles » tels que les routes, en particulier le chemin public 210 à partir de la route 167, les secteurs de villégiature ou points d'observation à partir desquels les installations minières pourraient être perceptibles. La zone d'étude se caractérise par un relief ondulé et de faible amplitude.

Le paysage est un élément naturel ou aménagé qui se présente à l'observateur. De façon générale, le territoire étudié reflète une forte présence de l'activité humaine passée et présente

(activité minière et forestière) qui a pour conséquence un morcellement important du milieu naturel.

Le paysage a une valeur relative en fonction de son unicité, de sa position géographique (perception) ou de son utilisation. La détermination des impacts visuels suit une méthodologie qui lui est propre.

12.4.1 Méthodologie

La méthode d'évaluation des impacts visuels utilisée dans le cadre du cette étude réfère à celle proposée par Hydro-Québec (1992), *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition*, laquelle a été adaptée aux besoins du projet.

La première étape du processus consiste à évaluer le niveau de résistance de ces unités face aux installations minières à la suite du découpage du paysage en unités paysagères spécifiques sur la base de leur unicité et de leurs caractéristiques. Au degré de résistance s'ajoutent l'évaluation du degré de perception par l'observateur et l'étendue de l'impact dans le milieu; trois paramètres qui permettent d'établir l'importance de l'impact de nouvelles infrastructures dans le paysage.

Détermination du degré de résistance du paysage

Le degré de résistance du paysage est établi selon deux critères, soit la capacité de dissimulation du paysage et la valeur qui lui est accordée (voir tableau 12.4). La capacité de dissimulation est établie en tenant compte de la capacité d'absorption et de la capacité d'insertion du paysage au regard de l'implantation d'une infrastructure. La capacité d'insertion réfère à la compatibilité physique des composantes du paysage avec les nouvelles structures à implanter dans le milieu (échelle, caractère de l'objet). La capacité d'absorption, pour sa part**,** réfère à la capacité du paysage à dissimuler, à intégrer des nouvelles composantes sans transformer son caractère particulier. L'absorption est liée à la facilité d'accès visuel, découlant de la configuration du milieu et du type d'équipement projeté.

La valeur accordée est déterminée par la qualité intrinsèque du paysage et à l'intérêt qui lui est accordé d'après la vocation du milieu.

Évaluation du degré de perception par l'observateur

Le degré de perception de l'équipement est établi à partir du degré d'exposition visuelle de l'observateur face aux installations projetées, ainsi qu'en tenant compte de la sensibilité de l'observateur vis-à-vis du paysage perçu (voir tableau 12.5). Le degré d'exposition est lié à la portion du champ visuel altéré par les équipements, à l'éloignement relatif et à la position de l'observateur par rapport aux installations projetées, tandis que la sensibilité de l'observateur est définie selon l'intérêt porté au paysage en fonction de l'activité pratiquée et de sa mobilité.

Évaluation de l'étendue de l'impact

L'étendue de l'impact tient compte du rayonnement de l'impact, c'est-à-dire sa portée physique, du nombre d'utilisateurs touchés ainsi que de la durée de l'impact (voir tableau 12.6).

Tableau 12.4 Grille de détermination du degré de résistance du paysage

Valeur accordée	Capacité de dissimulation		
	FAIBLE	MOYENNE	GRANDE
FORTE	forte	moyenne	faible
MOYENNE	moyenne	moyenne	faible
FAIBLE	faible	faible	faible

Tableau 12.5 Grille d'évaluation de la perception par l'observateur

Sensibilité de l'observateur	Degré d'exposition		
	FORT	MOYEN	FAIBLE
GRANDE	Forte	Moyenne	Faible
MOYENNE	Moyenne	Moyenne	Faible
FAIBLE	Faible	Faible	Faible

Tableau 12.6 Grille d'évaluation de l'étendue de l'impact

Durée	Degré d'exposition		
	RÉGIONAL	LOCAL	PONCTUEL
PERMANENTE	Grande	Moyenne	Faible
TEMPORAIRE	Moyenne	Faible	Faible

12.4.2 Résistance et importance de l'impact selon les unités visuelles

Les infrastructures minières sont considérées dans cette évaluation des impacts sur le paysage, comme un tout. Compte tenu de l'éloignement des accès visuels au site, la description précise des structures perçues selon les points de vue ne serait pas pertinente. L'antenne de télécommunication implantée sur un point élevé du site sera probablement l'élément le plus évident dans l'ensemble, puisqu'elle se détachera du profil de la crête, à l'horizon.

La résistance, le degré de perception et l'étendue de l'impact sont déterminés, pour chaque unité, selon les grilles précédentes, afin de permettre un portrait global de l'impact du site projeté sur l'unité visuelle en question (voir tableau 12.7).

Tableau 12.7 Grille de détermination de l'importance de l'effet du projet sur le paysage

À l'échelle de l'unité de paysage	À l'échelle du champ visuel		Importance de l'impact
Degré de résistance	Étendue de l'impact	Degré de perception par l'observateur	
Grande	Grande	Fort	Majeure
		Moyen	Majeure
		Faible	Moyenne
	Moyenne	Fort	Majeure
		Moyen	Moyenne
		Faible	Moyenne
	Faible	Fort	Moyenne
		Moyen	Moyenne
		Faible	Mineure
Moyen	Grande	Fort	Majeure
		Moyen	Moyenne
		Faible	Moyenne
	Moyenne	Fort	Moyenne
		Moyen	Moyenne
		Faible	Mineure
	Faible	Fort	Mineure
		Moyen	Mineure
		Faible	Nulle
Faible	Grande	Fort	Moyenne
		Moyen	Mineure
		Faible	Mineure
	Moyenne	Fort	Mineure
		Moyen	Mineure
		Faible	Nulle
	Faible	Fort	Mineure
		Moyen	Nulle
		Faible	Nulle

Unité visuelle 1 : La Crête rocheuse centrale

Malgré le fait que le paysage naturel de cette unité est déjà altéré par l'exploitation forestière et minière, sa grande accessibilité visuelle, puisqu'elle domine le paysage, lui confère une forte résistance à l'implantation d'infrastructures. En effet, la série de collines compose l'arrière-plan de nombreux points de vue du secteur (voir photo 12.1). De plus, des vues panoramiques à partir des sommets s'ouvrent sur des paysages spectaculaires. Il est à noter qu'aucune vue sur le chemin public 210 n'est accessible à partir des sommets où se situeront les installations minières, le paysage étant complètement fermé au sud des crêtes, mais s'ouvrant sur divers lacs au nord.

Quant au degré d'exposition des observateurs avec les installations projetées, il est évidemment plus important dans cette unité. Aucune zone d'observation formelle n'est cependant identifiée dans cette unité. L'encadrement végétal bordant le chemin 210 fait office d'écran sur l'ensemble du tracé.

Absorption: faible-moyenne / insertion faible-moyenne = dissimulation faible-moyenne

Valeur accordée : moyenne

Résistance à l'implantation : moyenne à forte

Degré de perception = faible

Étendue de l'impact = faible à moyen

Importance de l'impact : mineure à moyenne



Photo 12.1 : vue panoramique à partir de la crête rocheuse, au nord-est des installations minières projetées.

Unité visuelle 2 : Les lacs Chibougamau et Vimont

La résistance de cette unité est également forte. De par leur nature, les lacs ont une capacité d'absorption et d'insertion très faible. Ils offrent une grande ouverture visuelle, un caractère unique et une valeur symbolique importante. La valeur accordée à cette unité est également forte, d'autant que ces deux lacs sont considérés comme des secteurs de villégiature et de loisirs d'importance du milieu.

Le degré de perception a été établi en tenant compte de la grande ouverture visuelle de l'unité, et de la présence en arrière-plan de la crête rocheuse, site de l'exploitation minière projetée. Toutefois, l'éloignement des lacs par rapport au site d'exploitation minière (10 à 20 km) et la situation du projet à la ligne d'horizon fait en sorte que la perception du projet est peu signifiante pour un observateur.

L'étendue de l'impact à cette échelle est faible, d'autant que le site projeté n'est perceptible qu'en certains points de vue et qu'il n'y a pas de résidences permanentes dans ce secteur. De plus, la dynamique et la diversité des paysages du secteur du lac, avec le mont du Sorcier et les différentes îles, diminuent l'impact de la ligne de crête dans la composition paysagère. La photo 12.2, prise à partir de la crête rocheuse, permet de visualiser la distance séparant l'unité de la crête de l'unité des lacs et explique l'importance réduite de l'impact sur cette unité.

Absorption: faible / insertion faible = capacité de dissimulation faible

Valeur accordée = forte

Résistance = forte

Étendue de l'impact = faible

Degré de perception = faible

Importance de l'impact : mineure



Photo 12.2 : vue panoramique à partir de la crête rocheuse. À l'horizon, le lac Chibougamau.

Unité visuelle 3 : La forêt

La résistance à l'implantation de cette unité est faible. La grande capacité d'absorption et d'insertion de cette unité est liée au fait que le milieu est déjà modifié par l'activité humaine (ancienne mine Lemoyne, bancs d'emprunt, chemins forestiers, camps de chasse...) et que les voies d'accès sont généralement bordées de part et d'autre par la végétation forestière, ce qui crée un effet de corridor et ferme les vues vers le site projeté. De plus, la valeur attribuée à ce site est diminuée par le fait qu'il s'agit d'un type de paysage commun dans la région.

Le degré de perception par l'observateur dans cette unité est considéré comme étant faible. Les facteurs tels l'éloignement, la fermeture visuelle générale, ainsi que la topographie relativement plane, font en sorte que le degré d'exposition de l'observateur aux infrastructures est presque nul. De plus, la sensibilité de l'observateur face à cette unité est considérée comme étant faible à moyenne puisqu'il s'agit d'un milieu déjà altéré et que la majorité des observateurs sont mobiles (paysage perçu principalement à partir des voies véhiculaires).

Absorption: forte / insertion forte = capacité de dissimulation forte

Valeur accordée : moyenne

Résistance à l'implantation : faible

Degré de perception = faible

Étendue des impacts = faible

Importance de l'impact : mineure à nulle

12.4.3 Impact global

Globalement, l'importance de l'impact des installations minières sur le paysage est mineure (moyenne pour la vue sur la crête rocheuse). Les points de vue sur le site projeté sont assez nombreux, compte tenu de l'élévation des installations, mais toujours éloignés (perception minimisée pour un observateur). De plus, il s'agit d'un paysage, comme beaucoup d'autres dans ce secteur, déjà marqué par l'industrie minière et forestière. Il est en quelque sorte caractéristique de cette région qui dépend justement de ces industries. La fonction du paysage dans ce cas, de même que sa cohérence dans l'espace économique régional, diminuent certainement, pour plusieurs observateurs, leur sensibilité face à de nouvelles infrastructures.

Mesures d'atténuation courantes

Le positionnement des installations minières au sommet de la crête ne permet aucune mesure d'atténuation courante à proximité du site.

Mesures d'atténuation particulières

V1 Utiliser pour les bâtiments un revêtement d'une couleur qui s'harmonise avec l'environnement.

