

ANNEXE 1

PLAN DE RESTAURATION



Plan de restauration – Site Bachelor

Projet de traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy
à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage

Ressources Bonterra Inc.

8 février 2021



Val-d'Or (Québec)

SITE BACHELOR

PLAN DE RESTAURATION

ENV0612-1501-00



No de référence GCM : 19-0696-0612

Préparé par :

Valérie Fortin, ing. no OIQ : 5016764
GCM Consultants

Vérifié par :


Émilie Bélanger, professionnelle en environnement
GCM Consultants

Révision
00

Émission
FINALE

Date
2021.02.08

SOMMAIRE

La fusion de Ressources Bonterra inc. (Bonterra) et de la filiale Ressources Métanor inc. (Métanor) s'est concrétisée le 1^{er} janvier 2020. L'entreprise continue ces opérations sous le nom de Ressources Bonterra Inc. (Bonterra). Le site minier Bachelor est situé à environ 225 km au nord-est de Val-d'Or à 95 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon, à environ 30 km au sud de la communauté autochtone de Waswanipi et à 3,5 km à l'est du village de Desmaraisville. Des campagnes d'explorations de surface et souterraine ont permis de cibler le gîte Moroy en 2017 et 2018. Suite à cette découverte, Bonterra a déposé à l'automne 2019, une étude des impacts sur l'environnement et le milieu social (EIES), pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de traitement du Complexe Bachelor et l'augmentation du taux d'usinage de 800 à 2 400 t/j (tonnes par jour) de minerai. Ce projet inclut entre autres la modernisation de l'usine de traitement du minerai, la mise en place de deux nouvelles haldes à minerai ainsi que l'agrandissement du parc à résidus Bachelor (PARB) et la reconfiguration du système de drainage du site. Grâce à ces activités d'exploitation et d'usinage supplémentaires, il est prévu que la vie du site Bachelor pourra s'allonger de 10 années supplémentaires, soit jusqu'en 2030.

En vertu de la *Loi sur les mines*, le plan de restauration doit être révisé si des changements dans les activités minières justifient une modification, ou à la demande du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) s'il le juge nécessaire (chapitre M-13.1, a. 232.6). En raison des modifications au projet, le MERN demande que soit déposée une version à jour du plan de restauration. Bonterra a donc mandaté GCM Consultants Inc. (GCM) pour la préparation de la mise à jour du plan de restauration du site minier Bachelor.

Les exigences de restauration et de fermeture des sites miniers du Québec seront respectées lorsque les travaux au site Bachelor seront achevés. Ces derniers sont présentés ci-dessous :

- Éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité des personnes.
- Limiter la production et la propagation de substances susceptibles de porter atteinte au milieu récepteur et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de suivi.
- Remettre le site dans un état visuellement acceptable pour la collectivité.
- Remettre le site des infrastructures dans un état compatible avec l'usage futur.

Lors de l'arrêt définitif des activités de traitement de minerai au site Bachelor, tous les bâtiments et infrastructures de surface seront démolis par un entrepreneur certifié et les débris seront éliminés hors site. Les secteurs affectés par les opérations seront soit scarifiés ou amendés de matières organiques avant d'être revégétalisés. Des dalles de béton seront installées sur les ouvertures au jour pour assurer la sécurité du site. La machinerie lourde et autres équipements toujours fonctionnels seront retirés du site et vendus.

Lorsque le suivi environnemental aura démontré que l'eau de ruissellement sur le site est conforme aux exigences applicables, l'usine de traitement des eaux industrielles sera retirée du site, les digues du PARB seront recouvertes de 150 mm de matières organiques et ensemencées et les fossés seront remblayés et ensemencés. La cellule 1 d'entreposage de résidus secs sera recouverte de 150 mm de matières organiques puis ensemencée. Le bassin surnageant, incluant les anciennes cellules 2 et 3, seront recouverts d'une couche de 300 mm de stériles et d'une couche de 150 mm de matières organiques avant d'être revégétés. Les bassins de sédimentation et de recirculation seront recouverts d'une couche de 150 mm de matières organiques et ensemencés, suite à la mise en place d'une brèche dans les digues nord et médiane.

Les empreintes des haldes à stériles et à minéral seront recouvertes d'une épaisseur de 150 mm de matières organiques, puisensemencées. La halde à mort-terrain sera nivelée et mise en végétation parensemencement hydraulique.

Les coûts de restauration du site Bachelor calculés par GCM Consultant inc. (GCM), de même que le montant de la garantie financière sont estimés à environ 7,6 M\$ CAD¹, incluant les coûts d'ingénierie (10 %), les coûts de suivi ainsi qu'une contingence de 15 %. Il a été prévu que la majorité des travaux auraient lieu durant la période estivale suivant la fermeture et s'achèveraient après une période de 18 mois.

¹ En dollars, 2020.

ÉQUIPE DE RÉALISATION – GCM CONSULTANTS INC.

Valérie Fortin, ing.	Chargée de projet, compilation, rédaction et estimation des coûts
Émilie Bélanger, professionnelle en environnement	Révisseuse sénior
Marie-Claude Dion St-Pierre, ing. M.Sc.A	Révisseuse sénior
Gabrielle Murphy, CPI	Collaboratrice, Rédaction
Laurie-Anne Jean, CPI	Collaboratrice, Rédaction (section 2.8)
Stéphanie Marchand, tech.	Collaboratrice, Rédaction (sections 2.6, 2.7 et 2.8)
Andrée-Anne Lacasse, biologiste jr.	Collaboratrice, Rédaction (sections 2.4, 2.5, et 3.3)
Amélie Trottier-Picard, biologiste	Collaboratrice, Rédaction (sections 3.6.2, 3.6.2, 3.6.4 et 3.8)
Robert LeBrun, cartographe	Cartographie
Sylvain Rancourt, tech./dessinateur jr.	Dessin
Storm Laurans, tech./dessinateur	Dessin
Louis Bouliane, ing.	Estimation des coûts démolition bâtiments
Josée Zalewski	Édition

ÉQUIPE DE RÉALISATION – RESSOURCES BONTERRA INC.

Pascal Hamelin, ing.	Président et chef de la direction
Steve Gaudreault, B.Sc.A	Surintendant environnement

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE.....	I
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.....	4
3.0 DESCRIPTION DES ACTIVITÉS MINIÈRES.....	20
4.0 MESURES DE RESTAURATION ET DE RÉAMÉNAGEMENT DU SITE.....	44
5.0 PROGRAMME DE SUIVI ET D'ENTRETIEN POST-RESTAURATION.....	54
6.0 PLAN D'URGENCE.....	56
7.0 MESURES EN CAS D'ARRÊT TEMPORAIRE DES ACTIVITÉS.....	57
8.0 CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES ET TEMPORELLES.....	58
9.0 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	62

TABLEAUX

Tableau 1. Terminologie des principaux éléments du projet.....	3
Tableau 2. Historique de l'exploration et de l'exploitation au site Bachelor.....	7
Tableau 3. Ressources minérales des gîtes Barry et Moroy.....	8
Tableau 4. Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur le minerai.....	10
Tableau 5. Conclusion des analyses de composition chimique réalisées sur le minerai.....	11
Tableau 6. Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur le minerai.....	12
Tableau 7. Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les stériles.....	13
Tableau 8. Conclusions des analyses de composition chimique réalisées sur les stériles.....	14
Tableau 9. Conclusions des essais de lixiviation réalisés sur les stériles.....	14
Tableau 10. Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les résidus.....	16
Tableau 11. Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur les résidus.....	16
Tableau 12. Autorisations diverses reçues depuis 2004 pour le site Bachelor.....	18
Tableau 13. Développement vertical de la mine Bachelor.....	21
Tableau 14. Machinerie lourde et véhicules motorisés au site Bachelor.....	21
Tableau 15. Calendrier d'extraction du minerai.....	30
Tableau 16. Quantités futures de stériles à être générées au site Bachelor.....	31
Tableau 17. Bilan d'eau annuel proposé du PARB.....	37
Tableau 18. Liste des principaux produits chimiques utilisés et entreposés au site Bachelor.....	41
Tableau 19. Réservoirs pétroliers sur le site Bachelor.....	42
Tableau 20. Sommaire des coûts de restauration du site Bachelor.....	59
Tableau 21. Calendrier de réalisation des travaux de restauration sur 5 ans.....	61

FIGURES

Figure 1. Schéma de gestion des eaux proposée (Wood, 2019b).....	36
Figure 2. Schéma du système de traitement de l'eau de procédé actuel	39

ANNEXES

Annexe 1. Cartes, figures, schémas et plans

- A. Cartes :
 - a. Carte 1 : Localisation du site Bachelor
 - b. Carte 2 : Aménagement du campement
 - c. Carte 3 : Localisation des monteries
- B. Plans d'aménagement de surface tirés de l'étude des impacts (Wood, 2019) :
 - a. Figure No 001 : Propriétés du site Bachelor (Horizon SF, 2020)
 - b. Figure No 002 : Vue d'ensemble du site Bachelor
 - c. Figure No 003 : Vue rapprochée des installations et bâtiments de l'usine de Bachelor
- C. Plans et sections de l'aménagement souterrain :
 - a. Sections longitudinales de la mine souterraine Bachelor
 - b. Piliers de surface de la mine souterraine Bachelor
- D. Schémas de procédé tirés de l'étude des impacts (Wood, 2019) :
 - a. Figure 3-3 : Ajout d'un système de réception du minerai du site Barry et modifications au système de concassage actuel
 - b. Figure 3-5 : Procédé suite aux modifications au circuit de broyage
 - c. Figure 3-8 : Circuit de lixiviation et de charbon en pulpe proposé
 - d. Figure 3-9 : Circuit de traitement au charbon activé et de raffinage
- E. Cartes tirées de l'étude d'impact (Génivar, 2011) :
 - a. Carte 7.2.2 : Dépôt de surface
 - b. Carte 7.2.4 : Hydrographie et sous-bassins versants
- F. Croquis d'aménagement montrant le site Bachelor restauré :
 - a. CRQ0266-55004-PA
 - b. CRQ0266-55005-PA
 - c. CRQ0266-55006-PA

Annexe 2. Grille de validation du Ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles

Annexe 3. Résolution du conseil d'administration

Annexe 4. Titres miniers du site Bachelor

Annexe 5. Études de caractérisation géochimique

- A. Rapport d'interprétation des résultats de caractérisation géochimique –Réponse aux questions et commentaires du COMEX – Étude des impacts – Traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage (GCM, 2020)

Annexe 6. Études de conception du PARB

- A. Révision du concept de gestion du parc à résidus du site minier Bachelor Desmaraisville (QC) (AMEC, 2018)
- B. Rapport technique Description du mode de gestion des résidus prévu pour le site minier Lac Bachelor (BBA, 2018)
- C. Révision du concept de gestion des résidus et de l'eau du parc à résidus du site Bachelor – Rapport technique (Richelieu, 2018)
- D. Modélisation numérique du transport de contaminants dissous Richelieu. À partir du parc à résidus miniers final. Projet Bachelor à Desmaraisville (Richelieu, 2020)
- E. Augmentation de la capacité d'emmagasinement de l'aire d'accumulation. Empilement de résidus miniers. Rapport produit pour Ressources Métanor Inc. – Mine du Lac Bachelor. 27 pages et annexes. (WSP, 2017)
- F. Synthèse des inspections statutaires 2010 à 2020 du parc à résidus du site minier Moroy. Rapport produit pour Ressources Bonterra inc. 25 pages et annexes. (FNX, 2020)
- G. Support aux réponses pour six questions du COMEX – Projet Bachelor. Rapport géotechnique. 11 pages et annexes (BBA, 2020a)
- H. Plans et Sections – Analyses de stabilité du parc à résidus (version signée et scellée)

Annexe 7. Plan de mesures d'urgence

Annexe 8. Estimation des coûts de restauration

1.0 INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

Le site Bachelor est situé près du village de Desmaraisville, à 95 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon. Les installations minières de surface, incluant une usine de traitement du minerai, ont été mises en place au site en 1980 afin de soutenir l'exploitation souterraine aurifère commerciale qui s'y est déroulée de 1982 à 1989. Dans les années 2000, les installations minières ont été remises en état opérationnel et, suite à la procédure d'étude d'impact, des autorisations ont été octroyées pour le traitement, à raison de 1 200 tpj (tonnes par jour), d'un échantillonnage en vrac de 50 000 t de minerai en provenance du gisement Barry, un gisement satellite appartenant à Ressources Bonterra inc. (Bonterra).

À la suite d'un échantillonnage en vrac de 5 000 t de la mine souterraine Bachelor en 2011, l'exploitation et le traitement de 900 000 t de minerai issues de cette mine souterraine ont été relancés en 2012 à un tonnage journalier de 800 tpj. En 2017, des autorisations pour l'exploitation et le traitement de 600 000 t de minerai en provenance de la mine souterraine Bachelor ont été émises par les autorités. La capacité du parc à résidus Bachelor (PARB) étant limitée, une nouvelle gestion des résidus miniers a été mise de l'avant dans les demandes de permis menant aux autorisations de 2017. Ainsi, depuis 2017, l'empilement de résidus miniers secs est aussi mis en application.

Avec l'augmentation des ressources et réserves des divers gisements appartenant à Bonterra (Bachelor, Moroy et Barry), ces derniers désirent augmenter la capacité du concentrateur jusqu'à 2 400 tpj. Par le fait même, l'agrandissement du PARB est devenu essentiel. Une étude des impacts a été déposée en septembre 2019 pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et l'augmentation du taux d'usinage. Grâce à ces activités d'exploitation et d'usinage supplémentaires, il est prévu que la vie du site Bachelor pourra s'allonger de 10 années supplémentaires, soit jusqu'en 2030.

En vertu de la *Loi sur les mines*, le plan de restauration doit être révisé si des changements dans les activités minières justifient une modification, ou à la demande du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) s'il le juge nécessaire (chapitre M-13.1, a. 232.6). En raison des modifications au projet, le MERN demande que soit déposée une version à jour du plan de restauration. Bonterra a donc mandaté GCM Consultants inc. (GCM) pour la préparation de la mise à jour du plan de restauration du site Bachelor.

Le présent document, préparé conformément d'après le *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec* (MERN, 2017) vise donc à intégrer les modifications suivantes apportées au projet :

- Traiter 2 400 tpj de minerai à l'usine de traitement du Complexe Bachelor en provenance des gîtes Bachelor, Barry et Moroy, soit trois fois la quantité de 800 tpj autorisée. Pour ce faire, une partie des équipements actuels de l'usine du Complexe Bachelor seront remplacés par de l'équipement plus moderne et efficace.
- Permettre l'entreposage du minerai en provenance du gîte Barry en agrandissant et réaménageant la partie nord du Complexe Bachelor et en y aménageant deux nouvelles haldes à minerai temporaires.
- Agrandir le PARB afin qu'il puisse contenir 8 Mt de résidus miniers supplémentaires.
- Aménager une halde à mort-terrain à l'est du PARB et un nouvel accès sud permettant d'accéder au concentrateur plus directement à partir de la route Barry-Bachelor.

1.2 Objectifs

L'objectif premier de ce plan de restauration est de ramener les lieux affectés par l'exploitation aurifère du site Bachelor le plus possible à leur état naturel d'origine prévalant avant toute activité minière, ainsi que de s'assurer que l'ensemble de la propriété n'aura aucun impact sur la qualité de l'environnement à l'extérieur du site. GCM a préparé le présent plan de restauration pour le site Bachelor conformément aux dispositions de la *Loi sur les mines* (L.R.Q., ch. M-13.1) et selon les spécifications du *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec* du MERN (MERN, 2017).

Les travaux prévus à la fin des activités d'exploitation permettront d'atteindre favorablement ces exigences. Le programme de restauration décrit dans ce document vise le secteur où les activités d'exploitation minière ont lieu et s'articule principalement autour des éléments suivants :

- La description des installations en place et prévues
- La description des activités prévues
- Les mesures de protection, de réaménagement et de restauration prévues
- Le programme de contrôle et de suivi post-restauration
- Les mesures en cas d'arrêt temporaire des activités
- Le plan d'urgence
- L'évaluation du coût des travaux de restauration
- L'échéancier des travaux de restauration
- L'évaluation de la garantie financière

Afin de faciliter la lecture du document, toutes les figures, cartes et plans d'aménagement cités dans le présent plan de restauration ont été regroupés et présentés à l'annexe 1. La grille de validation du contenu du plan de restauration dûment remplie est jointe à l'annexe 2.

Il est à noter que les noms des ministères et des organismes seront toujours mentionnés sous leur appellation la plus récente dans ce document.

1.3 Terminologie

Afin, d'aider à la compréhension, le Tableau 1 ci-dessous énumère les principaux éléments qui seront désignés tout au long de ce document, tel que défini dans l'étude des impacts (Wood, 2019b).

Tableau 1. Terminologie des principaux éléments du projet

Terminologie	Description
Site Bachelor ou site minier Bachelor	Emplacement comprenant le camp minier et les installations souterraines et de surface dédiées à l'extraction et à l'usinage du minerai de la mine Bachelor, ainsi qu'à la gestion des résidus miniers. Dans le cadre de ce plan de restauration, le site Bachelor comprend également le gîte Moroy.
Complexe Bachelor	Portion du site Bachelor comprenant les installations de surface servant à l'usinage du minerai et les bâtiments connexes.
Mine Bachelor	Concession minière CM 510 et bail minier BM 1025 où les installations souterraines d'extraction du minerai sont présentes.
Gîte Moroy (ou Moroy)	Gîte minéral du bail minier Moroy projeté situé dans le bloc Moroy.
Site Barry	Emplacement comprenant le camp minier ainsi que les installations souterraines et de surface dédiées à l'exploration du gîte Barry.
Gîte Barry (ou Barry)	Gîte minéral du bail minier Barry.
Route de transport Barry-Bachelor	Route de transport existante reliant les sites Barry et Bachelor.
Nouvel accès sud	Nouvel accès routier au sud du Complexe Bachelor pour rejoindre l'extrémité nord de la route de transport Barry-Bachelor.

2.0 RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

2.1 Identification du requérant et des intervenants

2.1.1 Requérant

Correspondances :

Siège social

Ressources Bonterra Inc.

Site Bachelor

200, chemin de la Mine
Desmaraisville (QC)
J0Y 1H0

Personnes responsables : Steve Gaudreault, B.Sc.A
Surintendant environnement
Téléphone : 819-753-2043, Poste 2016
Courriel : sgaudreault@btrgold.com

Pascal Hamelin, ing.,
Président et chef de la direction
819-825-8678, Poste 221
phamelin@btrgold.com

2.1.2 Numéro CIDREQ

Le numéro du centre informatique du registre des entreprises du Québec (CIDREQ) pour l'entreprise Ressources Bonterra Inc. est le 1 167 354 076.

2.1.3 Résolution du conseil d'administration

L'extrait certifié conforme d'une résolution du conseil d'administration de Bonterra, autorisant M. Pascal Hamelin comme représentant afin de présenter et de déposer cette demande, sera fourni à l'annexe 3.

2.1.4 Consultant mandaté

La firme GCM Consultants Inc. (GCM) a été mandatée pour la préparation du présent plan de restauration.

GCM Consultants Inc.

492, 1^{re} Rue Ouest, bureau 2
Amos (Québec) J9T 2M4

Téléphone : 514-351-8350

Personnes-ressources : Valérie Fortin, ing.
Chargée de projet

Marie-Claude Dion St-Pierre, ing. M.Sc.A
Directrice Environnement

Téléphone : 418-834-8364, Poste 6025

418-834-8364, Poste 5989

Courriel : vfortin@gcmconsultants.com

mcdion@gcmconsultants.com

2.2 Localisation du site

Les activités minières du site Bachelor prennent place à environ 225 km au nord-est de Val-d'Or, 95 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon, 30 km au sud de la communauté autochtone de Waswanipi et 3,5 km à l'est du village de Desmaraisville. Il est possible d'accéder au site en empruntant la route 113 reliant Val-d'Or et Chibougamau.

Le site se situe dans la région administrative du Nord-du-Québec, dans le territoire municipal régi par le gouvernement régional Eeyou Istchee Baie-James (GREIBJ). La propriété n'est pas située sur des territoires agricoles protégés par la *Loi sur la protection de territoire et des activités agricoles*. Le site Bachelor se trouve dans la zone de zonage ER-1 qui permet l'exploitation minière.

Les coordonnées géographiques du site Bachelor sont les suivantes (coordonnées UTM : 417 250 E et 5 483 250 N) :

- Longitude : 76°09' ouest;
- Latitude : 49°29' nord.

La carte 1 jointe à l'annexe 1A illustre la localisation générale du site Bachelor de Bonterra.

2.3 Propriété minière des terrains

Le site Bachelor est composé d'un bail minier (BM-1025) et d'une concession minière (CM-510) couvrant une superficie totale d'environ 100 hectares. Des démarches ont été entamées par Bonterra afin d'obtenir un bail minier pour l'exploitation du gîte Moroy, situé à 600 m au sud de la mine Bachelor. Le gîte Moroy sera accessible à partir des installations souterraines de la mine Bachelor.

Bonterra détient environ 242 claims miniers au site Bachelor, ceux-ci sont listés à l'annexe 4 et représentés à la Figure No°001 de l'annexe 1B qui montre l'ensemble des titres miniers du site Bachelor.

2.4 Historique du site

Les paragraphes suivants résument l'historique du site Bachelor depuis le début des activités d'exploration minière sur le site.

L'exploration de la propriété Bachelor remonte à 1946, avec la découverte d'affleurements aurifères et le début, dans les années suivantes, de travaux de prospection et d'échantillonnage.

De 1946 à 1961, diverses entreprises ont procédé à des travaux qui ont confirmé le potentiel aurifère de la propriété Bachelor.

En 1961, Sturgeon River Mines creusait un premier segment du puits et procédait, dans les années subséquentes, à des travaux d'exploration de surface et souterraine. Ce puits fut creusé à une profondeur de 339 m et comportait sept niveaux. Ces différents niveaux étaient séparés à des intervalles de 46 m, ce qui équivalait à environ 3 350 m de travaux de développement. Ces travaux ont mené aux premières estimations de ressources à partir de 1975. De 1972 à 1975, différents programmes d'exploration de surface et souterraine ont permis de délimiter des réserves. Des travaux portant sur l'extraction de l'or contenu dans le minerai ont également été réalisés, ce qui a permis de mettre au point un schéma de traitement par cyanuration directe.

Les infrastructures de surface au site Bachelor ont été mises en place en 1980 et une production commerciale a débuté en 1982. À l'exception d'un temps d'arrêt pour approfondir le puits en 1987, la mine Bachelor a été exploitée jusqu'en 1989.

La production de minerai rapportée est de 869 418 t usinées, à une teneur d'alimentation de 5,04 g/t et une récupération à l'usine de 93 %, pour un total de 131 029 oz d'or raffiné (Wood, 2019b).

En 1990, la compagnie Acadia Mineral Venture a effectué des travaux, dont le fonçage de 168 m de galeries ainsi que la réalisation de 4 807 m de forage au diamant.

Une petite quantité de minerai (non rapportée) aurait été extraite par un entrepreneur minier en 1992, qui a ensuite laissé la mine s'envoyer à la suite de la fermeture prolongée anticipée.

Entre 1994 et 2004, il y a eu plusieurs changements de propriétaire. De 1999 à 2004, les compagnies Sabre Capital Partners, Ressources Campbell inc. et Corporation Wolfden Ressources ont réalisé différents programmes d'exploration de surface et souterraine. Ces programmes d'exploration ont permis d'estimer de nouvelles ressources minérales très prometteuses. Au printemps 2004, la coentreprise Halo Resources Ltd. et Métanor a entrepris des travaux de dénoyage ainsi que de réhabilitation. Ils ont sécurisé les infrastructures de la mine Bachelor jusqu'au fond du puits, soit à 562,7 m. Puis, durant le printemps 2005, un important programme d'exploration souterraine a été entrepris. Ce programme d'exploration a eu un impact significatif sur la compréhension de la géologie du gisement.

En septembre 2007, Métanor a acquis à 100 % le site Bachelor. À partir de 2008, Métanor a réalisé des études et des travaux afin de remettre en activité le site Bachelor après plus de 16 ans d'arrêt des opérations. Cette réouverture impliquait la rénovation de l'usine de traitement du minerai pour le traitement d'un échantillonnage en vrac de 50 000 t de minerai en provenance du gîte Barry. Une étude d'impact a été soumise en 2007 à cet effet.

Suite à un échantillonnage en vrac de 5 000 t de la mine souterraine Bachelor en 2011, l'exploitation et le traitement de 900 000 t de minerai issu de cette mine souterraine ont été relancés en 2012, à un tonnage journalier de 800 t/j.

En 2017, les autorités ont émis des autorisations pour l'exploitation et le traitement de 600 000 t de minerai en provenance de la mine souterraine Bachelor. La capacité du parc à résidus étant limitée, une nouvelle gestion des résidus miniers a été mise de l'avant dans les demandes de permis menant aux autorisations de 2017. Ainsi, depuis 2017, l'empilement de résidus miniers secs est mis en application.

La fusion entre la filiale Métanor et Bonterra a débuté en septembre 2018 et a été concrétisée le 1^{er} janvier 2020. L'entreprise continue ces opérations sous le nom de Bonterra. Depuis la fusion, l'exploration sur la propriété Bachelor se poursuit. Une campagne d'exploration de surface et souterraine a permis de cibler le gîte Moroy en 2019. Bonterra a déposé une étude des impacts pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et l'augmentation du taux d'usinage.

Il est à noter qu'aucune documentation faisant état de travaux de restauration au site Bachelor suite aux activités minières passées n'a été retrouvée.

Le Tableau 2 résume les faits saillants des travaux au site Bachelor.

Tableau 2. Historique de l'exploration et de l'exploitation au site Bachelor

Période	Promoteur	Travaux
1946	Divers prospecteurs	Travaux de prospection et d'échantillonnage sur la propriété Bachelor.
1946–1961	Diverses entreprises	Poursuite des travaux afin de confirmer le potentiel aurifère des propriétés Bachelor et Hewfran.
1961	Sturgeon River Mines	Fonçage d'un premier segment de puits sur la propriété Bachelor; travaux d'exploration de surface et souterraine.
1975	Sturgeon River Mines	Première estimation des ressources.
1980	Bachelor Lake Gold Mines	Construction d'infrastructures de surface.
1982	Bachelor Lake Gold Mines	Début de la production commerciale en juillet 1982.
1987	Bachelor Lake Gold Mines	Arrêt temporaire de l'exploitation pour le développement additionnel de l'infrastructure souterraine.
1989	Bachelor Lake Gold Mines	Arrêt de la production.
1990	Acadia Mineral Venture	Fonçage de nouvelles galeries ainsi que forage au diamant.
1992	Ross-Finlay	Récupération de minerai sauté avant de laisser la mine s'envoyer.
1999–2004	Sabre Capital Partners, Ressources Campbell et Wolfden Ressources	Réalisation de programmes d'exploration permettant d'estimer de nouvelles ressources.
2003–2004	Wolfden Ressource	Dénoyage de la mine.
2005	Halo Resources et Ressources Métanor	Programme d'exploration permettant de mieux caractériser la géologie du gisement.
2008–aujourd'hui	Ressources Métanor et Ressources Bonterra inc.	Travaux d'exploration. Rénovation de l'usine de traitement du minerai. Mise en conformité aux normes environnementales du PARB. Rénovation des installations d'air comprimé. Rénovation de l'installation de hissage du puits. Ajout de génératrices d'urgence. Construction d'un camp pour les travailleurs pour 160 personnes. Construction de bâtiments de service sur le site minier. Approfondissement du puits. Développement de nouveaux niveaux dans la mine. Installation d'une unité de traitement des cyanures.
2019	Ressources Bonterra inc.	Réalisation d'une étude des impacts pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et l'augmentation du taux d'usinage.

2.5 Ressources et réserves minérales

Le projet de Bonterra possède des ressources aurifères de bonne teneur, pour un potentiel de plusieurs années d'exploitation. Le projet vise le traitement du minerai des gîtes Moroy et Barry à l'usine du Complexe Bachelor. À la suite des travaux menés jusqu'à maintenant, l'estimation des ressources minérales pour le gîte Moroy, selon la Norme canadienne 43-101 annoncée en mai 2019, rapporte 667 005 t de ressources mesurées et indiquées (5,17 g/t) ainsi que 396 000 t de ressources inférées (4,32 g/t) d'or, avec un seuil de coupure de 3,0 g/t (Wood, 2019b). Le gîte Barry possède quant à lui 2 052 000 t de ressources indiquées (5,84 g/t) et 2 740 000 t de ressources inférées (5,14 g/t).

En somme, 2 417 000 t de ressources mesurées et indiquées (5,68 g/t) et 3 136 000 t de ressources inférées (5,04 g/t) sont issues des gîtes Moroy et Barry. Les résultats pour les ressources minérales de ces deux gîtes sont résumés au Tableau 3.

Tableau 3. Ressources minérales des gîtes Barry et Moroy

Gîte	Ressources mesurées			Ressources indiquées			Ressources inférées		
	Tonnes	Au (g/t)	Au (oz)	Tonnes	Au (g/t)	Au (oz)	Tonnes	Au (g/t)	Au (oz)
Barry	-	-	-	2 052 000	5,84	385 000	2 740 000	5,14	453 000
Moroy	302 000	5,66	55 000	365 000	4,77	56 000	396 000	4,32	55 000
Total	302 000	5,66	55 000	2 417 000	5,68	441 000	3 136 000	5,04	508 000

2.6 Géologie et minéralogie

2.6.1 Contexte régional

Le territoire de la Baie-James se situe sur le vaste craton archéen du Bouclier canadien, qui comprend la province géologique du Supérieur. Cette dernière date de l'Archéen (plus de 2,7 milliards d'années) et elle englobe six sous-provinces géologiques, dont celle de l'Abitibi. La sous-province géologique de l'Abitibi se caractérise par des ceintures de roches vertes, dont la Ceinture verte de Chibougamau-Chapais. Cette dernière est composée majoritairement des séquences d'unités de roches volcaniques de type mafique, de roches intrusives de type mafique et felsique ainsi que de roches sédimentaires. Ces roches tirent leur origine d'un contexte d'arcs insulaires en marge continentale. Les multiples collisions d'îles volcaniques avec d'autres blocs continentaux ont mené à la formation de grandes failles. Malgré ces nombreux épisodes tectoniques, ces roches ne présentent qu'un faible degré de métamorphisme associé au faciès des schistes verts.

Les gîtes aurifères archéens de l'Abitibi sont hydrothermaux, c'est-à-dire qu'au cours de la mise en place d'un massif intrusif, un fluide chargé en métaux dissous s'est dégagé du magma et a migré dans les failles. La circulation de ce fluide dans le réseau de fractures a mené à la formation de veines de quartz et à la précipitation de métaux comme l'or, formant ainsi des filons de quartz aurifères. Cependant, le gisement de la mine Bachelor se distingue des autres gisements de la région puisqu'il est retrouvé en association à de petites intrusions felsiques (Métanor, 2012).

2.6.2 Contexte local

Le gisement aurifère Bachelor se situe essentiellement sur les basaltes de la formation d'Obatogamau ainsi que sur les roches pyroclastiques et sur des laves issues du membre de Wachigabau (Métanor, 2017). Le site longe une partie de la faille Lamarck, qui est orientée NE-SO. Cette faille est l'élément structural principal dans la région où se situe la mine Bachelor (Métanor, 2017). Les veines aurifères se trouvent dans les structures collatérales à la faille (Métanor, 2017).

La mine Bachelor est un gisement d'or associé à un pluton felsique tardif nommé le pluton O'Brien (Wood 2019). Ce dernier est décrit comme un porphyre de granite et de granodiorite à biotite et hornblende. Il s'y trouve également des dykes de lamprophyres et de kimberlite. Le massif recoupe le contact entre deux unités de roches volcaniques. Son intrusion aurait, à l'aide de sa chaleur et de fluides hydrothermaux, contribué à la concentration du minerai dans la roche volcanique en l'altérant (Wood 2019).

2.6.3 Minéralisation

La minéralisation aurifère du gisement Bachelor est associée à un cisaillement de type ductile-fragile et forme une zone hématisée contenant de la pyrite disséminée. L'or est contenu dans des veines et veinules sous forme native et est accompagné de pyrite. Le contenu en or corrèle généralement avec le contenu en pyrite (Lamont, 2017). Les roches encaissantes (roches volcaniques felsiques à intermédiaires) peuvent être faiblement à fortement silicifiées, hématisées et/ou séricitisées. Le contenu en sulfures est généralement faible puisque la présence de pyrite est associée aux zones aurifères (Wood, 2019b).

La mine Bachelor est composée de trois veines aurifères principales, soit les zones A, B et principale (Métanor, 2017).

La zone principale, qui compte 90 % du volume de la ressource, est caractérisée par une altération à l'hématite, une altération en silice et une altération à l'ankérite, distinguées par une couleur rouge brunâtre (Wood, 2019b). Ces zones d'altération augmentent en largeur avec la profondeur, mais les concentrations de minerai n'y sont pas uniformément distribuées (Wood, 2019b). Ce système d'altérations, représentant la minéralisation, s'étend dans la direction nord 290° sur 1 150 m et a été exploité sur plus de 460 m, soit dans la section entre le contact ouest du pluton O'Brien et la limite de la propriété (Wood, 2019b). La zone principale est également composée d'hématite, de pyrite, de calcite, de chlorite, d'améthyste, de micas, de magnétite et de sulfures de métaux de base (Métanor, 2017).

La zone A a été découverte lors de forages au 9^e niveau et elle a été par la suite détectée jusqu'au niveau 4. Celle-ci est fortement altérée en hématite et cisailée. Elle présente une minéralisation plus faible en pyrite. La veine B quant à elle présente les mêmes caractéristiques que la veine principale. Elle semble s'élargir en profondeur, sous le 15^e niveau (Métanor, 2017).

Une quatrième zone exploitable, la zone Moroy, a récemment été découverte (Wood, 2019b). Elle ressemble beaucoup à la zone A, car elle présente une altération en hématite, quoique plus modérée et une altération plutôt modérée en silice (Wood, 2019b). Elle est aussi fortement cisailée (Wood, 2019b).

2.7 Caractérisation géochimique

Dans le contexte de l'étude des impacts (Wood, 2019b) pour l'augmentation du taux d'usinage et le traitement de minerai des gîtes Barry et Moroy au site Bachelor, Métanor a mandaté Wood solutions en environnement et infrastructures, une division de Wood Canada limitée (Wood), afin de compiler les données géochimiques disponibles sur les stériles, le minerai ainsi que les résidus de la mine Bachelor, du gîte Moroy et du gîte Barry. Le mandat de Wood pour cette étude comportait la compilation, l'examen et l'interprétation des données disponibles recueillies lors de l'exploitation par le personnel de Métanor entre la fin des années 1990 et 2019. Ces données comprennent des résultats sur la lixiviation des métaux et le drainage minier acide pour les composantes clés du projet, y compris le minerai, les résidus et les stériles.

Suite à l'analyse de l'étude d'impact, le Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social (COMEX) a transmis une série de questions et commentaires à Bonterra en mai 2020. Les questions QC-51 et QC-71 indiquent que le promoteur devra considérer les futurs résidus miniers produits acidogènes selon la Directive 019 (D019) ce qui implique que le promoteur devra présenter un concept de restauration qui tient compte du potentiel de génération d'acidité des résidus.

Bonterra considère qu'il n'est pas requis à ce stade-ci de considérer l'ensemble des résidus du parc à résidus comme étant potentiellement générateur acide (PGA). Bonterra a mandaté GCM afin de clarifier les résultats de la caractérisation géochimique présentés dans l'étude des impacts. De plus, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a publié en juin 2020, un *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai* (ci-après *Guide de caractérisation*). Ainsi, le rapport d'interprétation des résultats de caractérisation géochimique préparé par GCM vise à comparer et à réinterpréter les résultats de la caractérisation géochimique réalisée par Wood (Wood, 2019) au *Guide de caractérisation*. Ce rapport (GCM, 2020) est résumé dans la présente section et est joint à l'annexe 5. À titre informatif, le rapport de Wood (2019), l'avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers complétés par Lamont inc. en 2017 ainsi que le rapport final des essais cinétiques sur les résidus de concentrateur de la mine Bachelor réalisé par l'URSTM en 2019 sont joints dans les annexes du rapport GCM (2020) inséré à l'annexe 5 du présent plan de restauration.

2.7.1 Caractérisation du minerai

Les tableaux 4 à 6 ci-dessous présentent respectivement les conclusions des essais de PGA, de la détermination de la composition chimique et des essais de lixiviation réalisée sur le minerai usiné à l'usine de traitement du minerai Bachelor. L'ensemble des tableaux de résultats pour les différentes analyses est disponible dans les annexes du rapport de Wood (2019) joint à l'annexe 1 du rapport d'interprétation (GCM, 2020) joint à l'annexe 5.

Tableau 4. Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur le minerai

Essais de détermination du PGA	Bachelor	Moroy	Barry
Nombre d'échantillons analysés	99	33	103
Résultat selon les critères de la D019	66 % PGA	58 % PGA	17 % PGA
Résultat selon les critères utilisés par Wood, 2019*	57 % PGA	27 % PGA	6 % PGA
Pourcentage d'échantillons considérés incertains selon le NEDEM*	31 % incertain	24 % incertain	5 % incertain

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Selon les critères du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM), le minerai de Barry et de Moroy présente respectivement un pourcentage d'échantillons de 3 % et 1 % classifié comme étant PGA (Moroy 27 %-24 %; Barry 6 %-1 %). Quant au minerai issu du gisement Bachelor, environ 26 % des échantillons analysés sont considérés PGA selon les critères établis par le NEDEM, considérant que 31 % des échantillons se retrouvent dans la zone d'incertitude.

La durée d'entreposage du minerai étant de courte durée (entre 7 et 45 jours), et le roc étant affleurant en surface dans ce secteur, aucune mesure de protection des eaux souterraines n'est envisagée pour les aires de gestion du minerai. Il est à noter qu'un fossé de collecte des eaux de ruissellement en provenance des haldes sera mis en place, ce dernier s'écoulera naturellement vers le parc à résidus.

Tableau 5. Conclusion des analyses de composition chimique réalisées sur le minerai

Composition chimique	Bachelor	Moroy	Barry
Nombre d'échantillons analysés	46	22	101
Pourcentage d'échantillons dépassant les critères génériques A du Guide d'intervention	Ag (93 %) Cr (48 %) Ba (30 %) Cu (28 %) Mo (22 %) Cd (17 %) Co (7 %) Mn (4 %) Ni (4 %) As (2 %) Zn (2 %)	Ag (100 %) Mo (82 %) Ni (80 %) ¹ Cu (41 %) Co (36 %) Cd (18 %) Mn (18 %) As (5 %)	Co (75 %) Cu (67 %) Mn (52 %) Ag (50 %) Mo (41 %) ² Ba (40 %) Ni (16 %) ³ Cr (11 %) Zn (10 %) ⁴ Pb (5 %) As (1 %) Cd (1 %) Se (1 %)

- (1) 5 échantillons analysés
 (2) 93 échantillons analysés
 (3) 50 échantillons analysés
 (4) 63 échantillons analysés

Tableau 6. Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur le minerai

Essais de lixiviation	Bachelor	Moroy		Barry
	Essai SPLP	Essai CTEU-9	Essai SPLP	Essai SPLP
Nombre d'échantillons analysés	65	23	22	99
Dépassement des critères de RES du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Zn (18 %) Ag (8 %) Ba (5 %) Cu (6 %)	F (9 %)	Al (100 %)	-
Dépassement des critères de l'eau de consommation du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Al (92 %) As (29 %) Mn (22 %) Ba (3 %) Se (2 %)	F (70 %) Al (70 %) Mo (35 %) Mn (17 %)	-	Al (100 %) As (4 %) Mn (1 %)

«-» = Aucun dépassement

Selon le diagramme décisionnel de la Figure 4.2 du *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020), les essais de lixiviation TCLP sont prescrits seulement lorsque le contenu en soufre total est supérieur à 5 %. Ainsi, puisque le pourcentage en S de la majorité (98 %) des échantillons de minerai est inférieur à 5 %, les résultats de TCLP n'ont pas été considérés dans les conclusions de l'évaluation du potentiel de lixiviation du minerai.