V2 La hauteur des piles de stériles et de résidus grossiers doit s'harmoniser avec les sommets avoisinants.

Impact résiduel

Malgré les mesures d'atténuation proposées, la fosse et les parcs à résidus resteront visibles autour du site minier et à partir des points de vue du lac Chibougamau pendant et après l'exploitation finale de la mine, mais il est jugé que l'impact résiduel sera alors mineur.

12.5 IMPACTS CUMULATIFS

L'évalutation des impacts cumulatifs permet de mettre en relation le projet avec les autres modifications anthropiques qui caractérisent le milieu récepteur et qui ont une incidence sur les gens qui l'habitent. Il est ainsi possible de mieux apprécier le potentiel d'un projet à s'insérer avec le minimum de risques d'impacts dans un contexte environnemental et social évolutif.

Un tel exercice doit comme point de départ prendre en considération les composantes environnementales valorisées et établir les limites spatiales et temporelles de l'analyse. Les modifications anthropiques du milieu doivent aussi être identifiées en fonction de ces mêmes limites spatiales et temporelles. L'état de référence et l'évolution des composantes valorisées doivent idéalement être connus. Les composantes valorisées doivent faire l'objet d'un large concensus et être touchées par le projet.

Les composantes environnementales touchées par le projet et qui répondent à ces critères sont :

- les lacs et les cours d'eau ;
- l'utilisation traditionnelle du territoire ;
- l'utilisation du milieu pour l'exploitation des autres ressources ;
- l'économie et l'emploi.

12.5.1 Lacs et cours d'eau

Les lacs et les cours d'eau sont hautement valorisés par la population en raison principalement des ressources fauniques qu'ils recèlent. Le projet a un impact certain sur cette composante environnementale qui structure le paysage de la région de Chibougamau en plus de lui appporter une notoriété pour la qualité des activités halieutiques. L'incidence du projet sur les lacs et cours d'eau tient principalement compte de l'habitat et des frayères d'omble de fontaine du réseau des lac B-14, B-12 et de leur émissaire commun. Ces milieux, bien que limités dans l'espace, seront affectés. Par ailleurs, la qualité des eaux comme habitat est liée à l'hydraulicité et au maintien de son équilibre physico-chimique. La qualité des eaux sera tout au moins affectée par le changement de régime hydrique du milieu.

Dans le secteur minier, le sous-bassin qui sera modifié de façon majeure est celui du lac Jean. La réduction de son débit se répercutera également au niveau de son collecteur principal, le ruisseau Villefagnan. Le réarrangement du réseau hydrographique entraînera une perte de l'ordre de 9% du débit d'étiage du ruisseau Villefagnan. Le sous-bassin des lacs B-1, B-2 et A-1 sera modifié de façon mineure par l'apport des déversements ponctuels en provenance du lac Denis. Lors de l'exploitation, la gestion des eaux minières et la disposition des rejets sont les principales sources d'impacts directs sur les eaux de surface.

Les parcs à résidus se trouvent à la tête des bassins versants mais empiètent sur des plans d'eau et des ruisseaux qui seront perdus. Ces plans d'eau, qui totalisent 5,5 hectares, sont petits, peu profonds, généralement en voie d'eutrophisation et leur débit est très faible. La seule exception en termes de qualité d'habitat est le réseau des lacs B-14, B-12 et de leur émissaire qui descend en cascades de la montagne du gisement.

12.5.2 Utilisation traditionnelle du territoire

Les activités traditionnelles (chasse, pêche, cueillette) ont une importante signification culturelle pour les communautés autochtones. Ces activités sont de plus encadrées par la CBJNQ. Elles se pratiquent sur de vastes territoires et sur une base saisonnière par un nombre restreint d'individus. Bien que les éléments de la faune ou de la flore touchés par les infrastructures sont communs dans la région, des habitats d'orignaux utilisés pour la chasse par le maître de trappe et sa famille seront perdus. La présence des infrastructures couvrant une surface de l'ordre de 6 km^2 modifie l'utilisation du terrain de piégeage O-59, et ce même s'il s'agit d'un vaste territoire de plus de 1 000 km^2. La présence des infrastructures et la circulation intensive ont une influence sur la sécurité et l'accessibilité à certains secteurs de chasse, de pêche et de cueillette.

Ceci est particulièrement évident pour les camps de chasse de la famille Wapachee situés le long du chemin 210. La circulation lourde y sera intensive et entraînera un risque pour la sécurité des utilisateurs, en plus de générer des matières particulaires au niveau des camps et de la source d'eau potable adjacente au campement. Pour minimiser cet impact, il a été convenu, d'un commun accord avec le maître de trappe, de relocaliser son camp. Du point de vue des impacts cumulatifs, le projet s'ajoute à plusieurs modifications anthropiques qui se succèdent dans la région depuis le début des années 1950.

12.5.3 Exploitation des ressources primaires et de la faune

Pour ce qui est de l'exploitation des ressources forestières, bien qu'il y ait peu d'activité de prévues dans le secteur du projet, il est évident que l'importance de la circulation minière entraînera une complexité logistique au niveau du partage de la route 210 par les deux types d'industries primaires. Ce contexte comporte une incidence non négligeable en matière de sécurité pour les utilisateurs. Dans le contexte actuel et prévisible à moyen terme, aucun autre projet minier n'est prévu dans la zone d'influence du projet de BlackRock. Les impacts cumulatifs de l'utilisation du sol dans l'axe du chemin forestier 210 sont donc significatifs. La

capacité de support de cet axe routier est actuellement à la limite de son potentiel. La mise en place de tout autre projet subséquent à celui de BlackRock ne peut être envisagée dans ce corridor sans des aménagements significatifs.

12.5.4 Utilisation du sol pour les activités halieutiques et cynégétiques

Les activités de pêche dans le secteur du projet sont marginales puisque les plans d'eau touchés ne comportent pas d'intérêt pour les espèces sportives. En ce qui concerne la chasse, des nuances s'imposent puisque le secteur supporte une population d'orignaux. La chasse au petit gibier le long des routes est également pratiquée.

Dès le début de la construction, l'utilisation du sol sera affectée par la circulation engendrée par les travaux au camp des travailleurs, au poste de transbordement, au site minier et pour la construction de la route d'accès. L'utilisation intensive du chemin 210 à la phase exploitation rendra encore plus difficile l'utilisation du chemin par des tiers.

Les activités de chasse seront donc affectées en périphérie des installations minières et de la route joignant le poste de transbordement au site minier. Les chasseurs et les pêcheurs auront à considérer cette nouvelle réalité.

12.5.5 Économie et emploi

Le projet aura des répercussions positives directes sur l'emploi et les retombées économiques locales et régionales. L'achat de biens et de services pour la construction et l'exploitation de la mine, ainsi que l'embauche d'employés se feront en priorité à l'intérieur des municipalités de Chibougamau et Chapais ainsi que des communautés d'Oujé-Bougoumou et Mistissini.

Durant la construction, BlackRock compte embaucher en moyenne 200 travailleurs par année pendant deux ans (2012-2014). BlackRock peut compter sur une expertise locale et régionale bien structurée et diversifiée pour combler une partie significative de ses besoins. À la phase exploitation, la compagnie prévoit avoir recours annuellement aux services de 80 à 160 travailleurs. L'incidence du projet sur l'économie et l'emploi touche également l'achat de biens et de services qui se traduisent par des dépenses majeures dans la région.

L'injection soutenue pendant 15 ans de nouvel argent dans l'économie régionale aura aussi des répercussions sur la qualité de vie des citoyens. Ceci se traduira par l'amélioration du niveau de vie de plusieurs familles, favorisera la sécurité d'emploi et entraînera une stabilité économique et sociale à l'échelle locale et régionale.

Pour les municipalités de Chapais et de Chibougamau et les communautés d'Oujé-Bougoumou et Mistissini, les impacts en matière d'emploi et de contrats sont attendus avec intérêt.

12.5.6 Modifications anthropiques marquantes dans l'évolution du milieu

Les limites spatiales de l'analyse des impacts cumulatifs couvrent la grande région de Chibougamau, incluant le territoire traditionnel de la communauté d'Oujé-Bougoumou. Quant aux limites temporelles, la seconde moitié du 20e siècle marque un tournant dans l'évolution et le devenir du milieu et de la région.

Précisons tout d'abord que nombre de documents historiques confirment la continuité de l'occupation du territoire par les Cris entre les 17e et 20e siècle. À partir de la fin de cette époque, la région va être grandement influencée par le potentiel minéral exceptionnel qu'elle recèle.

Au début du 20e siècle, le territoire structuré par le lac Chibougamau était exploité traditionnellement par les Cris qui étaient alors connus sous le nom de « *Cris de Chibougamau* » ou de « *Cris du lac Doré* ». Des échanges fréquents se perpétuaient encore entre les « *Cris du lac Chibougamau* », ceux plus au nord, et les Innus de Mashteuiatsh. Un peu avant la fin du 19e siècle, soit en 1870, la Commission Géologique Canadienne s'intéresse pour la première fois à la région de Chibougamau. Le rapport publié par cet organisme révèle la présence d'indices minéralisés. Dans la première décennie des années 1900 les prospecteurs entreprennent l'exploration dans la région avec l'appui du gouvernement fédéral. En 1910, le gouvernement provincial construit une route d'hiver qui relie St-Félicien à Chibougamau. L'actuelle route 167 est construite dans l'axe de cette ancienne route d'hiver. Les nouvelles activités liées à l'exploration auront comme conséquence la mise en place d'un poste de la compagnie de la Baie d'Hudson au lac Chibougamau. Ceci marque le début de la sédentarisation de la population non autochtone dans la région.

La première guerre mondiale, la crise économique de 1929 et la seconde guerre mondiale furent autant de temps d'arrêt suivis de renouveaux économiques pour la région. Suite à cette séquence d'événements historiques, en 1950, le gouvernement provincial met en place un axe routier permanent entre St-Félicien et Chibougamau. Cet axe routier marque le déclin du commerce des fourrures et l'essor des activités minières. Ainsi, au début des années 1950, les Cris de Chibougamau commencent à s'impliquer dans les activités minières. C'est aussi à partir de cette époque que la région de Chibougamau acquière sa renommée pour son potentiel faunique exceptionnel.

La paroisse de Chibougamau est établie en 1952 et la municipalité est constituée en 1954. En 1958, le chemin de fer relie le lac St-Jean à Chibougamau. Les mines Campbell et Opemiska furent les premières mines à devenir opérationnelles respectivement en 1955 et 1956. En parallèle à l'activité minière, l'exploitation forestière prenait aussi de l'essor, si bien qu'en 1952, plus d'une vingtaine de scieries étaient en opération dans la région de Chibougamau. En 1952, un peu plus de 100 personnes vivaient à Chibougamau. En 1955, la population de Chibougamau comptait plus de 1000 personnes, quelque 4000 personnes au tournant des années 1960, et plus de 9000 en 1970.

La croissance rapide de la population de Chibougamau dans les années 1950, liée à celle des activités minières et forestières, devait contraindre les Cris à déménager à plusieurs reprises leurs campements des lacs Chibougamau et aux Dorés et à se disperser. En contrepartie, un nombre croissant de travailleurs Cris commençaient à s'intégrer aux activités minières et plus particulièrement aux travaux d'exploration.

La mise en production de la mine Troïlus en 1995 marque un point tournant dans l'implication des Cris dans les activités minières. C'est ainsi que pendant près de 15 ans, bon nombre de travailleurs Cris ont participé activement à ce projet d'exploitation. Aujourd'hui, le Grand Conseil des Cris du Québec et les communautés Cries considèrent les activités minières comme un levier économique important pour permettre à la population d'accéder à un meilleur niveau économique.

En soixante ans, les perspectives des communautés autochtones et allochtones ont grandement évolué. Hormis les différences culturelles, les citoyens de la région, quelle que soit leur origine, sont disposés à oeuvrer de concert au développement économique de la région. Il n'en demeure pas moins que les activités traditionnelles sont toujours une valeur phare dans l'identité culturelle des Cris. La mise en place et l'exploitation d'un projet minier doivent tenir compte de cette spécificité culturelle.

Cet aperçu historique met en perspective les changements majeurs qui marquent l'histoire contemporaine de Chibougamau et l'évolution du milieu bio-physique.

12.5.7 Modifications anthropiques dans la région de Chibougamau

L'industrie minière

Comme on l'a vu précédemment, l'industrie minière occupe une place centrale dans le développement de la région de Chibougamau. Une trentaine de mines y ont été exploitées depuis 60 ans. Historiquement, les mines du lac aux Dorés et du lac Chibougamau ont fourni une production totale de l'ordre de 50 millions de tonnes courtes de minerai de cuivre et d'or.

De façon générale, l'exploitation des gisements miniers est susceptible d'entraîner une contamination du milieu. Les effluents miniers et les eaux d'exhaure peuvent contenir des contanimants organiques et des métaux lourds. Lorsqu'il y a présence de minéraux acidogènes, des métaux lourds sont susceptibles de se retrouver dans le milieu récepteur. Plusieurs types de mines ont été mis en production dans la région de Chibougamau. Certaines avaient alors quelques unes ou plusieurs des caractéristiques décrites plus haut. Par surcroit, la restauration des sites miniers ne faisait pas partie des obligations ni même des préocupations de l'industrie minière avant la fin des années 1970. Cette situation a grandement évolué. L'activité minière est soumise, depuis 1989, à la *Directive 019*. L'entrée en vigueur, en 2002, du *Règlement sur les effluents des mines et métaux* (REMM) a aussi entraîné de nouvelles responsabilités environnementales qui se traduisent par des pratiques très différentes.

Les plus vieilles exploitations minières de la région datent de 1955. Elles ont laissé de nombreux résidus qui sont le fruit de pratiques dépassées. D'immenses parcs à résidus ont empiété sur le lac Chibougamau, sans que des mesures de confinement approriées soient appliquées. Malgré ce fait, le suivi régulier qui est fait par le MDDEP et le MRNF ne permet pas de conclure à la contamination des organismes vivants du lac, à l'exception des zones immédiates de ces parcs. Aujourd'hui, toutes les mines de la région de Chibougamau sont fermées. La mine Troïlus est la dernière à avoir cessé ses opérations. Cette mine a été en exploitation pendant une quinzaine d'années et s'est démarquée au point de vue environnemental en raison de ses standards progressistes. Cette mine est un exemple éloquent de l'efficacité de l'encadrement environnemental des activités minières.

Cinq anciens parcs à résidus miniers sont répertoriés dans la région de Chibougamau. Il s'agit des parcs Copper Rand, Eaton Bay, Lemoine, Norbeau et Principal.

Infrastructures électriques

Depuis la mise en service de la phase 1 du Complexe La Grande au début des années 1980, la région a du accueillir trois postes de transformation d'Hydro-Québec, soit les postes de Chibougamau, Obalski et Obatogamau. La présence de ces installations entraîne des risques de contamination des sols par les hydrocarbures ou autres produits dangereux. Le chapitre 11, qui traite des risques, illustre bien cette réalité. La région compte également plus d'une dizaine de lignes de transport à 735 kV, une ligne à 450 kV, une ligne à 350 kV et un nombre considérable de lignes à 161 kV. Ces lignes de transport et de distribution d'énergie, bien que fondamentales pour l'économie du Québec, contribuent à fragmenter le territoire.

Activités forestières

Depuis le début des années 1950, l'activité forestière contribue à modifier l'ensemble du milieu bio-physique de la région de Chibougamau. La compagnie Chantiers Chibougamau Inc. exploite actuellement les ressources forestières au nord du lac Chibougamau. À l'est et au sud, la coupe forestière à grande échelle est pratiquement terminée. À l'instar des activités minières, l'exploitation forestière peut amener une augmentation des nutriments et des matières particulaires dans les lacs et cours d'eau. Les perturbations du couvert forestier sont susceptibles d'amener des taux de méthylation du mercure accrus dans les plans d'eau. La charge en carbone organique dissous perturbe le cycle naturel du mercure et fait augmenter les teneurs en mercure des poissons du premier niveau trophique.

Sites d'enfouissement sanitaire et terrains contaminés

La région comporte deux lieux d'enfouissement sanitaire autorisés et en exploitation, soit ceux des villes de Chibougamau et de Chapais. Le premier est situé au nord-est de la ville, sur le chemin Merrill. Le site d'enfouissement de la ville de Chapais est voisin de l'ancienne mine Opémiska. Le répertoire des terrains contaminés du MDDEP comporte 17 sites dans la région de Chibougamau. Ces sites contiennent principalement des sols contaminés aux hydrocarbures.

Risques industriels

Le chapitre 11 dresse un portrait des risques industriels inhérents à la région. Il appert clairement qu'ils sont principalement liés à la gestion des hydrocarbures et très peu à celle des résidus miniers.

12.5.8 Éléments du milieu touchés par le projet qui subiront des impacts cumulatifs

Historiquement, les lacs et les cours d'eau ont été largement utilisés dans le cadre des opérations minières. Le principal plan d'eau ayant subi des impacts est le lac Chibougamau. Le projet de BlackRock ne comporte pas d'activités qui peuvent accroître la pression sur ce plan d'eau. Il affectera cependant de petits plans d'eau qui contribuent à l'équilibre écologique régional.

Le projet de BlackRock a aussi une incidence en terme d'impact cumulatif sur l'utilisation traditionnelle du territoire.

Le transport intensif lié au projet minier est aussi très significatif pour les autres utilisateurs du milieu. Les exploitants des ressources primaires et de la faune dans l'axe du chemin 210 seront en effet soumis à une pression importante sur l'axe routier du chemin 210. La capacité d'accueil de ce chemin forestier est voisin de sa limite.

Malgré tout, le projet BlackRock ne peut être considéré comme une modification anthropique du milieu aussi marquante que celle qui a caractérisé les exploitations minières des décennies 1950 à 1990. Les encadrements gouvernementaux et les pratiques de gestion environnementale de BlackRock, incluant le plan de restauration, devraient permettre une insertion harmonieuse du projet dans le milieu.

En matière d'économie et d'emploi, l'impact cumulatif est de loin positif. D'autant plus que la région connaît depuis quelques années un déclin de son activité économique. Il est aussi important de mentionner que les nouvelles perceptions de la Nation Crie en matière de développement économique favorisent la participation de tous les intervenants régionaux, et ce à toutes les étapes de réalisation de nouveaux projets.

12.6 AMÉNAGEMENTS COMPENSATOIRES

12.6.1 Habitat du poisson

Une superficie totale de quelque 5,5 hectares de plans d'eau et de ruisseaux de faible profondeur est directement perdue par la mise en place du projet minier. Les aménagements compensatoires en périphérie du projet qui sont envisagées touchent cinq milieux, soit la rivière Armitage, le ruisseau Villefagnan, le lac A-2, le ruisseau Wynne et le lac Denis. Les possibilités d'aménagement à chacun de ces sites sont brièvement décrites ci-après.

Rivière Armitage

La rivière Armitage joue un rôle important dans l'écologie du lac Chibougamau puisqu'elle recèle d'importantes frayères de dorés jaunes. À cet endroit, les aménagements compensatoires auraient pour objectif de créer une voie de passage vers des sites potentiels de fraie en amont des seuils infranchissable de la rivière Armitage. Les aménagements potentiels se situent en rive est. D'éventuelles démarches en ce sens sont étroitement liées à la dynamique des populations de dorés du lac Chibougamau et particulièrement du besoin d'accroître le recrutement. En ce sens, l'opinion du MRNF est requise.

Ruisseau Villefagnan

Le ruisseau Villefagnan draine les eaux des lacs A-1, Jean, A-2 et Laugon. Il est formé d'une succession de secteurs en eaux vives, de bassins, de méandres et de chenaux avec une dominance granulométrique plutôt grossière dans sa portion aval.

Dans sa partie en aval, le lit du ruisseau Villefagnan, tout près de l'embouchure de la rivière Armitage, est composé de blocaux et de rochers. Ce secteur est propice à la reproduction du doré.

Plus en amont, jusqu'à l'embouchure de l'émissaire du lac A-1, le ruisseau est caractérisé par de longs bassins avec des fonds de sédiments organiques et de pierres. Ces bassins favorisent le grand brochet mais sont viables pour l'omble de fontaine. Les bassins sont entrecoupés de rapides qui sont propices à l'omble de fontaine.

La section de la rivière qui débute à l'émissaire du lac A-1 est un secteur lentique et méandreux qui se poursuit sur deux kilomètres de longueur vers l'amont. Cette section est propice au brochet du nord.

L'amont du secteur lentique se divise en deux branches qui coulent en terrain montagneux. L'une d'elle draine les eaux des lacs Laugon et A-2. Les deux sections sont propices à l'omble de fontaine.

Lac A-2

Le lac A-2 mesure environ 300 mètres de longueur. Il reçoit les eaux de deux tributaires dont le principal est l'émissaire du lac Laugon. La bathymétrie du lac indique que les profondeurs les plus fréquentes sont inférieures à 1,1m. Une fosse de 3,25 mètres est présente dans la portion nord du lac. L'abondance de pierres confirme le caractère minérotrophe du lac. L'émissaire coule sur un lit de pierres et de graviers. En aval, le cours d'eau devient rapide et accidenté. Des cascades et des chutes empêchent la montaison des ombles de fontaine en provenance du ruisseau Villefagnan.

Les populations de poissons du lac A-2 semblent en deçà de sa capacité de support. Il pourrait vraisemblablement recevoir des ombles de fontaine. L'oxygène dissous est adéquat, de même que la nourriture assurée par l'abondance de poissons fourrages. La présence de naseux des rapides dans le tributaire de l'émissaire du lac A-2 est également un indicateur favorable. Qui

plus est, la partie en aval de l'émissaire du lac Laugon constitue une aire de fraie potentiel pour l'omble de fontaine.