La présence d'Al dans tous les échantillons d'eaux de lixiviation à une concentration supérieure aux critères de RES dans le cas de Moroy et supérieure aux critères de l'eau de consommation dans le cas de Barry représente un risque.

De plus, des échantillons d'eau de lixiviation CTEU-9 du minerai Moroy dépassent à la fois les critères génériques A et les critères d'eau de consommation en Mo et Mn.

Quant au minerai issu du gisement Bachelor, des échantillons d'eau de lixiviation dépassent à la fois les critères génériques A et le critère d'eau de consommation ou les critères de RES en As, Ag, Ba, Cu, Mn.

Il est à noter que Bonterra entend poursuivre son programme de caractérisation géochimique en continu du minerai. En effet, suite à l'évaluation du COMEX en 2017, Bonterra a reçu une modification d'autorisation² à son Certificat d'Autorisation (CA)³ pour son projet d'exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire au site minier Bachelor. La condition 1 de cette modification précise que Bonterra doit entreprendre un programme de caractérisation géochimique en continu de toute nouvelle zone minéralisée qu'il découvrira lors de ses activités d'exploration qui serait exploitée ou traitée, après autorisation de l'Administrateur, sur le site minier Bachelor.

² Modification N/Réf. : 3214-14-027 – Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor – Exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire émis le 10 février 2017 par la sous-ministre Marie-Renée Roy du MDDELCC.

³ Certificat d'autorisation N/Réf. : 3214-14-027 –Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor émis le 4 juillet 2012 par la sous-ministre Diane Jean du MDDEP.

Le programme de caractérisation de l'équipe d'exploration comprend systématiquement une analyse en S et en C. En fait, lors du développement pour chaque nouvelle zone minéralisée, un échantillon est envoyé pour l'analyse en S et C. Normalement, chaque zone minéralisée est recoupée par plusieurs forages permettant ainsi l'obtention de plusieurs échantillons par zone.

2.7.2 Caractérisation des stériles

Les tableaux 7 à 9 ci-dessous présentent respectivement les conclusions des essais de PGA, de la détermination de la composition chimique et des essais de lixiviation réalisés sur les stériles des trois gisements. L'ensemble des tableaux de résultats pour les différentes analyses est disponible dans les annexes du rapport de Wood (2019) joint à l'annexe 1 du rapport d'interprétation (GCM, 2020) joint à l'annexe 5.

Tableau 7. Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les stériles

Essais de détermination du PGA	Bachelor	Moroy	Barry
Nombre d'échantillons analysés	25	25	95
Résultat selon les critères de la D019	28 % PGA	16 % PGA	6 % PGA
Résultat selon les critères utilisés par Wood (2019) *	20 % PGA	24 % PGA	3 % PGA
Pourcentage d'échantillons considérés incertains selon le NEDEM*	20 % incertain	12 % incertain	3 % incertain

**Les échantillons avec un RPN (PN/PA) entre 2 et 1 sont considérés incertains, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.*

Deux des quatre-vingt-quinze échantillons (3 %) de stériles en provenance de Barry et cinq des 25 échantillons (20 %) des stériles issus de la mine Bachelor sont classifiés comme étant PGA, selon Wood (2019). Toutefois, il est à noter que la totalité de ces échantillons ont un RPN entre 1 et 2, ce qui les situe dans la zone d'incertitude selon le NEDEM.

Quant aux stériles issus de l'exploitation du gisement Moroy, 8 des 25 échantillons (24 %) analysés sont classifiés comme étant PGA, selon Wood, 2019. Toutefois selon le NEDEM, la moitié de ces échantillons ont un RPN entre 1 et 2, ce qui les place dans la zone d'incertitude, laissant 12 % des échantillons classés comme étant PGA.

Tableau 8. Conclusions des analyses de composition chimique réalisées sur les stériles

Composition chimique	Bachelor	Moroy	Barry
Nombre d'échantillons analysés	23	18	94
Pourcentage d'échantillons dépassant les critères génériques A du Guide d'intervention	Ag (43 %) Mo (39 %) Ba (30 %) Cr (30 %) Cu (22 %) Co (17 %) Ni (9 %) Zn (5 %) ¹ Cd (4 %) Mn (4 %)	Ag (72 %) Mo (72 %) Ni (60 %) ² Co (39 %) Mn (22 %) Cd (17 %) Cr (17 %) Zn (17 %)	Co (64 %) Cu (57 %) Ba (36 %) Mn (35 %) Ni (27 %) Cr (23 %) Mo (22 %) Ag (10 %) Hg (6 %) As (4 %) Zn (4 %) Cd (3 %) Pb (2 %)

(1) 20 échantillons analysés

(2) 5 échantillons analysés

Tableau 9. Conclusions des essais de lixiviation réalisés sur les stériles

Essais de lixiviation	Bachelor	Moroy		Barry
	Essai SPLP	Essai CTEU-9	Essai SPLP	Essai SPLP
Nombre d'échantillons analysés	17	20	18	40
Dépassement des critères de RES du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Zn (29 %) Ba (24 %)	F (20 %) Cu (1 %)	-	-
Dépassement des critères de l'eau de consommation du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Al (100 %) As (4 %) Ba (4 %) Mn (4 %)	Al (95 %) F (75 %) Mo (45 %) Mn (5 %)	Al (100 %)	Al (100 %)

«-» = Aucun dépassement

Selon le diagramme décisionnel de la Figure 4.2 du *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020), les essais de lixiviation TCLP sont prescrits seulement lorsque le contenu en soufre total est supérieur à 5 %. Ainsi, puisque le pourcentage en S de l'ensemble des échantillons de stériles est inférieur à 5 %, les résultats de TCLP n'ont pas été considérés dans les conclusions de l'évaluation du potentiel de lixiviation des stériles.

En effet, selon le *Guide de caractérisation* du MELCC, pour que les stériles soient classés comme étant lixiviables, les concentrations de contaminants dans les lixiviats des essais SPLP et CTEU-9 doivent dépasser les critères de qualité des eaux souterraines du *Guide d'intervention* pour les mêmes substances que celles qui dépassent les critères génériques A pour les sols dans la fraction solide.

Les stériles du gisement Barry présentent un potentiel pratiquement nul de lixiviation des métaux puisqu'aucun métal présent dans la fraction solide n'a été décelé dans les eaux de lixiviation SPLP.

Dans le cas des stériles Moroy, une faible proportion d'échantillons d'eau de lixiviation dépassent à la fois le critère générique A et le critère d'eau de consommation ou le critère de RES en Mn et Mo.

Quant aux stériles issus du gisement Bachelor, une faible proportion d'échantillons d'eau de lixiviation dépassent à la fois les critères A et les critères d'eau de consommation ou les critères de RES en Ba, Mn et Zn.

L'Al représente un risque, puisque la concentration en Al est supérieure au critère de l'eau de consommation dans la totalité des échantillons d'eau de lixiviation SPLP des trois types de stériles.

Les opérations minières au site Bachelor génèrent une faible quantité de stériles. Les stériles sont majoritairement utilisés comme matériau de remblayage des chantiers souterrains. À l'occasion, lorsque requis, les stériles sont acheminés à la surface pour la construction de rehaussement de digues internes du parc à résidus.

Ils sont aussi utilisés pour faciliter la circulation des camions sur les résidus dans le cadre des travaux d'excavation de résidus pour la mise en place de l'empilement de résidus secs.

Suite à la réalisation d'une étude de valorisation des stériles du site minier Barry, Bonterra a obtenu en juin 2019, une autorisation du MELCC (N/Réf :7610-08-01-70172-25 | 401819886) pour le concassage et la valorisation des stériles miniers de la mine Barry. Les stériles issus des fosses à ciel ouvert au site Barry sont donc utilisés par Bonterra pour l'aménagement de plateforme d'entreposage ou autres, l'entretien et la construction de routes et pourrait être utilisés pour la construction de l'agrandissement du PARB.

Au même titre que les stériles en provenance de Barry, Bonterra souhaiterait pouvoir utiliser les stériles issus du développement Moroy comme matériel de construction. Une caractérisation de ces stériles conformément au *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction* est présentement en cours de préparation.

2.7.3 Caractérisation des résidus

Le Tableau 10 résume les conclusions des tests de détermination du potentiel de génération d'acide sur les échantillons de résidus miniers du parc à résidus Bachelor. Lorsque comparés aux critères du NEDEM et du *Guide de caractérisation* du MELCC, les résidus miniers présents dans le parc à résidus Bachelor sont considérés comme étant non-PGA. Le pourcentage en S total des cinquante-cinq échantillons compilés varie entre 0,02 % et 1,43 %. Le PNN se situe entre 6 kg CaCO₃/t et 112 kg CaCO₃/t, et est en moyenne 72,6 kg CaCO₃/t. Quant au rapport PN/PA, il varie entre 2,03 et 20,1 et est en moyenne de 4,25. Les 12 échantillons de résidus miniers qui sont classifiés comme étant PGA selon la D019, ont un rapport PN/PA entre 2 et 3.

Tableau 10. Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les résidus

Essais de détermination du PGA	Résidus entreposés au PARB
Nombre d'échantillons	55
Résultat selon les critères de la D019	22 % PGA
Résultat selon les critères utilisés par Wood (2019)*	0 % PGA

*Les échantillons avec un RPN (PN/PA) entre 2 et 1 sont considérés incertains, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Les analyses de la composition chimique effectuées sur les résidus miniers réalisés sur quinze échantillons en 2016 et sur sept échantillons en 2018 montrent que 77 % des échantillons présentent une concentration en Mo plus élevée que les critères génériques A du *Guide d'intervention*. De plus, les résultats de 2016 ont indiqué, dans un ou deux échantillons, la présence d'une concentration en Co, Cu, Mn, Hg et Pb supérieure aux critères A du *Guide d'intervention*.

Le Tableau 11 suivant résume les conclusions des essais de lixiviation complétés sur les résidus miniers.

Tableau 11. Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur les résidus

Essais de lixiviation	Essai CTEU-9 ou à l'eau	Essai SPLP
Nombre d'échantillons	7	7
Dépassement des critères de RES du <i>Guide d'intervention</i> (% du nombre d'échantillons)	Free CN (100 %) CN total (100 %)	Free CN (43 %) CN total (100 %)
Dépassement des critères de l'eau de consommation du <i>Guide d'intervention</i> (% du nombre d'échantillons)	Free CN (43 %) Al (29 %) Mn (57 %)	Al (100 %)

Selon le diagramme décisionnel de la Figure 4.2 du *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020), les résidus miniers sont classés comme n'étant pas lixiviables. En effet, seule la concentration en Mo a été identifiée comme étant supérieure aux critères génériques A lors de l'analyse de la composition chimique de la fraction solide des échantillons de résidus.

Le contenu en S des échantillons de résidus étant inférieur à 5 %, le potentiel de génération d'acide a été évalué selon les critères de classement à la Figure 4.1 du *Guide de caractérisation* et a donc été jugé comme étant non-PGA.

Les concentrations de contaminant dans les lixiviats des essais SPLP et CTEU-9 sont inférieures aux critères de qualité des eaux souterraines du *Guide d'intervention* pour les mêmes substances que celles qui dépassent les critères génériques A pour les sols dans la fraction solide, soit le Mo. Ainsi les résidus sont classifiés comme étant non-PAG et peu lixiviables.

Néanmoins, puisque quelques échantillons de résidus (moins de 10 %) ont montré la présence, dans la composition chimique des résidus d'une concentration supérieure aux critères A en Co, Cu, Mn, Hg et Pb et que la concentration en Mn dans les eaux de lixiviation de l'essai CTEU-9 excède le critère dans plus de la moitié des échantillons (57 %), les résidus miniers présentent un risque de lixiviation en Mn.

Puisque certaines données sur le minerai suggèrent un PGA, mais que les échantillons de résidus indiquent généralement un potentiel plus faible de génération d'acide selon les valeurs de RPN, Wood (2019) a réalisé une évaluation supplémentaire de ces données dans le but d'expliquer l'écart constaté.

D'après les géologues de Bonterra, les veines étroites de minerai dans la mine Bachelor et au gîte Moroy expliqueraient l'écart entre les résultats d'analyse dans les résidus et ceux dans le minerai pourraient être expliqués par une dilution des échantillons de minerai avec le stérile adjacent (Wood, 2019).

Conformément à son engagement en lien avec la condition 1 de la modification ⁴ de son Certificat d'autorisation (CA) ⁵, Bonterra poursuivra l'échantillonnage de façon hebdomadaire et l'analyse des teneurs en S et en C des résidus miniers à la sortie de l'usine de traitement du minerai.

2.8 Autorisations diverses

L'ensemble des attestations, permis, baux et CA émis auprès des autorités à Bonterra pour le site Bachelor est présenté au Tableau 12 et sont disponibles à la demande du MERN.

⁴ Modification N/Réf. : 3214-14-027 – Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor-Exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire émis le 10 février 2017 par la sous-ministre Marie-Renée Roy du MDDELCC.

⁵ Certificat d'autorisation N/Réf.:3214-14-027 -Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor émis le 4 juillet 2012 par la sous-ministre Diane Jean du MDDEP

Tableau 12. Autorisations diverses reçues depuis 2004 pour le site Bachelor

Activité	N° référence	Document	Autorité	Date d'émission
Travaux de mise en valeur du site minier et dénoyage de la mine souterraine	3214-14-27	Attestation de non-assujettissement	COMEX	13 mai 2004
	7610-10-01-70018-26 / 200085249	Demande de CA art. 22	MDDEP	28 juin 2004
Augmentation de l'usinage à 800 t/j pour traiter 500 000 t de minerai provenant du site Barry en utilisant les infrastructures du site Bachelor et l'ajout d'un concasseur portatif	3214-14-27	Demande de modification (art. 122.2) de CA art. 22 LQE	COMEX	30 juillet 2008
	7610-10-01-70018-27 / 200207917		MDDEP	12 août 2008
Installation d'un système de destruction des cyanures en utilisant le peroxyde d'hydrogène au lieu d'un système SO ₂ /air	3214-14-27	Demande de modification (art 122.2) de CA art. 22 LQE	COMEX	27 mars 2009
	7610-10-01-70018-28 / 200230114		MDDEP	3 avril 2009
Agrandissement du camp incluant l'installation d'un système pour traiter les eaux usées domestiques	7610-10-01-70018-30 / 200233805	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDEP	18 juin 2009
Agrandissement du camp incluant l'installation d'un système pour traiter l'eau potable	7610-10-01-70018-31	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDEP	22 juillet 2009
Augmentation du taux d'usinage de 800 à 1 200 t/j	3214-14-27	Modification (art 122.2) de la demande de CA art. 22 LQE	COMEX	27 juillet 2009
	7610-10-01-70018-29 / 200242770	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 22 LQE	MDDEP	
Aménagement d'une nouvelle sécherie et de bureaux connexes incluant l'installation d'un système pour traiter les eaux usées domestiques	7610-10-01-70018-32 / 200246365	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDEP	8 janvier 2010
Aménagement d'un système de traitement d'eau potable	7610-10-01-70018-33 / 200272593	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDEP	9 août 2010
Aménagement d'une installation de captage d'eau souterraine	7610-10-01-70018-33 / 200272598	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 31 LQE		11 août 2010
Échantillonnage en vrac de 5 000 t	3214-14-27	Attestation de non-assujettissement	COMEX	21 décembre 2010
	7610-10-01-70018-34 / 400789708	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 22 LQE	MDDEP	28 février 2011
Installation d'un système de destruction des cyanures par ozonation	3214-14-027	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	COMEX	20 juin 2011
	7610-10-01-70018-34 / 400808865		MDDEP	15 juillet 2011

Activité	N° référence	Document	Autorité	Date d'émission
Installation d'équipement à l'usine de traitement de minerai	7610-10-01-70018-36-400849127	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	MDDEP	23 août 2011
Modification du CA – Système de destruction des cyanures	3214-14-027	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	COMEX	22 novembre 2012
Aménagement d'un nouveau puits de captage d'eau souterraine au camp	7610-10-01-70018-37 / 400921268	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 31 LQE	MDDEP	31 mai 2012
Exploitation et traitement de 900 000 t de minerai à hauteur de 800 tpj	3214-14-027	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	COMEX	4 juillet 2012
	7610-10-01-70018-38 / 400952125		MDDEP	16 août 2012
Rehaussement des ouvrages de rétention du PARB	7610-10-01-70018-39 / 401008019	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	MDDEP	25 mars 2013
Modification du CA – Programme de suivi visant à cerner les impacts réels et à vérifier l'efficacité des mesures d'atténuations et ajustements du contenu du rapport de suivi annuel	3214-14-027	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	COMEX	19 juillet 2013
Traitement des eaux usées de trois nouveaux dortoirs au camp	7610-10-01-70018-40 / 401120815	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDELCC	4 juillet 2014
Augmentation de la capacité du système de traitement d'eau potable au camp	7610-10-01-70018-41 / 401175058	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDELCC	7 octobre 2014
Prélèvement d'eau pour fin d'alimentation en eau potable au camp	7610-10-01-70018-42 / 401242006	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 31 LQE	MDDELCC	3 juin 2015
Activités de suivi aux fins de l'attestation d'assainissement	7610-10-01-70018-07 / 401365042	Demande d'autorisation en vertu de l'art. 32 LQE	MDDELCC	Juin 2016
Modifications du CA – Exploitation et traitement de 600 000 t additionnelles de minerai	3214-14-027	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	COMEX	10 février 2017
	7610-10-01-70018-38 / 401582703		MDDELCC	26 mai 2017
Empilement des résidus	3214-14-027	Demande d'autorisation en vertu de la LQE	COMEX	19 mai 2017
	7610-10-01-70018-38 / 401582703		MDDELCC	26 mai 2017
Étude des impacts – Traitement de minerai aurifère des projets Barry et/ou Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usinage		Étude d'impact en vertu du Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement	COMEX	En cours d'analyse depuis la fin septembre 2019

3.0 DESCRIPTION DES ACTIVITÉS MINIÈRES

3.1 Activités minières actuelles et futures

3.1.1 Activités minières actuelles

En 2017, Bonterra a obtenu l'autorisation d'extraire et de traiter 600 000 t additionnelles de minerai aurifère du gisement Bachelor par voie souterraine. L'usine de traitement du minerai en place au Complexe Bachelor était en opération 24 h par jour, 365 jours par année, à un taux de traitement du minerai de 800 tpj, avant de cesser temporairement ses opérations à l'été 2018.

3.1.2 Activités minières futures

Tel que mentionné précédemment, une étude des impacts a été déposée à la fin septembre 2019 pour le traitement de minerai aurifère issu des gîtes Barry et Moroy à l'usine de traitement du minerai du Complexe Bachelor et pour l'augmentation du taux d'usinage à un taux maximal de 2 400 tpj de minerai. À cause de ces activités d'exploitation et d'usinage supplémentaires, il est prévu que la vie du site Bachelor pourra s'allonger de 10 années supplémentaires, soit jusqu'en 2030.

Pour ce faire, Bonterra prévoit moderniser l'usine de traitement du minerai afin de pouvoir en tripler le taux de traitement du minerai de 800 à 2 400 tpj. Deux nouvelles aires d'accumulation du minerai seront également installées afin d'accueillir le minerai en provenance du site minier Barry. Dû à l'augmentation du traitement du minerai, le PARB se devra d'être reconfiguré et agrandi afin d'accueillir jusqu'à 8 Mt de résidus miniers supplémentaires. Le système de drainage du site et l'emplacement de l'usine de traitement d'eau devront également être déplacés suite aux modifications du PARB.

3.2 Méthodes d'exploitation

3.2.1 Description de la mine souterraine Bachelor

Entre 1982 et 1989, les 12 premiers niveaux de la mine Bachelor ont été développés. Les niveaux 1 à 7 étaient accessibles par un puits de trois compartiments et les niveaux 8 à 12 par un puits à quatre compartiments. L'approfondissement du puits d'exploitation de la mine Bachelor a été complété en juillet 2011 jusqu'au 15^e niveau sur quatre compartiments, à une profondeur de 728,6 m et comprend un réseau de ventilation ainsi qu'une sortie de secours vers la surface. Le dernier niveau (15^e niveau) contient une baie de forage servant au chargement du minerai et du stérile, afin de les transporter à la surface. Il sert également comme niveau de service et d'exploration et comprend un système de pompage, un bassin de décantation, des poches de débordement, une trémie de chargement ainsi que des installations électriques. Des sondages souterrains y sont également faits pour l'exploration en profondeur (Méтанор, 2017). La mine est aussi munie d'une cheminée de ventilation.

La section longitudinale "Ressources M1" jointe à l'annexe 1C montre les différents niveaux de la mine ainsi que le puits. On peut également y voir en plan, dans le coin supérieur gauche, une vue de tous les niveaux de la mine. Le niveau 11 apparaissant en rouge autant en plan qu'en longitudinale est présentement le seul niveau développé qui permet d'accéder à la zone M1.

Le premier niveau se situe environ 53 m sous la surface. Les niveaux 2 à 7 se situent à des intervalles d'environ 46 m, les niveaux 8 à 12, à des intervalles d'environ 38 m et les niveaux 13 à 15 à des intervalles d'environ 61 m. Le fond du puits est situé à 27,40 m sous le 15^e niveau, soit à une profondeur de 728,56 m (Métanor, 2012).

Le tableau 13 suivant montre les élévations des différents niveaux, tels que décrits ci-haut.

Tableau 13. Développement vertical de la mine Bachelor

Niveau	Intervalle (m)	Profondeur (m)
Surface	-	-
Niveau 1	53,34	53,34
Niveau 2	45,72	99,06
Niveau 3	45,72	144,78
Niveau 4	45,72	190,50
Niveau 5	45,72	236,22
Niveau 6	45,72	281,94
Niveau 7	45,72	327,66
Niveau 8	38,10	365,76
Niveau 9	38,10	403,86
Niveau 10	38,10	441,96
Niveau 11	38,10	480,06
Niveau 12	38,10	518,16
Niveau 13	61,00	579,16
Niveau 14	61,00	640,16
Niveau 15	61,00	701,16
Fond de puits	27,40	748,56

Source : Stantec, 2011

3.2.2 Machinerie lourde et véhicules motorisés

Afin de permettre les opérations d'exploitation au site du projet Moroy, Bonterra possède plusieurs types de machinerie et véhicules. Toute machinerie lourde sur le site est munie d'une trousse de déversement d'urgence (Métanor, 2017). Le Tableau 14 liste les équipements lourds actuellement disponibles en surface. Les différents équipements lourds étant sous terre n'apparaissent pas dans cette liste.

Tableau 14. Machinerie lourde et véhicules motorisés au site Bachelor

Quantité	Type
2	Chargeuse sur pneus
1	Camion 10 roues
1	Pelle mécanique
1	Tracteur sur chenille

3.2.3 Méthode de minage

La méthode de minage principalement utilisée pour le projet Moroy est celle de chantier longs trous non remblayés. Cette méthode consiste à excaver le minerai à l'aide de foreuses longs trous conventionnelles qui sont introduites à l'intérieur de sous-niveaux qui ont été développés également à l'aide d'équipements conventionnels.

Elle permet ainsi une meilleure exploitation des gisements composés de plusieurs zones étroites, non directionnelles et aux pendages supérieurs à 40°. Ce procédé permet au minerai de tomber par gravité à l'intérieur de la zone de soutirage.

Le site Moroy est l'un des rares au Québec qui utilise de la machinerie conventionnelle. Ce type de machinerie permet l'excavation des galeries et sous niveaux ayant de petites dimensions et est recommandée pour des gisements de type filonien à faible puissance (épaisseur moyenne). Pour le site du projet Moroy, l'épaisseur moyenne de la structure minéralisée se situe généralement entre 1 et 2 m ce qui en fait un gisement filonien s'adaptant bien aux méthodes conventionnelles. De plus, la machinerie conventionnelle fonctionne à l'air comprimé ou à batterie, nécessitant essentiellement de l'électricité limitant ainsi l'utilisation d'énergie non renouvelable.

L'exploitation de la zone M1 du Projet Moroy s'étend, selon nos connaissances actuelles du gisement, de l'élévation du niveau 6 et plonge jusqu'à l'élévation du niveau 15. La longitudinale "Ressources M1" à l'annexe 1C illustre bien la portée de la zone.

Tel qu'illustré sur la section longitudinale, une rampe d'accès a été excavée afin d'accéder à du minerai sous l'élévation du puits actuel pour exploiter précédemment la mine Bachelor. De la machinerie mécanisée était utilisée à cet endroit pour le halage du minerai. Toutefois il n'est pas prévu actuellement que le projet Moroy soit exploité de façon mécanisée.

Tout comme pour l'ancienne mine Bachelor, un des défis importants lors du minage sera de limiter la dilution causée généralement par la chute des épontes lors des sautages ou peu de temps suite aux sautages. Comparativement à la mine Bachelor, le projet Moroy offre la chance d'obtenir une faible teneur en or dans les épontes, ce qui est moins dommageable au niveau économique. Toutefois le but demeure de limiter au minimum la dilution et usiner un minerai avec la plus haute teneur possible.

Plusieurs initiatives d'optimisation ont donné des résultats concluants dans le passé. Les stratégies utilisées afin de diminuer la dilution seront un câblage de qualité dans les sous-niveaux, le forage de trous d'échantillonnage avec foreuses longs trous pour bien délimiter les zones minéralisées, de façon à éviter des surexcavations et l'utilisation de piliers positionnés à des endroits stratégiques lors du minage des chantiers.

Les trous d'échantillonnage à l'aide des foreuses longs trous permettent également de délimiter des zones à plus faibles teneurs qui pourront être laissées en pilier lors du minage. Ces piliers laissés dans des zones à faibles teneurs joueront un rôle majeur dans le maintien des épontes et pourront également permettre de remplacer un pilier prévu dans une zone à haute teneur par un pilier à faible teneur.

Pour le moment, une seule galerie atteint le projet Moroy au niveau 11. Une galerie fut également avancée jusqu'à une faible distance de la zone M1 au niveau 14 et poursuivra éventuellement son chemin pour atteindre la zone minéralisée. Il y a beaucoup de travail à faire au niveau de l'évaluation et l'optimisation pour déterminer la façon optimale d'attaquer la zone M1 sur toute la hauteur prévue actuellement. Que ce soit avec des galeries à d'autres niveaux, des sous-niveaux développés avec des points de soutirage à certaines élévations, des réseaux de monterie servant de passage à minerai et/ou à stériles ou toute autre méthode. Les travaux à venir nous permettront de déterminer la méthode optimale afin d'opérer sécuritairement et économiquement.

3.2.4 Pilier de surface

3.2.4.1 Situation actuelle

Pour le site Bachelor, il y a eu une réhabilitation de la galerie du niveau 1, menant au chantier 102 Est, au toit du puits jusqu'à la sortie de secours. Lors de cette réhabilitation, le patron de boulonnage s'est fait sur 4 pieds par 4 pieds, en utilisant des boulons mécaniques de cinq pieds. En plus de ces installations, un grillage maillé a été installé. Le sous-niveau 102 Est avait été remblayé avant la fermeture de 1989. Le remblai se situait à environ 2 à 3 pieds du toit du sous-niveau. De plus, deux nouvelles barricades ont été ajoutées afin de limiter l'accès au sous-niveau 102 Est. À l'une de ces deux barricades, un drain de 4 pouces a été installé, permettant à l'eau qui s'infiltré dans le sous-niveau d'être drainée en continu afin d'éviter une augmentation inutile de la pression. Ce sous-niveau est considéré comme étant entièrement remblayé.

Les chantiers 101-1 Est et 201-1 Est, qui communiquent ensemble au niveau 1, ont été remblayés par une ouverture à la surface. Du stérile provenant du développement souterrain a été utilisé. Le chantier 204 Ouest a également été remblayé avec du stérile provenant également du développement souterrain, à partir d'une autre ouverture à la surface, à l'extrême ouest des galeries existantes.

La Figure 4.4.6 tirée du plan de restauration (Métanor,2012) qui est jointe à l'annexe 1C montre l'emplacement des chantiers remblayés ainsi que celle des chantiers visés par de futurs travaux de remblayage.

3.2.4.2 Stratégie envisagée

Quelques stratégies ont été envisagées, parmi celles-ci il y aurait la possibilité de remblayer les chantiers 202 Est et 302 Est. Toutefois ces travaux sont complexes et doivent être rediscutés et possiblement révisés.

Pour effectuer ces travaux, une monerie devrait être excavée jusqu'en surface pour ensuite pouvoir y acheminer du stérile vers les chantiers souterrains. Ces travaux représenteraient la première étape. Suivrait ensuite une deuxième étape qui consisterait à dynamiter le pilier du niveau 3. Finalement, de façon à compléter le remblayage de la partie est des chantiers 202 et 302, le pilier restant du niveau 1 devra être dynamité.

Cependant, cette opération est très complexe puisque le parcours de la sortie de secours passe par-dessus le pilier du niveau 1 d'où la nécessité de réviser ces opérations pour optimiser et/ou modifier les travaux envisagés.

S'il n'est pas possible de remblayer ces chantiers d'ici la fermeture de la mine, des instruments seront installés à partir de la surface afin de suivre la stabilité de ces derniers pour s'assurer que la stabilité du pilier de surface respecte les normes en vigueur.

Afin de s'assurer que d'éventuels rehaussements du parc à résidus n'affectent pas la stabilité des piliers de surface, une évaluation de la stabilité des piliers situés sous le parc ou à proximité devra être réalisée avant la fermeture finale du site.

3.3 Procédé de traitement du minerai

L'usine de traitement du minerai du complexe Bachelor utilise le procédé de charbon en pulpe depuis 2011. Le minerai est d'abord concassé et broyé pour que l'or puisse être facilement dissous dans une solution cyanurée.

Des centrifuges à gravité sont par la suite utilisés pour retirer les grains d'or grossiers, ce qui réduit la quantité de cyanure utilisée pour l'extraction.

Avec l'agrandissement pour accueillir le minerai en provenance des gîtes Moroy et Barry, certains équipements seront remplacés afin d'augmenter la performance de l'usine de 800 à 2 400 t/j de minerai.

Les schémas et détails concernant le procédé d'usinage du minerai proposé se trouvent à l'annexe 1D. Les étapes et équipements nécessaires pour le traitement du minerai pour la situation proposée sont résumés dans les sections qui suivent.

3.3.1.1 Circuit de concassage et d'entreposage du minerai fin

La première étape du traitement du minerai consiste au concassage et à l'entreposage du minerai fin. Le schéma présenté à la Figure 3-3 de l'étude des impacts (Wood, 2019) jointe à l'annexe 1D présente les systèmes proposés d'entreposage et de réception du minerai en provenance du site Barry, ainsi que les modifications proposées au système de concassage pour le minerai des gîtes Barry, Bachelor et Moroy.

La situation proposée implique d'apporter les changements suivants à l'équipement :

- L'ajout de deux alimentateurs à plaques;
- L'ajout d'un crible grossier « grizzly » équipé d'un marteau hydraulique;
- L'ajout d'un second silo à minerai fin en vue de l'augmentation du tonnage traité;
- La modification du système de convoyeurs;
- Le retrait des deux concasseurs coniques.

3.3.1.2 Circuit de broyage

La deuxième étape du traitement du minerai consiste au broyage du minerai afin de faciliter la lixiviation de l'or. Le schéma montré à la Figure 3-5 de l'étude des impacts (Wood, 2019) jointe à l'annexe 1D présente le nouveau procédé de broyage suite aux modifications apportées au circuit actuel.

La situation proposée implique d'apporter les changements suivants à l'équipement :

- L'ajout d'une (1) boîte de pompage;
- L'ajout d'un (1) broyeur semi-autogène;
- L'ajout de deux (2) broyeurs à boulets;
- L'ajout de deux (2) concentrateurs centrifuges Knelson;
- L'ajout de deux (2) cyclones;
- L'ajout d'un (1) réservoir d'accumulation gravimétrique du concentré;
- L'ajout d'un (1) silo de concentré;

- L'ajout d'une (1) table de concentration à secousses à action réciproque;
- L'ajout d'un (1) tamis vibrant;
- Le retrait du broyeur à barres;
- La modification du système de convoyeurs.

3.3.1.3 Circuit de lixiviation et de charbon en pulpe

La troisième étape du traitement du minerai est la lixiviation de l'or à l'aide du charbon en pulpe.

Le schéma illustré à la Figure 3-8 de l'étude des impacts (Wood, 2019) jointe à l'annexe 1D présente le nouveau procédé de lixiviation et de charbon en pulpe suite aux modifications apportées au circuit actuel.

La situation proposée implique d'apporter les changements suivants à l'équipement :

- Au besoin, l'ajout de trois (3) nouvelles cuves d'agitation pour la cyanuration, placées à l'extérieur de l'usine;
- Le remplacement de l'épaississeur actuel par un épaississeur de plus grande dimension, placé à l'extérieur de l'usine;
- L'ajout de deux (2) nouvelles cuves de charbon en pulpe.

3.3.1.4 Circuit de traitement du charbon et de raffinage

La quatrième étape de l'usine de traitement du minerai est le traitement du charbon utilisé pour la lixiviation aurifère du minerai ainsi que le raffinage de l'or. Pour ce faire, les étapes suivantes sont nécessaires, tel que démontré à la Figure 3-9 de l'étude des impacts (Wood, 2019) jointe à l'annexe 1D : le lavage du charbon, l'élution du charbon, l'électrolyse, la régénération du charbon, et le raffinage.

Aucune modification n'est nécessaire pour l'étape du traitement du charbon et du raffinage.

3.4 Bâtiments, installations et infrastructures

Les infrastructures, bâtiments et installations du site Bachelor sont décrits dans les sections suivantes. Le complexe Bachelor est érigé sur le dessus d'une colline rocheuse. Tel que mentionné précédemment, le complexe minier Bachelor a été mis en place dans les années 1980 et a été rénové en 2008 lors de son acquisition par Métanor. Dans le but d'augmenter le taux d'usinage du minerai, des changements et l'ajout d'infrastructures et de bâtiments sont nécessaires. La liste des nouvelles installations proposées est présentée dans chacune des sections suivantes. Le plan No 002 à l'annexe 1B montre la vue d'ensemble du site Bachelor; le plan No 003 aussi à l'annexe 1B, la vue rapprochée des installations et bâtiments au Complexe Bachelor; et la carte 2 à l'annexe 1A, soit le campement des travailleurs.

3.4.1 Bâtiments et infrastructures d'extraction

Les principaux bâtiments et infrastructures d'extraction actuels et futurs sont détaillés dans cette section. Le projet ne requiert aucune modification au niveau du puits d'exploitation, des salles de treuil, de la salle de compresseurs et de l'entreposage d'explosifs.

Les modifications et ajouts proposés aux bâtiments et infrastructures d'extraction sont les suivants :

- L'ajout d'un convoyeur pour le transport du minerai du puits de la mine jusqu'à la halde à minerai existante;
- L'ajout d'une rampe de déchargement du minerai vers la trémie;
- La rénovation de la trémie existante vers l'unité de concassage du minerai afin d'augmenter son efficacité.

3.4.2 Usine de traitement du minerai

Tel que mentionné précédemment, l'usine de traitement du minerai a été construite en 1980. Afin d'augmenter le taux de production de 800 à 2 400 t/j de minerai, certains éléments de l'usine se doivent d'être rénovés ou remplacés. Tel que décrit à la section 3.3 intitulée « Procédé de traitement du minerai », des modifications seront réalisées à l'intérieur de l'usine. Mise à part la mise en place de réservoirs à l'extérieur de l'usine, l'empreinte de cette dernière demeura identique. Le secteur de l'usine est composé du bâtiment principal, d'une unité de concassage et d'un système extérieur de convoyeurs.

3.4.3 Installations et bâtiments connexes

Les installations et bâtiments connexes déjà en place au site Bachelor sont suffisants pour combler les besoins de l'augmentation du taux d'usinage du minerai et pour l'ajout du gîte Moroy au site minier. Les bâtiments connexes du Complexe Bachelor sont situés dans deux zones principales, soit une zone principale des activités et une zone d'entreposage (cour arrière).

Les installations et bâtiments connexes situés dans la zone d'activité principale sont : l'atelier d'usinage, les bureaux administratifs, la salle à dîner, la sécherie, la cabane d'arpentage, le garage, le laboratoire, le magasin, la guérite avec son stationnement et une pesée, la salle d'entretien pour l'équipement de forage et la carothèque.

Le secteur d'entreposage de la cour arrière est composé de trois dômes, de conteneurs d'entreposage (environnement, matières dangereuses et huiles usées) et d'un entrepôt de matières dangereuses.

3.4.3.1 Campement Bachelor

Le campement des travailleurs situé à l'ouest du site Bachelor est composé de dortoirs, d'une cuisine, d'un garage, d'une salle communautaire et d'un réservoir de propane. Durant l'été 2009, le campement des travailleurs a été agrandi et un système de traitement des eaux usées domestiques et de l'eau potable y a été installé. En 2012, un puits de captage d'eau souterraine y a été aménagé.

3.5 Infrastructures de soutien

Les infrastructures pour l'alimentation électrique, le système de transport, le système de soutien du campement et de l'aire d'extraction de la mine pour la situation proposée sont décrits dans les sections qui suivent.

3.5.1 Approvisionnement en électricité

La consommation actuelle en énergie électrique du projet au site Bachelor provient du système d'Hydro-Québec et d'une unité de transformateurs, à une puissance d'environ 2 250 kW via les lignes électriques suivantes :

- Waswanipi WAN-234 pour les activités d'usinage;
- Quévillon QUE-221 pour l'alimentation du campement et des bureaux du site.

Deux génératrices au Diesel ont également été installées sur le site pour la génération d'électricité d'urgence. Ces dernières ont les caractéristiques suivantes :

- Une génératrice Olympian (2007) de 200 kW avec une consommation moyenne en diesel de 200 L par mois;
- Une génératrice Detroit Diesel de 1 000 kW avec une consommation moyenne en diesel de 200 L par mois.

Avec l'augmentation du taux d'usinage au site Bachelor, la puissance de consommation en électricité augmentera également et certains travaux sur la ligne électrique de 25 kV qui alimente actuellement le site. Suite à une vérification de la ligne électrique WAN-234, il s'avère que la ligne actuelle est inadéquate pour supporter les nouveaux besoins de l'usine.

L'alimentation future du site sera encore à 25 kV. Toutefois, la ligne existante (les câbles) reliant le poste Waswanipi et le site de l'usine est inadéquate pour le nouveau niveau de puissance requis. Le câble actuel étant trop petit et les poteaux de la ligne existante ne répondent pas aux normes de capacité pour le nouveau câble plus gros et plus lourd.

La solution discutée avec Hydro-Québec est de construire une nouvelle ligne électrique 25 kV sur le côté est de la route 113. Des modifications mineures devront aussi être effectuées au poste Waswanipi et au poste du site Bonterra. De nouveaux transformateurs devront être installés dans l'usine de traitement du minerai. Il n'est pas envisagé que la nouvelle consommation en électricité du site nécessitera l'installation d'autres infrastructures électriques. La ligne de Quévillon QUE-221 ne dessert que le campement et les bureaux du site, donc sa puissance électrique ne devrait pas être affectée.