Ruisseau Wynne

Le ruisseau Wynne est le cours d'eau le plus important du bassin hydrographique de la rivière Armitage. Il draine les eaux du lac Pillow vers le lac Stella. Ce dernier se jette dans le lac Armitage. Le ruisseau Wynne traverse le chemin forestier 210 tout près de la limite sud-ouest du bloc de claims de BlackRock.

Une aire de frai pour le corégone est présente en amont du chemin. Le ruisseau, près du lac Stella, est aussi une aire de reproduction au printemps pour le doré jaune et les meuniers sp. Le ruisseau a fait l'objet d'une pêche électrique en aval et en amont du ponceau de la route 210. Les espèces récoltées sont le brochet, la lotte, le mulet perlé, le chabot tacheté, le meunier noir et le naseux des rapides. Dans un contexte d'aménagement, la pêche électrique permet de faire ressortir certains indicateurs sur la qualité du milieu et la faune aquatique du secteur. Les espèces de poissons capturés révèlent un habitat riche et une excellente biodiversité. Les poissons fourrages sont bien représentés de même que les espèces sportives.

Lac Denis

Le lac Denis servira de bassin pour l'eau de procédé. Pour ce faire, un barrage est implanté à son exutoire et sa cote originale de 412 mètres passera à 424 mètres. La superficie du lac s'accroîtra de 5,4 à 13,8 hectares et son volume d'eau passera de 50 000 m^3 à 1,3 Mm^3. Ce faisant, cette réserve d'eau propre deviendra un milieu intéressant pour la faune aquatique et particulièrement le brochet du nord. Des aménagements piscicoles sont envisagés pour optimiser sa productivité. Dans l'éventualité ou les conditions de sécurité sont rencontrées, et si c'est le souhait du maître de trappe, le barrage sera laissé en place à la fin des opérations minières.

12.6.2 Milieux humides

Le projet engendrera la perte nette de 96,5 ha de milieux humides, sans compter les cours d'eau. Il s'agit surtout de marais et de marécages résineux pauvres. La plupart des milieux touchés sont des milieux humides riverains qui jouent un rôle dans le maintien de la qualité de l'eau, la régulation du débit et le contrôle de l'érosion. Les mesures de compensation doivent permettre de restaurer ces fonctions et de prendre en considération la diminution de l'intégrité des milieux humides situés en aval du projet.

Création de nouveaux milieux humides

La création d'un réservoir au lac Denis implique la remise de l'eau propre excédentaire dans le tributaire du lac B-1. L'énergie de l'eau qui sera relâchée du lac Denis (cote 424) et remise à l'environnement (cote 414) devra être dissipée de façon à ne pas perturber l'équilibre du lac B-1 et du milieu humide périphérique.

Amont du lac B-1

Le bassin de dissipation d'énergie qui sera implanté à la sortie des eaux canalisées du lac Denis peut servir de structure de départ pour la création de milieux humides à l'amont du lac B-1. L'implantation additionnelle d'un minimum de deux seuils au niveau de son tributaire permettra d'accroître les superficies humides à l'amont du lac en plus de contribuer à tamponner l'énergie de l'eau en provenance du lac Denis.

Aval du lac B-1

La topographie entre les lacs B-1, B-2 et A-1, ainsi que les caractéristiques de leur émissaire commun, permet de recréer de nouveaux milieux humides à l'aval du lac B-1 jusqu'au lac A-1, sur une distance de plus de 2 kilomètres. Pour ce faire, des seuils de 1 à 2 mètres pourraient être implantés à l'exutoire des lacs B-1 et B-2, de même que le long du parcours de leur émissaire.

Lac Jean

Par ailleurs, le déficit hydraulique occasionné par le projet au niveau du lac Jean entraînera une réduction significative du débit et du volume d'eau dans ce lac. Ce problème sera accentué pendant les périodes d'étiage. Afin d'assurer la viabilité du milieu, particulièrement en période hivernale, un seuil sera implanté à l'exutoire du lac Jean. Le rehaussement du ruisseau du lac Jean se répercutera sur le milieu périphérique et sur ses tributaires (lac Coil et milieu humide en aval du lac B-3).

Critères de conception

Les aménagements proposés en aval des installations minières s'inspireront des caractéristiques physiques des cours d'eau originaux (largeur du chenal, largeur du lit d'écoulement, hauteur du talus, profondeur de l'eau, substrat, etc). Ces aménagements devraient permettre de gérer les débits d'eau de façon à maintenir un régime hydraulique étalé. Les seuils pourront en effet régulariser les cycles de crues naturels et les débits d'orage et d'étiage. Un chenal d'étiage sera aussi maintenu sur l'ensemble de ce réseau, de façon à permettre la survie du poisson.

Amélioration de l'hydraulicité du ruisseau Villefagnan

Les mesures précitées permettront la création de nouveaux milieux humides et, malgré un plus faible débit, l'étalement hydraulique sera similaire aux conditions originales pour les eaux dirigées au ruisseau Villefagnan. L'abondance originale des milieux humides du bassin du lac Jean permettait de tamponner les pointes hydrauliques et entraînait une remise très étalée dans le temps des eaux dans le ruisseau Villefagnan. Tous les aménagements proposés visent dans la mesure du possible à reproduire de telles conditions. Ce faisant, les aménagements compensatoires contribueront à maintenir l'équilibre écologique du ruisseau Villefagnan.

Autres milieux humides – terrain de piégeage O-59

En sus de ces aménagements compensatoires et correcteurs en aval du projet, le maître de trappe sera consulté afin de cibler d'autres milieux humides dégradés ou naturels ayant un potentiel d'aménagement sur le territoire de trappe O-59.

RÉFÉRENCES

Aubertin, M., Bussières, B. et Bernier, L., 2002. *Environnement et gestion des rejets miniers*. Manuel sur cédérom. Presses internationales. Polytechniques.

Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales, 1978. *Guide pour une évaluation environnementale préalable*.

Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales, avril 1986. *Guide pour l'évaluation initial*e. P.J.B. Duffy, éditeur.

Canada, ministère des Pêches et des Océans Canada, juin 1992. *Guide d'évaluation des projets d'infrastructures linéaires en relation avec les habitats du poisson*. Rapport final préparé par Biorex.

Gouvernement du Québec, février 2002. *Entente concernant une nouvelle relation entre le Gouvernement du Québec et les Cris du Québec*. Aussi nommé ''La Paix des Braves''.

Gouvernement du Québec, Loi sur les explosifs

Gouvernement du Québec, Loi sur les forêts

Gouvernement du Québec, Loi sur les produits pétroliers

Hydro-Québec, 1985. *Méthodologie d'études d'impact, lignes et postes*. Direction Environnement.

Hydro-Québec, 1986b. *Projet Radisson-Nicolet-Des-Cantons*. Guide méthodologique des études d'impact. Direction Environnement, 4 parties.

Hydro-Québec, mai 1991. *Code de l'environnement*. Vice-présidence Environnement, 243 pages.

Hydro-Québec, 1991a. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite 3*. Rapport d'avant projet. Partie 5 : Impacts sur le milieu. 255 p. et annexes. Partie 6 : Mesures d'atténuation, impacts résiduels, surveillance et suivi, 29 pages.

Hydro-Québec, 1992. *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition*.

Hydro-Québec, mai 2000. *Dérivation partielle de la rivière Manouane*. Rapport d'avant-projet, volume 1.

Hydro-Québec, juin 2000. *Aménagement hydroélectrique de la Toulnustouc*. Rapport d'avant-projet.

Hydro-Québec, avril 2001. *Clauses environnementales normalisées*. Volume 2, 35 p.

Québec, ministère de l'Environnement, novembre 1981. *Guide de référence général pour la réalisation des études d'impact sur l'environnement relativement aux aménagements linéaires*. Service d'analyse des études d'impact, Division des aménagements linéaires.

Québec, ministère de l'Environnement, mars 1984. *Guide pour l'élaboration de l'étude d'impact sur l'environnement d'un projet d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles*. Service d'analyse des études d'impact.

Québec, ministère des Ressources naturelles, 1997. *L'aménagement des ponts et des ponceaux dans le milieu forestier*. En collaboration avec le ministère de l'Environnement et de la Faune, code diffusion RN97-3061, 147 pages.

Québec, ministère des Ressources naturelles, 2000. *Modalité d'intervention dans le milieu forestier – fondements et applications.* Les Publications du Québec, 352 pages.

Québec, ministère des Ressources naturelles, 2001. *Guide de signalisation routière sur les terres et dans les forêts du domaine de l'État*. Publications du Québec.

Québec, ministère des Transports, 1986. *Méthode d'analyse visuelle pour l'intégration des infrastructures de transport*. Service de l'environnement, ministère des Transports, 123 p.

Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 1991. *Habitat du poisson – Guide de planification et de réalisation d'aménagements*. En collaboration avec la Fondation de la faune du Québec, 101 pages.

13. PLAN DE RESTAURATION

Suite à la cessation définitive des activités de la mine, l'une des obligations réglementaires de BlackRock sera de procéder à la mise en application d'un plan de restauration du site. Dans le cadre de la présente étude, un plan de restauration a été développé par la firme Journeaux Associés. Étant donné que, conformément au « Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec », ce plan reprend certains aspects traités dans d'autres sections du rapport, il a été reporté à l'annexe 13. Les aspects suivants y sont notamment traités :

- sécurité des lieux;
- modalités de démantèlement des bâtiments, des infrastructures de soutien, etc.;
- démantèlement des installations sanitaires;
- fermeture de la fosse;
- restauration des haldes à stériles, des parcs à résidus, etc.;
- gestion des matières dangereuses, des déchets et des matières dangereuses résiduelles;
- le cas échéant, réhabilitation des terrains contaminés;
- contrôle et suivi des eaux de surface;
- réaménagement final du site incluant la végétalisation.

14. SURVEILLANCE ET SUIVI ENVIRONNEMENTAL

14.1 SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Le programme de surveillance environnementale vise à assurer l'intégration optimale à l'environnement du projet minier lors la construction et de l'exploitation. Ce programme permet de veiller à l'application des différentes mesures d'atténuation prescrites et d'en garantir l'efficacité.

En prévision des activités de construction, Métaux BlackRock a déjà procédé à l'embauche d'une personne responsable de l'environnement. Cette personne ressource résidant à Chibougamau est donc sensible aux préoccupations du milieu. Elle porte le titre de surintendant environnement. Elle veillera a informer les gestionnaires de BlackRock qui ont a faire des achats ou soumissions des normes et des valeurs environnementales de la compagnie. Elle veillera à ce que les valeurs et obligations de BlackRock se prolongent dans les documents d'appels d'offres et dans les plans et devis des contrats. Avant le début de chaque activité, elle passera en revue les différentes préoccupations et obligations environnementales liées au projet. Les entrepreneurs retenus pour l'exécution des travaux de construction devront se conformer contractuellement aux mesures d'atténuation environnementales.