3.5.2 Voies de circulation

Le chemin de la mine en gravier constitue la route d'accès principale au site Bachelor. Ce dernier, qui relie le complexe Bachelor au campement des travailleurs et à Desmaraisville, demeura inchangé. La longueur du chemin reliant le campement des travailleurs et l'extrême ouest du PARB est d'environ 1,8 km.

Un chemin d'accès aux entrepôts d'explosifs de 250 m a été aménagé à partir du chemin principal, entre le campement et le complexe Bachelor. Un nouveau tronçon d'accès sud de 1,2 km entre la route de transport Barry-Bachelor et le complexe Bachelor contournera le côté ouest du PARB. Deux nouveaux ponceaux devront être installés pour la traverse de deux cours d'eau intermittents. Les matériaux utilisés pour ce nouveau tronçon proviendront soit des stériles du site Barry et soit d'un banc d'emprunt approuvé par le MERN et les agrégats pour la bande de roulement proviendront du banc d'emprunt (no 23822) situé à proximité.

Tous les accès secondaires au PARB sont essentiellement situés sur les crêtes des digues présentement en place. Les chemins d'accès secondaires au PARB seront modifiés au fur et à mesure de son agrandissement, mais resteront dans l'empreinte de la propriété en tout temps.

3.6 Aires d'accumulation

Les sections suivantes présentent en détail les aires d'accumulation présentes et projetées au site Bachelor. Celles-ci comprennent quatre haldes à minerai temporaires, une halde à mort-terrain composée d'une pile de sol végétal et d'une pile de dépôts meubles, un parc à résidus comprenant un empilement de résidus secs, une aire d'accumulation à stériles miniers, trois cellules d'accumulation de résidus (rejets en pulpe), un bassin surnageant et bassin de polissage. Le plan No 003 joint à l'annexe 1B montre l'emplacement des aires d'accumulation du site Bachelor.

3.6.1 Caractéristiques physiques des sols sous-jacents des aires d'accumulation

Selon l'étude d'impact réalisée par Génivar en 2011, la couverture de dépôts de surface de la zone d'étude est majoritairement composée de till d'ablation, sédimenté au moment de la fonte de l'Inlandsis Laurentidien (Genivar, 2011). Ces dépôts ont une matrice sableuse et une épaisseur variable. Ainsi, 29 % de la surface de la zone d'étude est recouverte d'un till d'une épaisseur supérieure à 1 m et 19 % de sa surface est recouverte par du till dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 1 m (Genivar, 2011). Le reste de la superficie, occupé par le till, montre des plaquages d'épaisseurs inférieures à 0,5 m, laissant entrevoir la structure des affleurements rocheux (Genivar, 2011).

Les secteurs les plus déprimés de la zone d'étude sont quant à eux recouverts de sédiments d'origine glaciolacustre (Genivar, 2011). Ces dépôts sont des silts argileux finement stratifiés (varves) qui ont sédimenté au fond du lac proglaciaire Barlow-Ojibway au moment de la déglaciation il y a plus de 10 000 ans. Les dépôts glaciolacustres recouvrent près de 17 % de la superficie de la zone d'étude (Genivar, 2011). Ces dépôts glaciolacustres forment de petites plaines au fond des vallées fluviales et sont parfois recouverts de dépôts organiques. Ces derniers comptent pour 21,5 % de la superficie de la zone d'étude et se trouvent sous le parc à résidus (Genivar, 2011).

La carte des dépôts meubles tirée de l'étude d'impact (Genivar, 2011) est jointe à l'annexe 1E à titre de référence.

À l'époque des premières activités minières au site, il semblerait qu'aucune mesure d'étanchéité n'a été prise pour le PARB. Cependant, les essais hydrogéologiques réalisés par Golder (Golder, 2007) ont démontré l'existence d'une couche d'argile sous le PARB. De plus, une couche de 0,6 à 3,9 m de résidus miniers issue des activités minières précédentes était déjà présente dans le PARB avant la prise de possession du site par Métanor en 2008. En effet, il a été déterminé qu'environ 625 000 m³ de résidus miniers étaient déjà en place avant la prise en charge du site. Ces couches d'argile et de résidus miniers combinés offrent une base étanche au fond du PARB. D'ailleurs, les débits unitaires d'exfiltration évalués lors des essais hydrogéologiques (Golder, 2007) du PARB varient entre 1,9 x 10⁶ et 3,0 x 10⁻⁵ m³/m² par jour, ce qui respecte les normes de 3,3 x 10⁻³ m³/m² par jour de la Directive 019 (D019) sur l'industrie minière (MDDEP, 2012).

De plus, des modélisations hydrogéologiques ont été réalisées par Richelieu Hydrogéologie dans le cadre de l'étude des impacts pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et l'augmentation du taux d'usage. Une première modélisation de l'écoulement des eaux souterraines du PARB est incluse dans l'étude hydrogéologique et géotechnique (Richelieu, 2018).

Cette première modélisation révélait qu'entre 72 et 93 % de la surface du parc à résidus projeté respectent le critère de 3,3 l/m² par jour (3,3 x 10⁻³ m³/m² par jour) de la D019. Bonterra prévoit installer de la géomembrane dans les secteurs ne respectant pas le critère d'étanchéité. L'agrandissement du PARB est discuté davantage dans la section 3.6.5.2 ci-dessous.

Le modèle a été révisé en octobre 2020 afin de répondre aux questions du COMEX. Dans cette deuxième modélisation, une simulation de dispersion des contaminants a été effectuée selon des hypothèses conservatrices. Ainsi, trois exutoires situés au sud, à l'ouest et au nord ont été identifiés. Le panache de contaminants progresserait toutefois relativement lentement et se stabiliserait après cent ans. Cette modélisation du pire scénario permettra de bien positionner les puits d'observation. Les études hydrogéologiques sont jointes à l'annexe 6.

3.6.2 Aires d'accumulation du minerai

Deux aires d'accumulation temporaires sont actuellement en place au site Bachelor. Ces aires sont dites temporaires, car elles servent de réserve pour l'usine de traitement d'or. Chaque aire d'accumulation temporaire du minerai mesure 50 m par 50 m et peut atteindre 15 m de hauteur avec des pentes 2:1. La durée d'entreposage peut y varier de 7 à 45 jours. La halde à minerai principale est située au nord-est de l'usine de traitement de minerai, tandis que la halde secondaire est située au sud du concasseur et des convoyeurs, les deux haldes à minerai se drainent vers le PARB.

Le projet d'augmentation du taux d'usinage et le traitement du minerai issu des gisements Barry et Moroy impliquent la mise en place de deux nouvelles haldes à minerai et un réaménagement de la halde à minerai située au nord-est de l'usine de traitement. En effet, afin de faire face à toute éventualité menant à l'arrêt du traitement du minerai, deux nouvelles haldes sont requises pour l'entreposage temporaire du minerai Barry et Moroy. Les haldes existantes serviront soit pour l'entreposage du minerai en provenance de la mine Bachelor ou pour réaliser des mélanges. La halde à minerai principale existante sera réaménagée et une boucle de déchargement reliera les trois haldes situées au nord-est de l'usine. Un fossé de collecte sera construit en bordure de cette boucle. Chacune des trois aires d'accumulation temporaire de minerai mesurera approximativement 40 m par 25 m, pour une hauteur moyenne d'environ 6 m. Les trois haldes seront équipées d'une rampe de déchargement dont la pente sera orientée vers le PARB pour que les eaux de drainage s'y dirigent.

Tel que mentionné à la section 2.7.1 Caractérisation du minerai, une portion du minerai (principalement celui issu du gisement Bachelor) présente un potentiel de génération d'acide. Pour limiter à de courtes périodes le séjour de ce minerai dans la pile tampon, son hissage est synchronisé avec les opérations en continu de l'atelier de concassage et de l'usine de traitement.

Le minerai du site Barry sera prioritairement déchargé directement dans une trémie alimentant le broyeur, pour éviter qu'il soit entreposé à l'extérieur avant son traitement.

Le Tableau 15 présente la planification d'extraction du minerai depuis les différents gîtes. Il est à noter qu'aucun entreposage de concentré n'a lieu sur le site Bachelor. L'emplacement des différentes haldes à minerai temporaires est démontré sur le plan No 003 à l'annexe 1B.

Tableau 15. Calendrier d'extraction du minéral

Gisement	Moroy	Barry
Année	Tonnes*	
2021	9 220	24 948
2022	181 248	181 344
2023	185 288	252 344
2024	185 288	287 844
2025	185 288	287 844
2026	106 592	287 844
2027		287 844
2028		287 844
2029		287 844
2030		287 844
2031		323 518
2032		284 000
2033		160 023
Total	852 923	3 241 085

* Les quantités sont tirées du LOM de mai 2019.

3.6.3 Aire d'accumulation du mort-terrain

Lors de l'agrandissement du PARB, du décapage supplémentaire sera nécessaire, ce qui générera du mort-terrain. L'ensemble du sol organique sera entreposé au nord-est de la nouvelle empreinte du PARB, sur une superficie de 3,7 ha. Des dépôts meubles pourraient aussi être enlevés dans le cadre de la préparation des fondations des digues. Ceux-ci pourraient être empilés de façon temporaire dans la nouvelle aire d'accumulation du mort-terrain, puisque la réutilisation de ce matériel sera privilégiée pour la construction de l'intérieur des digues.

Les quantités de mort-terrain seront déterminées lors de l'ingénierie détaillée. L'emplacement de la halde à mort-terrain est démontré sur le plan 002 à l'annexe 1B.

3.6.4 Aire d'accumulation de stériles miniers

L'aire d'accumulation temporaire de stériles miniers est située à même l'empreinte du PARB près de l'usine de traitement, elle sert aussi de zone d'atterrissage pour hélicoptère. Cette aire d'accumulation temporaire mesure approximativement 150 m par 50 m et peut contenir environ 71 000 t de stériles (Métanor, 2017). Il est à noter que les roches stériles générées lors de l'exploitation des gisements Bachelor et Moroy seront envoyées directement dans les chantiers souterrains vides et les stériles seront hissés en surface seulement lorsque ceux-ci seront requis comme matériaux de construction, par exemple pour la construction de digue interne. Du stérile en provenance du site Barry et Moroy (lorsque les autorisations nécessaires seront obtenues) pourrait aussi être utilisé comme matériau de construction pour l'agrandissement du PARB (Wood, 2019a).

Le Tableau 16 ci-dessous résume les quantités de stériles qui seront générées dans les années futures au site Bachelor. L'emplacement de la halde à stériles est démontré sur le Plan 003 à l'annexe 1B.

Tableau 16. Quantités futures de stériles à être générées au site Bachelor

Année	Stériles générés lors de l'exploitation du gisement Moroy	
	Tonnes	m ³ *
2021	3 888	1 389
2022	3 408	1 217
2023	2 500	893
2024	2 500	893
2025	2 460	879
2026	913	326
Total	15 669	5 597

*Une densité de 2,8 a été utilisée pour estimer la quantité de mètres cubes de stériles qui sera générée. Les quantités sont tirées du LOM de mai 2019.

3.6.5 Parc à résidus miniers de Bachelor (PARB)

Le Plan 002 à l'annexe 1B illustre le PARB actuel ainsi que l'agrandissement projeté.

3.6.5.1 Historique du parc et situation actuelle

Le PARB actuel permet l'entreposage des résidus miniers dans quatre cellules : les cellules 1 à 4. Les quatre cellules du PARB sont ceinturées par les ouvrages de confinement suivants : la digue médiane, la digue interne principale, la digue ouest, les digues internes 1 à 3 et le chemin ouest. La longueur de ces ouvrages varie de 150 m à 1 100 m.

Le PARB comprend aussi un bassin de collecte des eaux situé à l'est de la digue interne principale et est désigné sous le nom de « bassin principal » ou « bassin surnageant ». Ce bassin occupe une superficie d'environ 36 hectares et permet de contenir les eaux de procédé, de contact, de précipitation et de ruissellement provenant du bassin versant en amont (FNX, 2020). Une pompe est installée dans ce bassin afin d'acheminer l'eau vers l'usine de traitement de minerai et vers l'unité de traitement des eaux. En plus du bassin surnageant, le PARB comprend un bassin de sédimentation. Ce dernier est localisé au nord du PARB entre la digue médiane et la digue nord. Ce bassin reçoit l'eau d'exhaure de la mine souterraine et l'eau traitée en provenance de l'unité de traitement des eaux (UTE). Il possède une superficie d'environ 6 hectares (FNX, 2020). Un fossé d'environ 300 m de longueur au pied de la digue médiane achemine l'eau d'exhaure de l'extrémité sud-ouest à l'extrémité sud-est du bassin (FNX, 2020). L'eau d'exhaure et l'eau traitée de l'UTE traversent ensuite le bassin jusqu'à la tour de transfert située à l'extrémité nord-ouest. Cette structure de décantation se jette dans un petit bassin de polissage d'environ 2 000 m² précédant la décharge de l'effluent final vers l'environnement (FNX, 2020).

Les infrastructures de surface au site Bachelor ont été mises en place en 1980 et la production commerciale a débuté en 1982. Suite à sa construction dans les années 1980, le PARB a fait l'objet de travaux de réhabilitation et de rehaussement en 2008 lors de l'acquisition du site par Métanor, puis des travaux de rehaussement et de stabilisation ont également été effectués au niveau des digues durant la période de 2013 à 2016 (FNX, 2020). Il est à noter que la digue médiane et les digues internes furent construites par Métanor, ainsi antérieurement le PARB ne comptait qu'une grande cellule de déposition.

Initialement les résidus miniers étaient déposés de manière conventionnelle (rejets en pulpe). Au fil des années, quatre cellules ont été construites pour la déposition des résidus, limitant ainsi le remplissage du bassin surnageant à l'est.

L'ensemble du PARB s'étend sur environ 70 ha et est délimité par la topographie naturelle du bassin versant dans lequel il se trouve et les digues extérieures imperméables nord et ouest. Il a été déterminé que 1 018 500 m³ de résidus miniers se sont déjà accumulés dans le PARB depuis la prise en charge de Métanor (Métanor, 2015). Entre 2014 et 2016, Métanor a accumulé environ 584 416 m³ de résidus miniers dans le PARB.

Depuis 2017, les résidus miniers sont gérés différemment au PARB. En effet, Métanor a obtenu l'autorisation d'accumuler 415 000 m³ supplémentaires à même la cellule 1 sous forme d'empilement de résidus sec. À titre informatif, le rapport de conception de l'empilement sec complété par WSP (2017) est joint à l'annexe 6.

Un rapport synthèse des inspections statutaires 2010 à 2020 du parc à résidus du site minier a été complété par FNX Innov (FNX) et est joint à l'annexe 6. Ce rapport présente une synthèse des mesures correctives recommandées ainsi que des travaux complétés par Bonterra au fil des années. En conclusion, Bonterra a complété la très grande majorité des recommandations formulées par ses consultants au terme des visites d'inspection. Certaines recommandations émises entre 2018 et 2020 ont été reportées à l'ingénierie détaillée de l'agrandissement du PARB ou aux travaux de construction, des travaux d'envergure majeure qui impliquent notamment, l'ajout de nouvelles digues et le rehaussement des digues Ouest, Médiane et Nord. Les tableaux A1 et A2 joints à l'annexe A du rapport de FNX listent respectivement toutes les recommandations non résolues et complétées.

3.6.5.2 Agrandissement du PARB

Avec l'augmentation du taux d'usinage prévu jusqu'à 2 400 t/j de minerai, certaines problématiques ont été relevées par rapport à l'empilement à sec. Entre autres, les résidus ne seront pas suffisamment consolidés et drainés avant leur excavation. Conséquemment, avec des teneurs en eau plus élevées dans les résidus dits « secs », les résidus ne pourront pas être compactés adéquatement, entraînant ainsi des risques d'instabilité et de tassement. La gestion des résidus sera donc optimisée en combinant la nouvelle méthode d'empilement à sec et la méthode antérieure conventionnelle de rejet en pulpe. La révision du concept de gestion des résidus et de l'eau du parc à résidus est détaillée dans le rapport AMEC de 2018. Ce rapport (AMEC, 2018) inclut la description et l'analyse des diverses options étudiées au niveau de la gestion des résidus miniers. La description du mode de gestion des résidus prévu est aussi détaillée dans le rapport technique de BBA, 2018. Ces deux études, ainsi que l'étude hydrogéologique et géotechnique (Richelieu, 2018) sur laquelle est basée la conception, sont jointes à l'annexe 6 du présent plan de restauration.

Le PARB sera agrandi et reconfiguré afin de pouvoir accueillir 8 Mt de résidus supplémentaires et d'être en mesure de bien gérer les eaux du site, tout en respectant les contraintes législatives de crue et la capacité structurale des fondations des structures de confinement.

L'agrandissement du PARB se fera par le rehaussement des digues déjà en place et par le déplacement des périmètres des extrémités sud, est et ouest, tout en restant à l'intérieur du même bassin versant. Le concept permettra également d'utiliser les résidus secs, issus de la nouvelle gestion d'empilement à sec des résidus, comme matériel de construction de nouvelles digues. Le nouveau concept du PARB prend en compte les critères de la D019 pour la gestion des crues. Cette reconfiguration du PARB permettra une augmentation du temps de rétention des eaux jusqu'à 42 jours. La crue de conception calculée dans le cadre de l'étude des impacts de 2019 a été établie à 505 mm (AMEC, 2018).

De plus, l'agrandissement du PARB respectera le débit de percolation de 3,3 L/m² par jour fixé par la D019. Un modèle numérique d'écoulement a été créé, démontrant que 72 % et 93 % de la surface envisagée pour le PARB respecte ce critère pour les propriétés hydrogéologiques du site (Richelieu, 2018). Les zones où le critère n'est pas respecté se situent dans un secteur où aucune couche d'argile n'est présente. Une amélioration de la cartographie sera effectuée afin de mieux déterminer la distribution de la couche d'argile qui tapisse le fond de la vallée du PARB. Bonterra prévoit prolonger la géomembrane prévue pour l'imperméabilisation des digues au fond du parc à résidus afin d'assurer que l'entièreté du PARB respecte le critère de percolation.

Les principaux changements qui seront apportés pour cette reconfiguration sont les suivants :

- La cellule 1 actuelle recevra environ 380 000 m³ de résidus secs excavés des cellules 2-1 et 2-2;
- Les cellules 2-1, 2-2 et 3, ainsi que le bassin surnageant, seront combinés pour former une seule aire d'accumulation de la pulpe.
- Des aires supplémentaires seront ajoutées au PARB, notamment à l'ouest, au sud et à l'est de ses limites actuelles.
- Un bassin de recirculation des eaux vers l'usine de traitement de minerai d'un volume d'environ 237 293 m³ sera ajouté entre la digue médiane et la digue interne.
- Un bassin de sédimentation d'un volume d'environ 292 009 m³, assurant le polissage avant le rejet à l'effluent final, sera contenu entre la digue médiane et la digue nord.

Les détails des travaux de reconfiguration du PARB sont décrits dans les paragraphes qui suivent. De plus, un rapport technique (BBA, 2020a) compilant les analyses de stabilité réalisée lors de l'ingénierie conceptuelle du PARB est joint à l'annexe 6. Le plan 6098002-4G-D50-0001 produit par BBA présente la localisation des quatorze coupes types étudiées pour les études de stabilité. Les plans 6098002-4G-D01-0001 à 6098002-4G-D01-0014 montrent quant à eux, les coupes types pour les quatorze sections de digues et les résultats des analyses de stabilité en condition non drainée et des analyses de stabilité pseudostatique.

Les facteurs de stabilité en condition non drainée varient de 1,5 à 1,6, ce qui respecte le facteur de sécurité minimal de 1,3 pour la crue de projet (court terme) présenté dans la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2012) et dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (MERN, 2017).

De plus, les facteurs de stabilité pseudostatique varient de 1,1 à 1,4, ce qui respecte le facteur de sécurité minimal de 1,1 présenté dans la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2012) et dans le Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec (MERN, 2017).

3.6.5.2.1 Rehaussement dans le secteur de l'aire d'entreposage de résidus à sec

Les résidus miniers des cellules 2-1 et 2-2 seront excavés et acheminés vers la cellule 1 pour leur empilement à sec. Le volume à relocaliser s'élève à environ 380 000 m³. Suite à ce transfert des résidus secs, un poids supplémentaire sera exercé sur la digue actuelle et une dépression sera créée à son pied. Pour permettre cet empilement de résidus secs en assurant la stabilité de l'ouvrage, la digue (digue d'empilement à sec) séparant les cellules 1 et 2 et s'étendant jusqu'au sud-est de cette cellule 1 devra être rehaussée et des résidus seront déposés dans l'ouverture au pied de la digue. Une revanche de 1 m entre la surface des résidus secs et le haut du rehaussement sera maintenue en tout temps.

Cette digue d'empilement à sec s'étendra sur 575 m à partir de la jonction de la digue ouest jusqu'à la jonction avec la digue interne. Suite au rehaussement, sa crête à la jonction avec la digue ouest aura une élévation de 344,5 m et sa crête à la jonction avec la digue interne aura une élévation de 339,5 m. La hauteur du rehaussement de la digue à la jonction avec la digue ouest sera de 5 m et de 1,5 m à la jonction avec la digue interne.

3.6.5.2.2 Rehaussement de la digue ouest

La digue ouest sera construite en utilisant les résidus ou matériaux en provenance de bancs d'emprunt jusqu'à une hauteur maximale de 16,4 m et s'étendra sur une longueur d'environ 400 m à partir de la jonction avec la digue ouest actuelle jusqu'à un point plus au sud. Sa crête aura une élévation variant entre 344,2 m et 344,9 m. La méthode usuelle de lance à robinet (« spigottage ») d'ouest en direction sud-est sera utilisée pour le déversement des résidus.

Une géomembrane recouverte d'un enrochement sera installée sur la face interne de la digue et une revanche de 1,5 m sera maintenue. Un enrochement sera également installé sur la face externe de cette digue.

3.6.5.2.3 Construction de la digue sud

Une longue digue utilisée pour la déposition de résidus par « spigottage » sera construite avec des résidus au sud et à l'est du bassin de surnageant. Cette digue s'étendra sur 1 600 m à partir d'un point haut au sud-ouest du bassin surnageant d'entreposage des résidus, jusqu'à un second point haut à l'est de cette même aire d'entreposage. Sa crête aura une élévation variant de 345,6 m à 343,2 m et une hauteur maximale de 13,2 m.

Une géomembrane recouverte d'un enrochement sera installée sur la face interne de la digue, et une revanche de 1,5 m sera maintenue. Un enrochement sera également installé sur la face externe de cette digue.

3.6.5.2.4 Construction de la digue interne

La digue interne servira à séparer l'aire d'entreposage des résidus (bassin de surnageant) et le bassin de recirculation des eaux vers l'usine de traitement du minerai. Les eaux de la pulpe des résidus et des précipitations seront dirigées par gravité vers cette digue interne. Pour assurer sa stabilité structurale, des bermes en enrochement seront installées en aval de celle-ci. La digue interne sera construite avec des roches ou des stériles, ce qui signifie qu'elle sera donc perméable. Un déversoir d'urgence y sera également installé.

La digue interne s'étendra sur une longueur totale d'environ 1 000 m à partir de la jonction avec la digue de la cellule 1 jusqu'à un point haut à l'est de l'aire d'entreposage des résidus. Sa crête aura une élévation variant de 336,9 m à 346 m et une hauteur maximale de 11,70 m.

3.6.5.2.5 Modification de la digue médiane

La digue médiane est composée de deux sections, soit la portion est et la portion ouest. Les eaux du bassin de recirculation vers l'usine de traitement du minerai seront d'abord traitées en aval de la digue médiane pour le contrôle des cyanures, avant d'être acheminées dans le bassin de polissage au nord de cette digue.

La portion est de la digue médiane séparera le bassin de recirculation des eaux ainsi que le bassin de polissage et sera construite avec des résidus. Une géomembrane sera installée et recouverte d'un enrochement sur sa face en amont venant en contact avec les eaux du bassin de recirculation. Afin d'assurer la stabilité de cette portion de la digue médiane, des bermes en enrochement seront installées en aval de celle-ci. Un déversoir d'urgence y sera également installé.

Cette section de la digue médiane s'étendra sur 300 m. Sa crête aura une élévation de 335 m et une hauteur maximale de 8,80 m.

La portion ouest de la digue médiane séparera le bassin de sédimentation ainsi que l'empilement de résidus secs et sera construite avec des résidus recouverts d'une géomembrane et d'un enrochement. Une seconde géomembrane sera installée sur la face en contact avec les eaux du bassin de recirculation. Des roches seront placées entre cette portion ouest de la digue médiane et l'empilement de résidus secs de la cellule 1.

3.6.5.2.6 Construction ou rehaussement digue nord

La digue nord sera construite à l'aide de résidus au nord du bassin de polissage sur une longueur de 600 m à partir de la jonction avec la portion ouest de la digue médiane jusqu'à un point à l'est du bassin de polissage. Sa crête aura une élévation de 335 m et une hauteur maximale de 7,90 m.

Une géomembrane recouverte d'un enrochement sera installée sur la face interne de la digue et une revanche de 1,5 m sera maintenue. Un enrochement sera également installé sur la face externe de cette digue.

La conduite de l'effluent final sera positionnée au même endroit que celle présentement en place sur la digue nord actuelle. Un déversoir d'urgence y sera également installé.

3.7 Gestion des eaux sur le site

Tel que discuté dans la section 3.6.5 décrivant l'aménagement du parc à résidus au site Bachelor, le PARB actuel comprend un bassin surnageant, un bassin de sédimentation et un petit bassin de polissage. Les eaux de ruissellement du complexe minier ainsi que des aires d'accumulation temporaires du minerai se drainent vers le PARB. L'eau du bassin surnageant est pompée vers l'unité de traitement des eaux (UTE), puis l'eau issue du géotube® ruisselle vers le bassin de sédimentation. Une partie de l'eau du bassin surnageant est pompée et recirculée vers l'usine de traitement de minerai. Les eaux d'exhaure sont pompées dans le bassin de sédimentation. L'eau d'exhaure et l'eau traitée de l'UTE traversent le bassin de sédimentation jusqu'à la tour de transfert située à l'extrémité nord-ouest. Cette structure de décantation se jette dans un petit bassin de polissage d'environ 2 000 m² précédant la décharge de l'effluent final vers l'environnement (FNX, 2020).

Le projet d'agrandissement du PARB prévoit le rehaussement de la digue nord, ce qui amènera la disparition du petit bassin de polissage et le réaménagement de la station de l'effluent final. La capacité du bassin de sédimentation sera augmentée suite au rehaussement des digues. La construction d'une digue interne au sud de la digue médiane créera un bassin de recirculation. Les cellules 2, 3 et 4 du PARB deviendront partie intégrante du bassin surnageant. L'aménagement projeté est montré au Plan 002 de l'annexe 1B. Le schéma de gestion des eaux proposée est présenté à la Figure 1 suivante tirée de l'étude des impacts (Wood, 2019b).

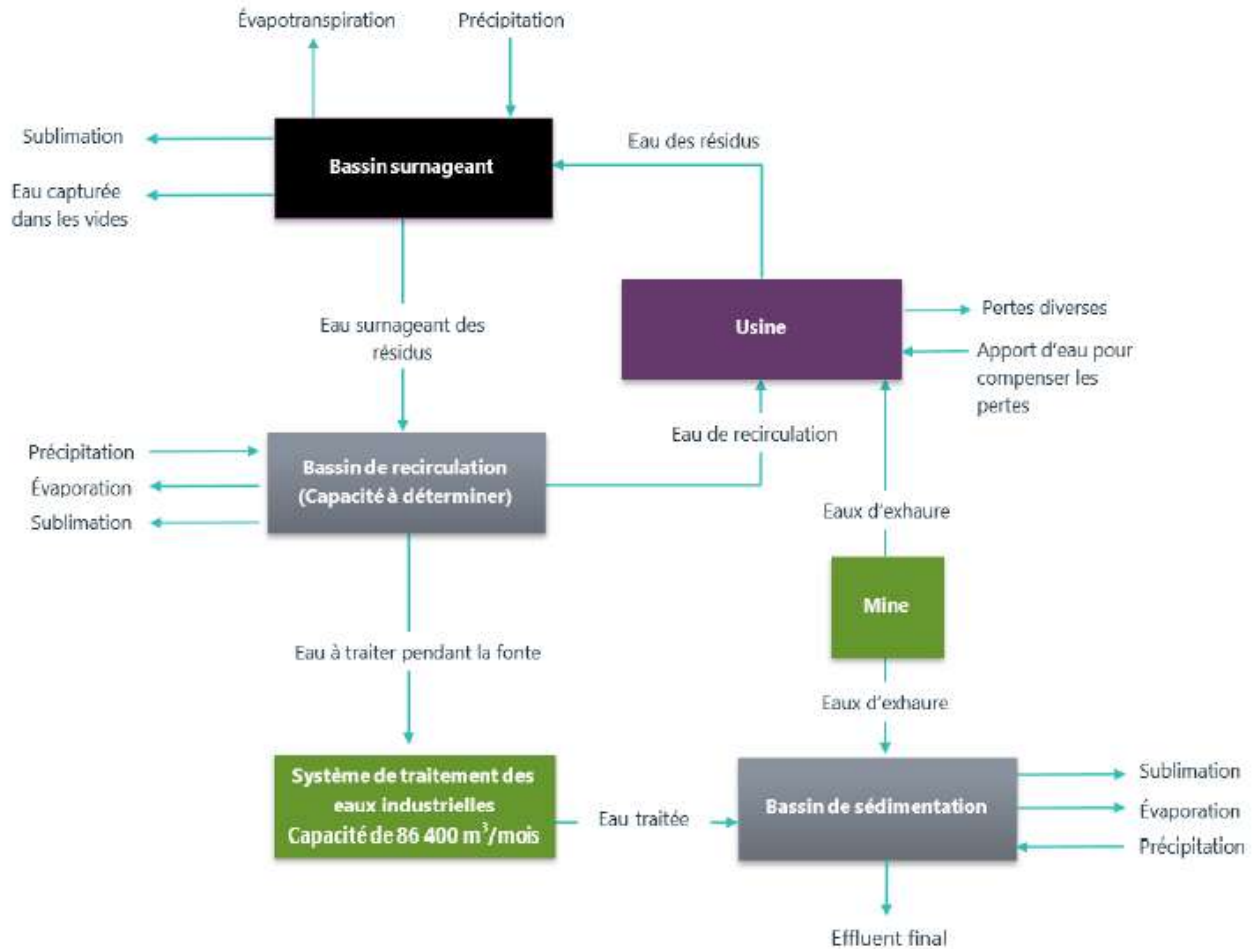


Figure 1. Schéma de gestion des eaux proposée (Wood, 2019b)

3.7.1 Hydrologie

Le parc à résidus miniers Bachelor se trouve dans une vallée à l'intérieur de laquelle seules les précipitations semblent avoir un impact sur les débits du site, les plus importants étant durant la fonte des neiges printanière (Métnor, 2017). La vitesse moyenne du cours d'eau récepteur de l'effluent final est de moins de 0,1 m/s (Métnor, 2017). L'effluent minier Bachelor rejoint le lac Bachelor qui fait partie d'un réseau de lacs situés dans la zone centrale-est du bassin versant de la rivière Nottaway qui coule en direction de la Baie James. L'exutoire du lac Bachelor, soit la rivière Bachelor, s'écoule jusqu'au lac Waswanipi qui se déverse à son tour dans la rivière Waswanipi, un affluent de la rivière Nottaway. La carte 7.2.4 jointe à l'annexe 1E, présente l'hydrographie et le bassin versant du site.

3.7.2 Bilans hydriques globaux

Suite à l'agrandissement du PARB, la nouvelle aire de drainage s'étendra sur une superficie totale d'environ 963 ha, mais restera à l'intérieur du même bassin versant. L'estimation des volumes d'eau à gérer pendant la crue de conception calculée dans le cadre de l'étude des impacts de 2019 a été établie à environ 505 mm soit 125 mm de pluie et 379 mm en fonte de neige (Wood, 2019b).

Le Tableau 17, tiré de l'étude des impacts (Wood, 2019b), démontre le bilan d'eau annuel proposé pour la nouvelle configuration du PARB. Il n'y aurait aucun changement entre la situation actuelle et la situation proposée en ce qui concerne le débit de l'eau d'exhaure, qui se maintiendrait à 3 300 m³ par jour (Wood, 2019b). Le taux de recirculation de l'eau passerait de 90 % pour la situation actuelle à 80 % pour la situation proposée. Le reste des besoins en eau sera comblé par l'eau d'exhaure.

En somme, les conclusions suivantes peuvent être tirées pour le bilan des eaux suite à l'agrandissement du PARB :

- En raison de l'augmentation de la production de résidus miniers, qui absorberont une partie de l'eau, le volume moyen à l'effluent final sera réduit de 2 039 320 m³ à 1 936 506 m³.
- En raison d'un plus grand besoin en eau à l'usine de traitement du minerai, moins d'eau d'exhaure sera envoyée au bassin de sédimentation. Le débit moyen d'eau d'exhaure au bassin de sédimentation sera réduit de 1 180 000 m³ à 991 000 m³.

Tableau 17. Bilan d'eau annuel proposé du PARB

Élément	Situation proposée (m ³ /année)
BASSIN DE RECIRCULATION	
Intrant	
Eau des résidus (bassin surnageant)	1 096 000
Précipitations	908 000
TOTAL	2 004 000
Sortant	
Eau retenue dans les résidus	183 000
Recirculation de l'eau	876 000
TOTAL	1 059 000
BASSIN DE SÉDIMENTATION	
Intrant	
Eau du bassin de recirculation	945 000
Eau d'exhaure	991 000
TOTAL	1 936 000
TOTAL	1 936 000
Source : Étude des impacts – Volume I : Rapport principal – Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et Moroy et augmentation du taux d'usinage (Wood, 2019b) Note : Les valeurs du tableau sont arrondies au millier de m ³ .	

3.7.3 Gestion des eaux d'exhaure

Une partie de l'eau d'exhaure est envoyée dans un réservoir d'eau situé au nord-ouest de la salle des compresseurs et du treuil. Ce réservoir d'une superficie de 115 m² peut contenir environ 1 000 m³ et est utilisé pour accumuler l'eau de recirculation et d'exhaure au besoin, qui sert principalement pour le procédé d'usinage du minerai. Une partie de l'eau d'exhaure est utilisée pour le refroidissement des tourillons des broyeurs et le reste est dirigé vers le bassin de sédimentation.

Avant d'être acheminée soit dans le réservoir d'eau, soit dans le bassin de sédimentation, l'eau d'exhaure est d'abord clarifiée à l'aide d'un traitement physique de décantation dans les puisards sous terre pour enlever les matières en suspension (MES).

Le développement pour l'exploitation du gîte Moroy se concentrera dans le cône de rabattement déjà existant du dénoyage, ce qui signifie que le volume d'eau d'exhaure ne devrait pas augmenter. Des conditions sèches sont anticipées selon les travaux d'exploration effectués dans ce secteur.

3.7.4 Gestion des eaux de ruissellement

Les eaux de surface issues des précipitations, du ruissellement ou des exfiltrations sont gérées par des infrastructures de drainage tel que des ponceaux, des fossés et un système de pompage. L'agrandissement du PARB n'empiètera pas sur le bassin versant voisin du lac Auger. Ainsi, aucun transfert d'eau entre les bassins versants n'est envisagé dans le cas de l'agrandissement du PARB du site Bachelor (Wood, 2019b).

L'eau propre provenant des versants des collines entourant le PARB est présentement interceptée par deux fossés intercepteurs et est retournée directement au milieu naturel. Un fossé récepteur à l'est du PARB se déverse dans un milieu humide (marécage arbustif) au nord du PARB. Un fossé récepteur au sud-ouest du PARB se déverse dans un cours d'eau intermittent.

Dans le contexte d'agrandissement du PARB, deux nouveaux fossés intercepteurs seront construits autour de la partie sud du PARB; ceux-ci collecteront l'eau propre s'écoulant des collines entourant le PARB et la détourneront vers le bassin voisin (lac Auger). Un troisième fossé sera également construit au nord-est du PARB pour retourner l'eau de la même manière que le fossé présentement en place, soit dans un milieu humide au nord du PARB.

À l'heure actuelle, en tenant compte des fossés de dérivation, l'aire de drainage à l'extérieur du PARB couvre environ 26,5 ha. Suite à l'agrandissement du PARB, l'aire de drainage à l'extérieur du PARB s'étendra sur seulement 3 ha, sa majeure partie se situant au complexe Bachelor.

Aucun fossé de collecte n'est nécessaire dans la zone où se situe l'usine de traitement du minerai puisque le sol y est perméable à cet endroit. Cette zone fait partie de l'aire de drainage du PARB.

L'eau s'écoulant des haldes à minerai et de la halde à stériles temporaires est actuellement collectée par un fossé de drainage se déversant dans le PARB pour son traitement à l'usine de traitement des eaux. Un fossé de drainage sera mis en place en bordure de la boucle de déchargement des trois nouvelles aires d'entreposage du minerai. Deux ponceaux dirigent présentement l'écoulement des fossés de drainage du site et un troisième assure la traverse d'un cours d'eau. Il est à noter que deux nouveaux ponceaux seront aménagés au nouvel accès sud, qui contourne une colline au sud-ouest du site Bachelor. Les fossés de drainage en bordure des voies d'accès présentement en place demeureront les mêmes.

Un fossé de collecte des eaux d'exfiltration est présentement aménagé à l'ouest du PARB, où un étang de confinement permet de retourner ces eaux à l'intérieur du PARB à l'aide d'un système de pompage (Wood, 2019b). L'agrandissement du PARB nécessitera l'ajout de trois fossés de collecte des eaux d'exfiltration qui pourraient s'écouler entre les digues du PARB qui seront aménagées à l'est, à l'ouest et au sud de ce dernier. Un étang de confinement et une station de pompage redirigeront l'eau se retrouvant au point bas de ces fossés vers le PARB (Wood, 2019b).

3.7.5 Système de traitement de l'eau procédé

Le système de traitement de l'eau de procédé mis en place en 2009 consiste en l'oxydation des cyanures issus du procédé de traitement du minerai à l'aide de quatre injecteurs d'ozone ayant un débit maximal de 30 m³/h. Les cyanures de fer sont par la suite précipités à l'aide de sulfate ferrique. Ces particules précipitées sont flocculées et capturées par un Géotube®, dont le filtrat est dirigé vers le bassin de sédimentation (ASDR, 2017).

Les réactifs utilisés actuellement sont la soude caustique (NaOH), le sulfate ferrique ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) et le CHEMFLOC CMX 123 (floculant solide). La Figure 2 ci-dessous présente un schéma général du système de traitement de l'eau de procédé (Wood, 2019b) :

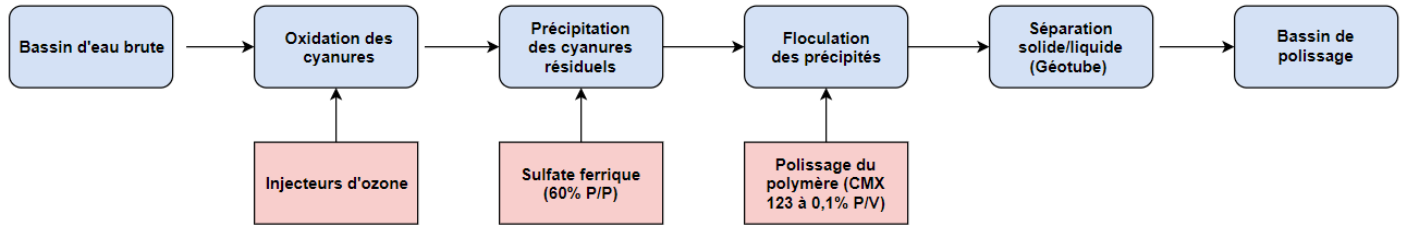


Figure 2. Schéma du système de traitement de l'eau de procédé actuel

L'efficacité du système présentement en place pour l'élimination des cyanures est de 93 % à un débit de $120 \text{ m}^3/\text{h}$ des eaux en provenance du PARB (ASDR, 2017).

Afin de respecter les critères de la D019 pour la situation proposée au site Bachelor, le système de traitement de l'eau de procédé doit être en mesure de fonctionner à un débit de $120 \text{ m}^3/\text{h}$, soit le même que le débit actuel. Ce débit a été calculé en prévision des $86\,400 \text{ m}^3$ d'eau prévus lors d'une fonte de neige de 30 jours (BBA, 2020b).

La même chaîne de traitement (Figure 1) serait utilisée pour la situation proposée. Le traitement complémentaire de chaulage sera lui aussi conservé. Avec l'agrandissement du PARB, les unités de traitement des eaux et le géotube® seront déplacés plus près de l'usine de traitement du minerai à proximité de la digue médiane.

3.7.6 Effluent final

Présentement, l'eau du bassin de sédimentation est acheminée au bassin de polissage à l'aide d'une tour de décantation. Une station de contrôle et de mesure en continu du débit et du pH de l'effluent final est présentement installée à l'exutoire du bassin de polissage. Cette station est située dans un bâtiment isolé partiellement chauffé et consiste en un déversoir Parshall ayant une capacité de débit maximale de $12\,000 \text{ m}^3/\text{h}$, un débitmètre, ainsi qu'un pH-mètre.

Les débits moyens de l'effluent final varient en fonction des précipitations et de son mode de gestion, les plus importants ayant été mesurés en période estivale (Enviréo Conseil, 2018a).

Le réaménagement de la digue Nord amènera la disparition du petit bassin de polissage. La station de l'effluent final sera réaménagée sur la digue nord au même endroit où l'effluent final est actuellement positionné. BBA (2018a) a effectué les calculs des débits mensuels moyens de l'effluent final pour la situation proposée. Il est prévu que le volume annuel rejeté à l'effluent final sera réduit de $2\,039\,000 \text{ m}^3$ (situation actuelle) à $1\,936\,000 \text{ m}^3$ (situation proposée), tel qu'expliqué précédemment (Wood, 2019b).

Il est prévu que l'usine de traitement des eaux industrielles et la reconfiguration des bassins du PARB pourront détruire les cyanures issus du procédé de traitement du minerai de façon suffisante.

Bien qu'il soit difficile de prévoir la qualité d'eau rejetée à l'effluent final à cette étape de la conception, les critères de conception pour le rejet demeureront les mêmes.

3.7.7 Eaux domestiques

3.7.7.1 Eau potable

Deux puits d'eau potable alimentent le campement des travailleurs. Le site Bachelor est quant à lui présentement desservi en eau potable par trois prises d'eau pompée à la surface et traitée afin de respecter les normes du Règlement sur la qualité de l'eau potable. Les bureaux administratifs et la sécherie du Complexe Bachelor sont alimentés en eau potable par deux puits. L'eau du parc créant des précipités secondaire réduisant l'efficacité du floculant, une troisième prise d'eau propre sert à l'usine de traitement des cyanures pour la fabrication du mélange avec le floculant. La prise d'eau propre pour l'usine de destruction des cyanures sera fermée et obstruée adéquatement lors du déplacement de l'usine d'ozone. Une nouvelle prise d'eau propre ne sera pas nécessaire au nouvel emplacement de l'usine de traitement des cyanures, étant située à proximité de l'usine de traitement du minerai, une conduite d'eau propre pourra facilement la desservir.

3.7.7.2 Eaux usées domestiques

La gestion des eaux usées domestiques comporte un système de fosses septiques et des éléments épurateurs. Ces installations sont nécessaires puisqu'il n'existe pas de réseau municipal à proximité du site minier. Sept fosses septiques suivies de six champs d'épuration desservent le site Bachelor et le campement des travailleurs. Le volume de ces fosses varie entre 3,9 m³ et 14,3 m³.

Bonterra ne prévoit pas apporter de changement au système de gestion des eaux usées domestiques dans le cadre du projet d'augmentation du taux de traitement et d'agrandissement du parc à résidus.

3.8 Lieu d'entreposage et d'élimination

Les plans No 002 et 003 joints à l'annexe 1B montrent la localisation des lieux d'entreposage des produits chimiques, produits pétroliers, explosifs, matières résiduelles non dangereuses et dangereuses présents sur le site Bachelor.

3.8.1 Produits chimiques

Aucune modification n'est nécessaire pour l'utilisation et l'entreposage des réactifs, mis à part que ces derniers seront utilisés en plus grandes quantités à cause de l'augmentation du tonnage de minerai traité de façon journalière.

Le Tableau 18 fait état des produits chimiques utilisés sur le site de la mine pour le traitement du minerai et des eaux usées, leur consommation annuelle, leur entreposage ainsi que leur disposition.

Tableau 18. Liste des principaux produits chimiques utilisés et entreposés au site Bachelor

Produits	Symbole	Utilisation	Entreposage	Livraison et contenants
Cyanures	NaCN	Traitement du minerais – lixiviation	À l'intérieur de l'usine, réservoir d'entreposage de 45 400 L	Reçu en vrac
Chaux vive	CaO	Traitement du minerais	À l'intérieur de l'usine, dans un silo de 43 t	Reçue en vrac
Soude caustique (Hydroxyde de sodium)	NaOH	Traitement du minerais	À l'intérieur de l'usine, dans quatre réservoirs de 1 100 L	Reçu en vrac
Borax anhydre	Na ₂ B ₄ O ₇	Fondant pour affinage de l'or	En sac, à l'extérieur de l'usine, jusqu'à 1 250 kg	En sac
Nitrate de sodium	NaNO ₃	Fondant pour affinage de l'or	En sac, à l'extérieur de l'usine, jusqu'à 1 250 kg	En sac
Charbon activé	C	Traitement du minerais	En sac, à l'intérieur de l'usine	En sac
RYDLYME	-	Détartrant	En baril, dans un mégadôme situé dans la cour arrière	En baril
Magnafloc	-	Floculant	En sac sur des palettes à l'extérieur de l'usine	En sac

3.8.2 Explosifs

Les principaux explosifs utilisés à la mine Bachelor sont l'Amex™ (mélange de nitrate d'ammonium et de carburant diesel) et l'émulsion (explosifs encartouchés). Les explosifs ne sont pas fabriqués sur place. Leur transport, manipulation et entreposage au site sont confiés à Orica Canada, fournisseur agréé spécialisé dans ce domaine et devant se conformer au Règlement sur le transport des matières dangereuses. L'essentiel des explosifs et des détonateurs est entreposé sous terre dès leur réception. Au besoin, selon les circonstances (non-disponibilité dans l'immédiat de la cage pour descente dans le puits), les dépôts d'explosifs existants en surface sont utilisés temporairement. Ces installations d'entreposage sont situées à l'écart, au bout d'un chemin sans issue.

3.8.3 Produits pétroliers

Les produits pétroliers utilisés au site Bachelor incluent des carburants (diesel et essence) et des huiles et graisses. Les carburants sont entreposés dans des réservoirs appartenant à Pétronord, qui sont conformes aux règlements et qui sont munis d'une double paroi ou d'un bassin de rétention. Le Tableau 19 liste les différents réservoirs de produits pétroliers et leur capacité.

Tableau 19. Réservoirs pétroliers sur le site Bachelor

Contenu	Lieu	Nombre	Capacité	Capacité du bassin de rétention
Propane	Chauffage souterrain	1	18 000 gallons	Aucune
	Concasseurs	1	2 000 gallons	Aucune
	Raffinerie	1	1 000 gallons	Aucune
	Garage	3	420 L	Aucune
	Sécherie	1	2 000 gallons	Aucune
	Carothèque	1	1 000 gallons	Aucune
	Cuisine	1	1 000 gallons	Aucune
Diesel	Cour arrière	1	14 496 L (double parois)	Inconnue
Essence	Cour arrière	1	4 550 L (double parois)	Aucune
Huiles usées	Garage	1	2 000 L	3 000 L

3.8.4 Matières résiduelles non dangereuses

La production de matières résiduelles est limitée en appliquant les principes de réemploi, de recyclage, de valorisation, puis d'élimination. Les opérations sur le site respectent ainsi les principes de la Politique de gestion des matières résiduelles selon l'ordre de priorité établi par la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).

Le métal est récupéré et vendu à Legault Métal Inc. ou un autre ferrailleur autorisé qui s'occupe de sa récupération. Les pneus usés sont tous envoyés à la compagnie GCR Chibougamau. Lors de l'achat de pneus neufs, les pneus usés sont pris en échange. Les matières ligneuses sont entreposées sur le site. À l'automne 2019, Broyage Mobile Estrie inc. de Sherbrooke a broyé tout le bois usé non contaminé accumulé au site. Le bois transformé en copeau a été mis dans la pente nord du terrain afin d'atténuer la possibilité d'entraînement de matières en suspension (MES) lors de pluie, ainsi que pour tester ce type d'amendement pour la restauration finale en condition naturelle. Actuellement, approximativement 600 m³ de bois foisonné a été revalorisé au site.

Les matières résiduelles domestiques produites au site Bachelor ne pouvant pas être recyclées ou valorisées sont collectées et placées dans des conteneurs de dimensions 2,44 m x 2,13 m x 6,1 m, pour un volume d'environ 31,7 m³. La disposition de ces déchets est assurée mensuellement par la compagnie M.D. Entreposage et les déchets sont acheminés au lieu d'enfouissement en tranchée (LEET) de Lebel-sur-Quévillon. Les boues septiques provenant du système de traitement des eaux usées domestiques sont prises en charge par un fournisseur spécialisé en cette matière pour leur traitement à Chibougamau.

3.8.5 Matières résiduelles dangereuses

Toutes les matières résiduelles dangereuses solides et liquides tels les huiles usées, les graisses usées, les débris huileux solides, les batteries usées, les chaudières et barils contaminés, les fluorescents, les aérosols et le glycol usés sont récupérées et entreposées dans des poubelles ou contenants spécifiques respectant les normes et la réglementation en vigueur. Les matières dangereuses résiduelles sont collectées par Terrapure de Rouyn-Noranda ou autre compagnie dûment autorisée.

Toutes les activités d'entretien et de réparation sont réalisées à l'intérieur du garage, qui est équipé des matériaux et des équipements conformes à la récupération de produits déversés.

Toutes les matières dangereuses résiduelles solides (comme des chiffons souillés) et liquides (comme les huiles) résultant d'une activité d'entretien ou de réparation sont récupérées et entreposées dans des poubelles ou contenants spécifiques respectant les normes et la réglementation en vigueur. De plus, toute machinerie lourde est munie d'une trousse d'urgence pour la récupération de produits déversés à l'extérieur du garage.

3.8.6 Sols contaminés

Dans l'éventualité où des sols étaient contaminés en hydrocarbures pétroliers, ceux-ci ainsi que le matériel d'intervention contaminé seront entreposés dans des contenants étanches, distincts et identifiés à cet effet, puis seront envoyés vers un lieu autorisé à les recevoir.

4.0 MESURES DE RESTAURATION ET DE RÉAMÉNAGEMENT DU SITE

Les travaux de restauration seront effectués en conformité avec les règles applicables du « *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec* » (MERN, 2017), de la D019 (MDDEP, 2012) et de toute autre disposition applicable, comme le « *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* » (MELCC, 2019) et le « *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (c. Q-2, r. 37)* ».

Les mesures de réaménagement et de restauration présentées ci-dessous ont pour objectif de remettre le site minier dans un état satisfaisant, c'est-à-dire :

- Éliminer les risques inacceptables pour la santé et assurer la sécurité des personnes.
- Limiter la production et la propagation de substances pouvant porter atteinte au milieu récepteur et, à long terme, viser à éliminer toute forme d'entretien et de suivi.
- Remettre le site dans un état visuellement acceptable pour la collectivité.
- Remettre le site des infrastructures dans un état compatible avec l'usage futur.

4.1 Impacts des changements climatiques

Les changements climatiques appréhendés laissent entrevoir des perturbations importantes au niveau du régime hydrique. Les infrastructures vulnérables aux impacts des changements climatiques sont donc celles qui touchent la gestion des eaux. Au site minier Bachelor, le système de gestion des eaux fait partie intégrante du parc à résidus.

La conservation de plans d'eau sur une aire d'accumulation de résidus miniers augmente le risque de défaillance surtout dans un contexte de changements climatiques. Ainsi, en période de restauration, lorsque la qualité de l'eau aura été démontrée, Bonterra prévoit vider l'eau des bassins du PARB et aménager une brèche dans la digue nord et dans la digue médiane, ainsi que d'abaisser l'élévation du déversoir de la digue interne (si requis) de façon à ce que l'eau de ruissellement ne s'accumule pas dans le PARB.

Lors de l'ingénierie détaillée pour les travaux de restauration, une attention particulière sera portée aux ouvrages de gestion des eaux, les brèches et fossés d'évacuation des eaux seront conçus en prenant les changements climatiques en considération.

Afin de contrer l'érosion éolienne ou par ruissellement des résidus miniers, la séquence des travaux de restauration pourrait être ajustée de façon à restaurer une section du parc à résidus à la fois. Par exemple, l'empilement sec et le bassin surnageant pourraient être les premières sections à être ensemençées, puis le bassin de recirculation et le bassin de sédimentation pourraient être restaurés par la suite. Une fois en place, le couvert de végétation limitera l'érosion. Durant les travaux de restauration, des barrières de sédiments pourront être utilisées pour limiter l'érosion par le ruissellement. Pour limiter l'érosion éolienne par temps secs, des gicleurs pourront être utilisés.

4.2 Travaux de recherches et développement

Deux projets de recherche visant à documenter les options de revégétalisation du PARB et à développer un mélange d'ensemencement propice aux conditions de terrain ont été entrepris en partenariat avec l'Université Laval.

En 2014, un premier projet a été entamé dans le but de démontrer l'intérêt de l'hydro-ensemencement herbacé et de plantation ligneuse biofortifiées avec des microsymbiotes comme nouvelle approche agroforestière. Concrètement, l'équipe de l'université travaille sur les sites de Bonterra depuis 2016 avec la plantation d'arbres (aulnes et épinettes) et plantes herbacées, enrichis d'un mélange de souches microbiennes symbiotiques performantes. Les premiers résultats démontrent que « les arbres et herbacées plantées sur les sites Barry et Bachelor sont capables, en majorité, de survivre dans les résidus fins et stériles en ne nécessitant ni fertilisant et peu d'intervention de machinerie ». Toutefois, selon l'équipe de recherche, le taux de croissance des plantes se doit d'être optimisé en fonction des facteurs stressants du milieu. Ainsi, depuis 2017, un deuxième projet est en cours, soit celui de la plantation de peupliers avec un mélange de souches microbiennes, pour tenter d'optimiser le taux de croissance des plantes. Le rapport final est en cours de préparation.

En fonction des conclusions de l'étude, Bonterra évaluera la possibilité d'une collaboration universitaire pour un possible projet de recherche futur, visant la réutilisation de matières résiduelles fertilisantes comme du compost. L'utilisation de matières résiduelles fertilisantes pourrait s'avérer une option abordable et propice à la reprise végétale. Néanmoins, Bonterra poursuivra ses efforts afin de proposer un mélange approprié de semences et d'engrais pour les rendre compatibles aux caractéristiques des résidus et pour répondre adéquatement aux contraintes inhérentes de ce type de sol et ainsi favoriser la croissance et la pérennité du couvert végétal

4.3 Sécurité des aires de travail, des ouvertures au jour et des piliers de surface

4.3.1 Aires de travail et ouvertures au jour

Pendant les travaux de restauration et de suivi environnemental suite à la fermeture du site Bachelor, un gardien de sécurité sera assigné à la guérite et à l'entrée principale qui est munie d'une barrière, d'une caméra de surveillance et d'un téléphone. L'accès au site par le sud sera bloqué à l'aide de glissière de sécurité en béton. L'accès au site sera donc réduit uniquement au personnel autorisé pendant les travaux de fermeture du site. De plus, des dalles de béton seront installées sur l'ouverture du puits d'extraction, sur l'ouverture de la cheminée de ventilation et sur l'ouverture de l'ancienne monterie désaffectée (carte 3).

4.3.2 Piliers de surface

Tel que mentionné à la section 3.2.4, la majorité des chantiers souterrains seront remblayés durant les opérations minières. Deux chantiers, soit les chantiers 202 Est et 302 Est ont été identifiés comme plus problématique à remblayer. Dans le cas où ils ne seraient pas remblayés avant la fermeture du site Bachelor, la stabilité de ces chantiers sera suivie de près à l'aide d'instruments installés à la surface.

De plus, une évaluation de la stabilité des piliers situés sous le PARB ou à proximité de l'entreposage de résidus de 8 Mt sera complétée par Bonterra dans les prochaines années, avant la fermeture finale du site.

4.4 Démantèlement des bâtiments et des infrastructures

4.4.1 Bâtiments

Tous bâtiments ou infrastructures n'étant pas utiles au suivi post-fermeture seront démantelés par un entrepreneur certifié. Lorsqu'il aura été démontré que le suivi est conforme aux exigences applicables, les bâtiments et infrastructures restants seront également retirés du site.

Avant de procéder aux travaux de démolition et de restauration du site minier, Bonterra procédera à une caractérisation environnementale complète du Complexe Bachelor afin d'assurer une gestion adéquate des matériaux. Il est à noter que tous les matériaux issus du démantèlement des bâtiments et infrastructures du site Bachelor seront gérés de façon responsable, afin de limiter les impacts sur l'environnement et sur la santé des travailleurs. Au moment du démantèlement des bâtiments, les travaux de restauration comporteront les activités suivantes :

- Les déchets générés par les activités de démantèlement seront envoyés à un lieu d'élimination autorisé.
- Les matériaux récupérables, tels que l'acier réutilisable et de fonte et certains équipements se trouvant à l'intérieur des bâtiments, seront mis de côté et vendus sur les marchés de la récupération et de l'usager.
- La gestion de tout produit chimique, toute matière résiduelle et matière résiduelle dangereuse (MDR) se fera de façon sécuritaire en respectant les normes et la réglementation en vigueur.
- Tout matériau solide, liquide, pulpeux et boueux sera caractérisé, si nécessaire, et son lieu d'acheminement sera approuvé par le représentant en gestion environnementale du site.

Suivant les travaux de démantèlement et démolition, pour favoriser le drainage et la mise en végétation des aires affectées par l'empreinte des bâtiments, les fondations en béton seront d'abord concassées et recouvertes d'une couche de matières organiques de 150 mm issues de la halde à mort-terrain. Le nivellement de l'aire sera également effectué dans le but de permettre à l'eau de s'écouler vers le milieu récepteur et de redonner au site son aspect naturel. Les chemins, les aires de services et stationnements seront quant à eux scarifiés avant d'être revégétés.

4.4.2 Infrastructures électriques, de transport et de soutien

Toutes les infrastructures de soutien n'étant pas utiles au suivi post-fermeture seront démantelées par un entrepreneur certifié. Lorsqu'il aura été démontré que le suivi est conforme aux exigences applicables, les infrastructures de soutien restantes seront également retirées du site. Le chemin forestier reliant le village de Desmaraiville au site Bachelor de même que le chemin reliant le site Bachelor au site minier Barry demeureront en place. Les chemins d'accès sud et nord au campement, le chemin reliant le campement et le Complexe Bachelor, le chemin menant à l'aire d'entreposage des explosifs et le chemin d'accès sud proposé seront quant à eux scarifiés et revégétés. Au moment du démantèlement des infrastructures de soutien, les travaux de restauration comporteront les activités suivantes :

- Toute infrastructure de soutien de manutention, de procédé, de production et de services tels que les silos, réservoirs, conduits, pompes, sera vidangée et nettoyée avant d'être disposée ou vendue.

- Tous les équipements contenant des huiles ou tout autre liquide à risque de contaminer l'environnement, comme les équipements électriques, les véhicules et les réservoirs de pétrole, seront vidangés de leur liquide avant d'être retirés du site des opérations.
- Si aucun usage alternatif n'est identifié pour les aménagements électriques de surface tels les câbles, poteaux, pylônes, transformateurs et génératrices, ceux-ci seront démantelés, recyclés ou vendus.
- Les câbles situés sous terre seront déconnectés de leur source et laissés en place, alors que les conduites enfouies seront aussi scellées et laissées en place.
- Les conduites souterraines acheminant des produits pétroliers (huile, propane) seront lavées avant d'être scellées.
- Les ponceaux non requis seront enlevés pour rétablir autant que possible l'écoulement naturel de l'eau.
- Les fosses septiques seront vidées de leur contenu par une entreprise spécialisée, puis remplies de matériaux inertes.

4.5 Élimination des équipements et de la machinerie lourde

Les équipements de surface et souterrains ainsi que la machinerie lourde non fonctionnelle seront récupérés pour la ferraille auprès d'un récupérateur spécialisé. Il est à noter que les huiles usées, les lubrifiants et tous les autres combustibles seront d'abord vidangés et éliminés selon les normes en vigueur. Les équipements et la machinerie lourde toujours en bon état seront vendus. Une liste des équipements et de la machinerie lourde utilisée est disponible au Tableau 14 de la section 3.2 « Méthodes d'exploitation ».

4.6 Aires d'accumulation

4.6.1 Aires d'accumulation du minerai

Lors de la fermeture du site minier, l'ensemble du minerai se trouvant sur les haldes temporaires aura été traité à l'usine de traitement du minerai. L'empreinte des aires d'accumulation du minerai sera dans un premier temps caractérisée puis recouverte de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain. Enfin, les superficies seront mises en végétation par ensemencement hydraulique. Advenant, que les aires d'accumulation présentent des concentrations en métaux supérieurs aux critères établis pour un site à vocation industrielle, il est prévu de relocaliser les sols affectés par les métaux sous terre ou dans le parc à résidus.

4.6.2 Aire d'accumulation du mort-terrain

L'entièreté des matières organiques empilées sur la halde à mort-terrain sera utilisée lors des travaux de restauration du site Bachelor. L'empreinte de la halde sera par la suite nivelée et mise en végétation par ensemencement hydraulique. Une évaluation de la quantité de mort-terrain sera réalisée lors de l'ingénierie de détail des travaux d'agrandissement du PARB. Ceux-ci seront intégrés dans la prochaine révision du plan de restauration.

4.6.3 Aire d'accumulation de stériles miniers

En période de restauration, il ne restera aucune roche stérile accumulée sur la halde à stériles. Tel que mentionné à la section 3.6.4, les roches stériles générées lors de l'exploitation des gisements Bachelor et Moroy seront envoyées directement dans les chantiers souterrains vides, les stériles seront hissés en surface seulement lorsque ceux-ci seront requis comme matériaux de construction. La restauration de l'empreinte de la halde à stériles comprend son recouvrement avec 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain, suivi de sa mise en végétation par ensemencement hydraulique.

4.6.4 Parc à résidus Bachelor (PARB)

Tel que mentionné à la section 2.7.3 qui résume les résultats des caractérisations géochimiques complétées sur les résidus et détaillées dans le rapport d'interprétation des résultats de caractérisation géochimique (GCM, 2020) joint à l'annexe 5, bien que 22 % des 55 échantillons de résidus miniers prélevés au fil des ans soient classifiés comme étant PGA selon la D019, le rapport PN/PA de ces échantillons se situe tous entre 2 et 3. Rappelons que le critère du NEDEM et du *Guide de caractérisation* du MELCC (MELCC, 2020) indique que les échantillons dont le rapport PN/PA est supérieur à 2 sont considérés non-PGA. Donc, lorsque comparé au NEDEM et du *Guide de caractérisation* du MELCC l'ensemble des échantillons de résidus miniers Bachelor analysés sont considérés comme étant non-PGA. De plus, selon le diagramme décisionnel de la Figure 4.2 du *Guide de caractérisation* les résidus miniers sont classifiés comme étant non lixiviables.

En 2016, dans le cadre du processus d'autorisation pour la mise en place de l'empilement de résidus secs, une caractérisation géochimique des résidus dans le PARB a été réalisée à l'aide de forages répartis dans les trois cellules de résidus de façon à obtenir une bonne représentativité spatiale et de confirmer l'homogénéité des résidus miniers. L'ensemble des résidus miniers échantillonnés sont considérés comme étant non-PGA selon le *Guide de caractérisation* du MELCC.

À la lumière de ces résultats, Bonterra considère que les résidus miniers entreposés au parc à résidus Bachelor comme étant non-PGA ainsi que non lixiviables. Ainsi, Bonterra ne prévoit pas de mesures de restauration particulières visant à limiter le drainage minier acide (DMA) ou neutre (DMN). Néanmoins, Bonterra poursuivra l'échantillonnage de façon hebdomadaire et analysera les teneurs en S et en C des résidus miniers à la sortie de l'usine de traitement du minerai afin de pouvoir noter tout changement de comportement des résidus. En conformité avec le Guide de préparation du plan de réaménagement des sites miniers au Québec, une revue des résultats géochimiques sera effectuée lors de chacune des révisions du plan de restauration, ainsi la méthode de restauration du PARB pourra être ajustée dans l'éventualité où les résidus deviendraient une problématique de DMA ou DMN.

Les travaux de restauration proposés pour chacun des secteurs du PARB sont présentés dans les sections qui suivent. Il est à noter que certains concepts devront être ajustés suite à l'émission des plans pour construction. Les concepts de restauration sont basés sur les connaissances actuelles des résidus miniers et du concept d'agrandissement proposé. Les travaux de préparation à la restauration du parc à résidus de la mine Bachelor comprendront entre autres les étapes suivantes :

- Drainage du parc à résidus avec traitement de l'eau via l'unité de traitement (ozonation). Pour effectuer les travaux de restauration au parc à résidus, ce dernier ne doit pas contenir d'accumulation d'eau. La qualité de l'eau du bassin de sédimentation sera vérifiée avant de pomper l'eau à l'effluent final.
- Démantèlement et enlèvement des conduites de résidus.

4.6.4.1 Empilement de résidus secs

La conception de l'empilement de résidus secs prévoit que les résidus miniers seront recouverts d'une couche de stériles miniers fins (WSP, 2017). Ceux-ci auront comme objectifs de réduire l'émission de poussières dans l'environnement et de limiter les risques d'érosion hydrique et la formation de sillons d'érosion. Une pente minimale de 2 % sera respectée à la surface de l'empilement afin de permettre l'écoulement de l'eau vers l'extérieur et de façon à prévenir toute accumulation d'eau en surface (WSP, 2017). Ainsi, l'élévation de la surface des résidus miniers variera d'un secteur à l'autre (WSP, 2017).

Dans le cadre des travaux de restauration de l'empilement de résidus secs, la surface de stériles déjà nivelée sera recouverte de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain, puis sera ensuite mise en végétation par ensemencement hydraulique.

4.6.4.2 Bassin surnageant

Quant au bassin de surnageant, la conception prévoit que les résidus y soient déposés de façon à favoriser la formation de plages, de sorte que les eaux surnageantes, les eaux de précipitation et de fonte s'écoulent vers le déversoir d'opération proposé. Dans le cadre des travaux de restauration, le déversoir d'opération sera réaménagé (si requis) afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau sur les résidus. À proximité de la digue, la surface des résidus proposée est à l'élévation 336,75 (BBA, 2020a). Ce palier sera profilé de manière à diriger l'eau de ruissellement vers la brèche avec une pente d'environ 0,5 %.

Dans l'optique de faciliter les travaux de restauration, les résidus seront dans un premier temps recouverts d'une couche de 300 mm de stériles afin d'augmenter la capacité portante des résidus et pour permettre aux camions d'y circuler. En effet, lors des travaux de construction du premier palier de l'empilement de résidus sec, des résidus dans les cellules 2 et 3 ont été excavés. Afin de pouvoir circuler sur le PARB dans le but d'aller excaver les résidus, des chemins en stériles ont dû être construits. Ainsi, dans cette optique et de façon conservatrice, il est proposé de mettre en place une couche de 300 mm de stériles sur le dessus des résidus. Il est à noter qu'une analyse géotechnique devra être réalisée lors de l'ingénierie détaillée des travaux de restauration pour valider le concept. Il est à noter que des chemins en stériles et la mise en place de géogrille pourraient aussi être envisagés. Les stériles seront ensuite recouverts de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain, avant d'être mise en végétation par ensemencement hydraulique.

4.6.4.3 Bassin de recirculation

La restauration du bassin de recirculation comprendra le remplacement du déversoir d'opération de la digue médiane par une brèche, afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau dans le bassin. Cette brèche sera localisée au centre de la digue à l'extrémité ouest de l'axe du déversoir d'opération. Le radier de la brèche sera positionné à l'élévation 326,00, soit l'élévation du fond du bassin dans l'axe de la brèche. Le déversoir sera dimensionné pour permettre l'évacuation de la crue de fonte de neige sur environ un mois chaque année vers le canal d'amenée. D'une hauteur de 9 m, l'excavation de la brèche représente un volume d'environ 2 540 m³. Le déversoir et la brèche seront munis d'un géotextile de séparation et d'encrochement afin de limiter l'érosion hydrique et l'entraînement des résidus.

Les abords du déversoir seront aménagés de manière à ne créer aucune obstruction au passage de l'eau vers le bassin de sédimentation.

Une couche de 150 mm de matières organiques sera épanchée dans le fond du bassin ainsi que sur la pente des digues internes du bassin, puis les superficies seront mises en végétation par ensemencement hydraulique.

4.6.4.4 Bassin de sédimentation

La restauration du bassin de sédimentation inclura le remplacement du déversoir d'opération de la digue nord par une brèche afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau dans le bassin. Le radier de la brèche sera positionné à l'élévation 324,00, soit l'élévation du terrain naturel du côté aval de la digue nord. Le déversoir sera dimensionné pour permettre l'évacuation de la crue de fonte de neige sur environ un mois chaque année vers le canal d'amenée. D'une hauteur de 9 m, l'excavation de la brèche représente un volume d'environ 2 540 m³.

Le déversoir et la brèche seront munis d'un géotextile de séparation et d'enrochement afin de limiter l'érosion hydrique et l'entraînement des résidus.

Un canal d'amenée d'environ 300 m de longueur sera construit dans le bassin entre le déversoir de la digue médiane et la digue nord afin de diriger l'eau vers l'effluent final et de limiter l'érosion causée par le ruissellement. Une fois hors du bassin de sédimentation, l'eau de ruissellement se dirigera de manière gravitaire vers le milieu naturel au nord.

Une couche de 150 mm de matières organiques sera épanchée dans le fond du bassin ainsi que sur la pente des digues internes du bassin, puis les superficies seront mises en végétation par ensemencement hydraulique.

4.6.4.5 Pentées extérieures des digues

Les digues de la nouvelle configuration du PARB sont composées des digues ouest, nord, médiane, interne et sud. La restauration de la crête des digues comprend leur recouvrement avec 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain. Les pentes en aval des digues ouest, nord et sud seront également recouvertes d'une couche de 150 mm de matières organiques. Les digues seront par la suite mises en végétation par ensemencement hydraulique.

4.7 Infrastructures de gestion des eaux

Tel que mentionné précédemment, au site minier Bachelor, le système de gestion des eaux fait partie intégrante du parc à résidus. En effet, la topographie du site fait en sorte que l'eau de ruissellement au complexe minier Bachelor s'écoule naturellement vers le parc à résidus. La restauration du bassin de sédimentation, du bassin de recirculation et du bassin surnageant est décrite à la section 4.6.4, soit la section qui traite de la restauration du parc à résidus Bachelor.

Lorsque la qualité de l'eau aura été démontrée et que le PARB aura été complètement drainé, les unités de traitement des eaux seront démantelées et disposées. Les boues contenues dans le géotube® seront caractérisées et disposées dans le parc à résidus.

Les fossés de collecte des eaux d'exfiltration ainsi que les fossés de dérivation des eaux propres n'ayant plus lieu d'être seront remblayés à l'aide de matériaux inertes, puis mis en végétation par ensemencement hydraulique. Ceci assurera un écoulement gravitaire vers le milieu récepteur et redonnera l'aspect naturel au milieu.

4.8 Produits chimiques, pétroliers et matières résiduelles

4.8.1 Produits chimiques

Tous les produits chimiques seront épuisés à la fin des opérations. Les seuls produits chimiques qui seront conservés sur les lieux après la cessation des activités minières seront ceux requis, au besoin, pour le traitement des eaux de l'effluent final. Ceux-ci resteront en place tant que le PARB n'aura pas été vidé pour sa restauration. Bonterra récupérera tous les autres produits restants et les réservoirs utilisés sur le site afin d'entreposer les produits chimiques qui seront vidés, nettoyés, démantelés et retirés selon la réglementation en vigueur.

4.8.2 Explosifs

Les explosifs qui n'auront pas été utilisés durant les opérations seront récupérés par l'entrepreneur spécialisé en explosifs.

4.8.3 Produits pétroliers

Les produits pétroliers (essences, diesel, huiles et graisses) devraient être épuisés à la fin des opérations. Tous les produits pétroliers qui n'auront pas été épuisés à la fermeture du site Bachelor seront récupérés par Bonterra et vendus.

Un représentant de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) sera dépêché sur le site pour s'assurer de la conformité avec le *Règlement sur l'utilisation des produits pétroliers* et des normes prescrites par les Lignes directrices d'intervention lors de l'enlèvement de réservoirs souterrains et de leur tuyauterie ayant contenu des produits pétroliers. Les sols contigus aux réservoirs et aux contenants seront caractérisés et les interventions correctrices seront appliquées selon les exigences du *Guide d'intervention – Politique de protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés en cas de contamination*.

4.8.4 Matières résiduelles non dangereuses

La gestion des matières résiduelles non dangereuses répondra aux normes du Règlement sur les déchets solides de la LQE. Les matières pouvant être revalorisées ou recyclées, comme le métal, seront récupérées par un entrepreneur spécialisé. Les matières ligneuses non contaminées entreposées sur le site seront broyées, transformées en copeaux et réutilisées sur le site à titre d'amendement pour la restauration. Les déchets solides et domestiques seront d'abord entreposés dans des conteneurs puis acheminés au lieu d'enfouissement autorisé de Lebel-sur-Quévillon.

4.8.5 Matières résiduelles dangereuses

La gestion des matières résiduelles dangereuses (MRD) est réglementée et leur élimination répondra aux normes du *Règlement sur les matières dangereuses* et de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE). Aucune matière résiduelle dangereuse ne sera laissée au site minier Bachelor suite à sa fermeture. Toute MRD comme les huiles usées sera retirée du site conformément aux normes et règlements en vigueur.

4.9 Réhabilitation des terrains

Dans l'éventualité où des sols seraient contaminés aux huiles, graisses et produits pétroliers, ceux-ci ainsi que le matériel d'intervention contaminé seront entreposés dans des contenants étanches, distincts et identifiés à cet effet, puis seront envoyés vers un lieu autorisé à les recevoir, comme le centre régional de traitement de sols contaminés autorisé situé à Val-d'Or.

Lors de la cessation des activités minières, une étude de caractérisation du terrain sera réalisée, tel que prescrit par l'article 31.51 de LQE. Bonterra prendra les mesures nécessaires en conformité avec les dispositions de la LQE et le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (c. Q-2, r.18.1.01) dans le cas où cette caractérisation indiquerait la présence de contaminants dépassant les critères établis par la réglementation, soit au-delà de la valeur seuil B de la grille des critères indicatifs établie par le MELCC.

Bonterra a considéré dans l'estimation des coûts de restauration qu'un certain volume de sols contaminés serait à gérer lors de la restauration. Il a donc été considéré qu'une surface de 20 m² de sols autour des réservoirs d'essence aura subi une contamination en hydrocarbures pétroliers sur une épaisseur de 50 cm. Il a été considéré d'excaver et de disposer des sols affectés par les hydrocarbures pétroliers dans un site autorisé. Il a aussi été considéré que 30 % des aires d'accumulation de minerai (5 070 m²) auront été affectées par les métaux sur 150 mm. Il est prévu de relocaliser les sols affectés par les métaux sous terre ou dans le parc à résidus.

4.10 Restauration progressive

Le programme de restauration des lieux sera réalisé non seulement à la fin des activités minières, mais aussi sur une base progressive. Le but visé par la restauration progressive est de minimiser les impacts environnementaux sur les milieux biophysique et humain et de rendre les lieux à l'état le plus près possible de celui d'origine avant l'établissement du site minier.

Bien que le mode d'opération du PARB ne permettra pas d'effectuer de la restauration progressive, Bonterra veillera à ce que les équipements désuets qui seront démantelés dans le cadre des travaux de réaménagement de l'usine de traitement soient disposés dans un lieu autorisé plutôt que d'être accumulés sur le site et d'être gérés à la fermeture. Par exemple, la tour de transfert située dans le bassin de sédimentation devra être colmatée lors des travaux d'agrandissement du PARB puisque le rehaussement de la digue Nord empiètera complètement dans l'empreinte actuelle du bassin de polissage dans laquelle l'eau de la tour de transfert est acheminée avant son passage dans le canal Parshall de l'effluent final. La tour de décantation sera donc démantelée lors de ces travaux.

Lors de la conception du plan de remplissage du PARB, Bonterra gardera en tête la restauration progressive et tentera de rendre possible la restauration de l'empilement de résidus secs durant la dernière année d'opération.

De plus, dans le cadre des travaux de restauration progressive, Bonterra procédera aux activités suivantes :

- Démantèlement de tous les bâtiments et infrastructures classés non utiles pour les activités minières ou pour le suivi post-fermeture.
- Mise en végétation de tous les terrains affectés par les activités minières et qui ne sont plus utilisés afin de contrôler l'érosion et de leur redonner leur aspect naturel.
- Évaluation de la qualité des sols susceptibles d'être contaminés. Une première caractérisation des sols sera réalisée dans le cadre des travaux de réaménagement du site.
- Poursuite de la revalorisation des matières ligneuses (bois usé non contaminé) sur le site.

- Poursuite du projet de recherche entrepris en partenariat avec des universités visant à documenter les options de revégétalisation du PARB et à développer un mélange d'ensemencement propice aux conditions de terrain.

4.11 Consultation des utilisateurs du territoire

Dans le cadre des consultations réalisées avec les parties prenantes, une des demandes en lien avec la restauration visait à ce que le parc à résidus soit converti en marais pour la sauvagine à la fin des opérations. Cependant, pour des raisons d'ordre technique il n'est pas souhaitable d'avoir de la rétention d'eau dans le PARB en période de restauration. Bonterra travaillera avec la communauté de Waswanipi, de Desmaraisville et de Lebel-sur-Quévillon (LSQ) à trouver un projet de compensation.