Le surintendant environnement aura également comme fonction de gérer la conformité des opérations à la phase exploitation. Sur le plan organisationnel, cette professionnelle se rapporte au directeur général. Ils oeuvrent tous deux sous la supervision du vice-président développement minier.

Le surintendant environnement est responsable de la performance environnementale de BlackRock. Elle exécute son mandat en collaboration avec l'équipe de gestion corporative et les divers départements afin d'assurer une optimisation de la contribution environnementale de toutes les ressources et à toutes les étapes du projet.

Les principales préoccupations à considérer lors de la phase construction et d'exploitation sont :

- la gestion des résidus miniers incluant le fractionnement approprié des résidus fins et grossiers ;
- l'identification des signes avant-coureurs de défaillances dans les équipements et infrastructures de gestion des résidus;
- le contrôle et le traitement des eaux de drainage;
- le contrôle de la qualité des eaux de procédé et des effluents finaux;
- les rejets atmosphériques (émissions de matières particulaires et gaz à effet de serre);
- le niveau sonore des activités;
- la provenance et la gestion des matériaux d'emprunt ;
- la construction des chemins de roulage avec des matériaux à faible teneur en silt;
- l'application d'abats poussières sur les chemins de roulage et d'accès ;

- la gestion des sols de décapage minéraux et végétaux;
- la restauration progressive et finale des lieux;
- la protection des cours d'eau, de la végétation et des habitats fauniques;
- le contrôle environnemental de la qualité de la gestion des produits chimiques, des hydrocarbures et matières résiduelles;
- la protection contre les déversements accidentels;
- le contrôle de la qualité des eaux potables et usées.

Les préoccupations précitées sont souvent régies par des règlements qui découlent de la Loi sur la qualité de l'environnement. Plusieurs règlements nécessitent des permis sectoriels en vertu de l'article 22 de la Loi. Le surintendant environnement doit effectuer les demandes de certificats d'autorisation et encadrer les activités qui en découlent. Les règlementations sectorielles suivantes sont particulièrement importantes pour la mise en place et l'exploitation du projet minier :

Règlement sur les matières dangereuses (MDDEP);
Règlement sur le rejet des eaux usées (MDDEP);
Règlement sur le captage des eaux souterraines (MDDEP);
Règlement sur la qualité de l'eau potable (MDDEP);
Règlement sur les conditions sanitaires de campements industriels ou autres (MDDEP);
Règlement sur les carrières et sablières (MDDEP) ;
Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (MRNF).

Dans le cadre de ses activités, le surintendant environnement doit collaborer avec plusieurs entités et intervenants externes. La communication sera maintenue régulièrement entre le surintendant de l'environnement et les principaux organismes et personnes concernés, soit :

le ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) ;
Environnement Canada (ENCAN) ;
Pêches et Océans Canada (MPO) ;
le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) ;
la ville de Chibougamau ;
la municipalité de la Baie-James ;
les communautés autochtones touchées directement et indirectement par le projet, soit Oujé-Bougoumou, Mistissini et Mashteuiatsh.

Une interaction constante sera aussi maintenue avec le maître de trappe au lot de piégeage O-59 où l'ensemble des travaux sont réalisés. Les représentants des organismes précités, de même que le maître de trappe, seront tenus au fait de l'avancement des travaux et de la performance environnementale des opérations. Tout incident pouvant porter atteinte à l'environnement leur sera rapporté dans les plus brefs délais. Finalement, aux termes de chacune des phases de construction et d'exploitation, le surintendant environnement aura à

produire un rapport de conformité environnementale, lequel sera remis aux autorités corporatives et aux intervenants précités.

14.2 SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme corporatif de suivi environnemental s'applique pendant la construction, l'exploitation et après la fermeture de la mine. Le but du programme de suivi environnemental est d'obtenir une image dans le temps et dans l'espace des répercussions du projet sur le milieu. Ce faisant, il est possible de qualifier l'efficacité des mesures d'atténuation et du programme de surveillance en général.

Les inventaires et les analyses du milieu effectués avant la réalisation du projet permettent de préciser la sensibilité du milieu d'accueil et dans une certaine mesure de prévoir l'évolution de l'environnement pendant et après l'exploitation de la mine. Afin d'assurer une régie efficace des engagements et obligations de Métaux BlackRock, le suivi environnemental vise à établir un mécanisme de rétroaction pour combler les éventuels écarts entre les résultats attendus et ceux obtenus. Le programme de suivi environnemental permet aussi de qualifier l'efficacité opérationnelle du plan de gestion des risques technologiques, tout au moins en ce qui concerne la portion environnementale de ce plan.

En sus du programme corporatif de suivi, un encadrement très rigoureux est en vigueur afin d'assurer la performance environnementale des société minières. Les deux principaux instruments de contrôle sont la *Directive 019* du MDDEP et le *« Règlement sur les effluents des mines de métaux »* de Pêches et Océans Canada. Ces documents d'encadrement très étoffés couvrent toutes les phases d'un projet minier, de la planification jusqu'à l'étape post-fermeture. Les directives et normes qu'on y trouve portent notamment sur les paramètres quantitatifs et qualitatifs à respecter pour l'effluent final, les eaux réceptrices et souterraines. Une attention est aussi apportée à l'évolution des organismes biologiques présents dans le milieu récepteur. L'environnement sonore, les vibrations occasionnées par les dynamitages, l'émission des matières particulaires sont aussi des considérations encadrées par les autorités gouvernementales.

Le *« Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel* » est une troisième pièce législative qui a pour objectif de faire l'adéquation annuelle des contaminants émis et autorisés. Ce règlement s'adresse à l'industrie en général et permet de faire un bilan pour l'ensemble du territoire québécois.

Les grandes lignes relatives à l'application des encadrements corporatifs et règlementaires sont présentées ci-après.

14.2.1 Types d'effluents finaux et le contrôle de la qualité

Les critères de performance pour les effluents énoncés dans la *Directive 019*, ainsi que dans le *Règlement sur les effluents des mines de métaux,* s'appliquent de façon non limitative aux eaux de mine, aux eaux qui proviennent des aires d'accumulation des rejets miniers, aux eaux de ruissellement, aux eaux usées provenant d'un procédé de traitement du minerai et à toutes les eaux usées industrielles produites par les activités minières.

Des postes d'échantillonnage et des systèmes de mesure de débit et de pH seront aménagés et maintenus opérationnels immédiatement en amont des points de déversement de chaque effluent final.

Le registre des inspections, des vérifications, des ajustements et réparations aux systèmes de mesures sera tenu à jour et disponible en tout temps. Le registre comprendra pour fin de contrôle de la qualité les informations suivantes :

- les méthodes de vérification de la précision des instruments;
- la précision du système de mesure de débit après la vérification;
- le cas échéant, les erreurs reliées aux mesures du débit avant la vérification et une indication de la cause de ces erreurs;
- les effets de ces erreurs sur les rapports déjà soumis aux gouvernements.

Les mesures de débit et les vérifications du système seront réalisées selon la version la plus récente du cahier 7 du « Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale - Méthodes de mesure du débit en conduit ouvert » publié par le MDDEP.

14.2.1.1 Effluents finaux – *Directive 019*

Les critères de performance de la *Directive 019* relatifs aux l'effluents miniers finaux aux points de déversements sont précisés aux tableaux 14.1 et 14.2. La fréquence d'échantillonnage de base prescrite pour les paramètres du suivi est donnée au tableau 14.3. Les modalités d'échantillonnage sont précisées à la suite de ces tableaux.

Tableau 14.1 Exigences au point de déversement de l'effluent final – *Directive 019*

Paramètre	Exigences à respecter
pH	6.0 à 9.5
Thiosels	Ne pas provoquer de changement de pH à l'extérieur de la plage comprise entre 6.0 et 9.5
Toxicité pour les truites arc-en-ciel et daphnies	Ne pas provoquer de létalité aiguë

Tableau 14.2 Exigences au point de déversement de l'effluent final – *Directive 019*

Paramètre	Colonne I Concentration moyenne acceptable (Moyenne arithmétique mensuelle)	Colonne II Concentration maximale acceptable dans un échantillon instantané
Arsenic	0,200 mg/l	0,400 mg/l
Cuivre	0,300 mg/l	0,600 mg/l
Fer	3,000 mg/l	6,000 mg/l
Nickel	0,500 mg/l	1,000 mg/l
Plomb	0,200 mg/l	0,400 mg/l
Zinc	0,500 mg/l	1,000 mg/l
Cyanures totaux	1,000 mg/l	2,000 mg/l
Hydrocarbures (C_{10}-C_{50})	-----	2,000 mg/l
Matières en suspension	15,000 mg/l	30,000 mg/l

Tableau 14.3 Fréquences d'échantillonnage, d'analyse et de mesures du suivi régulier à l'effluent final – *Directive 019*

	Féquences			
	En continu	3/sem.	1/sem.	1/mois
Paramètre	pH*	MES	As	Toxicité aiguë
	Débit*	Débit	Cu	Débit
		pH	Fe	
			Ni	
			Pb	
			Zn	
			Débit	

* lorsque applicable

Modalités d'échantillonnage

- Après six mois d'opération, la fréquence de suivi des métaux peut être réduite à une fois par trimestre, si les concentrations moyennes arithmétiques mensuelles sont inférieures à un dixième de l'exigence mensuelle des paramètres indiqués à la colonne I du tableau 14.2.
- La fréquence des analyses de toxicité aiguë peut être réduite à une fois par trimestre si les résultats de toxicité aiguë sont négatifs pendant douze mois consécutifs. Il doit cependant y avoir écoulement de l'effluent pendant cette période de 12 mois.

- Les paramètres de suivi annuel doivent être mesurés et analysés une fois par année au cours des mois de juillet et août. Dans le contexte de rejets sporadiques inhérents au projet BlackRock, le suivi annuel doit être effectué dans les premières journées d'écoulement suivant la période estivale.
- L'échantillonnage et les mesures de suivi annuel doivent être effectués au cours d'une même journée. Les résultats doivent parvenir au MDDEP au plus tard le 30 septembre de chaque année. Les paramètres faisant l'objet du suivi annuel pour le projet BlackRock sont identifiés au tableau 14.4.
- Les mesures de débit et la vérification de leur précision doivent être réalisées conformément à la version la plus récente du cahier 7 du *« Guide d'échantillonnage à des fin d'analyse environnementale – Méthodes de mesures de débit en conduit ouvert ».* Dans le cas des débits intermittents du projet BlackRock, les volumes déversés doivent être répartis sur les périodes les plus longues possibles afin de tenir compte des débits du milieu récepteur.