5.0 PROGRAMME DE SUIVI ET D'ENTRETIEN POST-RESTAURATION

Le programme de suivi post-restauration des activités d'exploitation, présenté dans les paragraphes ci-dessous, comprend le suivi annuel sur l'intégrité et la stabilité des ouvrages, le suivi agronomique annuel et le suivi environnemental, tous réalisés sur une période de 5 ans, tel que recommandé par la D019 dans le cas des aires d'accumulation de rejets miniers lixiviables et cyanurés. Le suivi environnemental post-opération se fera sur une période de 18 mois. Le détail du programme sera soumis avec le plan de restauration final. Le programme de surveillance sera instauré à la suite des travaux de restauration. Les coordonnées du responsable des programmes de suivi sont les suivantes :

Personne responsable : Steve Gaudreault, Surintendant environnement
Téléphone : 819-753-2043, Poste 2016
Courriel : sgaudreault@btrgold.com

5.1 **Suivi et entretien de l'intégrité et de la stabilité des ouvrages**

Tous les travaux de restauration auront été réalisés afin d'assurer une stabilité physique à long terme des ouvrages. Un suivi sera réalisé annuellement sur une période minimale de 5 ans.

Ce suivi sur l'intégrité des ouvrages consistera principalement en des inspections visuelles des digues du PARB afin de noter toute anomalie qui pourrait remettre en cause leur stabilité. Une vérification de l'intégrité des moyens mis en place pour sceller les ouvertures au jour à l'aide de dalles de béton sera aussi réalisée.

Les inspections visuelles serviront à la vérification des items suivants :

- Indices de défaillances des digues comme la présence de fissures, signes d'érosion, d'affaissements et de glissements. Ainsi que le résultat du relevé des plaques de tassement situées sur la digue médiane.
- Absence d'accumulation d'eau dans le parc à résidus.
- Zones érodées ainsi que l'intégrité et de l'efficacité des brèches et des canaux de drainage mis en place respectivement dans les digues du PARB et dans le PARB.
- L'intégrité des dalles de béton scellant les ouvertures au jour.
- Indices de défaillances de la stabilité des piliers de surface comme des manifestations anormales à la surface.

Ces inspections seront documentées et un rapport d'inspection sera transmis au MERN.

5.2 **Suivi agronomique**

Le suivi agronomique, durant la période post-restauration, se poursuivra durant un minimum de 5 ans sous forme d'inspections annuelles. Les inspections consisteront principalement en une évaluation visuelle de différents paramètres, comme la condition des plants, le pourcentage superficiel montrant une reprise de la végétation, l'érosion des sols, la densité de la végétation, les endroits humides, etc. Le cas échéant, des engrais de rappel seront épandus et des reprises d'ensemencement seront effectuées.

À la suite de l'inspection du site, un rapport sera transmis au MERN annuellement sur une période de cinq ans. À la suite de ce délai, s'il y a lieu, une demande d'arrêt de ce suivi sera effectuée auprès du MERN.

5.3 Suivi environnemental

5.3.1 Post-opération

Un suivi environnemental post-opération d'un minimum de 18 mois, soit un total de 24 visites, sera réalisé en conformité avec la section 2.10 de la D019, le temps que les travaux de restauration soient terminés. Ces inspections, qui comprennent les analyses chimiques des eaux de surface et souterraines, seront documentées et un rapport annuel d'inspection sera transmis au MERN.

5.3.2 Post-restauration

Un suivi environnemental post-restauration sera réalisé afin de vérifier l'efficacité des travaux de restauration. Ainsi, le milieu sera échantillonné six fois par année durant une période minimale de cinq ans. Lors de deux de ces six visites, le suivi de l'eau souterraine sera également effectué, soit en période de crue et d'étiage.

Ces inspections seront documentées et un rapport annuel d'inspection sera transmis au MELCC.

Afin d'assurer le suivi environnemental du site Bachelor, des puits d'observation assurent un suivi de la qualité des eaux souterraines afin de détecter toute contamination. Entre 2007 et 2012, dix puits d'observation ont été installés à des endroits stratégiques au site Bachelor soit les puits numérotés de 1 à 10 sur le plan 002 de l'annexe 1. Actuellement, tous ces puits sont suivis, bien que sur le plan 002, il est indiqué que certains de ces puits ne sont plus suivis depuis 2017. Il est à noter que les puits qui étaient non opérationnels ont tous été réparés. Ainsi, l'ensemble des puits 1 à 10 est maintenant suivi.

En 2018, six puits d'observation additionnels ont été creusés lors de l'étude géotechnique et hydrogéologique réalisée par Richelieu, en vue de l'agrandissement du PARB. Quatre de ces puits sont crépinés dans le roc (FH-18-01, GH-18-02, GH-18-03 et GH-18-04) et deux sont installés dans le mort-terrain (FH-18-01 et GH-18-03). La localisation de ces puits d'observation est indiquée à la Figure 6 du rapport Richelieu (2018), joint à l'annexe 6 du présent rapport.

En raison de l'agrandissement du PARB, un ou deux puits d'observation présentement en place se verront ensevelis. Avant d'être remblayés, ces derniers seront colmatés à l'aide de bentonite pour ne pas affecter l'étanchéité du PARB. Ces puits seront remplacés en aval des nouvelles digues et un nouveau plan de surveillance des eaux souterraines sera soumis lors de la prochaine révision du plan de restauration.

Tel que mentionné précédemment, une modélisation de la dispersion des contaminants a été effectuée selon des hypothèses conservatrices par Richelieu (2020). La simulation identifie trois possibles exutoires pour les eaux souterraines. Ces trois exutoires situés au sud, à l'ouest et au nord sont identifiés par les flèches bleues montrant les voies potentielles de migration des contaminants sur la Figure 2 du rapport Richelieu (2020) joint à l'annexe 6. Selon la modélisation, le panache de contaminants progresserait toutefois relativement lentement et se stabiliserait après cent ans. Cette modélisation du pire scénario permettra de bien positionner les puits d'observation pour le suivi post-restauration.

Les paramètres suivis seront les mêmes que ceux suivis présentement à travers l'attestation d'assainissement, soit les niveaux piézométriques, la conductivité, le pH, l'As, le Cu, le Fe, le Ni, le Pb, le Zn, les C_{10} - C_{50} , le Ca^{2+} , le CN totaux, le HCO_3^- , le K^+ , le Mg^{2+} , le Na^+ et le SO_4^{2-} . Ces derniers sont suivis minimalement deux fois par année au printemps et à l'été.

6.0 PLAN D'URGENCE

Le plan de prévention et de réponse aux urgences mis en place pendant les travaux de fermeture et de restauration, puis aux activités post-fermeture du site Bachelor, a été mis à jour en novembre 2017 par Métanor et se trouve à l'annexe 7 du présent document. Ce plan identifie, d'une part, les incidents possibles, les procédures d'alerte, les procédures de réponse pour chacun des incidents potentiels et les responsabilités à chacune des étapes. D'autre part, ce plan présente les ressources et listes d'équipements et matériaux disponibles.

Le responsable du plan d'urgence sera le responsable en santé et sécurité du chantier de fermeture pour la période des travaux. La responsabilité du plan d'urgence sera ensuite transférée au responsable des suivis environnementaux. Le plan d'urgence sera révisé régulièrement afin que l'information transmise soit toujours à jour par rapport à l'évolution du projet (changement de responsabilité, de poste, des secteurs plus à risque, etc.). Ce plan sera affiché en tout temps au poste de garde et au siège social de l'entreprise à Val-d'Or.

En période de fermeture et de restauration, les principaux incidents actuellement identifiés sont :

- L'exfiltration d'eau dans la fondation ou à travers une digue du PARB.
- La brèche ou la rupture d'une digue.
- L'obstruction d'un fossé de drainage ou d'un déversoir.
- La chute de béton dans une ouverture de la mine souterraine.

Si l'un des événements cités ci-dessus devait survenir, les mesures indiquées dans le plan d'urgence seront alors immédiatement mises en application.

Une liste des coordonnées des personnes responsables et des organismes à contacter sera disponible en tout temps sur le site. Les coordonnées du responsable en santé et sécurité sont les suivantes :

Personnes responsables :	Steve Gaudreault, B.Sc.A Surintendant environnement	Pascal Hamelin, ing. Président et chef de la direction
Téléphone :	819-753-2043, Poste 2016	819-825-8678, Poste 221
Courriel :	sgaudreault@btrgold.com	phamelin@btrgold.com

Une fois les opérations de restauration terminées, les risques d'incidents seront réduits. Puisqu'il n'y aura plus de travaux réguliers sur le site, il sera très peu probable que des accidents reliés à l'activité humaine se produisent. Les principaux incidents potentiels alors identifiés sont :

- Le vandalisme.
- La brèche ou la rupture d'une digue entraînant un débordement dans les aires d'accumulation.
- Risque d'instabilité de pente des aires d'accumulation.
- Risque d'effondrements des chantiers souterrains.

7.0 MESURES EN CAS D'ARRÊT TEMPORAIRE DES ACTIVITÉS

En vertu des articles 224 et 226 de la *Loi sur les mines*, lors d'une cessation temporaire des activités d'une durée de six mois ou plus, le MERN et le MELCC seront mis au courant de la situation et Bonterra s'engage à transmettre des copies certifiées par un ingénieur ou un géologue des plans des ouvrages miniers, des installations sur le sol et des dépôts de résidus miniers existants dans les quatre mois suivant la suspension des activités. De plus, Bonterra avisera ces ministères 10 jours à l'avance du début d'une telle cessation.

En se référant au Guide du MERN (MERN, 2017), lors d'une suspension temporaire des activités d'une période égale ou supérieure à six mois, Bonterra mettrait en place des mesures de sécurité. Ces mesures visent à contrôler l'accès au site minier et aux différentes infrastructures, à maintenir la gestion de la qualité de l'effluent et à assurer la stabilité physique et chimique des différentes aires d'accumulation et d'entreposage. Les mesures suivantes seront mises en place lors d'un arrêt temporaire des activités minières :

- L'accès au site sera interdit. Un garde de sécurité assurera la sécurité 24 h par jour, 7 jours par semaine.
- Les produits chimiques et pétroliers et toutes les matières résiduelles dangereuses seront retirés du site.
- Le programme de suivi environnemental, conformément à la section 2.10 de la D019, sera établi et appliqué.
- Des inspections visuelles seront effectuées pour assurer la stabilité physique des digues du PARB.
- L'entrée du chevalement donnant sur la mine souterraine sera condamnée et mise sous surveillance 24 h par jour, 7 jours par semaine.
- Les aires d'accumulation (halde à stériles miniers, haldes à minerai, halde à mort-terrain et PARB) seront laissées telles quelles, mais leurs accès seront restreints et mis sous surveillance 24 h par jour, 7 jours par semaine.
- Les équipements pour le pompage et traitement des eaux de ruissellement s'accumulant dans les bassins de sédimentation et bassin de recirculation seront maintenus en état de fonctionnement.

8.0 CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES ET TEMPORELLES

Une modification à l'article 111 du *Règlement sur les substances minérales autres que le pétrole, le gaz naturel et la saumure* (chapitre M-13.1, r. 2) a été adoptée le 23 juillet 2013 (décret 838-2013). Ainsi, l'exploitant de la propriété du site Bachelor doit maintenant fournir une garantie financière dont le montant correspond aux coûts anticipés pour la réalisation de l'ensemble des travaux prévus à son plan de réaménagement et de restauration des sites. Cette section présente l'estimation des coûts de restauration du site Bachelor lors de sa fermeture.

8.1 Coûts de fermeture

Les coûts de restauration du site Bachelor calculés par GCM, de même que le montant de la garantie financière, se chiffrent à environ 7 589 885 CAD⁶, incluant les coûts d'ingénierie (10 %), les coûts de suivi ainsi qu'une contingence de 15 %. Les coûts de restauration sont résumés au Tableau 20 et le détail des coûts est présenté à l'annexe 8. Les superficies considérées et les travaux de restauration sont présentés sur les croquis CRQ0266-55004, CRQ0266-55005 et CRQ0266-55006 de l'annexe 1F.

Il est important de mentionner que l'évaluation des coûts estimée ici est directement affectée par la nature des travaux prévus, la séquence d'exécution des travaux et la période de l'année où s'effectuent certaines opérations de restauration. L'estimation des coûts a été effectuée par GCM.

⁶ En dollars, 2020.

Tableau 20. Sommaire des coûts de la restauration du site minier Bachelor

# Item	Description	Quantité	Unité	Coût unitaire (CAD \$)	Total
Coûts directs					
1.0	Sécurisation du site minier				
1.1	Mise en place d'une dalle de béton sur l'ouverture du puits de production ¹	1	Lot	42 000 \$	42 000 \$
1.2	Mise en place d'une dalle de béton sur l'ouverture de la cheminée de ventilation ²	1	Lot	22 000 \$	22 000 \$
1.3	Mise en place de dalles de béton sur les ouvertures des anciennes monteries désaffectées ²	2	Lot	22 000 \$	44 000 \$
				Sous-total 1.0	108 000 \$
2.0	Démantèlement, démolition et démobilitation des infrastructures de surface³				
2.1	Infrastructures d'extraction	1	Lot	83 092 \$	83 092 \$
2.2	Usine de traitement du minerai, incluant le démantèlement des équipements fixes	1	Lot	244 079 \$	244 079 \$
2.3	Bâtiments connexes (Bureau, garage, etc.)	1	Lot	110 256 \$	110 256 \$
2.4	Aire d'entreposage (Cour arrière)	1	Lot	30 531 \$	30 531 \$
2.5	Infrastructures électriques	1	Lot	20 082 \$	20 082 \$
2.6	Secteur du parc à résidus et de l'usine de traitement d'eaux industrielles	1	Lot	25 359 \$	25 359 \$
2.7	Campement des travailleurs	1	Lot	58 900 \$	58 900 \$
				Sous-total 2.0	572 300 \$
3.0	Restauration de l'empreinte affectée par les activités minières				
3.1	Recouvrement de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain ^{4,5}	2 070	m ³	6,50 \$	13 455 \$
3.2	Scarification des aires de services ⁶	108 185	m ²	0,20 \$	21 637 \$
3.3	Scarification des chemins ⁷	33 935	m ²	0,20 \$	6 787 \$
3.4	Mise en végétation des aires par ensemencement hydraulique	155 920	m ²	1,50 \$	233 880 \$
3.5	Remplissage des fosses septiques de matériaux inertes en provenance de la halde à mort-terrain ⁸	114	m ³	10,70 \$	1 224 \$
				Sous-total 3.0	277 000 \$
4.0	Restauration des aires d'accumulation				
4.1	Haldes à minerai temporaires				
4.1.1	Recouvrement de 150 mm de matières organiques en provenance de la halde à mort-terrain ⁴	488	m ³	6,50 \$	3 174 \$
4.1.2	Mise en végétation des aires par ensemencement hydraulique	3 255	m ²	1,50 \$	4 883 \$
4.2	Halde à mort-terrain				
4.2.1	Nivellement	33 060	m ²	2,20 \$	72 732 \$
4.2.2	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	33 060	m ²	1,50 \$	49 590 \$
4.3	Halde à stériles temporaire				
4.3.1	Recouvrement de 150 mm de matières organiques sur l'empreinte de la halde ⁴	1 134	m ³	6,50 \$	7 371 \$
4.3.2	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	7 560	m ²	1,50 \$	11 340 \$
4.4	Empilement à sec (cellule 1 du parc à résidus Bachelor)				
4.4.1	Recouvrement - 150 mm de matière organique ⁴	9 780	m ³	6,50 \$	63 570 \$
4.4.2	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	65 200	m ²	1,50 \$	97 800 \$
4.5	Bassin surnageant (nouvelle cellule de résidus incluant les anciennes cellules 2 et 3)				
4.5.1	Nivellement du plateau de l'élévation 337 m	12 680	m ²	2,20 \$	27 896 \$
4.5.2	Recouvrement - 300 mm de stériles	184 740	m ³	7,50 \$	1 385 550 \$
4.5.3	Recouvrement - 150 mm de matières organiques ⁴	92 370	m ³	6,50 \$	600 405 \$
4.5.4	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	615 800	m ²	1,50 \$	923 700 \$
4.6	Parc à résidus - Dignes				
4.6.1	Recouvrement - 150 mm de matières organiques sur terrain en pente ⁴	27 044	m ³	8,25 \$	223 109 \$
4.6.2	Mise en végétation des aires par ensemencement hydraulique	180 290	m ²	1,50 \$	270 435 \$
				Sous-total 4.0	3 741 600 \$
5.0	Restauration du système de gestion des eaux				
5.1	Bassin de sédimentation				
5.1.1	Mise en place d'une brèche dans la digue nord ⁹	1	Lot	76 900 \$	76 900 \$
5.1.2	Épandage de 150 mm de matières organiques dans l'empreinte du bassin ⁴	10 393	m ³	6,50 \$	67 553 \$
5.1.3	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	69 285	m ²	1,50 \$	103 928 \$
5.1.4	Aménagement du canal d'aménée	300	m	125,00 \$	37 500 \$
5.2	Bassin de recirculation				
5.2.1	Mise en place d'une brèche dans la digue médiane ⁹	1	Lot	76 900 \$	76 900 \$
5.2.2	Épandage de 150 mm de matière organique dans l'empreinte du bassin ⁴	9 208	m ³	6,50 \$	59 850 \$
5.2.3	Mise en végétation de l'aire par ensemencement hydraulique	61 385	m ²	1,50 \$	92 078 \$
5.3	Remise en état du réseau de drainage naturel				
5.3.1	Remblayage des fossés du parc à résidus Bachelor ¹⁰	12 441	m ³	10,70 \$	133 119 \$
5.3.2	Remblayage des fossés du Complexe industriel Bachelor ¹⁰	2 898	m ³	10,70 \$	31 009 \$
5.3.3	Mise en végétation des fossés par ensemencement hydraulique	25 565	m ²	1,50 \$	38 348 \$
				Sous-total 5.0	717 200 \$
6.0	Gestion des sols contaminés				
6.1	Caractérisation environnementale du site ¹¹	1	Lot	60 245 \$	60 245 \$
6.2	Enlèvement et disposition des sols contaminés aux hydrocarbures ¹²	10	m ³	272 \$	2 717 \$
6.3	Gestion des sols contaminés en métaux ¹²	150	m ³	12,70 \$	1 905 \$
6.4	Caractérisation des boues dans le géotube ¹³	1	Lot	1 853 \$	1 853 \$
				Sous-total 6.0	66 700 \$
				Sous-total coûts directs	5 482 800 \$
Coûts indirects					
1.0	Mobilisation et démobilitation (5 %)	1	Lot	274 140 \$	274 140 \$
2.0	Suivi annuel de l'intégrité des ouvrages	5	an	9 120 \$	45 600 \$
3.0	Suivi agronomique annuel	5	an	7 040 \$	35 200 \$
4.0	Suivi environnemental post-restauration	5	an	28 440 \$	142 200 \$
5.0	Suivi environnemental post-opération	18	mois	2 806 \$	50 500 \$
6.0	Ingénierie conceptuelle (10 %) ¹⁴	1	Lot	569 420 \$	569 420 \$
				Sous-total coûts indirects	1 117 100 \$
				Sous-total coûts directs et indirects	6 599 900 \$
Autres coûts					
1.0	Contingence (15%)	1	Lot	989 985 \$	989 985 \$
				TOTAL	7 589 885 \$

Notes :

- Le forfait inclut l'installation de capuchon en béton d'une épaisseur de 60 cm et de 8 m x 5 m. Un coût unitaire de 800 \$/m³ a été considéré pour couler le béton. Le forfait inclut la préparation de la fondation, le coffrage, les armatures et la mise en place de la dalle.
- Le forfait inclut l'installation de capuchon en béton d'une épaisseur de 60 cm et de 5 m x 5 m. Un coût unitaire de 800 \$/m³ a été considéré pour couler le béton. Le forfait inclut la préparation de la fondation, le coffrage, les armatures et la mise en place de la dalle.
- Les items considérés dans chacun des secteurs sont détaillés à l'annexe 8 du présent plan de restauration.
- Le coût unitaire inclut le chargement, le transport et l'épandage du sol en considérant que le matériel provient de la halde à mort-terrain. Il est présumé que la quantité disponible sur la halde à mort terrain est suffisante pour l'ensemble des travaux de recouvrement. La volumétrie devra être prise en considération lors de la prochaine révision du plan de restauration.
- L'estimation considère une superficie de 13 800 m² dans le secteur de l'usine de traitement du minerai.
- La superficie des aires de services comprend le secteur du campement (46 710 m²), du secteur d'entreposage des explosifs (2 400 m²) et du secteur de la cour arrière de l'usine de traitement du minerai (59 075 m²).
- L'estimation considère les chemins d'accès sud et nord au campement, le chemin reliant le campement et l'extrême ouest du parc à résidus, le chemin menant à l'aire d'entreposage des explosifs, le chemin d'accès sud au Complexe Bachelor, le tronçon au sud du parc à résidus Bachelor et l'accès sud proposé.
- L'estimation considère le remblayage de 8 fosses septiques d'un volume 14,3 m³.
- L'excavation de brèches de 10 480 m³ et de 14 414 m³ a été considérée respectivement pour les digues du bassin d'eau de sédimentation et de recirculation.
- L'estimation considère un fossé typique avec une pente de 2:1 et un fond d'une largeur de 1 m. Une longueur totale d'environ 4 150 m et 970 m a été considérée respectivement pour les fossés ceinturant le parc à résidus et les fossés au complexe industriel.
- Il a été considéré que la caractérisation environnementale du site se ferait par un tiers. Le forfait inclut la mobilisation et démobilitation d'un technicien de la région de Val-d'Or, les travaux de caractérisation incluant la réalisation de 20 tranchées et 11 forages aménagés et la production d'un rapport de caractérisation.
- Dans une phase préliminaire, il a été considéré qu'une surface de 20 m² de sols autour des réservoirs d'essence aura subi une contamination en hydrocarbures pétroliers sur une épaisseur de 50 cm. Il a été considéré d'excaver et de disposer des sols affectés par les hydrocarbures pétroliers dans un site autorisé. Il a aussi été considéré que 30 % des aires d'accumulation de minerai (3 255 m²) auront été affectées par les métaux sur 150 mm. Il est prévu de relocaliser les sols affectés par les métaux sous terre ou dans le parc à résidus.
- Il a été considéré que la caractérisation des boues se ferait par un tiers. Le forfait inclut la mobilisation et démobilitation d'un technicien de la région de Val-d'Or, l'échantillonnage et l'analyse des boues.
- Les montants considérés pour la caractérisation environnementale du site et des boues ainsi que pour la mobilisation au site ont été exclus du calcul du pourcentage de l'ingénierie conceptuelle (10 %).

8.2 Coûts post-opération et post-restauration

Les coûts de suivi et d'entretien post-restauration incluent un suivi annuel de l'intégrité et de stabilité des ouvrages ainsi qu'un suivi environnemental (visite, échantillonnage et analyses, élaboration de rapports annuels). Tel que prescrit par la D019, le suivi post-opération sera effectué de façon bimensuelle durant les six premiers mois et mensuellement le reste de l'année. Ces activités se poursuivront durant toute la durée du suivi post-restauration, soit six fois par année pendant cinq ans.

Les coûts de suivi et d'entretien post-opération et post-restauration sont inclus au Tableau 20.

8.3 Calcul de la garantie financière

Les coûts de restauration du site Bachelor sont présentés dans le Tableau 20. Le montant de la garantie financière est équivalent aux coûts anticipés pour la réalisation de tous les travaux prévus dans le plan de réaménagement et de restauration du site, soit d'environ 7 589 885 CAD⁷, incluant les coûts d'ingénierie (10 %), les coûts de suivi ainsi qu'une contingence de 15 %.

8.4 Type de garantie financière choisie

Le versement de la garantie financière effectué par Bonterra prendra la forme d'une lettre irrévocable et inconditionnelle de crédit émise en faveur du gouvernement du Québec par une société de fiducie. La garantie financière sera maintenue en vigueur jusqu'à l'émission du certificat de libération.

8.5 Calendrier de réalisation des travaux de restauration

Le Tableau 21 illustre la durée des différents travaux à réaliser afin de restaurer le site Bachelor. Il a été prévu que la majorité des travaux requis auraient lieu durant la période estivale suivant la fermeture et s'achèveraient après une période de 18 mois.

⁷ En dollars, 2020.

Tableau 21. Calendrier de réalisation des travaux de restauration sur 5 ans

Travaux de restauration	Restauration Progressive	Années post-opération		Années post-restauration				
	1-10	1	2	1	2	3	4	5
Sécurisation du site minier (mise en place de dalles de béton sur les ouvertures au jour)		X						
Démantèlement, démolition et démobilitation des infrastructures de surface	X	X	X					
Évaluation de la stabilité du pilier de surface	X							
Restauration des aires affectées par les activités minières	X		X					
Restauration de l’empreinte des haldes à mort-terrain, à stériles et à minéral			X					
Restauration de la cellule 1 du PARB	X	X	X					
Restauration de la cellule à résidus (bassin surnageant) du PARB		X	X					
Restauration des digues du PARB			X					
Démantèlement de l’usine de traitement des eaux industrielles			X					
Mise en place de brèches dans les digues nord et médiane		X	X					
Restauration des bassins de sédimentation et de recirculation		X	X					
Remise en état du réseau de drainage			X					
Suivi post-opération (18 mois)		X	X					
Suivi post-restauration				X	X	X	X	X

9.0 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMEC FOESTER WHEELER, 2018 (AMEC). Révision du concept de gestion des résidus et de l'eau du parc à résidus du site Bachelor – Rapport technique TX17011301-6000-RGE-0001-B du groupe Environnement & Infrastructure remis à Ressources Métanor Inc., 21 pages et 8 annexes.

ASDR, 2017. Traitement des cyanures résiduels dans les eaux de l'usine de traitement de Minerai d'or de la mine Bachelor, ressources, Note technique 71627-RAP-01_00 remise à Ressources Métanor inc., 16 pages et 4 annexes.

BBA, 2018. Description du mode de gestion des résidus prévu pour le site minier Lac Bachelor. Rapport technique N° 6098002-000000-4E-ERA-0001-R00. 4 pages.

BBA, 2020a. Support aux réponses pour six questions du COMEX -Projet Bachelor. Rapport géotechnique. 11 pages et annexes.

BBA, 2020b. Évaluation du bilan d'eau de conception – Ingénierie détaillée du parc à résidus du site Bachelor. Rapport technique N° 6098002-000000-4G-ERA-0001 / R03 préparé pour Marathon Underground Constructors, 9 pages et annexes.

ENVIRÉO CONSEIL, 2018a. Études du suivi des effets sur l'environnement (ESEE). Portée géographique. 3^e cycle, Ressources Métanor inc., site Bachelor, 86 pages et 6 annexes.

ENVIRÉO CONSEIL, 2018b. Rapport annuel 2017 Suivi des objectifs environnementaux de rejets (OER), Ressources Métanor, Site Bachelor, 36 pages.

FNX, 2020. Synthèse des inspections statutaires 2010 à 2020 du parc à résidus du site minier Moroy. Rapport produit pour Ressources Bonterra inc. 25 pages et annexes.

GCM CONSULTANTS INC. (GCM), 2020. Rapport d'interprétation des résultats de caractérisation géochimique – Réponse aux questions et commentaires du COMEX – Étude des impacts – Traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage, 35 pages et annexes

GENIVAR, 2011. Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tonnes de minerai d'or du site minier Bachelor. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport final. Rapport de GENIVAR présenté à Ressources Métanor inc. 290 pages et annexes.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE (GOLDER), 2007. Étude géotechnique et hydrogéologique et conception du parc à résidus de la mine du lac Bachelor, Desmaraisville, Québec. 9 chapitres et 8 annexes.

LAMONT INC., 2017. Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers. Site de la mine Bachelor, Desmaraisville, Québec, Canada. Prepared for Ressources Métanor.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (MERN), 2017. Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Direction de la restauration des sites miniers. ISBN : 978-2-550-77162-3 (PDF). 56 pages et annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC), 2019. Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. 219 pages et annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC), 2020. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*. 37 pages et annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (MENV), 2002. Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction. 47 pages.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET PARCS (MDDEP), 2012. Directive 019 sur l'industrie minière. 95 pages.

RESSOURCES MÉTANOR INC. (Métanor), 2012. Mise à jour du Plan de restauration du site minier Bachelor en vertu de l'article 232.2 de la *Loi sur les mines*. 153 pages et annexes.

RESSOURCES MÉTANOR INC. (Métanor), 2015. Exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire du site Bachelor, Demande de modification – Certificat d'autorisation en vertu de l'article 164 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Document présenté au Comité d'examen (COMEX), 26 pages et 2 annexes.

RESSOURCES MÉTANOR INC. (Métanor), 2017. Mise à jour du Plan de restauration du site minier Bachelor en vertu de l'article 232.2 de la *Loi sur les mines*. 52 pages et annexes.

RICHELIEU HYDROGÉOLOGIE INC. ET GROUPE RD CONSULTANTS, 2018 (Richelieu). Projet Bachelor, Desmaraisville (Québec). Étude hydrogéologique et géotechnique, réalisée pour Métanor Ressource inc. 37 pages et annexes.

RICHELIEU HYDROGÉOLOGIE INC. (Richelieu), 2020. Modélisation numérique du transport de contaminants dissous Richelieu. À partir du parc à résidus miniers final. Projet Bachelor à Desmaraisville.

STANTEC, 2011. Technical Report on the Bachelor Lake Gold Project – Project No. 169510584; Prepared for Metanor Resources – 2011-04-26. Auteurs: George Darling, P. Eng. Stantec Consulting Ltd. et Marc Lafontaine, ing. GENIVAR.

WOOD SOLUTIONS EN ENVIRONNEMENT ET INFRASTRUCTURES (Wood), 2019a. Geochemical Characterization Report – Bachelor Project. 42 pages et 8 annexes.

WOOD SOLUTIONS EN ENVIRONNEMENT ET INFRASTRUCTURES (Wood), 2019b. Étude des impacts – Volume I : Rapport principal – Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et Moroy et augmentation du taux d'usage. Bonterra (Ressources Métanor Inc.), 291 pages et annexes.

– Volume II : Annexes – annexes des chapitres 1 à 8.

WSP, 2017. Augmentation de la capacité d'emmagasinement de l'aire d'accumulation. Empilement de résidus miniers. Rapport produit pour Ressources Métanor Inc. – Mine du Lac Bachelor. 27 pages et annexes.

Référence à citer :

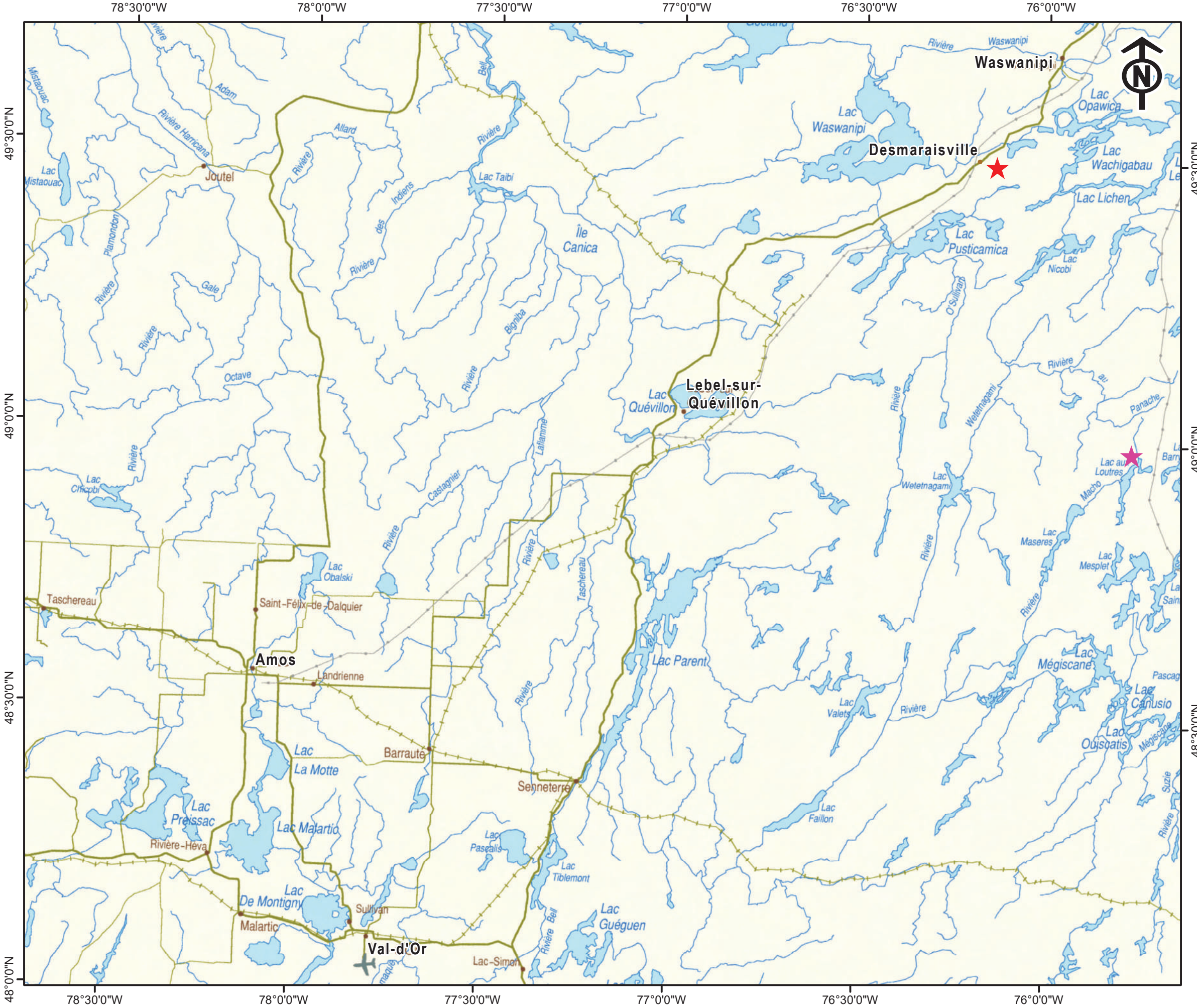
GCM Consultants. 2020. Plan de restauration conceptuel. Site Bachelor. 63 pages et annexes.

ANNEXE 1

CARTES, FIGURES, SCHÉMA ET PLANS

A. CARTES

- a. Carte 1 : Localisation du site Bachelor
- b. Carte 2 : Aménagement du campement
- c. Carte 3 : Localisation des monteries



Carte 1: Localisation du site Bachelor

1 : 750 000
 Système de coordonnées : NAD 83 UTM zone 18N



Légende :

- ★ Site Bachelor
- ★ Site Barry



76°10'10"W

76°10'5"W

76°10'0"W



BONTERRA

Plan de restauration

Carte 2. Aménagement du campement

1 : 1 000

Système de coordonnées : NAD 83 UTM zone 18N



Légende :

-  Infrastructures
-  Clôture

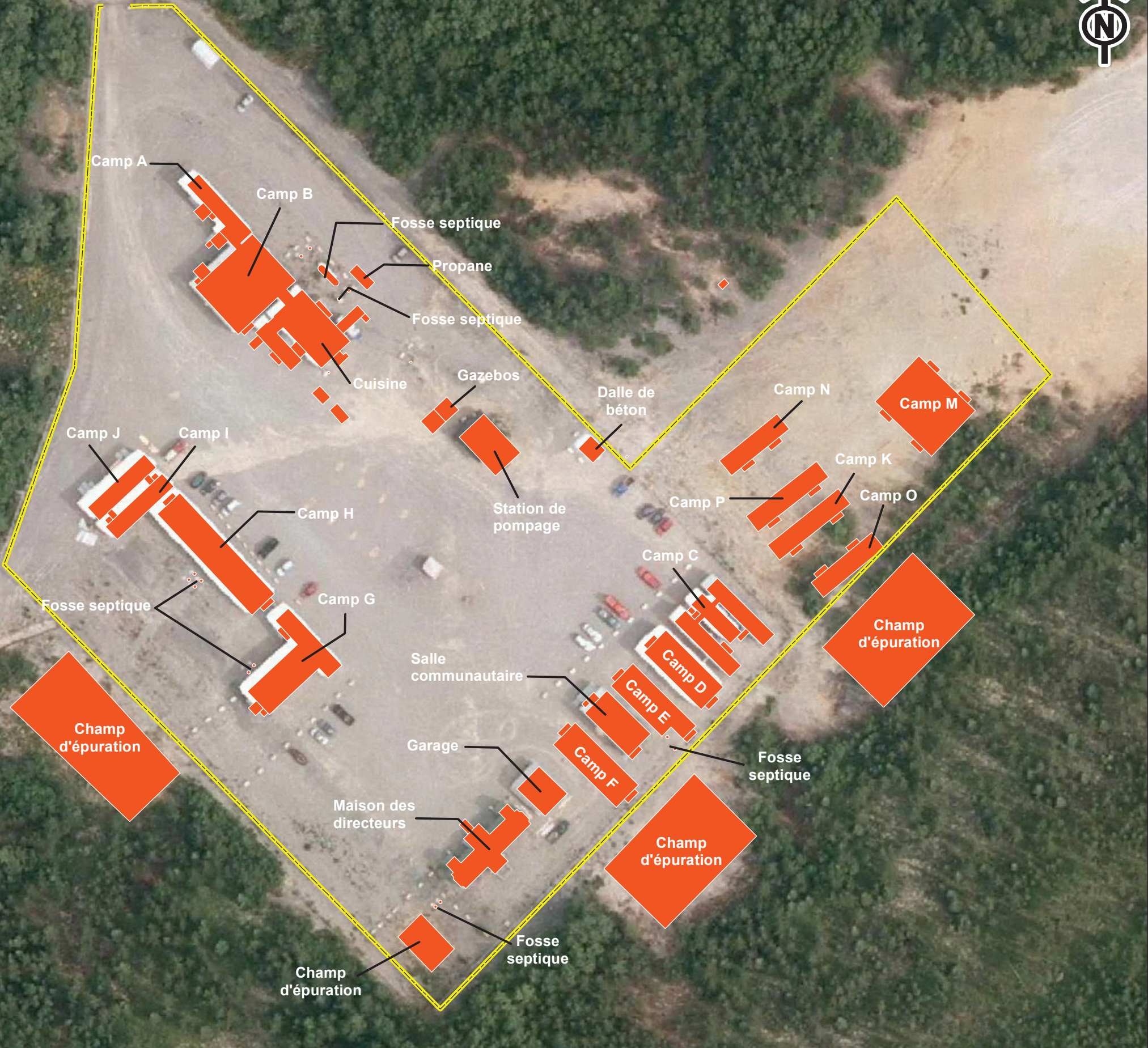
49°29'30"N

49°29'30"N

76°10'10"W

76°10'5"W

76°10'0"W



Réalisé par : Robert LeBrun
3 Février 2021

19-0696-0612



76°8'55"W

76°8'50"W

76°8'45"W

76°8'40"W

49°30'0"N

49°30'0"N

49°29'55"N

49°29'55"N

76°8'55"W

76°8'50"W

76°8'45"W

76°8'40"W



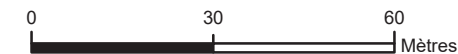
BONTERRA

Plan de restauration

Carte 3. Localisation des monteries

1 : 1 250

Système de coordonnées : NAD 83 UTM zone 18N



Légende :



Monterie désaffectée



Réalisé par : Robert LeBrun
25 mars 2020

19-0696-0612



B. PLANS D'AMÉNAGEMENT DE SURFACE TIRÉS DE L'ÉTUDE DES IMPACTS (WOOD, 2019)

- a. Figure No 001 : Propriétés du site Bachelor (Horizon SF, 2020)
- b. Figure No 002 : Vue d'ensemble du site Bachelor
- c. Figure No 003 : Vue rapprochée des installations et bâtiments de l'usine de Bachelor

76°10'0"W

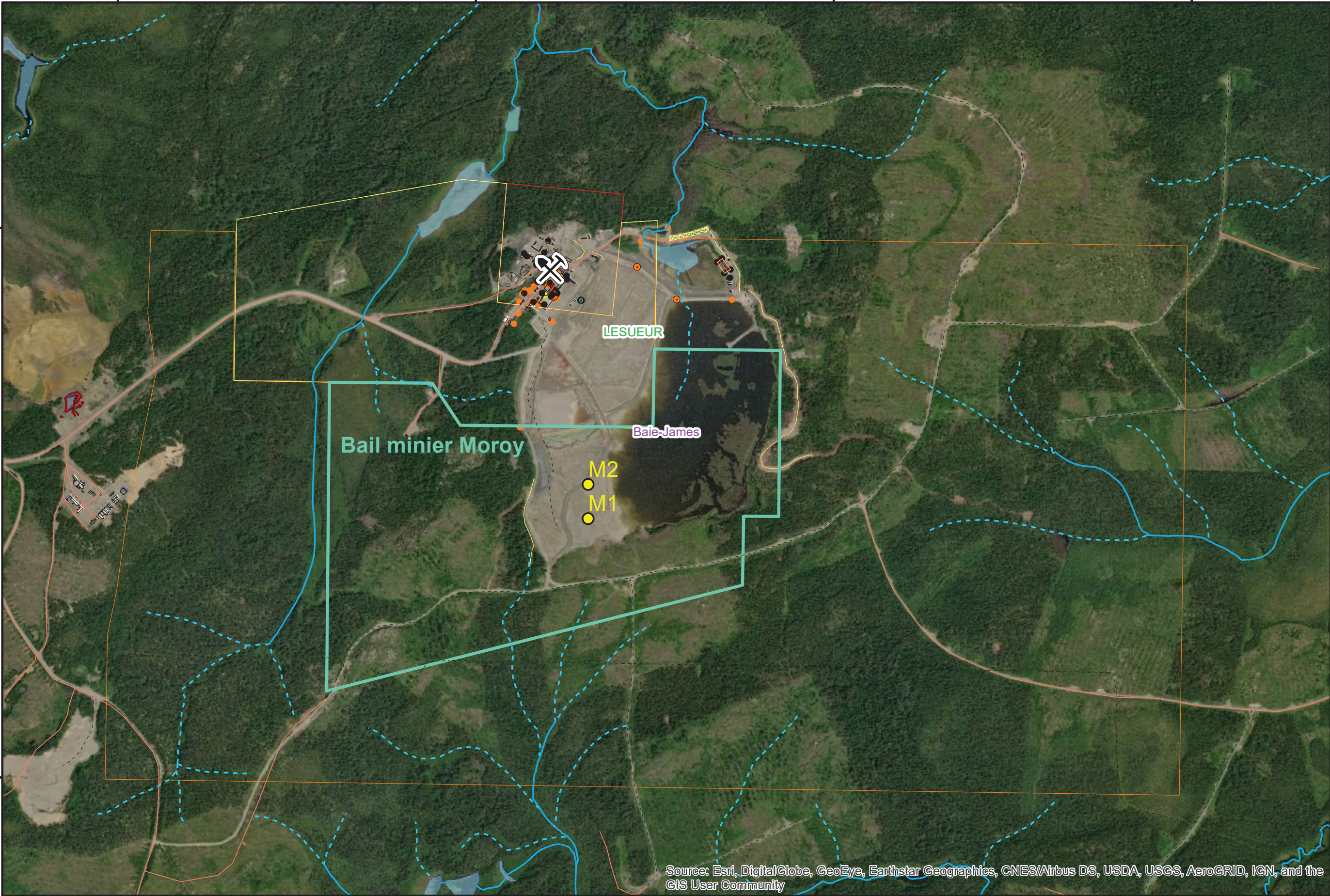
76°9'0"W

76°8'0"W

76°7'0"W

49°30'0"N

49°29'0"N



BONTERRA
 Projet Moroy
 Autorisation échantillonnage en vrac

Légende

- Chantier
- Mine Bachelor
- Limite du bail minier Moroy
- Cantons
- Municipalités
- Plans d'eau
- Intermittent
- Permanent
- Réseau routier**
- CL_CHEMIN**
- ASPHALTE
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4
- Classe 5
- Classe 6
- HIVER
- LIGNE ÉLECTRIQUE
- OLEODUC
- PISTE D'AVION
- PONT
- SENTIER
- VOIE FERREE

1:15,000
 NAD 1983 UTM Zone 18N

Francis Martin
 Préparé par: Francis Martin, B.Sc.
 Date: 2020-06-05



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

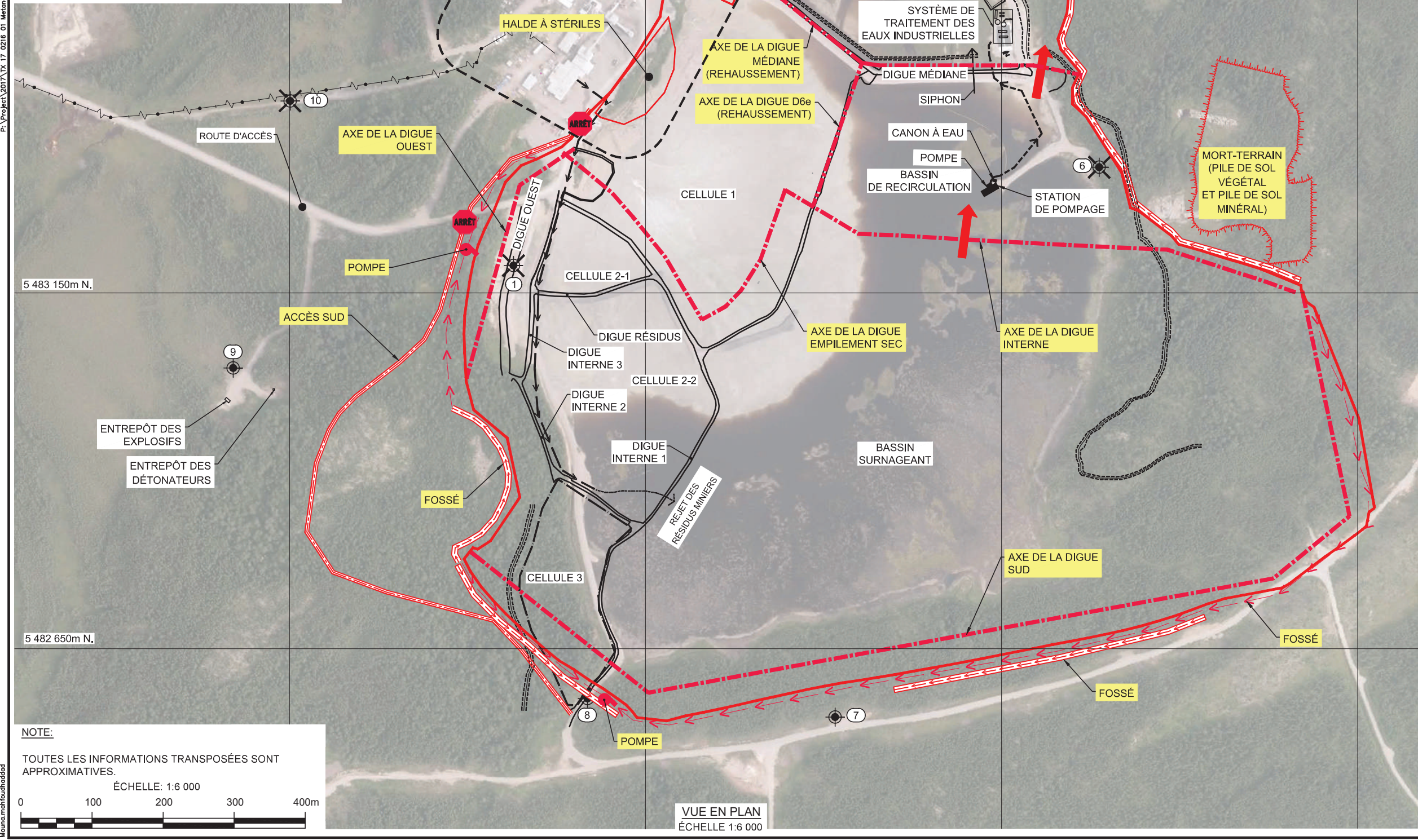
onal Geographic, Esri,
 min, HERE, UNEP-
 MC, USGS, NASA, ESA,
 TI, NRCAN, GEBCO,

F:\Project\2017\TX 17 0216 01 Metanor EIA\A.0 Dessins et figures\A.2 Figures\Serie 000\Rev 0\TX17021601-F002-0.dwg

RÉFÉRENCES:

1. TOUTES LES INFORMATIONS EXISTANTES ET PROPOSÉES PROVIENNENT DU PLAN: (181105 PLAN FUTUR BACHELOR_ÉTUDE D'IMPACT, 001 SITE MINIER.DWG), PRÉPARÉ PAR STEVE GAUDREULT (RESSOURCES MÉTANOR) ET DU RAPPORT (181207_6098002-000000-4G-ERA-0001-R00_BBA.PDF), FOURNIS PAR LE CLIENT.
2. MOSAÏQUE À PARTIR DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES, Q11025_317_30CM_F09.
3. LA LIMITE PROVIENT DU DESSIN (181211_6098002-4G-D50-0001-BBA BOUNDARY.DWG), FOURNI PAR LE CLIENT.
4. COORDONNÉES UTM NAD 83 ZONE 18.
5. CHEMIN PROPOSÉ PROVIENT DU DESSIN (181211_6098002-BBA BOUNDARY-2018-12-11.PDF), FOURNI PAR LE CLIENT.
6. TOUTES LES INFORMATIONS PROPOSÉES PROVIENNENT DU DESSIN (190109_FOSSÉ COLLECTEUR PROPOSÉ DE BBA.PDF), FOURNI PAR LE CLIENT.

**VOIR PLAN 003
USINE ET
INSTALLATIONS
CONNEXES**



AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS:

- LIMITE PROPOSÉE DU PARC À RÉSIDUS (VOIR RÉFÉRENCE 3)
- INSTALLATIONS ET INFRASTRUCTURES PROPOSÉES (VOIR RÉFÉRENCE 1)
- MORT-TERRAIN (PILE DE SOL VÉGÉTAL ET PILE DE SOL MINÉRAL)
- AXE DE LA DIGUE PROPOSÉ (VOIR RÉFÉRENCE 1)
- FOSSÉ INTERCEPTEUR D'EAU PROPRE (VOIR RÉFÉRENCE 6)
- FOSSÉ DE COLLECTE EAU D'EXFILTRATION OU D'EAU DE RUISSELLEMENT (VOIR RÉFÉRENCE 1)
- ACCÈS SUD PROPOSÉ (VOIR RÉFÉRENCE 5)
- DÉVERSOIR D'OPÉRATION PROPOSÉ (VOIR RÉFÉRENCE 1)
- DÉVERSOIR D'URGENCE ET STRUCTURE DE DÉCANTATION PROPOSÉS (VOIR RÉFÉRENCE 1)
- PANNEAU D'ARRÊT PROPOSÉ (STOP)

AMÉNAGEMENTS ACTUELS:

- DIGUE EXISTANTE
- PUIXS D'OBSERVATION RÉALISÉ PAR TECHNOFOR ET D'AUTRES, 2007 À 2012 (VOIR RÉFÉRENCE 1)
- LIGNE DE POMPAGE EXISTANTE
- FOSSÉ EXISTANT
- LIGNE DE REJET DES RÉSIDUS MINIERES
- PUIXS D'OBSERVATION NON SUIVI DEPUIS 2017
- FIL ÉLECTRIQUE

PAS POUR CONSTRUCTION

CLIENT :

PROJET :

TRAITEMENT DE MINÉRAI AURIFÈRE
DES PROJETS BARRY ET MOROY
AU SITE BACHELOR
ET AUGMENTATION DU TAUX D'USINAGE

DESMARAVISVILLE, QUÉBEC

TITRE :

VUE D'ENSEMBLE DU SITE BACHELOR

DATE : (AA-MM-JJ)	ÉCHELLE :	FORMAT
19-08-14	1:6 000	11x17
DESSINÉ PAR : M. HADDAD, tech.		
PROJETÉ PAR : --		
APPROUVÉ PAR : D. NÉRON, géogr.		
PROJET No. :	FIGURE No. :	REV. :
TX17021601	002	0

NOTE:

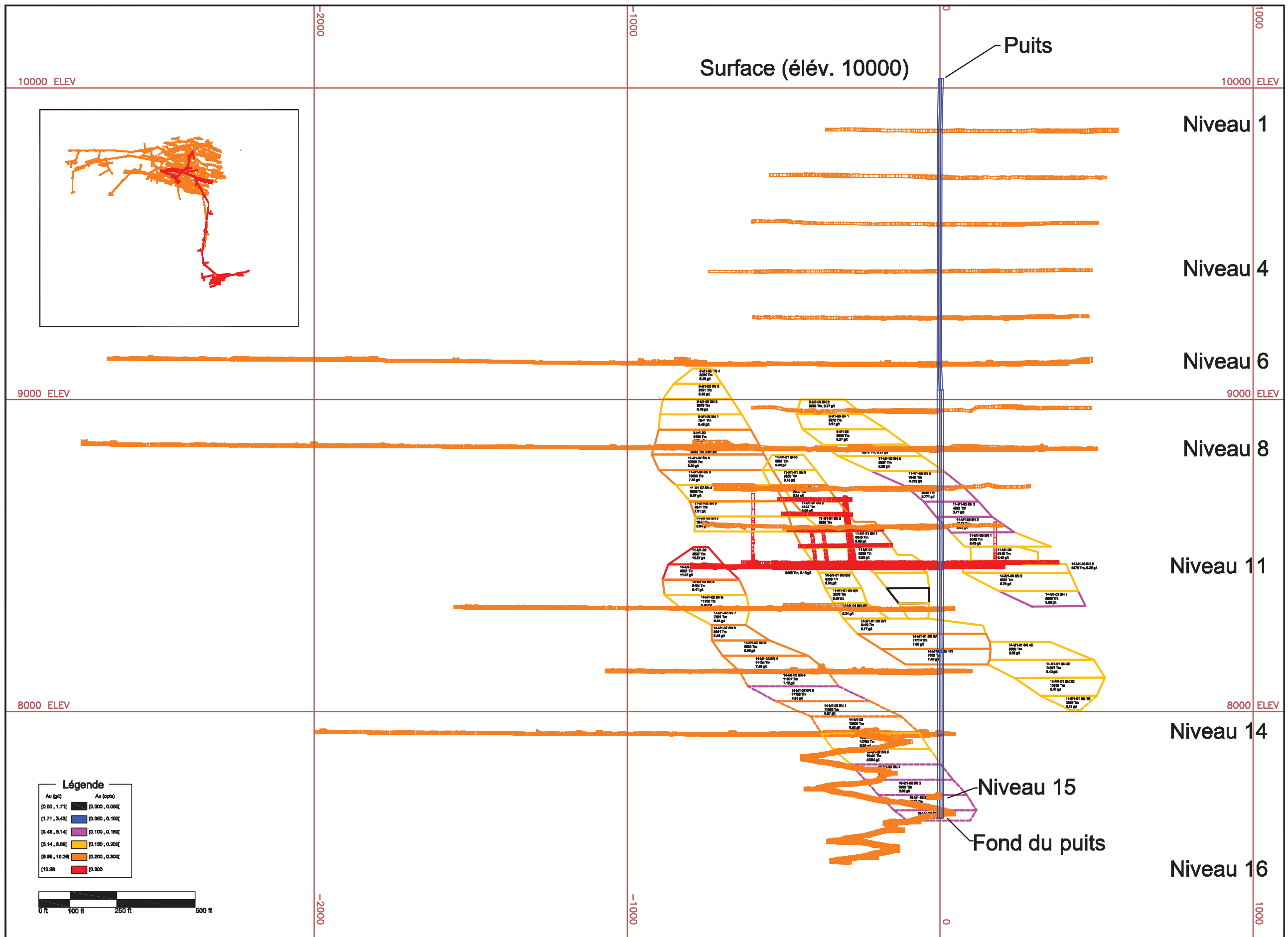
TOUTES LES INFORMATIONS TRANSMISÉES SONT APPROXIMATIVES.

ÉCHELLE: 1:6 000

VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:6 000

C. PLANS ET SECTIONS DE L'AMÉNAGEMENT SOUTERRAIN

- a. Sections longitudinales de la mine souterraine Bachelor
- b. Piliers de surface de la mine souterraine Bachelor



Légende

Au (g/t)	Au (g/tonne)
[0.00, 1.71]	[0.000, 0.050]
[1.71, 3.43]	[0.050, 0.100]
[3.43, 5.14]	[0.100, 0.150]
[5.14, 6.86]	[0.150, 0.200]
[6.86, 10.29]	[0.200, 0.300]
[10.29, ...]	[0.300, ...]

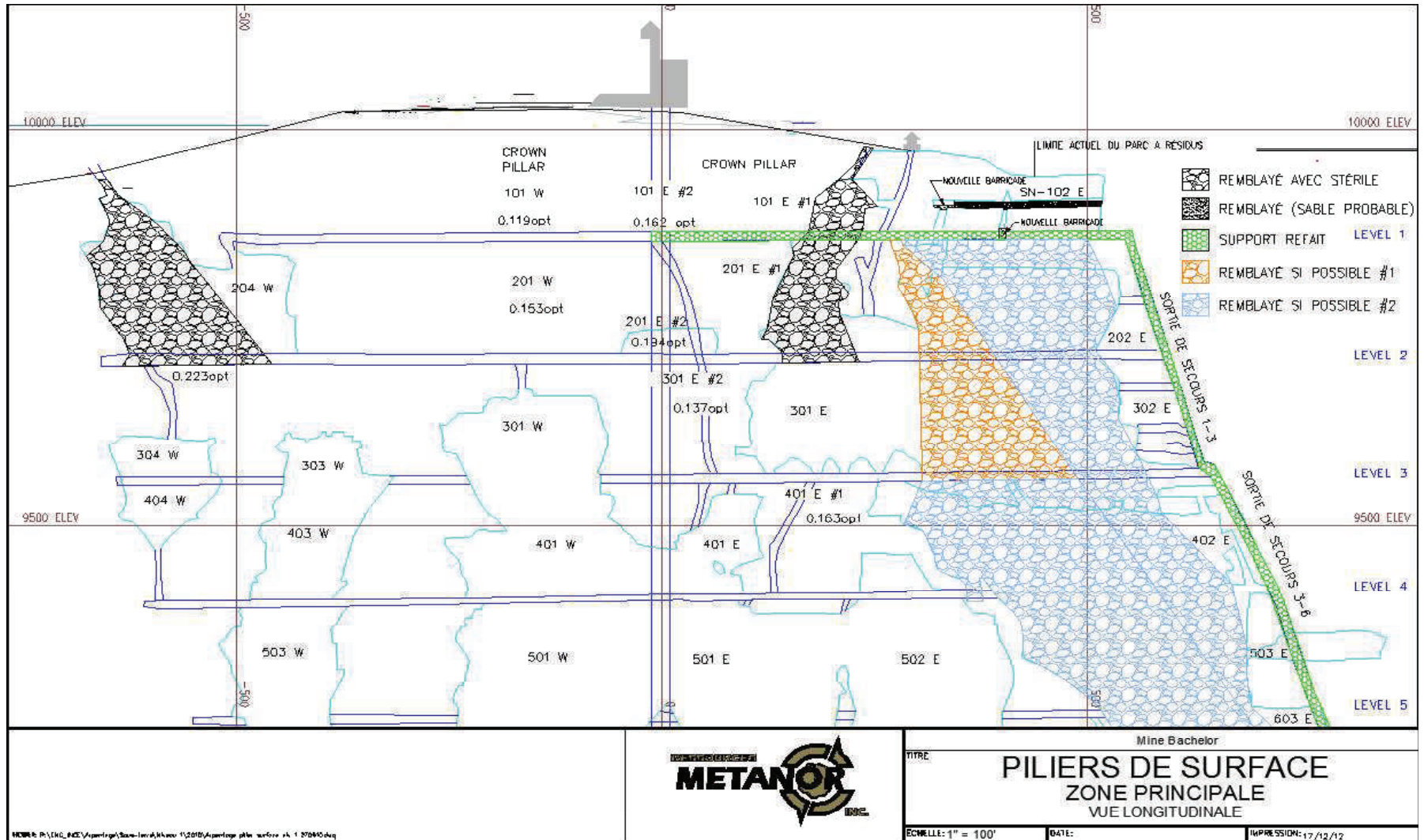


BONTERRA

PROJET MOROY	
DESSINÉ PAR :	DATE: 09/09/20
DESSINÉ PAR :	DATE:
VÉRIFIÉ PAR :	DATE:
APPROUVÉ PAR :	DATE:
ÉCHELLE: 1" = 200'	
TITRE :	Ressources M1 Développements existants Longitudinale

FROM: R:\EXPLORE\Bonterra\Aires CP\Ressources\Plan Moroy 2019-2020-03-05 Data Feu avec shéaux entrelacés.dwg

Figure 4.4.6 Pilier de surface de la mine souterraine



D. SCHÉMAS DE PROCÉDÉ TIRÉS DE L'ÉTUDE DES IMPACTS (WOOD, 2019)

- a. Figure 3-3 : Ajout d'un système de réception du minerai du site Barry et modifications au système de concassage actuel
- b. Figure 3-5 : Procédé suite aux modifications au circuit de broyage
- c. Figure 3-8 : Circuit de lixiviation et de charbon en pulpe proposé
- d. Figure 3-9 : Circuit de traitement au charbon activé et de raffinage

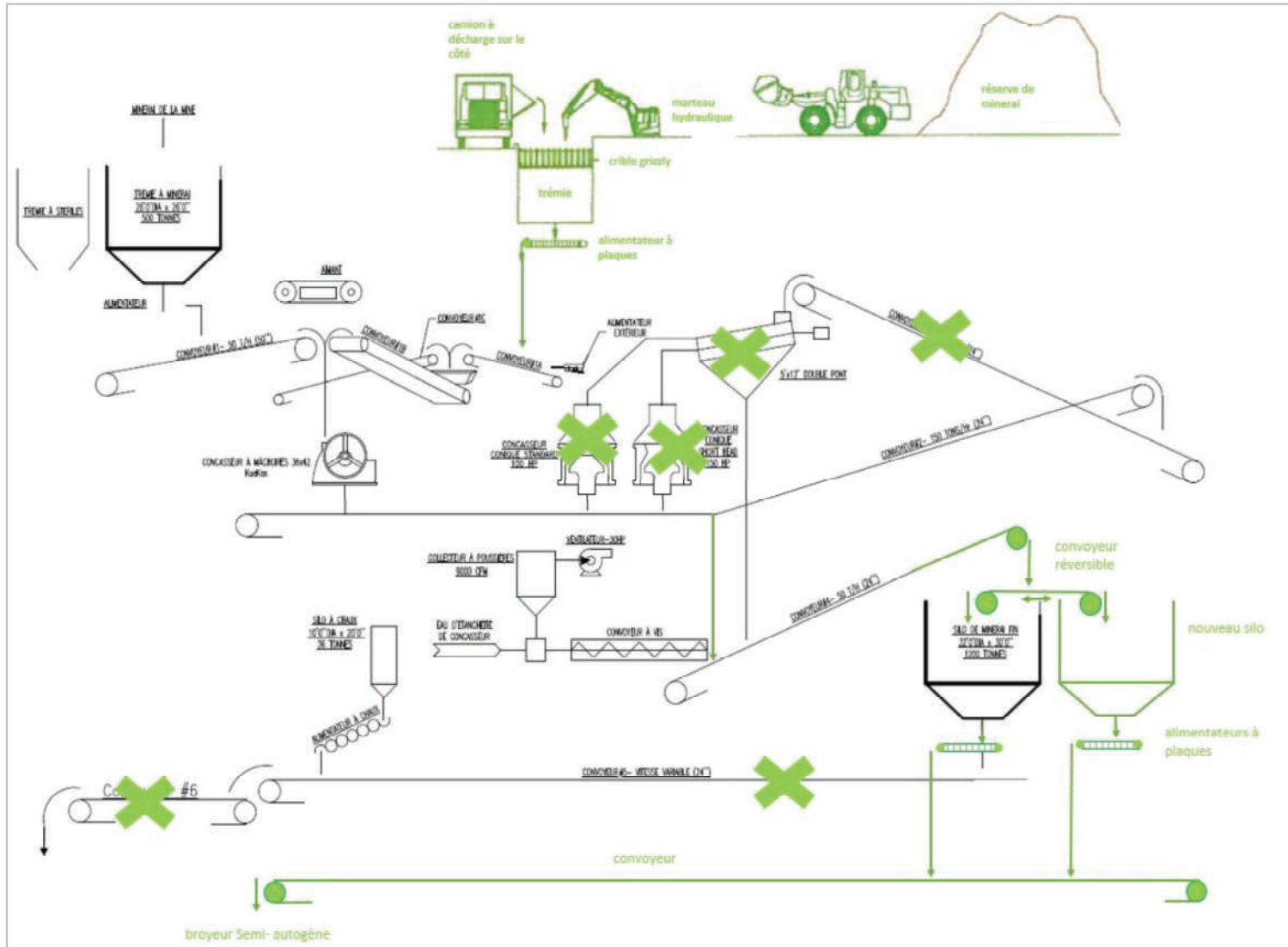


Figure 3-3. Ajout d'un système de réception du minerai du site Barry et modifications au système de concassage actuel (adapté de Géoservices Goldminds (2017))

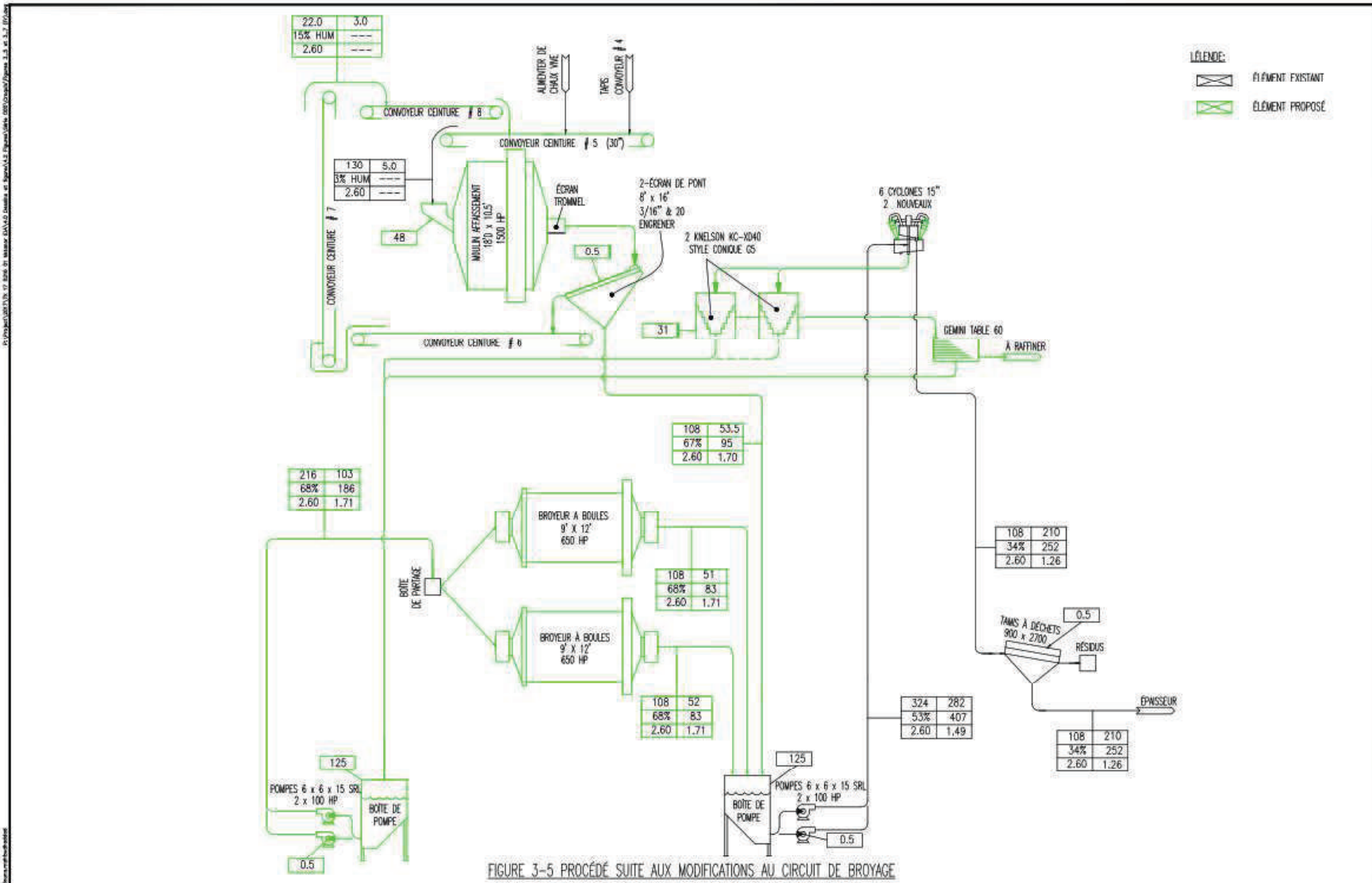


Figure 3-5. Procédé suite aux modifications au circuit de broyage (Géoservices Goldminds, 2017)

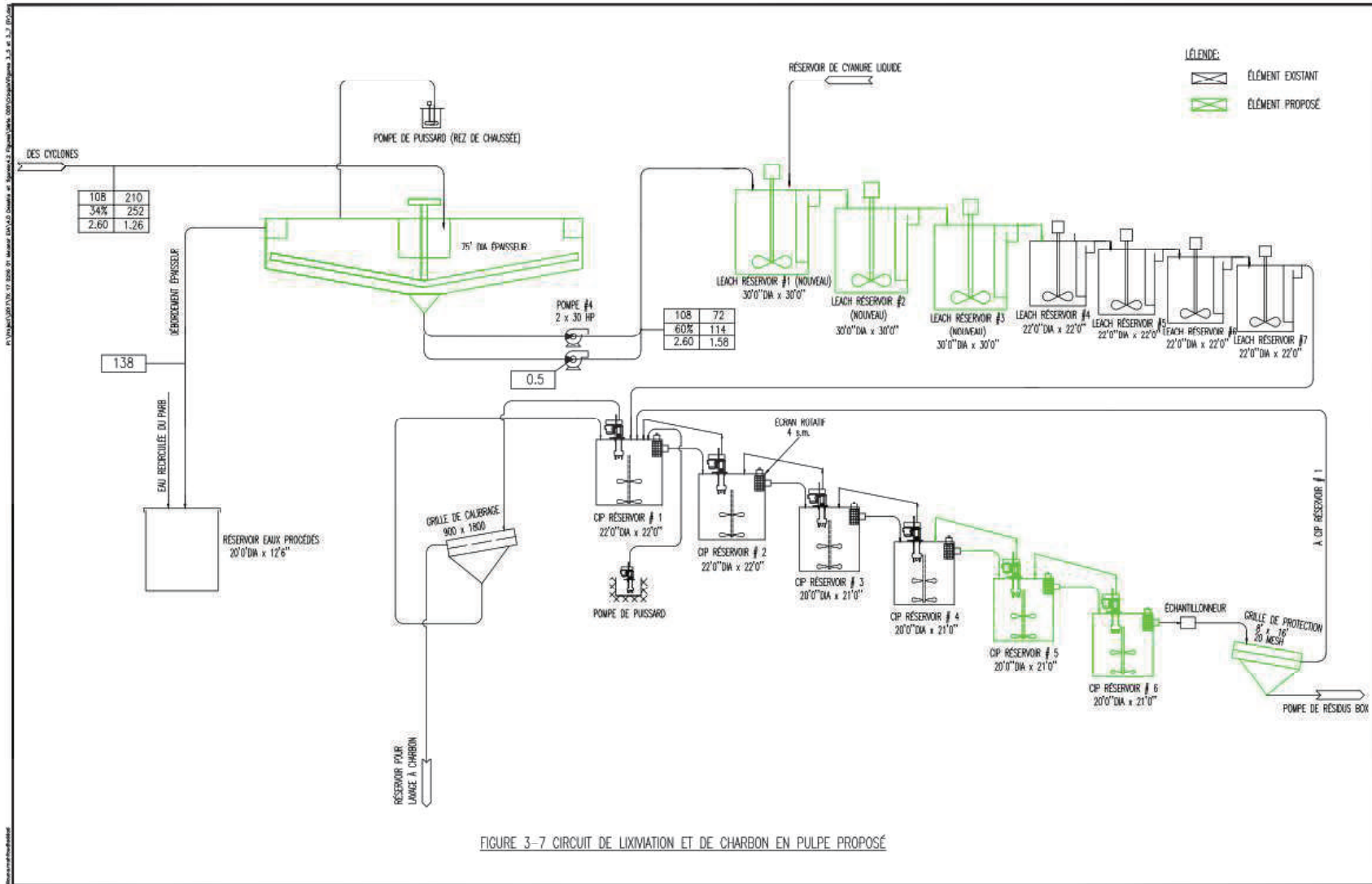


Figure 3-8. Circuit de lixiviation et de charbon en pulpe proposé (Géoservices Goldminds, 2017)

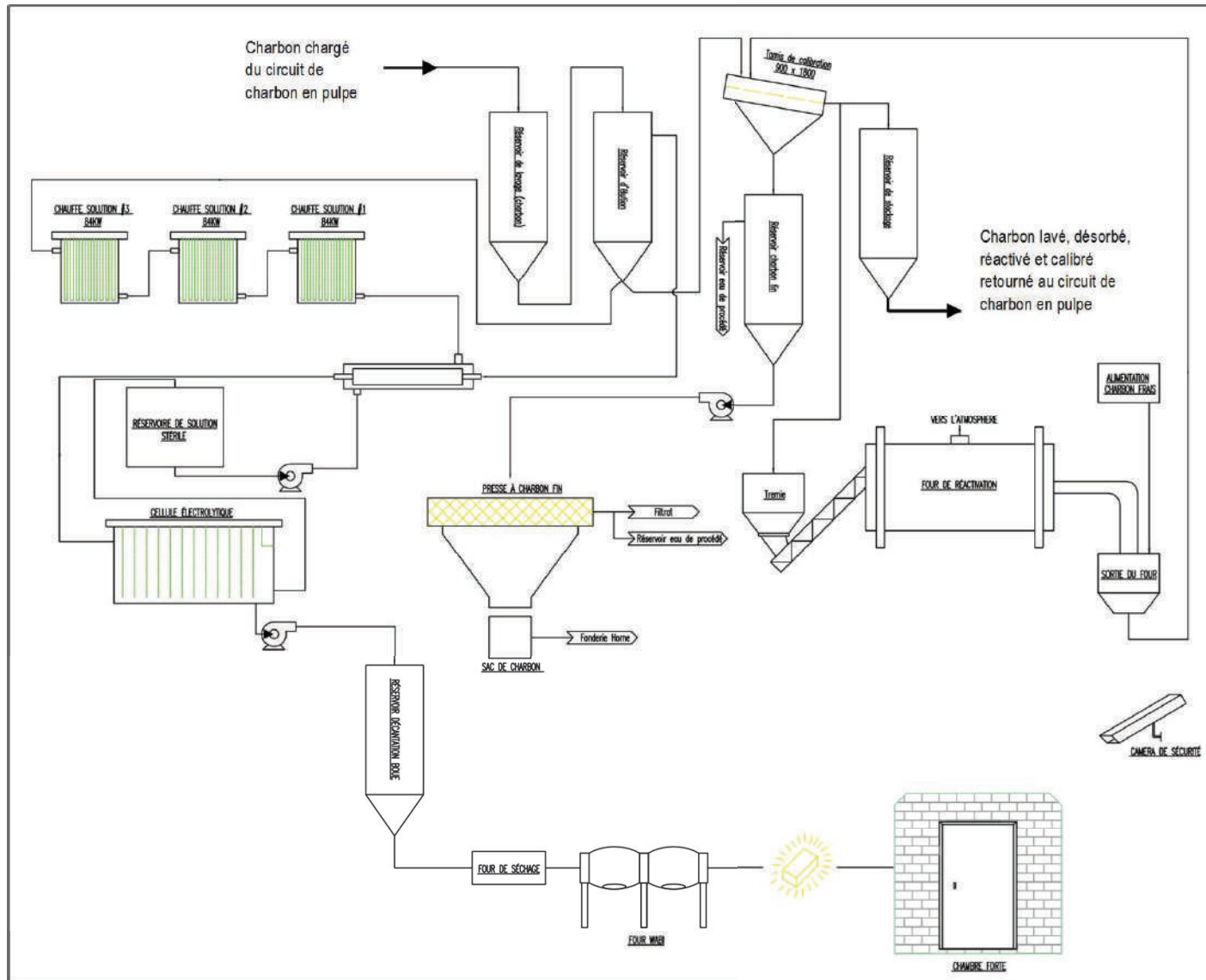
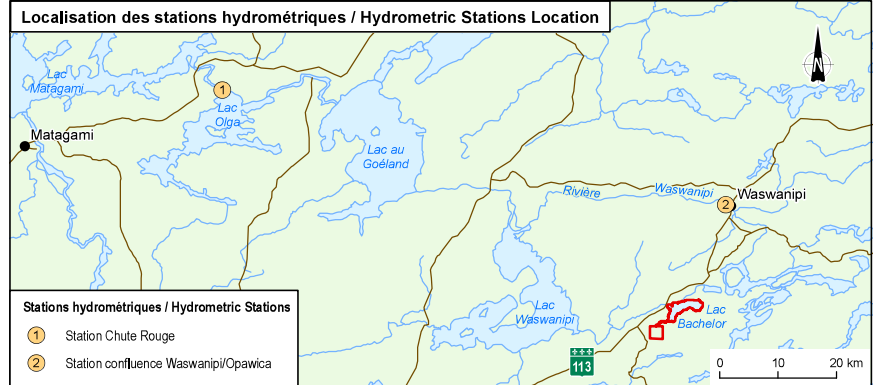
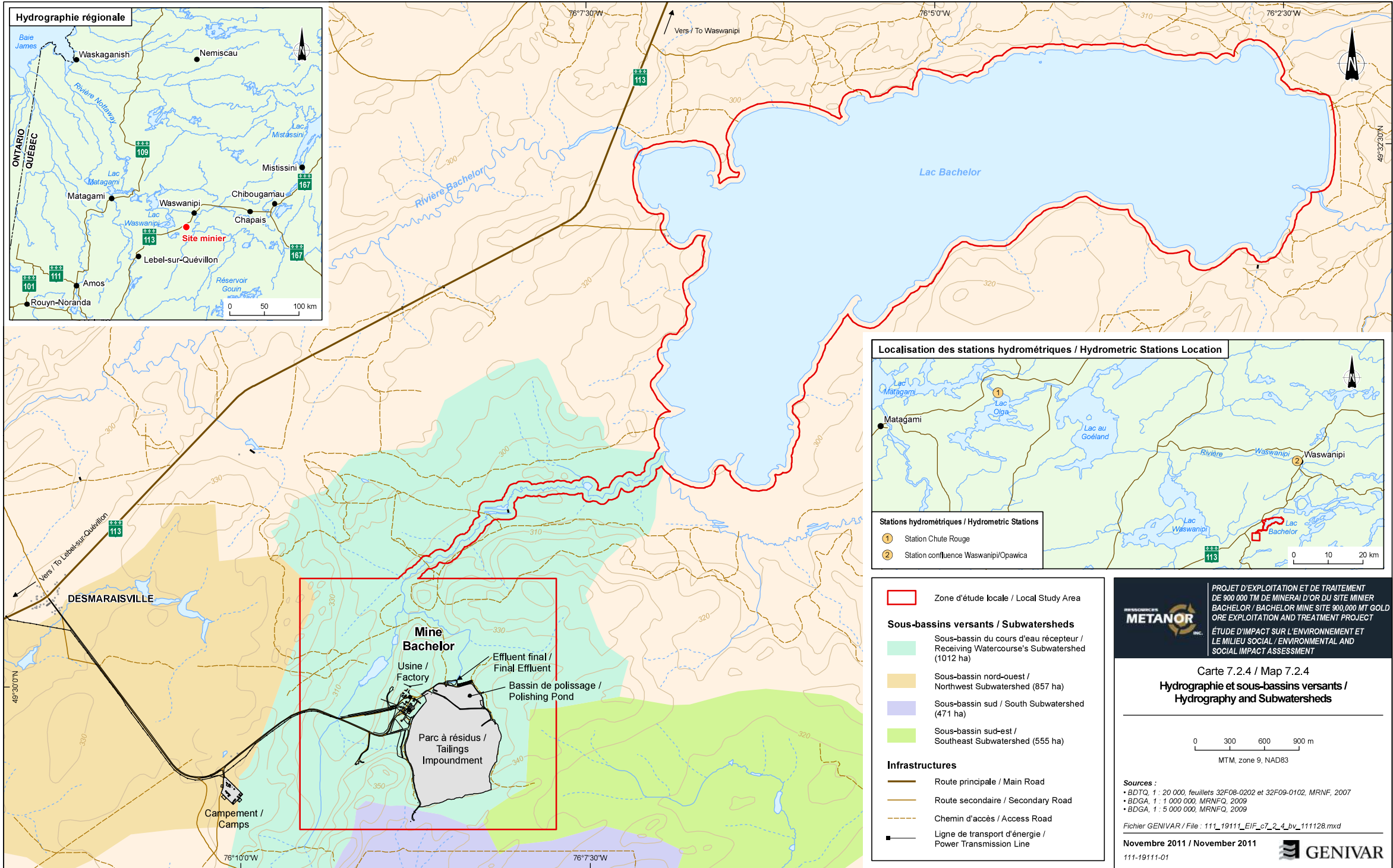