Tableau 14.4 Groupes de paramètres et de mesures de suivi annuel – *Directive 019*

Groupe 1			Groupe 4
Paramètre conventionnel	**Nutriment**	**Minerai ou élément métallique**	**Paramètre biologique**
Alcalinité Chlorures Conductivité DBO_5 DCO Débit Dureté Fluorures Hydrocarbures (C_{10}-C_{50}) MES pH Solides dissous Solides totaux Suvstances phénoliques Sulfates Turbidité	Azote ammoniacal Azote total Kjeldahl Nitrates + nitrites Phosphore total Nickel	Aluminium Arcenic Cadmium Calcium Chrome Bobalt Cuivre Fer Magnésium Manganèse Mercure Molybdène Plomb Potassium Silice Sodium Zinc	Toxicité aiguë

14.2.1.2 Effluents finaux - Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM)

En vertu du *Règlement sur les effluents des mines et métaux (REMM)* de *Pêches et Océans Canada*, le pH de l'effluent final doit être compris entre 6.5 et 9.0. Il ne doit pas provoquer de létalité aiguë des indicateurs biologiques et doit être conforme au tableau 14.5 qui provient de l'annexe 4 du règlement.

Tableau 14.5 Limites permises pour certaines substances nocives - REMM

	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4
Article	Substance nocive	Concentration moyenne mensuelle maximale permise	Concentration maximale permise dans un échantillon composite	Concentration maximale permise dans un échantillon instantané
1.	Arsenic	0,50 mg/l	0,75 mg/l	1,00 mg/l
2.	Cuivre	0,30 mg/l	0,45 mg/l	0,60 mg/l
3.	Cyanure	1,00 mg/l	1,50 mg/l	2,00 mg/l
4.	Plomb	0,20 mg/l	0,30 mg/l	0,40 mg/l
5.	Nickel	0,50 mg/l	0,75 mg/l	1,00 mg/l
6.	Zinc	0,50 mg/l	0,75 mg/l	1,00 mg/l
7.	Total des solides en suspension	15,00 mg/l	22,50 mg/l	30,00 mg/l
8.	Radium 226	0,37 Bq/l	0,74 Bq/l	1,11 Bq/l

Note : toutes les concentrations sont des valeurs totales.

Les études de suivi requises pour les effluents en vertu du REMM doivent comporter l'analyse des paramètres suivants :

- pH;
- alcalinité;
- dureté;
- aluminium;
- cadmium;
- fer;
- mercure;
- molybdène;
- ammoniac;
- nitrate.

La fréquence d'échantillonnage est de quatre fois par année à au moins un mois d'intervalle. Les essais de toxicité sublétale doivent être effectués sur la truite arc-en-ciel et les invertébrés benthiques selon les méthodes spécifiées par Pêches et Océans Canada à l'annexe 5 du règlement. Ces essais de toxicité doivent être réalisés deux fois par année pendant trois ans et par la suite sur une base annuelle.

14.2.2 Suivi des eaux de surface - REMM

Le suivi de la qualité de l'eau de surface se fait dans les zones exposées et témoin et en conformité avec les conditions de l'annexe 5 du REEM. Le rapport des études de suivi de

l'effluent final et de la qualité de l'eau doivent être présentés aux autorités fédérales au plus tard le 31 mars de l'année suivante. Le rapport annuel doit comprendre les éléments suivants :

- dates de prélèvement des effluents, des essais de toxicité sublétale et de suivi de la qualité de l'eau;
- emplacements et justification des points de rejets finaux pour la caractérisation des effluents et les essais de toxicité;
- coordonnées et description des zones d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau;
- méthodes utilisées, limites de détection et résultats de la caractérisation des effluents, des essais de toxicité sublétale et du suivi de la qualité de l'eau.

14.2.3 Suivi biologique

14.2.3.1 Faune terrestre et aviaire

Le projet a une incidence sur quelques habitats d'hiver de l'orignal. En collaboration avec le maître de trappe, un suivi devra porter sur la qualité des habitats hivernaux de remplacement pour l'orignal dans le lot de piégeage O-59. Des travaux compensatoires devront permettre d'en améliorer le potentiel ou tout au moins de faciliter la gestion générale des ressources fauniques du lot de piégeage O-59.

Le projet va également avoir un impact direct sur un couple de balbuzards pêcheurs qui nichent à proximité du lac Coïl. La mise en place des haldes à résidus grossiers et à stériles à l'est et l'exploitation d'éventuels bancs d'emprunt à l'ouest vont perturber cette aire de nidification. Par ailleurs, peu de sites naturels alternatifs avec une vue dominante sur le territoire et ayant des arbres matures sont disponibles dans le secteur à l'étude. Une étude devra être effectuée afin d'identifier des sites naturels de remplacement et éventuellement de mettre en place des plates-formes de nidification. Cette mesure pourrait aussi être aussi bénéfique au pygargue à tête blanche qui est présent dans la région du lac Chibougamau.

14.2.3.2 Milieux humides

La mise en place du projet va éliminer quelque 96 hectares de milieux humides. Le suivi consistera à identifier avec le maître de trappe du lot de piégeage O-59 les milieux humides qui pourraient faire l'objet d'un plan de restauration de même que ceux qui pourraient faire l'objet d'aménagements fauniques. Les priorités ainsi identifiées seront soumises aux autorités fédérale et provinciale concernées avant la mise en œuvre des aménagements.

14.2.3.3 Faune aquatique

L'inventaire de la faune dans les lacs et les cours de la zone d'influence du projet a permis de dresser un portrait précis du milieu aquatique. Ainsi, il appert clairement que la majorité des habitats aquatiques touchés par le projet sont caractérisés par la pauvreté de leur écosystème.

Quoi qu'il en soit, un programme de compensation pour la faune aquatique devra être défini en détails. Les sites qui vont faire l'objet d'études plus approfondies sont la rivière Armitage, le lac

Denis, l'ensemble du ruisseau Villefagnan, incluant ses deux principaux embranchements, le lac A-2 ainsi que le ruisseau Wynne. Les études et la mise en œuvre des travaux seront réalisées en concertation avec le maître de trappe du lot O-59. Les rapports d'étape seront soumis à *Pêches et Océans Canada* de même qu'au MRNF pour commentaires et approbation.

Benthos

L'objectif des études de suivi du benthos est de déterminer si les effluents miniers ont un effet sur les communautés benthiques et par extension, sur les poissons piscivores et leurs prédateurs. Il s'agit de comparer des organismes récoltés dans des zones exposées aux effluents avec d'autres récoltés dans les secteurs témoins. Pour ce faire, un calcul des descripteurs univariés devra être réalisé. Les descripteurs univariés suivants devront être comparés pour chaque station d'échantillonnage : densité (nombre d'organismes/m^2), richesse taxonomique (nombre de taxons), indice de régularité de Simpson indice de diversité de Simpson et coefficient de Bray-Curtis. Puisque les descripteurs univariés ne permettent pas d'identifier les taxons présents, une analyse des correspondances (AC) devra aussi être effectuée. Les différences qui pourront être observées dans les communautés benthiques permettront également de faire les liens avec les changements survenus dans le milieu récepteur et ce, en prenant également en considération d'autres variables qui affectent la répartition spatiale des organismes benthiques comme la granulométrie, la teneur des sédiments en matière organique et la vitesse d'écoulement.

Poissons

L'objectif des études de suivi des poissons est de déterminer l'incidence des effluents miniers sur les espèces cibles de poissons. Ce suivi se fait par la comparaison de relations morphométriques de poissons capturés dans les zones exposées situées près des points de rejets avec des spécimens capturés dans des zones de référence. Ces relations morphométriques porteront notamment sur la croissance, le poids, la condition externe, les réserves énergétiques, de même que les activités hépatiques et reproductrices.

Les études sur les populations de poissons, leurs tissus et les communautés benthiques doivent être effectuées conformément à la partie 2 de l'annexe 5 du REMM :

- le premier plan d'étude doit être présenté aux autorités fédérales, au plus tard 12 mois après l'assujettissement de la mine au règlement;
- les études doivent s'amorcer au plus tôt six mois après la date de présentation du plan d'étude;
- le premier rapport d'interprétation doit être présenté au plus tard 30 mois suivant la date à laquelle la mine devient assujettie au règlement;
- les études de suivi biologique subséquentes sont présentées selon des échéanciers variables en fonction des effets notés sur la faune aquatique dans les études antérieures;
- avant la fermeture de la mine, l'étude de suivi biologique finale est présentée pour approbation au plus tard six mois après l'émission de l'avis de fermeture de la mine.

Le programme de suivi sur les organismes benthiques et des poissons s'inspirera du « *Guide technique pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) par les mines de métaux*. » (Environnement Canada, juin 2011).

14.2.4 Suivi de l'eau souterraine - *Directive 019*

Le réseau de surveillance des eaux souterraines est implanté en périphérie des composantes du site minier et du poste de transbordement qui peuvent affecter la qualité de la ressource. Les puits d'observation se situent en amont et en aval de l'usine, du garage, des aires d'accumulation de rejets miniers et du poste de transbordement à raison de trois puits par site potentiel de contamination, soit un en amont et deux en aval. Les puits d'observation sont localisés sur les figures 10.5 et 10.6. Les puits d'observation seront échantillonnés périodiquement afin de vérifier l'innocuité des activités exercées et de déceler toute dégradation significative de la qualité des eaux souterraines. Tout dépassement du bruit de fond des eaux souterraines déclenchera une action. À ce moment, les causes du dépassement seront identifiées et, le cas échéant, une réévaluation sera faite de l'efficacité des aménagements et des pratiques de gestion.

Les paramètres à analyser pour les eaux souterraines proviennent de la *Directive 019* et sont identifiés au tableau 14.2. Les matières en suspension n'ont toutefois pas à être analysées. En sus des paramètres identifiés au tableau 14.2, les ions majeurs (Ca^{+2}, HCO_3, K^+, Mg^{+2}, Na^+, SO_4^{-2}), la conductivité électrique et le pH doivent être enregistrés. Les paramètres doivent être analysés deux fois par année au printemps et à l'été de façon à avoir une représentativité des périodes de crue et d'étiage. Le suivi de la piézométrie doit être effectué à ces mêmes périodes.

Dans le cas particulier du site de transbordement, une évaluation environnementale Phase 2 devra y être réalisée afin de déterminer le niveau de contamination laissé par les anciennes activités industrielles. Ce type d'évaluation doit également couvrir les sols en sus des eaux souterraines.

14.2.5 Suivi de l'ambiance sonore et des vibrations

En ce qui concerne les études de suivi du milieu sonore, il faut tout d'abord vérifier si les hypothèses de bases utilisées au chapitre 6 dans le calcul les niveaux sonores reflètent le bruit émis lors du fonctionnement de l'usine, de l'exploitation de la fosse et du site de transbordement. De façon spécifique :

- la puissance acoustique sera un des critères de sélection pour les équipements miniers;
- le climat sonore sera vérifié à une période représentative des travaux de construction;
- le climat sonore sera vérifié une fois l'an pendant les trois premières années d'opération et par la suite à tous les quatre ans ou lors d'ajout d'équipements ou activités supplémentaires;

- une berme de protection sonore devra être implantée entre le camp de construction et la route 210;
- le suivi sonore sera effectué au campement immédiatement après sa mise en place et pendant une période d'activité représentative; les niveaux sonores diurnes et nocturnes ne devraient pas dépasser 45 dB(A) en périphérie des dortoirs; les mesures de niveaux sonores au campement seront reprises sur une base annuelle.

Selon l'article 141 du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (c.S-2.1,r.13), des mesures dosimétriques doivent être réalisées à chacun des postes de travail au moins une fois l'an. Les doses journalières de bruit des travailleurs sont obtenues avec l'aide de dosimètres intégrateurs. Le dosimètre intégrateur est un appareil portatif installé à la ceinture du travailleur. Le microphone relié au dosimètre intégrateur se fixe sur l'épaule du travailleur. Les niveaux de bruit sont intégrés pour obtenir la dose quotidienne de bruit du travailleur qui porte l'appareil. Les mesures dosimétriques devront se faire dès la première année du début de l'exploitation.

En ce qui concerne les vibrations et le bruit lors des dynamitages, selon la *Directive 019,* les données suivantes doivent être conservées dans un registre et être disponibles pendant au moins deux ans :

- vitesse de vibrations;
- fréquences de vibrations au sol;
- pression d'air;
- patrons de dynamitage.

Toujours selon la *Directive 019*, les opérations de dynamitage doivent se conformer aux paramètres indiqués au tableau 14.6.

Tableau 14.6 Vitesses maximales permises en fonction des fréquences de vibrations au sol – *Directive 019*

Fréquence des vibrations au sol (Hertz)	Vitesse maximale permise (mm/s)
Fréquence ≤15	12,7
15 < fréquence ≤ 20	19,0
20 < fréquence ≤ 25	23,0
25 < fréquence ≤ 30	30,5
30 < fréquence ≤ 35	33,0
35 < fréquence ≤ 40	38,0
fréquence > 40	50,0

14.2.6 Suivi de la qualité de l'air

La qualité de l'air sera modifiée dans le secteur de la mine et au poste de transbordement. Des mesures seront prises sur le site minier et au poste de transbordement pour valider l'efficacité des mesures d'atténuation des émissions atmosphériques à la source et confirmer le respect des normes de la qualité de l'atmosphère édictées en vertu du *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*.

Une station d'échantillonnage de la qualité de l'air sera mise en place dès 2012 au sud-est du secteur minier dans l'axe des vents dominants. L'efficacité attendue des mesures d'atténuation sera comparée aux résultats obtenus et si nécessaire, les réajustements seront effectués.

Les opérations d'arrosage des chemins de roulage en période estivale seront réalisées selon une fréquence établie par l'équation proposée dans « *Air Pollution Engineering manual* » (Cowherd 1992 – voir chapitre 5).

14.2.7 Suivi de la stabilité des digues de retenue

Un programme de suivi du comportement des ouvrages de retenue est prévu afin de s'assurer que leur performance corresponde à celle anticipée. Le programme doit permettre d'apporter les ajustements appropriés et de prévenir les événements indésirables. Pour faciliter le suivi, des piézomètres dans les digues mesureront les pressions d'eau et des puits d'observation sur le périmètre des parcs permettront l'échantillonnage périodique des eaux souterraines.

L'inspection et les relevés de l'instrumentation seront effectués sur une base mensuelle durant les premiers six mois. Par la suite, la fréquence ne devrait pas être inférieure à quatre par année durant toute la période d'exploitation des ouvrages Un programme complet de suivi comprend également des examens visuels périodiques des ouvrages (tableau 14.7). Ces examens visuels de routine seront réalisés par les opérateurs ou le personnel de sécurité. Une inspection détaillée sera effectuée à tous les trois mois par le responsable des parcs de rejets et une inspection annuelle sera menée par un ingénieur spécialisé en conception de digues et barrages. Le résultat de cette inspection statutaire sera incorporé au rapport annuel de BlackRock.

Des inspections spécifiques seront aussi réalisées en fonction de problèmes particuliers. La revue de stabilité des ouvrages sera effectuée à tous les cinq ans par un ingénieur spécialisé en digues et barrages. Le programme d'inspection des digues de BlackRock va donc au delà des exigences du « *Règlement sur la sécurité des barrages* ».

Tableau 14.7 Composantes typiques d'un programme d'inspection des digues

Type d'inspection	Objectif	Fréquence	Personnes ressources
Routinière	Inspecter visuellement les parcs de rejets et structures attenantes (conduites de rejets, pompes, etc.), afin d'identifier toute anomalie.	Régulière	Opérateur, personnel de sécurité
Détaillée	Parcourir les digues pour inspecter les crêtes, les talus, les fossés et le terrain au pied des digues, ainsi que les structures attenantes.	Tous 3 mois ou après un événement climatique exceptionnel ou un séisme.	Responsable des parcs de rejets
Statutaire	Inspecter visuellement de façon détaillée toutes les digues et les ouvrages de contrôle des eaux.	1 fois par an (été)	Ingénieur expérimenté en conception de parc de rejets
Spécifique	Assurer le suivi d'une observation faite lors de l'inspection détaillée ou statutaire, qui peut demander des mesures particulières (ex. suivi d'une fissure, mesure des débits d'exfiltration).	Au besoin	Responsable des parcs de rejets
Revue de la stabilité	Réviser les rapports d'inspection, les concepts de design, les travaux de construction, les plans de déposition, la gestion de l'eau, etc.	Tous les 5 ans (selon le risque associé à la digue)	Ingénieur expérimenté en conception de parc de rejets (expert)

Source : Demers et Poirier, 1999 ; tirée de Aurbertin et coll., 2002.

14.2.8 Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel

La demande d'attestation d'assainissement doit être soumise au MDDEP dans le mois suivant la date de mise en exploitation. Elle doit notamment comprendre :

- capacité nominale quotidienne et annuelle de production;
- plan de localisation et description des points d'émission ou de dépôts de rejets résultant de l'exploitation;
- nature, quantité et caractérisation des contaminants émis;
- description des procédures et équipements de contrôle;
- mesures d'urgence en cas de présence accidentelle de contaminants dans l'environnement.

Le rapport annuel à fournir au MDDEP doit comprendre un registre identifiant tous les cas de dépassement des normes, le moment, le lieu, les causes, les circonstances et les mesures correctrices;

Le rapport annuel doit préciser pour le milieu aquatique les rejets de matières en suspension et la demande biologique en oxygène (DBO_5).

Les rejets en milieu atmosphérique doivent fournir des précisions sur les matières particulaires, le SO_2, les COV, les composés de soufre réduit totaux (SRT) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Le rapport doit être transmis dans les 30 jours suivants la fin de chaque mois et comprendre les informations contenues dans le registre. Le rapport annuel au 31 décembre, avant le 1er avril de l'année suivante.

14.2.9 Périodes post exploitation et post restauration – *Directive 019*

En période de post opération et avant l'achèvement des travaux de restauration, le programme de suivi des eaux de surface et souterraines doit être mis à jour et approuvé par le MDDEP.

Les prélèvements d'échantillons et les mesures de débit doivent être réalisés selon la fréquence minimale suivante :

- de 0 à 6 mois : bimensuelle;
- 6 mois et plus : mensuelle;
- les eaux souterraines doivent continuer d'être contrôlées deux fois par année, aux mêmes périodes et selon les mêmes paramètres que durant l'exploitation;
- en période post restauration, le programme de suivi des eaux de surface et souterraine doit être préalablement accepté par le MDDEP; il doit minimalement comprendre les mêmes paramètres qu'en période exploitation;
- en période post restauration, le programme demeure en force tant que les eaux ne sont pas conformes aux exigences de rejet pour un effluent final et aux objectifs de protection de l'eau souterraine;
- en période post restauration, la fréquence minimale de contrôle est de deux fois par année;
- la durée minimale du suivi est de cinq ans.

14.2.10 Suivi auprès de la population

De façon générale, la population de la région de Chibougamau compte sur ce projet minier pour relancer l'économie et l'emploi dans le respect de l'environnement. Du côté du maître de trappe cri, M. Philip Wapachee, et de sa famille, l'utilisation du territoire pour la pratique des activités traditionnelles est au cœur de leurs préoccupations (voir annexe 1.2).

Comité de suivi

Par souci de transparence, et de façon à mieux renseigner la population, BlackRock compte favoriser la mise sur pied d'un comité de suivi. Les intervenants qui seront invités à y participer devraient par définition avoir des intérêts variés couvrant notamment la formation, l'emploi, l'harmonie interculturelle au sein de la compagnie, les retombées économiques régionales et la mise en valeur des ressources. Les membres du comité seront choisis par les organismes qu'ils représentent et doivent faire preuve d'ouverture concernant les valeurs et les intérêts divergents des autres membres. Chaque membre sera responsable de rendre compte des travaux du comité à l'organisation spécifique qui le délègue.

Les représentants de BlackRock auprès du comité seront désignés par le président de la société. En fonction des thèmes spécifiques à chaque rencontre, les spécialistes sectoriels de BlackRock ou externes pourront se joindre aux réunions. Ces réunions devraient être ouvertes au public afin qu'il puisse prendre connaissance des travaux du comité et faire connaître ses préoccupations.

Le calendrier des réunions du comité devra être établi dès la formation du comité et à la lumière des échéanciers à respecter pour les différentes études et travaux inhérents au suivi du projet. Le comité devrait tenir une réunion au minimum une fois par année au site minier et visiter l'ensemble des installations. Le comité devrait être en place afin de réviser l'étude d'impact environnementale, la commenter et subséquemment participer à toutes les phases du projet, de la construction à la restauration. Pour ce faire, les membres du comité devraient conjointement :

- établir le mandat du comité;
- déterminer les sujets à traiter et les échéanciers afférents;
- déterminer les modalités et les façons d'assurer l'interface avec le public en général.

Par définition, ce comité consultatif devrait formuler des recommandations aux autorités de BlackRock afin de contribuer à l'adéquation entre les résultats attendus et obtenus et ce, pour tous les thèmes qui feront l'objet des préoccupations du comité.

Coordonnateur des relations avec les communautés

BlackRock compte appliquer une politique favorisant les retombées économiques pour Chibougamau, Chapais, Oujé-Bougoumou et Mistissini. Cependant, force est de constater qu'il subsiste une différence significative entre les conditions socio-économiques des populations autochtones et allochtones dans le territoire d'accueil du projet BlackRock. Ainsi, le niveau de scolarisation, le taux de chômage, le revenu d'emploi moyen et la longévité sont autant d'indicateurs qui caractérisent l'écart socio-économique entre les résidents autochtones et allochtones de la région.

Un poste de coordonnateur des relations avec les communautés est ainsi prévu au sein du département des ressources humaines. Le coordonnateur à l'emploi agira comme agent de liaison entre la population autochtone et BlackRock. Cette personne sera notamment responsable au jour le jour de :

- gérer le bureau de liaison de BlackRock à Oujé-Bougoumou;
- diffuser l'information concernant les programmes de formation dispensés par la commission scolaire Crie et Métaux BlackRock pour la mise à niveau des travailleurs;
- afficher et promouvoir dans la communauté de Ouje-Bougoumou et de Mistissini les postes à combler pour la construction et les opérations;
- participer à l'animation de campagnes promotionnelles d'emploi dans les communautés Cries de Ouje-Bougoumou et Mistissini;
- faire l'adéquation entre les opportunités contractuelles et les compétences des entreprises autochtones.