Figure 3-9. Circuit de traitement du charbon activé et de raffinage (Genivar, 2011)

E. CARTES TIRÉES DE L'ÉTUDE D'IMPACT (GÉNIVAR, 2011)

- a. Carte 7.2.2 : Dépôt de surface
- b. Carte 7.2.4 : Hydrographie et sous-bassins versants



Zone d'étude locale / Local Study Area

Sous-bassins versants / Subwatersheds

- Sous-bassin du cours d'eau récepteur / Receiving Watercourse's Subwatershed (1012 ha)
- Sous-bassin nord-ouest / Northwest Subwatershed (857 ha)
- Sous-bassin sud / South Subwatershed (471 ha)
- Sous-bassin sud-est / Southeast Subwatershed (555 ha)

Infrastructures

- Route principale / Main Road
- Route secondaire / Secondary Road
- Chemin d'accès / Access Road
- Ligne de transport d'énergie / Power Transmission Line

METANOR

PROJET D'EXPLOITATION ET DE TRAITEMENT DE 900 000 TM DE MINÉRAI D'OR DU SITE MINIER BACHELOR / BACHELOR MINE SITE 900,000 MT GOLD ORE EXPLOITATION AND TREATMENT PROJECT

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL / ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACT ASSESSMENT

Carte 7.2.4 / Map 7.2.4
Hydrographie et sous-bassins versants / Hydrography and Subwatersheds

0 300 600 900 m
 MTM, zone 9, NAD83

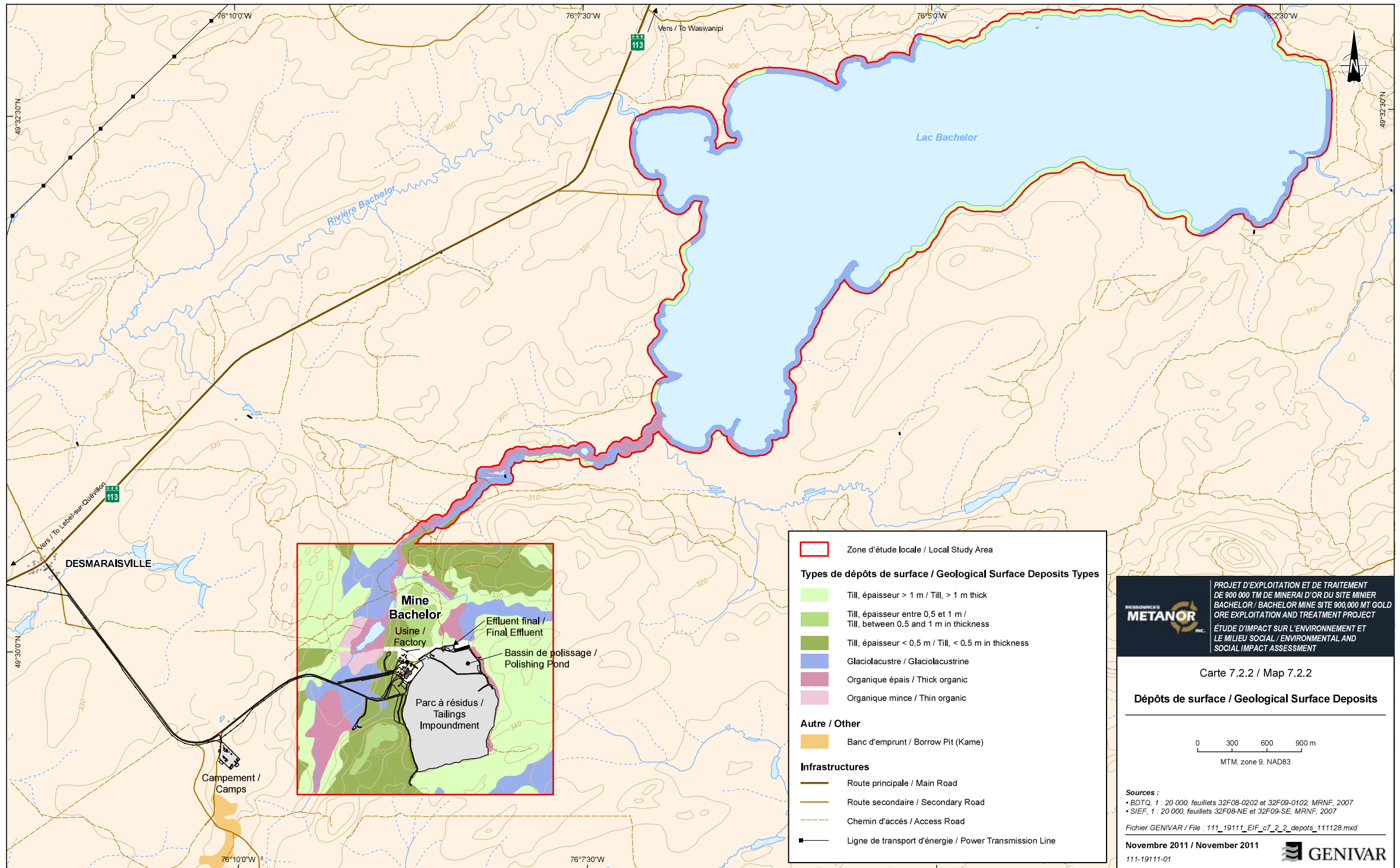
Sources :

- BDTQ, 1 : 20 000, feuillets 32F08-0202 et 32F09-0102, MRNF, 2007
- BDGA, 1 : 1 000 000, MRNFQ, 2009
- BDGA, 1 : 5 000 000, MRNFQ, 2009

Fichier GENIVAR / File : 111_19111_EIF_c7_2_4_bv_111128.mxd

Novembre 2011 / November 2011

111-19111-01 **GENIVAR**



Zone d'étude locale / Local Study Area

Types de dépôts de surface / Geological Surface Deposits Types


- Till, épaisseur > 1 m / Till, > 1 m thick
- Till, épaisseur entre 0,5 et 1 m / Till, between 0,5 and 1 m in thickness
- Till, épaisseur < 0,5 m / Till, < 0,5 m in thickness
- Glaciolacustre / Glaciolacustrine
- Organique épais / Thick organic
- Organique mince / Thin organic

Autre / Other

- Banc d'emprunt / Borrow Pit (Kame)

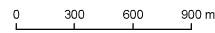
Infrastructures

- Route principale / Main Road
- Route secondaire / Secondary Road
- Chemin d'accès / Access Road
- Ligne de transport d'énergie / Power Transmission Line


PROJET D'EXPLOITATION ET DE TRAITEMENT DE 900 000 TM DE MINÉRAI D'OR DU SITE MINIER BACHELOR / BACHELOR MINE SITE 900,000 MT GOLD ORE EXPLOITATION AND TREATMENT PROJECT
ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE MILIEU SOCIAL / ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACT ASSESSMENT

Carte 7.2.2 / Map 7.2.2

Dépôts de surface / Geological Surface Deposits




MTM, zone 9, NAD83

Sources :

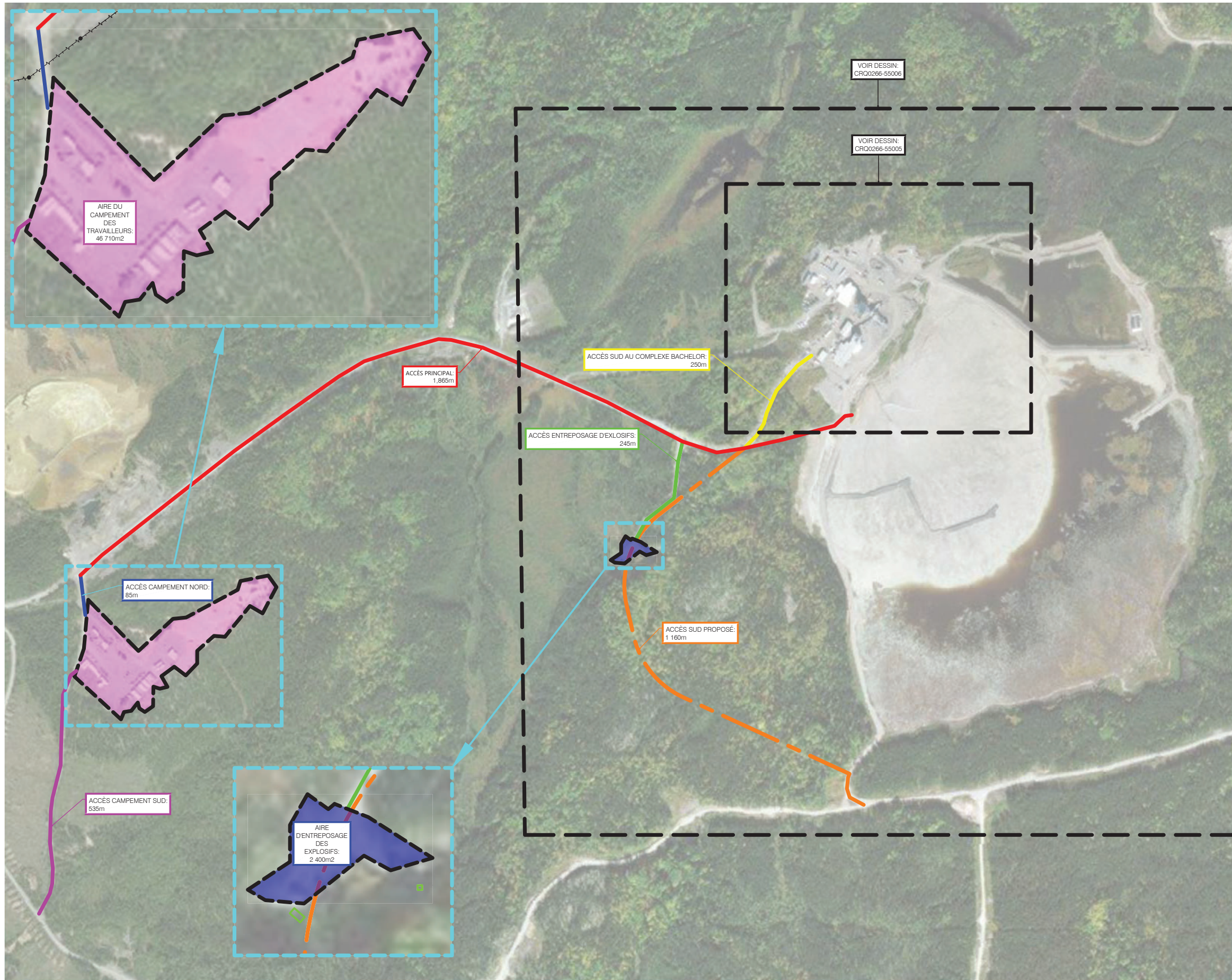
- BDTQ, 1 : 20 000, feuillets 32F08-0202 et 32F09-0102, MRNF, 2007
- SIEF, 1 : 20 000, feuillets 32F08-NE et 32F09-SE, MRNF, 2007

Fichier GENIVAR / File : 111_19111_EIF_c7_2_2_depots_111128.mxd

Novembre 2011 / November 2011


F. CROQUIS D'AMÉNAGEMENT MONTRANT LE SITE BACHELOR RESTAURÉ

- a. CRQ0266-55004-PA
- b. CRQ0266-55005-PA
- c. CRQ0266-55006-PA



TRAVAUX DE RESTAURATION PROJÉTÉS

- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES ACTIVITÉS MINIÈRES (CHEMIN D'ACCÈS - 33 935 m²)
- ACCÈS AU CAMPMENT NORD: (85 m)
- ACCÈS AU CAMPMENT SUD: (535 m)
- ACCÈS PRINCIPAL AU COMPLEXE BACHELOR: (1 865 m)
- ACCÈS AU SECTEUR D'ENTREPOSAGE DES EXPLOSIFS: (245 m)
- ANCIEN ACCÈS AU COMPLEXE BACHELOR: (250 m)
- ACCÈS SECONDAIRE SUD AU COMPLEXE BACHELOR: (1 160 m)
- SCARIFICATION ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES ACTIVITÉS MINIÈRES (CAMPMENT - 46 710 m²)
- SCARIFICATION ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES ACTIVITÉS MINIÈRES (SECTEUR D'ENTREPOSAGE DES EXPLOSIFS - 2 400 m²)
- SCARIFICATION ET MISE EN VÉGÉTATION



BONTERRA RESOURCES INC.
 Client

PLAN DE RESTAURATION - SITE BACHELOR
 Projet/Project

VUE EN PLAN POST - RESTAURATION - SITE MINIER BACHELOR
 Objet/Subject

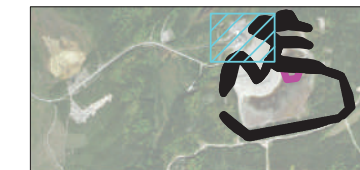
19-0696-0612
 Projet No./Project No.

CRQ0266-55004
 Document

S. LAURANS/D. LANTEIGNE/C. VEILLEUX
 Par/By

2012-12-14
 Date

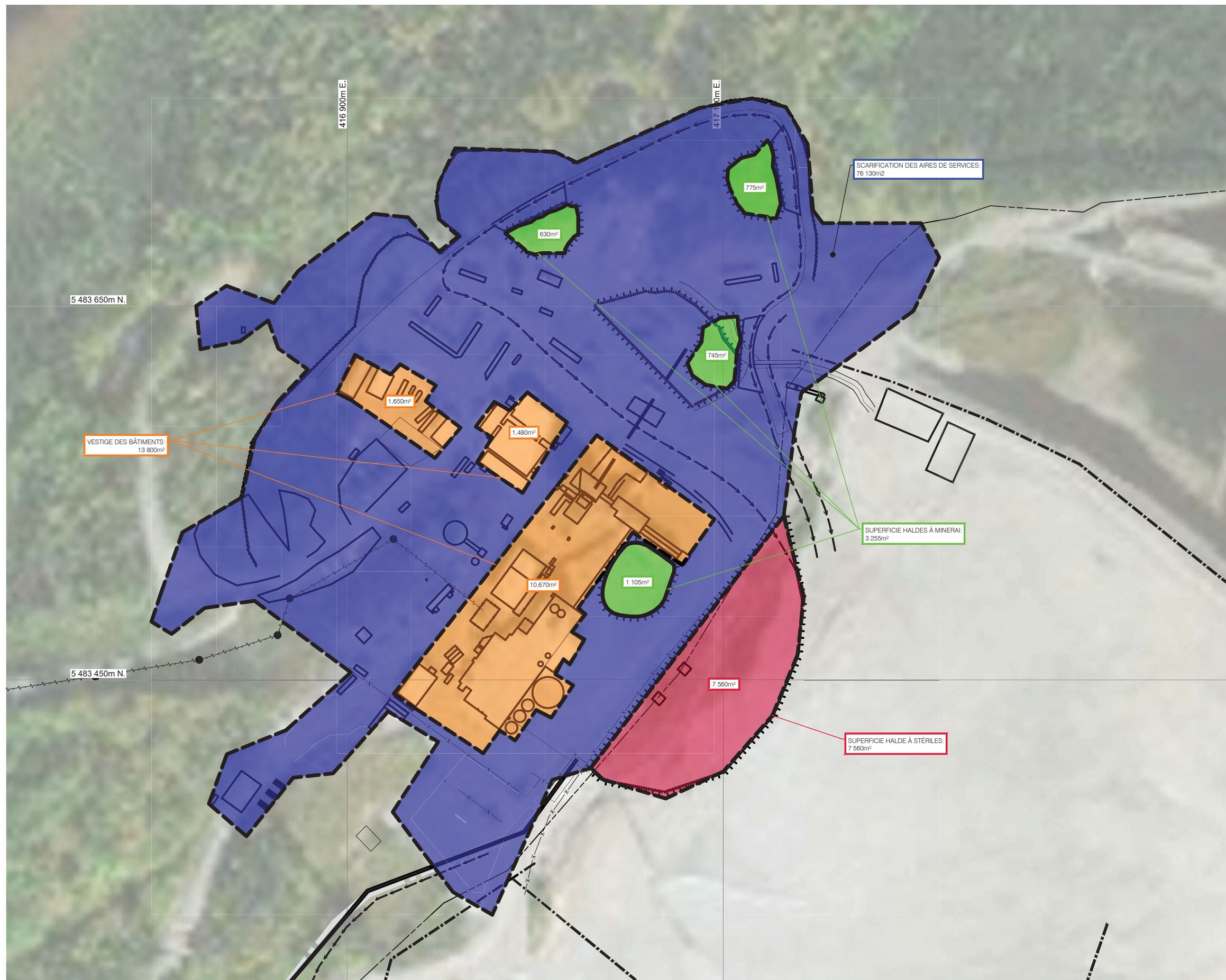
VUE EN PLAN
 ÉCHELLE 1:4000



PLAN DU SITE

TRAVAUX DE RESTAURATION PROJÉTÉS

- **EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES ACTIVITÉS MINIÈRES**
(AIRES DE SERVICES ET D'ENTREPOSAGE - 76 130 m²)
SCARIFICATION ET MISE EN VÉGÉTATION
- **EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES ACTIVITÉS MINIÈRES**
(VESTIGE DES BÂTIMENTS - 13 800 m²)
RECOUVREMENT DE 150 mm DE DÉPÔTS MEUBLES
ET MISE EN VÉGÉTATION
- **EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION**
(HALDES À MINÉRAI TEMPORAIRES - 3 255 m²)
RECOUVREMENT DE 150 mm DE DÉPÔTS MEUBLES
ET MISE EN VÉGÉTATION
- **EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION**
(HALDES À STÉRILES TEMPORAIRES - 7 560 m²)
RECOUVREMENT DE 150 mm DE DÉPÔTS MEUBLES
ET MISE EN VÉGÉTATION



VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:1000



BONTERRA RESOURCES INC.

Client

PLAN DE RESTAURATION - SITE BACHELOR

Projet/Project

VUE EN PLAN POST - RESTAURATION -

COMPLEXE BACHELOR

Objet/Subject

19-0696-0612

Projet No./Project No.

CRQ0266-55005

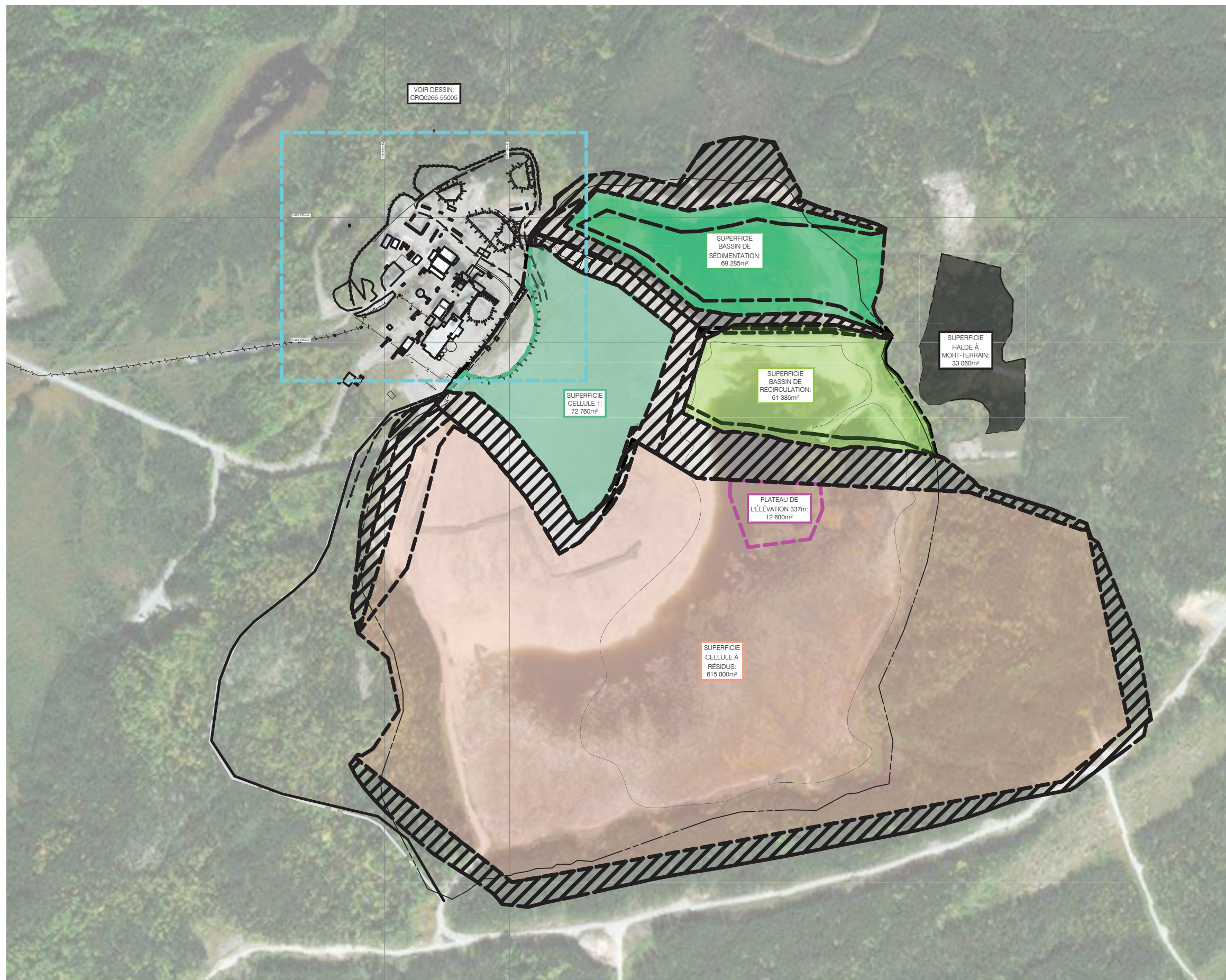
Document

S. LAURANS/D. LANTEIGNE/C. VEILLEUX

Par/By

2012-12-14

Date



PLAN DU SITE

TRAVAUX DE RESTAURATION PROJÉTÉS

- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION (HALDE À MORT-TERRAIN- 33 060 m²)
NIVELLEMENT ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION (EMPILEMENT DE RÉSIDUS SECS - 72 760 m²)
RECOUVREMENT DE 150 mm DE DÉPÔTS MEUBLES ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION (BASSIN DE SURNAGEANT- 615 800 m²)
NIVELLEMENT DU PLATEAU DE L'ÉLÉVATION 337m.
RECOUVREMENT DE 300 mm DE STÉRILES.
RECOUVREMENT DE 150 mm DE DÉPÔTS MEUBLES ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION (BASSIN DE RECIRCULATION- 61 385 m²)
MISE EN PLACE D'UNE BRÈCHE DANS LA DIGUE MÉDIANE
ÉPANDAGE DE 150 mm DE MATIÈRE ORGANIQUE DANS L'EMPREINTE DU BASSIN ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION (BASSIN DE SÉDIMENTATION- 69 285 m²)
MISE EN PLACE D'UNE BRÈCHE DANS LA DIGUE NORD
ÉPANDAGE DE 150 mm DE MATIÈRE ORGANIQUE DANS L'EMPREINTE DU BASSIN ET MISE EN VÉGÉTATION
- EMPREINTE AFFECTÉE PAR LES AIRES D'ACCUMULATION (DIGUES- 180 290 m²)
ÉPANDAGE DE 150 mm DE MATIÈRE ORGANIQUE ET MISE EN VÉGÉTATION



BONTERRA RESOURCES INC.

Client

PLAN DE RESTAURATION - SITE BACHELOR

Projet/Project

VUE EN PLAN POST - PARC À RÉSIDUS BACHELOR

Objet/Subject

19-0696-0612

Projet No/Project No.

CRQ0266-55005

Document

SVL *CV*
S. LAURANS/D. LANTEIGNE/C. VEILLEUX

Par/By

2012-12-14

Date

VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:3000

ANNEXE 2

GRILLE DE VALIDATION DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET
DES RESSOURCES NATURELLES

B – Projet d'exploitation minière

Projet d'exploitation minière	✓*	S.O.**	Renseignements disponibles (référence)***
Renseignements généraux			
Résumé du plan de restauration	✓		Voir le sommaire
Identification du requérant	✓		Voir la section 2.1.1
Résolution du conseil d'administration	✓		Voir le document à l'Annexe 3
Emplacement du terrain avec plans annexés	✓		Voir la section 2.2 et les cartes à l'Annexe 1
Géologie et minéralogie, <u>notamment</u> : <ul style="list-style-type: none"> > Tests pour la teneur en métaux, le DMA et le DNC, tableaux des résultats annexés et interprétation des résultats 	✓		Voir section 2.6 et l'étude à l'Annexe 5
Historique du site visé par le plan de restauration	✓		Voir la section 2.4
Autorisations diverses	✓		Voir la section 2.8
Description des activités minières			
Description et nature des activités d'exploitation actuelles et à venir, <u>notamment</u> : <ul style="list-style-type: none"> > Taux moyens d'extraction et de traitement de minerai > Durée de vie estimée > Taux de production des résidus > Superficie des aires d'accumulation 	✓		Voir les sections 3.1 et 3.2
Description des bâtiments et des infrastructures de surface et plans annexés, <u>notamment</u> : <ul style="list-style-type: none"> > Bâtiments et infrastructures d'extraction > Description de l'usine de traitement de minerai 	✓		Voir les sections 3.3 et 3.4, et les plans et cartes à l'Annexe 1
Description des infrastructures électriques, de transport et de soutien	✓		Voir la section 3.5
Description des autres bâtiments (bâtiments administratifs et d'hébergement, cafétéria, etc.)	✓		Voir la section 3.4.3 et les plans et cartes à l'Annexe 1
Aires d'accumulation	✓		Voir la section 3.6
<ul style="list-style-type: none"> > Description des haldes de stériles et des haldes de minerais et de mort-terrain 	✓		Voir les sections 3.6.3, 3.6.2 et 3.6.1
<ul style="list-style-type: none"> > Description du parc à résidus miniers 	✓		Voir la section 3.6.4
Description de la gestion de l'eau sur le site, <u>notamment</u> : <ul style="list-style-type: none"> > Système hydrologique et bassin versant > Bilan hydrique des aires d'accumulation et de l'usine > Schéma de gestion des eaux et emplacement de l'effluent final > Qualité des eaux souterraines 	✓		Voir les sections 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3, 3.7.4, 3.7.6 et 5.3, ainsi que les plans et cartes à l'Annexe 1
Description du site de traitement des eaux usées, <u>notamment</u> : <ul style="list-style-type: none"> > Procédés de traitement des eaux usées > Description des bassins de sédimentation > Station d'échantillonnage à l'effluent 	✓		Voir les sections 3.7.5, 3.7.7 et 3.7.6

Projet d'exploitation minière	✓*	S.O.**	Renseignements disponibles (référence)***
Lieux d'entreposage et d'élimination	✓		Voir la section 3.8
➤ Produits chimiques, pétroliers et explosifs	✓		Voir les sections 3.8.1 et 3.8.2
➤ Matières résiduelles non dangereuses	✓		Voir la section 3.8.3
➤ Matières résiduelles dangereuses	✓		Voir les sections 3.8.4 et 3.8.5
Mesures de protection, de réaménagement et de restauration	✓		Voir la section 4.0
Sécurité des aires de travail, des ouvertures au jour et des piliers de surface	✓		Voir la section 4.2
Démantèlement des bâtiments et des infrastructures de surface, notamment : ➤ Bâtiments et infrastructures d'extraction ➤ Description de l'usine de traitement de minerai	✓		Voir la section 4.3 et 4.3.1
Démantèlement des infrastructures électriques, de transport et de soutien	✓		Voir la section 4.3.2
Démantèlement des autres bâtiments (bâtiments administratifs et d'hébergement, cafétéria, etc.)	✓		Voir la section 4.3.2
Disposition des équipements et de la machinerie lourde	✓		Voir la Section 4.4
Restauration des aires d'accumulation, notamment : ➤ Analyse comparative des scénarios de restauration ➤ Scénario de restauration choisi	✓		Voir la section 4.5
Infrastructures de gestion des eaux	✓		Voir la section 4.6
Réhabilitation du terrain (terrains contaminés)	✓		Voir la section 4.8
Gestion et élimination des produits pétroliers, des produits chimiques et des matières résiduelles dangereuses et non dangereuses	✓		Voir la section 4.7
Changements climatiques	✓		Voir la section 4.1
Programme de suivi et d'entretien postrestauration, le cas échéant			
Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages	✓		Voir la section 5.1
Suivi environnemental	✓		Voir la section 5.3
Suivi et entretien agronomique	✓		Voir la section 5.2
Considérations économiques et temporelles			
Évaluation détaillée des coûts des travaux de restauration	✓		Voir la section 8.0 et l'Annexe 8
Calendrier de réalisation des travaux de restauration	✓		Voir la section 8.5
Plan d'urgence	✓		Voir la section 6.0
Mesures applicables en cas de cessation temporaire des activités d'exploitation	✓		Voir la section 7.0

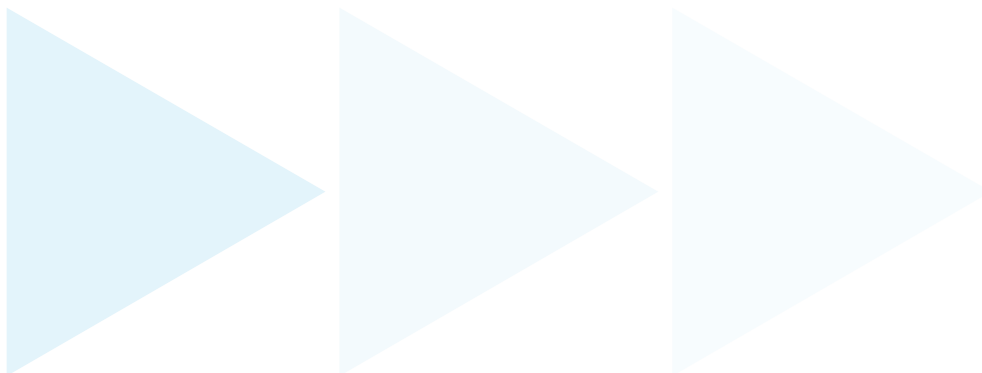
* Élément inclus

** Sans objet

*** Si les renseignements ne sont pas inclus dans la révision du plan de restauration soumis, indiquer l'endroit où ils peuvent être trouvés (référence et page).

C – Exigences normatives du document

Formats et échelles	✓
Quatre copies papier et une copie numérique du document	✓
Présentation du document sur un support papier de dimensions standard de 216 mm sur 279 mm (8,5 po sur 11 po)	✓
Présentation des plans sur un support papier de 216 mm sur 356 mm (8,5 po sur 14 po) ou de 279 mm sur 432 mm (11 po sur 17 po), ou sur un support papier plus grand, si annexé	✓
Unités de mesure des plans exprimées selon le Système international d'unités (SI)	✓
Présentations graphiques qui respectent les critères d'échelle assurant leur clarté	✓
Contenu du plan	✓
Plans certifiés, datés et signés par un ingénieur	✓
Nom et coordonnées de l'entreprise, et noms, professions et fonctions des personnes ayant réalisé le document	✓
Signatures des rédacteurs et des réviseurs	✓



ANNEXE 3

RÉSOLUTION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

ANNEXE 4

TITRES MINIERS DU SITE BACHELOR

FID	POL_NO_SEQ	TPO_DES_FR	TPO_DES_AN	CSI_NOM	LOCA	POL_SUPRF	TER_CODE	TIT_NO	STI_DES_FR	TIT_DAT_EM	TIT_DAT_EX	DET_POURC	DET_NOM	DET_LIST
806575	402008176	Rang/Lot	Range/lot	LE SUEUR	CL740 R 0005 0004 0	36,33	CDC	2024525	Actif	2006-09-12 00:00	2020-09-11 00:00	70	Ressources Méтанor inc.	Alexandria Minerals Corporation (20131) 30 % (responsable)
806577	402008175	Rang/Lot	Range/lot	LE SUEUR	CL740 R 0005 0003 0	36,31	CDC	2024526	Actif	2006-09-12 00:00	2020-09-11 00:00	70	Ressources Méтанor inc.	Alexandria Minerals Corporation (20131) 30 % (responsable)
806579	402008174	Rang/Lot	Range/lot	LE SUEUR	CL740 R 0005 0002 0	36,3	CDC	2024527	Actif	2006-09-12 00:00	2020-09-11 00:00	70	Ressources Méтанor inc.	Alexandria Minerals Corporation (20131) 30 % (responsable)
806581	402008173	Rang/Lot	Range/lot	LE SUEUR	CL740 R 0005 0001 0	25,15	CDC	2024528	Actif	2006-09-12 00:00	2020-09-11 00:00	70	Ressources Méтанor inc.	Alexandria Minerals Corporation (20131) 30 % (responsable)
822191	403628222	Bloc	Block	LE SUEUR	CL740 B 0020 0000 4	16,08	CM	510	Actif	1964-04-13 00:00		100	Ressources Méтанor inc.	Ressources Méтанor inc. (20103) 100 % (responsable)
858030	403619962	Bloc	Block	LE SUEUR	CL740 B L000 0002 1	83,44	BM	1025	Actif	2013-11-06 00:00	1933-11-05 00:00	100	Ressources Méтанor inc.	Ressources Méтанor inc. (20103) 100 % (responsable)

ANNEXE 5

ÉTUDES DE CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE

Rapport d'interprétation des résultats de caractérisation géochimique – Réponse aux questions et commentaires du COMEX – Étude des impacts – Traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage (GCM, 2020)



RAPPORT D'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE

RÉPONSES AUX QUESTIONS ET COMMENTAIRES DU COMEX

ÉTUDE DES IMPACTS – PROJET DE TRAITEMENT DU MINÉRAI AURIFÈRE DES PROJETS BARRY ET MOROY À L'USINE DE LA MINE BACHELOR ET AUGMENTATION DU TAUX D'USINAGE

ENV0266-1502-01



No de référence GCM : 20-0696-0266
No de référence COMEX : 3214-14-027

Préparé par :

Valérie Fortin, ing., No OIQ : 5016764
GCM Consultants

Vérifié par :

Marie-Claude Dion St-Pierre, ing., M.Sc.A, No OIQ : 140947
GCM Consultants

Révision
01

Émission
FINALE

Date
2020.10.21

ÉQUIPE DE RÉALISATION – GCM CONSULTANTS

Marie-Claude Dion St-Pierre, ing., M.Sc.A	Directrice Environnement, révision
Valérie Fortin, ing.	Chargée de projet, rédaction
Émilie Bélanger	Collaboratrice
Laurie-Anne Jean, CPI	Collaboratrice
Josée Zalewski, secrétaire de projets	Édition

ÉQUIPE DE RÉALISATION – RESSOURCES BONTERRA

Pascal Hamelin, ing.	CEO Intérim
Steve Gaudreault	Surintendant environnement

TABLE DES MATIÈRES

1.0	MISE EN CONTEXTE.....	3
2.0	CARACTÉRISATION DU MINERAI.....	3
3.0	CARACTÉRISATION DES STÉRILES.....	10
4.0	CARACTÉRISATION DES RÉSIDUS	17
5.0	CONCLUSION.....	28
6.0	RÉFÉRENCES.....	35

TABLEAUX

Tableau 1 : Analyse statistique des données de PGA du minerai Bachelor.....	4
Tableau 2 : Analyse statistique des données de PGA du minerai Moroy	6
Tableau 3 : Analyse statistique des données de PGA du minerai Barry	8
Tableau 4 : Analyse statistique des données de PGA des stériles Bachelor	11
Tableau 5 : Analyse statistique des données de PGA des stériles Moroy	13
Tableau 6 : Analyse statistique des données de PGA des stériles Barry.....	15
Tableau 7 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés en 2016.....	19
Tableau 8 : Sommaire de composition chimique pour les échantillons de résidus prélevés au PARB en 2016	20
Tableau 9 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés au parc en 2018.....	21
Tableau 10 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés en 2019.....	24
Tableau 11 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés en bout de tuyau en 2018	27
Tableau 12 : Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur le minerai	28
Tableau 13 : Conclusion des analyses de composition chimique réalisées sur le minerai	29
Tableau 14 : Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur le minerai.....	29
Tableau 15 : Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les stériles	31
Tableau 16 : Conclusions des analyses de composition chimique réalisées sur les stériles.....	31
Tableau 17 : Conclusions des essais de lixiviation réalisés sur les stériles	32
Tableau 18 : Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les résidus	33
Tableau 19 : Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur les résidus.....	34

ANNEXES

ANNEXE 1A.	Rapport de caractérisation géochimique : traduction non officielle (Wood, 2019)
ANNEXE 1B.	Addendum : rapport de caractérisation géochimique du projet de la mine Bachelor Wood, 2019b)
ANNEXE 2.	Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers. (Lamont, 2017)
ANNEXE 3.	Rapport final – Essai cinétique sur les résidus de concentrateur de la mine Bachelor (URSTM, 2019)
ANNEXE 4.	Tableau résultats de la détermination du PGA des échantillons de résidus secs issus d'une investigation technique menée par BBA en 2019

1.0 MISE EN CONTEXTE

Une étude des impacts pour l'augmentation du taux d'usinage et le traitement de minerai des gîtes Barry et Moroy au site Bachelor a été déposée au Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social (COMEX) à l'automne 2019. Suite à l'analyse du dossier, le COMEX a transmis une série de questions et commentaires à Ressources Bonterra inc. (Bonterra) en mai 2020.