Afin de créer une communion d'intérêt entre les travailleurs autochtones et allochtones, BlackRock s'assurera que le personnel de supervision pourra s'exprimer en français comme en anglais et que les employés cris auront une opportunité égale à celle de leurs pairs allochtones de se faire comprendre. Le calendrier de travail et de congés tiendra aussi compte des périodes qui ont une importance culturelle pour les cris, soit celle de la chasse aux oies et à l'orignal.

Le département des ressources humaines sera également responsable de l'implantation du programme de sensibilisation à la culture crie, lequel sera dispensée à tous les travailleurs de BlackRock. L'ensemble des initiatives pour permettre une meilleure intégration des travailleurs et entrepreneurs cris sera évalué annuellement à l'aide d'indicateurs de performance. Des mécanismes de rétroaction seront mis en place de façon statuaire.

Satisfaction de la population

Le suivi auprès de la population doit permettre de sonder le taux de satisfaction de la population face au projet, particulièrement en ce qui touche l'embauche du personnel lors de la phase de construction et d'exploitation, ainsi que l'impact du projet sur la qualité de vie des citoyens et sur les divers potentiels d'utilisation du sol (tourisme, chasse et pêche, villégiature, activités traditionnelles, foresterie). Le comité de suivi du projet jouera un rôle actif à cet égard.

L'implication proactive de Métaux BlackRock pour vivre en harmonie avec la population, maximiser les retombées économiques locales et respecter ses engagements environnementaux constitue l'objectif à atteindre.

RÉFÉRENCES

Association minière canadienne, 2011. « *Audit and Assessment of Tailings Facility Management* »

Coherd, 1992. *« Air pollution Engineering manual »*

Environnement Canada, 2011. « *Guide technique pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) par les mines de métaux* »

Gouvernement du Canada, Juin 2011. « *Guide technique pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) par les mines de métaux* ».

Gouvernement du Québec. « *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale – Méthodes de mesures de débit en conduit ouvert* »

Gouvernement du Québec – MDDEP. « *Directive 019* »

Gouvernement du Québec – MRNF. « *Règlement sur la sécurité des barrages* » (c.S-3.1.01,r.1)

Gouvernement du Québec. « *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* »

Gouvernement du Québec – MDEEP. « *Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel* »

Gouvernement du Québec. « *Règlement sur la santé et sécurité du travail* » (S-2.1)

Pêches et Océans Canada. « *Règlement sur les effluents des mines de métaux* »

World Bank Group – International Finance Corporation, 10 décembre 2007. « *Environmental , Health and Safety – Mining* »

15. CONCLUSION

En guise de conclusion de l'étude d'impact environnemental, il est clair que le projet d'exploitation du gisement de fer – titane - vanadium du complexe du lac Doré se situe dans une région propice à son implantation et qu'il possède toutes les caractérisatiques pour s'inscrire de façon équilibrée dans le milieu récepteur. Les réserves minières sont suffisantes pour 15 ans d'opération. Qui plus est, les travaux d'exploration sur les 17 kilomètres du gisement pourront permettre de définir d'autres ressources et avoir des répercussions additionnelles sur la présence à long terme de BlackRock dans la région de Chibougamau.

La présente étude s'est appliquée à analyser tous les éléments de l'environnement et du milieu social susceptibles de subir un impact. Le respect de la population, de ses valeurs, du milieu récepteur et de la législation en vigueur a dicté les choix pour la mise en place des infrastructures et pour la gestion environnementale des opérations. L'étude propose également des mesures d'atténuation qui réduisent ou éliminent bon nombre d'impacts.

Localisation du projet

Le site minier se situe à l'est du lac Chibougamau, à quelque 60 kilomètres de l'agglomération du même nom. Il chevauche les municipalités de Chibougamau et de Baie-James. Le milieu récepteur est vaste et non urbanisé ; aucune habitation permanente ne se trouve dans un rayon de 10 kilomètres. Les études menées sur la qualité de l'air et le milieu sonore démontrent que le projet pourra respecter en tout temps et en tous points les normes établies et ce grâce à un programme proactif de contrôle de la qualité de l'air et de l'ambiance sonore.

Toutes les infrastructures minières et de support ont fait l'objet d'études comparatives afin d'identifier les emplacements qui génèrent le minimum de répercussion. L'empreinte au sol du projet est minimale et par conséquent, il en est de même pour les émissions de gaz à effet de serre et de matières particulaires.

La route d'accès pour atteindre le site minier est en majeure partie existante et le tronçon à améliorer est implanté dans l'axe d'une ancienne route forrestière. Des milieux humides et des habitats du poisson seront cependant perdus au droit d'implantation des infrastructures minières.

Un projet d'envergure internationale

Le complexe géologique du Lac Doré offre à BlackRock et ses partenaires une opportunité d'exploiter un gisement de fer de forte valeur ajoutée en raison de la présence de vanadium et de titane. Le caractère unique du gisement contribuera pendant de nombreuses années à assurer à BlackRock une stabilité dans le marché du fer qui n'a pas d'équivalent au Québec. Les impacts économiques et sociaux sont dans une très large mesure positifs et auront des répercussions au niveau de l'achalandage dans la région et de son rayonnement international.

Une région favorable à l'implantation du projet

L'historique minier de la région favorise l'acceptabilité sociale du projet. La population de la région de Chibougamau possède une longue tradition dans l'exploitation de gisements minéralogiques. Ce fut d'ailleurs la base de l'économie et la principale source d'emplois pour la population locale et régionale pendant plus d'un demi siècle. Après un certain déclin de l'industrie minière observé depuis quelques années, cette industrie connaîtra un nouvel essor dans la région grâce à l'arrivée du projet de BlackRock.

La municipalité de Chibougamau offre tous les services et possède tous les équipements nécessaires à la mise en chantier du projet et à l'accueil des travailleurs. La population régionale, sous réserve de l'acceptabilité environnementale du projet, convient de l'intérêt du projet. Qui plus est, le savoir faire des gens de la région, qui a largement contribué au succès de nombreux projets miniers, est un atout majeur pour BlackRock.

Le projet représente un investissement de l'ordre de 600 M$. Plus de 400 M$ iront à la construction de l'usine et des installations connexes. Ce montant comprend 1,3 million d'heures de travail qui bénéficieront en très grande partie au gens de la région. Pendant l'exploitation, quelques 160 travailleurs seront employés directement par BlackRock. Ceci se traduira également par des emplois indirects qui stimuleront l'ensemble des activités locales et régionales.

Un environnement à protéger

Les activités industrielles liées à l'exploitation des ressources primaires ont laissé des traces dans le paysage de Chibougamau et les populations autochtones ont vu leur milieu de vie être substantiellement modifié depuis les 60 dernières années. Une conscientisation accrue de la part des citoyens, des gouvernements et des gestionnaires miniers ont conduit à l'adoption de standards plus respectueux pour le milieu récepteur. Dans le cadre de la planification du projet de BlackRock, les utilisateurs du territoire et les autorités locales ont été impliqués à toutes les phases du projet. L'intégration de leurs préoccupations a donc contribué aux décisions relatives à la mise en place du projet minier.

Les principaux enjeux du projet au niveau humain sont liés aux activités traditionnelles et au partage harmonieux et sécuritaire du corridor routier entre la route 167 et le site minier. De nombreuses mesures d'insertion sont donc prévues à ce sujet. Des mesures d'insertion sont également prévues afin de palier aux impacts causés aux utilisateurs traditionnels du territoire.

En ce qui concerne le milieu biophysique, le potentiel de présence d'espèces animales et végétales rares ou menacées est dans une très large mesure théorique. Qui plus est, l'habitat du poisson dans le secteur d'implantation du projet est caractérisé par une très faible représentativité des espèces prédatrices et une surabondance des espèces des autres niveaux trophiques. Ces espèces sont par surcroît tolérantes à des conditions de vie marginales. Ceci est donc révélateur de la faible qualité générale de l'habitat du poisson.

Il a également été démontré que le pH très élevé des plans d'eau de la zone d'étude, de même que l'abondance des bicarbonates, des cations tel le calcium et du carbone organique, induisent une diminution de la toxicité des métaux pour la faune aquatique. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface du secteur à l'étude sont nettement différenciées de celles de l'ensemble du Québec. De façon générale, les métaux sont complexés avant de se rendre à la faune aquatique. Les métaux contenus dans les sédiments semblent peu disponibles aux invertébrés benthiques. Par voie de conséquence, ces métaux sont aussi peu disponibles pour les poissons benthivores et leurs prédateurs.

Tous les indicateurs de l'état de l'environnement enregistrés avant la mise en opération permettront de faire un suivi précis de l'évolution physico-chimique du milieu pendant et après l'exploitation.

Des considérations environnementales élevées pour intégrer le projet dans le milieu

La séquence de procédé de concentration de la magnétite ne possède pas d'équivalent pouvant à la fois être efficace, économiquement viable et ayant moins d'incidences environnementales. L'étude hydrogéologique a permis de caractériser le milieu pour identifier les meilleurs sites d'entreposage des résidus miniers. Les résultats d'analyse des résidus démontrent qu'ils ne sont ni acidogènes, ni lixiviables. De plus, le système de captage des eaux de surface permettra d'isoler le site minier afin de protéger le milieu limitrophe.

En ce qui concerne les critères de conception des ouvrages de retenue des résidus, il convient de souligner que les digues peuvent contenir une crue de 1:1000. Les facteurs de sécurité statique et dynamique de ces ouvrages sont aussi supérieurs aux critères établis par les autorités gouvernementales. Qui plus est, l'eau de procédé est intégralement recyclée et le bassin hautement valorisé de la rivière Armitage n'est pas touché.

L'application des programmes de surveillance environnementale, de restauration des lieux et de suivi des impacts comprend finalement des encadrements rigoureux qui sont intégrés à la gestion globale du projet. Le programme de gestion environnementale permettra également d'obtenir de façon continue une image objective de la performance environnementale du projet. Le projet minier est conçu de telle sorte qu'une batterie de mesures ont été adoptées pour prévenir et réduire les rejets dans l'environnement, respecter les normes édictées et prévenir l'occurrence de problèmes environnementaux. Des mécanismes de rétroaction viennent finalement faire l'adéquation entre les objectifs corporatifs de BlackRock et la performance obtenue.

Par ailleurs, les risques environnementaux et ceux liés à la santé et sécurité des travailleurs ont été définis ainsi que leur cadre de gestion.

Des aménagements compensatoires pour l'habitat du poisson et les milieux humides seront réalisés en périphérie du projet ou dans des milieux permettant d'améliorer la productivité du terrain de piégeage O-59. La planification et la réalisation de ces travaux seront effectuées en concertation avec le maître de trappe du lot de piégeage O-59.

À la lumière de l'ensemble des travaux effectués pour la réalisation de la présente étude et des engagements pris par BlackRock, il revient à la population et aux autorités compétentes d'apprécier l'intérêt du projet et son potentiel à s'intégrer harmonieusement dans le milieu.