Les questions QC-51 et QC-71 indiquent que le promoteur devra considérer les futurs résidus miniers produits acidogènes selon la Directive 019 (D019) ce qui implique que le promoteur devra présenter un concept de restauration qui tient compte du potentiel de génération d'acidité des résidus.

Bonterra considère qu'il n'est pas requis à ce stade-ci de considérer l'ensemble des résidus du parc à résidus comme étant potentiellement générateur acide (PGA). Bonterra a mandaté GCM afin de clarifier les résultats de la caractérisation géochimique présentés dans l'étude des impacts. De plus, le ministère de l'Environnement et des de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a publié en juin 2020, un *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (ci-après Guide de caractérisation)*. Ainsi, le présent rapport vise à comparer et à réinterpréter les résultats de la caractérisation géochimique réalisée par Wood (Wood, 2019) au *Guide de caractérisation*.

2.0 CARACTÉRISATION DU MINERAI

Les sections suivantes résument brièvement les résultats de Wood (2019) obtenus suite à l'analyse de détermination du potentiel de génération d'acide (PGA), de détermination de la composition chimique et de lixiviation effectuées sur le minerai des trois gisements. Un sommaire des caractérisations du minerai est présenté dans la section 5.0, Conclusion.

2.1 **Bachelor**

2.1.1 Essais de détermination du potentiel de génération d'acide

À travers les années, près d'une centaine d'échantillons de minerai en provenance de différentes zones minéralisées de la mine souterraine Bachelor, tel que les zones A (14 échantillons), B (23 échantillons), H (13 échantillons) et principale (43 échantillons) ont été recueillis par Métanor¹. Respectivement 66 % et 57 % des échantillons sont considérés comme PGA selon la D019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2012) et selon les critères utilisés par Wood (2019). Il est à noter que les critères utilisés par Wood (2019) s'appuient sur le *Guide de caractérisation du MELCC (2020)* qui considère les échantillons avec un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA. Par contre, les critères du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) classifient les échantillons ayant un RPN entre 2 et 1 comme incertains. Le Tableau 1 présente l'analyse statistique des données de potentiel générateur acide (PGA) du minerai issu de la mine Bachelor au fil des ans.

¹ Il est à noter que le 25 septembre 2018, Ressources Bonterra inc. (Bonterra) a acquis 100 % des actions la filiale Ressources Métanor Inc. (Métanor).

Tableau 1 : Analyse statistique des données de PGA du minerai Bachelor

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN (Tot C)	Carb PN (CO ₂)	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide	Sulfure-S	Total Carbone	Carbonate (CO ₂)	TIC	Classification		
	Unités	(kg CaCO ₃ /t)					ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	NEDEM
Décompte	77	99	77	25	99	99	99	99	97	97	77	25	51			
Minimum	8	18,2	23,2	18,7	1,44	-150	0,2	0,05	0	0,07	0,28	0,82	0,19			
25 ^e percentile	8,7	55,6	58,4	45,3	30	-4,25	0,93	1,04	0,02	1,02	0,7	1,99	0,59			
Médiane	9	88,1	92,6	66,9	58,5	30	1,51	1,93	0,03	1,92	1,11	2,94	0,92			
Moyenne		96,3	108	78,3	63,2	33,1	1,52	2,09	0,07	2,06	1,3	3,44	1,02			
75 ^e percentile	9,2	130	136	94,6	85,6	71,7	3,7	2,91	0,09	2,74	1,63	4,16	1,28			
Maximum	9,7	239	274	255	229	204	136	7,34	0,49	7,33	3,29	11,2	2,62			
% d'échantillons ayant un PNN > 20 kg CaCO ₃ /t						62 %										
% d'échantillons PGA (l'ensemble du gisement Bachelor)													66 %	57 %	26%	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

SO₄-S = HCl-sulfate lixiviable

Carbonate = Carbonate de carbone en tant que CO₂

TIC = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

2.1.2 Détermination de la composition chimique

Le contenu élémentaire de quarante-six échantillons du minerai Bachelor a été comparé aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention Protection de sols et réhabilitation des terrains contaminés* du MELCC (ci-après *Guide d'intervention*). Les substances qui dépassent les critères génériques A du Guide d'intervention sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué.

La majorité des échantillons (93 %) présentaient des concentrations en argent (Ag) supérieures aux critères A du Guide d'intervention et 48 % des échantillons présentaient une concentration en chrome (Cr) supérieure à ce même critère. Entre 17 % et 30 % des échantillons présentaient des concentrations en baryum (Ba), cadmium (Cd), cuivre (Cu) et molybdène (Mo) supérieures aux critères A du Guide d'intervention et finalement de 1 % à 7 % des échantillons présentaient une concentration en arsenic (As), cobalt (Co), manganèse (Mn), nickel (Ni) et zinc (Zn) supérieure au seuil A.

Il est à noter qu'un échantillon a dépassé le critère C en Mo et que certains échantillons ont aussi dépassé les critères B pour les éléments suivants : Cr, Cu, Mn, Mo et Ni.

2.1.3 Essais de lixiviation

Soixante-cinq échantillons de minerai de Bachelor ont été soumis à l'essai SPLP. Aucun lixiviat ne dépassait les concentrations du tableau 1 de la D019. Les résultats des essais de lixiviation SPLP indiquent que la plupart des échantillons dépassaient le critère de l'eau de consommation en aluminium (Al). Des dépassements des critères en eau de consommation ont aussi été observés pour le sélénium (Se), l'As, le Ba et le Mn. Des échantillons soumis à l'essai SPLP, respectivement 18 %, 8 %, 6 % et 5 % dépassent les critères de résurgence dans l'eau de surface du *Guide d'intervention en Zn, Ag, Cu et Ba*.

Aucun résultat d'essais de lixiviation CTEU-9 et TCLP sur le minerai n'est disponible.

2.2 Moroy

2.2.1 Essais de détermination du potentiel de génération d'acide

Entre 2016 et 2018, 33 échantillons de minerai ont été récoltés. Vingt-sept (27 %) des échantillons de minerai de Moroy étaient considérés comme PGA selon les critères utilisés par Wood (2019) comparativement à 58 % considérés comme PGA selon la D019. Il est à noter que les critères utilisés par Wood (2019) s'appuient sur le *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020) qui considère les échantillons avec un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA. Par contre, les critères du NEDEM classifient les échantillons ayant un RPN entre 2 et 1 comme incertains. Le Tableau 2 présente l'analyse statistique de données de potentiel générateur acide du minerai issues de la mine Moroy.

Tableau 2 : Analyse statistique des données de PGA du minerai Moroy

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN (Tot C)	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide	Sulfure-S	Total Carbone	TIC	Classification		
	Unités	(kg CaCO3/t)				ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	NEDEM
Décompte	10	33	28	33	33	33	33	33	33	28	28			
Minimum	8,3	55,6	45,4	4,11	-49,2	0,77	0,13	0,01	0,12	0,55	0,55			
25 ^e percentile	8,8	94,2	76,6	25,5	51,6	1,93	0,82	0,01	0,8	0,92	0,92			
Médiane	8,9	122	104	41,4	69,7	2,95	1,33	0,02	1,16	1,25	1,25			
Moyenne	8,9	124	102	47,3	78,2	3,7	1,5	0,1	1,5	1,2	1,2			
75 ^e percentile	9,2	147	119	63,7	111	3,67	2,04	0,03	2,03	1,43	1,43			
Maximum	9,3	211	192	210	180	25,1	6,73	0,47	6,72	2,3	2,3			
% d'échantillons ayant un PNN > 20 kg CaCO3/t					97 %									
% d'échantillons PGA (l'ensemble du gisement Bachelor)											58 %	27 %	3%	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

SO4-S = HCl-sulfate lixiviable

Carbonate = Carbonate de carbone en tant que CO₂

TIC = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

2.2.2 Détermination de la composition chimique

Le contenu élémentaire de vingt-deux échantillons du minerai Moroy a été comparé aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention* du MELCC. Les substances qui dépassent les critères génériques A du *Guide d'intervention* sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué.

Tous les échantillons (100 %) présentaient des concentrations en Ag supérieures aux critères A du *Guide d'intervention* et respectivement 82 %, 80 %, 41 %, 36 % des échantillons présentaient des concentrations en Mo, Ni, Cu et Co supérieures aux critères A. De plus, respectivement 18 %, 18 % et 5 % des échantillons en Cd, Mn et As dépassaient le seuil A.

Il est à noter qu'un échantillon a dépassé le critère C en Mo et que certains échantillons ont aussi dépassé les critères B pour les éléments suivants : Cu, Mn, Mo et Ni.

2.2.3 Essais de lixiviation

Vingt-trois, vingt-deux et dix-sept échantillons de minerai Moroy ont respectivement été soumis aux essais de lixiviation CTEU-9, SPLP et TCLP. Pour les trois essais (CTEU-09, SPLP et TCLP), aucun paramètre n'a dépassé les critères du tableau 1 de la D019.

Les résultats des essais de lixiviation CTEU-9 montrent que 70 % des échantillons ont dépassé les critères de l'eau de consommation du *Guide d'intervention* en fluorure (F) et en Al et respectivement 35 % et 17 % des échantillons ont dépassé ce même critère pour le Mo et le Mn. Dans 9 % des échantillons soumis au CTEU-9, le F dépassait également les critères de résurgence dans l'eau de surface (RES) du *Guide d'intervention*.

Les résultats des essais de lixiviation SPLP indiquent que la plupart des échantillons dépassaient les critères de l'eau de consommation en Al. Cependant aucun dépassement des critères de RES du *Guide d'intervention* n'a été observé.

Tous les échantillons soumis à l'essai TCLP présentaient des concentrations dépassant les critères de RES et les critères d'eau de consommation en Mn du *Guide d'intervention*. Les concentrations en Al dépassaient dans 76 % des échantillons le critère d'eau de consommation et quelques échantillons présentaient des concentrations au-dessus de ce même critère en Cr (6 %), F (12 %), plomb (Pb) (18 %), Se (18 %) et en uranium (U) (6 %). Les concentrations en F (6 %) et Pb (6 %) dépassaient également les critères de RES dans chacun des échantillons soumis à l'essai TCLP (Wood, 2019).

2.3 Barry

2.3.1 Essais de détermination du potentiel de génération d'acide

Depuis 2008, Métanor a recueilli un total de 103 échantillons de minerai au gîte Barry. Selon les résultats obtenus, 17 % des échantillons sont considérés comme PGA selon les critères de la D019 et 6 % selon les critères utilisés par Wood (2019). Notons que les critères utilisés par Wood (2019) s'appuient sur le *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020) qui considère les échantillons avec un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA. Par contre, les critères NEDEM classifient les échantillons ayant un RPN entre 2 et 1 comme incertains. Le Tableau 3 présente l'analyse statistique de données de potentiel générateur acide du minerai issues de la mine Barry.

Tableau 3 : Analyse statistique des données de PGA du minerai Barry

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN (Tot C)	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide	Sulfure-S	Total Carbone	Classification		
	Unités	(kg CaCO ₃ /t)				ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	NEDEM
Décompte	60	103	100	103	103	103	103	100	100	100			
Minimum	8,4	35,1	32,9	2,31	-8,34	0,9	0,07	0	0,07	0,4			
25 ^e percentile	8,8	109	112	14,6	76	3,55	0,51	0,01	0,46	1,35			
Médiane	9	165	155	29,5	122	0,31	0,98	0,02	0,94	1,86			
Moyenne	8,9	158	155	33,3	124	4,74	1,12	0,05	1,07	1,85			
75 ^e percentile	9,2	197	196	49,5	165	8,73	1,6	0,08	1,6	2,35			
Maximum	9,8	348	359	107	298	71,8	3,45	0,33	3,43	4,31			
% d'échantillons ayant un PNN > 20 kg CaCO ₃ /t					99 %								
% d'échantillons PGA (l'ensemble du gisement Barry)										17 %	6 %	1 %	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

SO₄-S = HCl-sulfate lixiviable

Carbonate = Carbonate de carbone en tant que CO₂

TCl = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

2.3.2 Détermination de la composition chimique

Le contenu élémentaire de cent-un (101) échantillons du minerai Barry a été comparé aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention* du MELCC. Les substances qui dépassent les critères génériques A du *Guide d'intervention* sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué.

Entre 40 % et 75 % des échantillons ont dépassé les critères génériques A pour le Ba, Mo, Ag, Mn, Cu et Co. De plus, entre 10 % et 16 % des échantillons de Zn, Cr, et Ni présentaient des concentrations supérieures aux critères A. Finalement, entre 1 % et 5 % des échantillons de Se, Cd, As et Pb dépassaient le seuil A.

Un échantillon a dépassé le critère C en Mo et un ou plusieurs échantillons ont aussi dépassé les critères B pour les éléments suivants : Ba, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb et Zn.

2.3.3 Essais de lixiviation

Quatre-vingt-dix-neuf échantillons de minerai de Barry ont été soumis à l'essai SPLP. Aucun lixiviat ne dépassait les concentrations du Tableau 1 de la D019. Les résultats des essais de lixiviation SPLP indiquent que la plupart des échantillons dépassaient le critère de l'eau de consommation du *Guide d'intervention* en Al. Respectivement, 4 % et 1 % des échantillons présentaient des concentrations en As et en Mn dépassant les critères en eau de consommation. Aucun échantillon n'a affiché une concentration au-dessus de RES du *Guide d'intervention*.

Aucun résultat d'essais de lixiviation CTEU-9 et TCLP sur le minerai n'est disponible.

3.0 **CARACTÉRISATION DES STÉRILES**

Les sections suivantes résument brièvement les résultats de Wood (2019) obtenus des analyses de détermination du potentiel de génération d'acide et de lixiviation effectuées sur les stériles des trois gisements. Un sommaire des caractérisations des stériles est présenté dans la conclusion de ce rapport.

3.1 **Bachelor**

3.1.1 Essais de détermination du potentiel de génération d'acide

Au total, 25 échantillons de stériles ont été recueillis entre 1997 et 2018 de la mine Bachelor. Les analyses de détermination du potentiel de génération d'acide réalisées sur ces échantillons démontrent que respectivement 28 % et 20 % des échantillons de stériles sont considérés PGA selon les critères de la D019 et selon les critères utilisés par Wood (2019). Il est à noter que les critères utilisés par Wood (2019) s'appuient sur le Guide de caractérisation (MELCC, 2020) qui considère les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA. Par contre, les critères du NEDEM classifient les échantillons ayant un RPN entre 2 et 1 comme incertains. Environ la moitié des échantillons (48 %) présentaient des valeurs de PNN qui étaient supérieures à 20 kg CaCO₃/t. Les échantillons présentaient une valeur de S total entre 0,06 % et 4,3 %. Le Tableau 4 présente l'analyse statistique des données de potentiel de génération d'acide des stériles issus de la mine Bachelor. Il est à noter que la faible portion d'échantillons PGA ne semble pas être associée à une zone particulière de la mine Bachelor.

Tableau 4 : Analyse statistique des données de PGA des stériles Bachelor

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN (Tot C)	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide SO ₄ -S	Sulfure-S	Total Carbone	Carbone inorganique	Classification		
	Unités	(kg CaCO ₃ /t)				ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	NEDEM
Décompte	17	25	18	25	25	25	25	23	23	18	17			
Minimum	8,6	8,4	5	0,65	5	1,07	0,06	0,003	0,02	0,06	8,6			
25 ^e percentile	8,9	15,9	10,6	3,2	10,9	2,31	0,14	0,01	0,1	0,13	8,9			
Médiane	9	28,3	21,7	4,18	20	6,77	0,17	0,03	0,13	0,26	9			
Moyenne	9	50,2	49,2	22	28,2	2,28	0,74	0,04	0,63	0,59	9			
75 ^e percentile	9,4	86,6	86,7	12,5	38,7	7,94	0,41	0,05	0,29	1,04	9,4			
Maximum	9,6	163	178	133	84,1	34,6	4,27	0,11	4,24	2,14	9,6			
% PNN > 20 kg CaCO ₃ /t					48 %									
% d'échantillons PGA (B, H, Main)											28 %	20 %	0 %	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

SO₄-S = HCl-sulfate lixiviable

Carbonate = Carbonate de carbone en tant que CO₂

TCI = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

3.1.2 Détermination de la composition chimique

Le contenu élémentaire de 23 échantillons des stériles Bachelor a été comparé aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention* du MELCC. Les substances qui dépassent les critères génériques A du *Guide d'intervention* sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué.

La proportion d'échantillons dépassant les critères A du Guide d'intervention est de :

- 30 % à 43 % pour les éléments : Cr, Ba, Mo et Ag
- 9 % à 22 % pour les éléments : le Ni, Co et Cu
- 4 % à 5 % pour les éléments : le Mn, Cd et Zn

Aucun échantillon ne présentait des concentrations supérieures aux critères C pour un élément et seul un nombre restreint d'échantillons présentaient des concentrations supérieures aux critères B en Mn (un échantillon) et Mo (six échantillons).

3.1.3 Essais de lixiviation

Dix-sept échantillons de stériles de la mine Bachelor ont été analysés pour vérifier leur potentiel de lixiviation à l'aide d'essais SPLP. Les résultats ne montrent aucun dépassement aux critères du tableau 1 de la D019. Tous les échantillons montrent une concentration en Al plus élevée que le critère de l'eau de consommation du *Guide d'intervention* et quatre des échantillons présentaient aussi une concentration en As, Ba et Mn supérieure aux critères de l'eau de consommation. Respectivement, cinq (29 %) et quatre (24 %) échantillons présentaient une concentration plus élevée que les critères de RES du *guide d'intervention* en Ba et Zn.

Aucun résultat d'essais de lixiviation CTEU-9 et TCLP sur le minerai n'est disponible.

3.2 Moroy

3.2.1 Essais de détermination du potentiel de génération d'acide

Entre 2016 et 2018, vingt-cinq échantillons du gîte Moroy ont été analysés, pour ainsi mieux définir la géochimie des stériles générés. Respectivement, 16 % et 32 % des échantillons de stériles analysés sont considérés comme PGA d'après les critères de la D019 et d'après les critères utilisés par Wood (2019). Notons que les critères utilisés par Wood (2019) s'appuient sur le *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020) qui considère les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA. Par contre, les critères du NEDEM classifient les échantillons ayant un RPN entre 2 et 1 comme incertains. Les concentrations en S sous forme de sulfate se situaient entre 0,01 % et 0,5 %. Dix-neuf des vingt-cinq échantillons (76 %) affichaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCo₃/t. Le Tableau 5 présente l'analyse statistique des données du potentiel de génération d'acide des stériles issus de la mine Moroy.

Tableau 5 : Analyse statistique des données de PGA des stériles Moroy

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN (Tot C)	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide SO4-S	Sulfure-S	Total Carbone	Carbone inorganique	Classification		
	Unités	(kg CaCO3/t)				ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	NEDEM
Décompte	5	25	20	25	25	25	25	25	25	20	20			
Minimum	9,2	12,4	4,2	2,99	7,46	0,55	0,1	< 0,01	0,05	0,05	0,01			
25 ^e percentile	9,2	29	20	5,52	21,3	1,89	0,18	0,02	0,13	0,24	0,24			
Médiane	9,2	51	40	8,53	40,2	5,98	0,27	0,03	0,2	0,48	0,48			
Moyenne	9,3	55,2	39,3	13,5	43,9	4,1	0,4	0,1	0,4	0,5	0,5			
75 ^e percentile	9,3	79,4	54,7	14,4	63,1	6	0,48	0,09	0,34	0,66	0,66			
Maximum	9,7	115	84	48,4		10,7	1,57	0,51	1,55	1,01	1,01			
% PNN > 20 kg CaCO3/t					76 %									
% d'échantillons PGA (Moroy)											16 %	32 %	12 %	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

SO4-S = HCl-sulfate lixiviable

Carbonate = Carbonate de carbone en tant que CO₂

TCl = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

3.2.2 Détermination de la composition chimique

Le contenu élémentaire de dix-huit échantillons de stériles Moroy a été comparé aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention* du MELCC. Les substances qui dépassent les critères génériques A du *Guide d'intervention* sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué.

La proportion d'échantillons dépassant les critères A du Guide d'intervention est de :

- 39 % à 72 % pour le Co, Ni, Mo et Ag
- 17 % à 22 % pour le Zn, Cr, Cd et Mn

Deux échantillons présentaient une concentration en Mo supérieure aux critères C. Certains échantillons ont aussi dépassé les critères B pour les éléments suivants : Cu, Mn, Mo et Ni.

3.2.3 Essais de lixiviation

Vingt, dix-huit et treize échantillons de stériles Moroy ont respectivement été soumis aux essais de lixiviation CTEU-9, SPLP et TCLP. Pour les trois types d'essais (CTEU-09, SPLP et TCLP), aucun paramètre n'a dépassé les critères du tableau 1 de la D019 (Wood, 2019).

Les résultats des essais de lixiviation CTEU-9 montrent que respectivement 95 %, 75 %, 45 % et 5 % des échantillons ont dépassé les critères de l'eau de consommation du *Guide d'intervention* en Al, F, Mo et Mn. Dans respectivement 20 % et 1 % des échantillons soumis au CTEU-9, le F et le Cu dépassaient également les critères de RES du *Guide d'intervention*.

Les résultats des essais de lixiviation SPLP indiquent que l'ensemble des échantillons dépassaient les critères de l'eau de consommation en Al. Cependant aucun dépassement des critères de RES n'a été observé.

La quasi-totalité des échantillons soumis à l'essai TCLP présentaient des concentrations dépassant les critères d'eau de consommation en Al (92 %) et Mn (100 %). Trois échantillons (23 %) présentaient également une concentration en F supérieure au critère d'eau de consommation. La plupart (92 %) des échantillons présentaient une concentration en Mn supérieure aux critères de RES. Un échantillon (8 %) présentait également une concentration en Zn supérieure à ce même critère (Wood, 2019).

3.3 Barry

3.3.1 Essais de détermination du potentiel de génération d'acide

Entre 2008 et 2017, 95 échantillons du gîte Barry ont été recueillis et analysés. Selon les résultats, 6 % des échantillons de stériles analysés sont considérés comme PGA selon les critères de la D019 et 3 % en fonction des critères utilisés par Wood (2019). Notons que les critères utilisés par Wood (2019) s'appuient sur le *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020) qui considère les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA. Par contre, les critères du NEDEM classifient les échantillons ayant un RPN entre 2 et 1 comme incertains. Les concentrations en S total se situaient entre 0,05 % et 1,3 % (valeur médiane de 0,28 %). Les valeurs de PNN se situaient entre 1 kg CaCo3/t et 263 kg CaCo3/t, et 96 % des échantillons présentaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCo3/t. Le Tableau 6 présente l'analyse statistique des données de potentiel de génération d'acide des stériles issus de la mine Barry.

Tableau 6 : Analyse statistique des données de PGA des stériles Barry

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN (Tot C)	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide SO4-S	Sulfure-S	Total Carbone	Classification		
	Unités	(kg CaCO3/t)				ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	NEDEM
Décompte	40	95	92	95	95	95	95	92	92	92			
Minimum	8,7	22,9	11,3	0,3	1	1,6	0,05	< 0,003	0,01	0,14			
25 ^e percentile	9	50,1	43,2	3,6	43,3	6,6	0,168	0,01	0,11	0,5175			
Médiane	9,4	76	68,7	7,4	66,8	10,3	0,28	0,05	0,23	0,82			
Moyenne	9,2	90,1	77,7	10,1	78,9	8,9	0,38	0,09	0,33	0,93			
75 ^e percentile	9,6	124	108	14,1	115	22,2	0,48	0,11	0,46	1,3			
Maximum	10	277	259	38,1		187	1,27	0,4	1,22	3,1			
% PNN > 20 kg CaCO3/t					96 %								
% d'échantillons PGA (Barry)											6 %	3 %	0 %

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

SO4-S = HCl-sulfate lixiviable

Carbonate = Carbonate de carbone en tant que CO₂

TCI = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

3.3.2 Détermination de la composition chimique

Le contenu élémentaire de 94 échantillons de stériles Barry a été comparé aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention* du MELCC. Les substances qui dépassent les critères génériques A du *Guide d'intervention* sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué.

Entre 36 % et 64 % des échantillons ont dépassé les critères génériques A pour le Ba, Cu et Co. De plus, entre 22 % et 35 % des échantillons de Mo, Cr, Ni et Mn présentaient des concentrations supérieures aux critères A. Finalement, entre 2 % et 10 % des échantillons de Pb, Cd, Zn, As, mercure (Hg) et Ag dépassaient le seuil A.

Un nombre restreint d'échantillons présentaient une concentration supérieure aux critères C en Ag, As, Cu, Mn, Mo et Ni. Certains échantillons ont aussi dépassé les critères B pour les éléments suivants : Ba, Cd, Co, Cu, Mn, Mo et Ni.

3.3.3 Essais de lixiviation

Les résultats des essais SPLP de 40 échantillons recueillis en 2017 ont été compilés par Wood (2019). Les résultats indiquent qu'aucun échantillon ne présentait des concentrations supérieures aux critères du tableau 1 de la D019. Tous les échantillons présentaient une concentration en Al supérieure aux critères de l'eau de consommation, mais aucun dépassement des critères RES du *Guide d'intervention* n'a été observé.

Aucun résultat d'essais de lixiviation CTEU-9 et TCLP sur le minerai n'est disponible.

4.0 **CARACTÉRISATION DES RÉSIDUS**

4.1 **Essai de lixiviation (2007)**

En 2007, deux échantillons de résidus composites ont été recueillis dans le parc à résidus Bachelor (PARB) et soumis à des essais de potentiel de lixiviation (SPLP, CTEU-9 et TCLP).

Les résultats de l'essai SPLP ont montré qu'aucun paramètre ne dépasse les critères de la D019 et du *Guide d'intervention*.

Tous les résultats obtenus lors de l'essai CTEU-9, se situent sous les critères du tableau 1 de la D019. Des concentrations supérieures aux critères d'eau de consommation ont été notées en Mo et F.

Quant à l'essai TCLP, les résultats ont démontré des concentrations en F, Al, Ba, Cu, Mn, Ni et Zn qui dépassaient les critères en eau de consommation et/ou de résurgence dans l'eau de surface.

4.2 **Caractérisation du PARB (2016)**

En 2016, dans le cadre du processus d'autorisations pour la mise en place de l'empilement de résidus sec, Métanor a procédé à une caractérisation géochimique des résidus dans le PARB. Le PARB comprend trois cellules dans lesquelles sont entreposés les résidus miniers issus du traitement de minerai en provenance du gisement Bachelor depuis les années 1980 et en provenance du gisement Barry depuis 2007. Afin d'obtenir une bonne distribution spatiale à l'intérieur des trois cellules de résidus miniers, un total de neuf forages a été réalisé et quinze échantillons ont été récoltés dans le but d'évaluer leur potentiel de génération d'acide. Il est à noter que les résidus miniers ont été échantillonnés à une profondeur située entre 1,2 m et 6,1 m sous la surface.

Les résultats de cette caractérisation sont discutés dans l'avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers qui a été réalisé par Lamont inc. (Lamont) en 2017. Cette étude (Lamont, 2017) consistait à traiter les informations disponibles afin de mieux comprendre l'impact lié à une hausse du potentiel de drainage minier acide dans certains échantillons au site de la mine Bachelor. Les résultats sont aussi discutés dans le rapport de caractérisation géochimique complété par Wood en 2019 (à l'annexe 1).

4.2.1 **Essais de détermination du PGA**

Les résultats démontrent que seuls deux échantillons avaient des concentrations en S total inférieures à 0,3 %. Six échantillons sur quinze (40 %) avaient un rapport PN/PA compris entre 2 et 3. Ces échantillons sont classés PGA selon les critères de la D019 puisque le rapport PN/PA de ces six échantillons est inférieur à 3 et est combiné à un pourcentage en S total supérieur à 0,3 %. Cependant, lorsque comparé aux critères de Price (2009)² les résidus caractérisés sont classés non potentiellement générateur d'acide (non-PGA) puisque tous les échantillons ont un rapport PN/PA supérieur à 2 et un potentiel net de neutralisation (PNN) supérieur à 20 kg CaCO₃ (Lamont, 2017).

De plus, Lamont (2017) note que dans le cas des résidus miniers entreposés au site de la mine Bachelor, le potentiel de neutralisation des résidus miniers est significatif pour contrer l'acidité libérée par l'oxydation de la pyrite dans les résidus miniers et considère qu'il est peu probable que les résidus en profondeur dans le parc à résidus produisent de l'acidité. Lamont (2017) mentionne que pour que les résidus miniers s'oxydent, il faut que l'oxygène puisse pénétrer.

² Price, W.A, 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.

Or, à plus de 1,2 m de profondeur, alors que les résidus sont pratiquement saturés, l'oxydation par l'oxygène est à toutes fins pratiques négligeable (Lamont, 2017).

Le rapport de Lamont (2017) est joint à ANNEXE 3. Le tableau 7 ci-dessous montre l'analyse statistique des résultats de détermination du potentiel de génération d'acide issus de la caractérisation des résidus complétée en 2016. Selon le *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020) l'ensemble des résidus miniers échantillonné en 2016 sont considérés comme étant non-PGA.

Tableau 7 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés en 2016

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN calculé (Tot C)*	PA	PA calculé**	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide SO4-S	Sulfure-S	Total Carbone	Classification		
	Unités	(kg CaCO3/t)					ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	MELCC
Décompte	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
Minimum	7,24	6,6	19,2	0,6	0,7	6,00	2,03	0,022	0,003	0,019	0,23			
25 ^e percentile	8,24	71,1	79,2	21,5	21,9	46,5	2,91	0,70	0,004	0,69	0,95			
Médiane	8,57	84,3	88,4	23,2	24,1	64,5	3,37	0,77	0,013	0,74	1,06			
Moyenne	8,03	83,6	88,0	22,4	23,1	61,1	5,19	0,74	0,033	0,72	1,05			
75 ^e percentile	8,83	102,0	109,3	25,9	26,7	79,7	5,02	0,85	0,026	0,83	1,31			
Maximum	9,09	135,0	128,4	40,7	40,9	112	20,1	1,31	0,270	1,30	1,54			
% PNN > 20 kg CaCO3/t						93 %								
% d'échantillons -PGA											40 %	0 %	0 %	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

*Carb PN calculé à partir de la teneur totale en carbone

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

** PA calculé à partir de la teneur totale en soufre

PNN = Net PN = Carb PN – PA (total S)

SO4-S = HCl-sulfate lixiviable

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

MELCC = Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2020

4.2.2 Détermination de la composition chimique

La composition chimique des 15 échantillons récoltés lors de la caractérisation de 2016 a aussi été analysée et comparée aux critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention* du MELCC, dans le rapport de compilation géochimique de Wood (2019). Les substances qui dépassent les critères génériques A du *Guide d'intervention* sont considérées comme des éléments d'intérêt dont le potentiel de lixiviation doit être évalué. Deux échantillons présentent des concentrations en Mn supérieures aux critères génériques B du *Guide d'intervention* (Wood, 2019). Dix des quinze échantillons présentaient une concentration en Mo supérieure aux critères A du *Guide d'intervention* (Wood, 2019). Tandis qu'un ou deux échantillons présentaient une concentration en Co, Cu, Mn, Hg et Pb supérieure aux critères A du *Guide d'intervention* (Wood, 2019). Le Tableau 8 montre le sommaire des résultats obtenus lors de l'analyse de composition chimique (Wood, 2019).

Tableau 8 : Sommaire de composition chimique pour les échantillons de résidus prélevés au PARB en 2016

	Co	Cu	Mn	Hg	Mo	Pb
Nombre d'échantillons de résidus à concentrations dépassant les critères A (n=15)	1	1	2	1	10	1

Source : Wood, 2019

4.3 Caractérisation du PARB (2018)

Puisqu'aucun essai de lixiviation n'a été réalisé sur les échantillons prélevés en 2016, dans le cadre d'un addenda au rapport de compilation géochimique réalisé par Wood en 2019 (Wood, 2019), sept échantillons de résidus miniers ont été prélevés à divers endroits dans le PARB pour représenter des résidus disposés dans le parc entre juin et octobre 2018 (Wood, 2019b). La composition chimique de ces sept échantillons a été analysée avant la réalisation d'essais de lixiviation TCLP, SPLP et CTEU-9 (Wood, 2019b).

4.3.1 Détermination du potentiel de génération d'acide

Les résultats démontrent que les concentrations en S total varient entre 0,71 % et 1,43 %. Un échantillon sur sept (14 %) avait un rapport PN/PA entre 2 et 3. Cet échantillon est classé comme étant PGA selon les critères de la D019, puisque le rapport PN/PA est inférieur à 3 et est combiné à un pourcentage en S total supérieur à 0,3 %. Cependant, lorsque comparé aux critères de Price (2009)³ et du MELCC (2020)) les résidus caractérisés sont classés non-PGA puisque tous les échantillons ont un rapport PN/PA supérieur à 2 et un potentiel net de neutralisation (PNN) supérieur à 20 kg CaCO₃.

Le Tableau 9 ci-dessous montre l'analyse statistique de données du potentiel de génération d'acide des résidus prélevés en 2018.

³ Price, W.A, 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.

Tableau 9 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés au parc en 2018

Échantillon	PN	Carb PN calculé (Tot C)*	PA	PA calculé**	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide SO4-S	Sulfure-S	Total Carbone	Classification		
	(kg CaCO3/t)					ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	Dir 019	Wood, 2019*	MELCC
Décompte	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
Minimum	91,2	85,1	19,6875	22,3	52,74	2,21061693	0,712	0,019	0,63	1,02			
25 ^e percentile	92,7	85,9	21,7	23,2	66,4	3,29	0,74	0,037	0,69	1,03			
Médiane	95,2	88,4	26,6	28,7	69,8	4,06	0,92	0,047	0,85	1,06			
Moyenne	96,5	91,9	27,3	28,9	69,2	3,75	0,93	0,051	0,87	1,10			
75 ^e percentile	98,0	95,1	29,0	30,2	73,9	4,28	0,97	0,066	0,93	1,14			
Maximum	108,0	107,6	43,6	44,7	81	4,8	1,43	0,083	1,39	1,29			
% PNN > 20 kg CaCO3/t					100 %								
% d'échantillons PGA											14 %	0 %	0 %

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

*Carb PN calculé à partir de la teneur totale en carbone

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

** PA calculé à partir de la teneur totale en soufre

PNN = Net PN = Carb PN – PA (total S)

SO4-S = HCl-sulfate lixiviable

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

MELCC = Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2020

4.3.2 Détermination de la composition chimique

La concentration élémentaire des sept échantillons analysés est inférieure à tous les critères génériques A à l'exception de la concentration en Mo qui était supérieure aux critères A dans les sept échantillons et supérieur aux critères B dans deux échantillons.

4.3.3 Essais de lixiviation

Lixiviation à l'eau et CTEU-9

Les résultats des deux types d'essais de lixiviation à l'eau (sept échantillons) montrent des concentrations en Al et en Mn dans les lixiviats qui sont supérieures aux critères d'eau de consommation dans un échantillon ou plus. Trois échantillons soumis à l'essai CTEU-9 avaient aussi des concentrations de cyanures (CN) libres au-dessus du critère d'eau de consommation. Tous les échantillons de lixiviat avaient des concentrations de CN libres et totales supérieures aux critères de résurgences dans l'eau de surface (RES). Quatre échantillons avaient aussi des concentrations d'Ag supérieures aux critères RES.

SPLP

Les résultats des sept échantillons soumis à des essais de lixiviation SPLP montrent des concentrations de métaux inférieurs aux critères de l'eau souterraine à l'exception de l'Al, qui dépassait le critère d'eau de consommation dans tous les échantillons. Les concentrations de CN totales étaient aussi supérieures aux critères RES dans tous les échantillons et la concentration de CN libres était supérieure aux critères RES dans trois échantillons.

TCLP

Plusieurs échantillons soumis à l'essai TCLP avaient un lixiviat montrant des concentrations supérieures aux critères de RES en CN total (100 %), CN libres (86 %), F (86 %), Cu (43 %), Mn (100 %), et Zn (71 %).

Plusieurs échantillons soumis à l'essai TCLP avaient aussi un lixiviat montrant des concentrations supérieures aux critères d'eau de consommation en CN libre (14 %), F (100 %), Al (100 %), As (100 %), Mn (100 %), Pb (57 %), Se (100 %). Les concentrations de métaux dans le lixiviat TCLP sont inférieures aux concentrations du tableau 1 de la D019.

4.4 Essais cinétiques (2018)

En janvier 2018, Métanor a mandaté l'Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi-Témiscamingue (URSTM) afin de valider par un essai cinétique en colonne si les résidus frais issus de l'exploitation de la zone minéralisée ont un potentiel de génération d'acide. L'URSTM a également procédé à des essais statiques de prédiction du PGA sur un mélange de résidus frais avec les résidus de la cellule 2 du PARB.

Ainsi, un échantillon de résidus frais échantillonné à même la sortie du concentrateur et un échantillon de résidus de la cellule 2 échantillonné par forage sur l'ensemble de l'épaisseur de la cellule 2, représentant ainsi les résidus miniers accumulés depuis 1980, ont été transmis à l'URSTM. Un mélange a été créé représentant 17 % (massique) de résidus frais et 83 % (massique) de résidus de la cellule 2.

Ces deux échantillons ont été soumis à une analyse chimique par ICP-AES post digestion totale, à des essais statiques de détermination du PGA et à des essais cinétiques en colonne. Une analyse minéralogique semi-quantitative par diffraction des rayons X (DRX) a aussi été réalisée sur l'échantillon de résidus frais.

Les résultats des analyses chimiques ICP-AES et de la minéralogie semi-quantitative montrent que les matériaux sont principalement composés de silicates (albite, quartz, chlorite, muscovite) peu sulfureux (0,8 % S totale et seule la pyrite a été identifiée en DRX) et comportent de bonnes concentrations en carbonates (calcite, dolomite) (URSTM, 2019). Les tableaux de résultats complets sont présentés dans le rapport de l'URSTM joint à ANNEXE 4.

Les résultats des essais statiques de prédiction du PGA indiquent que les deux échantillons de résidus miniers sont non-PGA selon les critères de la D019 puisque les PNN dépassent 20 kg CaCO₃/t et les rapports PN/PA sont supérieurs à 3 (URSTM, 2019).

Les résultats des tests de colonne ont affiché un pH neutre pendant une période d'un an (URSTM, 2019). De manière générale, il a été relevé que les concentrations en Cu et en Zn dépassaient les critères pour l'écoulement dans l'eau de surface et des concentrations de Mn dépassaient les critères pour l'eau de consommation (URSTM, 2019). De plus, les résultats des essais en colonne démontrent qu'autant les résidus frais que le mélange de résidus est non-PGA à long terme (URSTM, 2019).

Le rapport final de l'URSTM sur les résultats des essais cinétiques sur les résidus de concentrateur de la mine Bachelor est joint à ANNEXE 4.

4.5 Détermination du potentiel de génération d'acide des résidus secs (2019)

En 2019, dans le cadre d'une investigation géotechnique visant à supporter l'ingénierie et la conception des infrastructures de retenue de l'agrandissement du parc à résidus, des échantillons issus de sept forages réalisés dans l'empilement de résidus sec ont été soumis au test de détermination du potentiel de génération d'acide. L'ensemble des échantillons est classé comme étant non-PGA autant selon les critères de la D019 et les critères du *Guide de caractérisation* du MELCC.

Les concentrations en S total varient entre 0,61 % et 0,84 %, les rapports PN/PA sont compris entre 3, 2 et 6, tandis que les PNN se situent entre 58,7 et 98,3 kg CaCO₃.

Les résultats sont compilés dans un tableau à ANNEXE 5.

Le Tableau 10 ci-dessous montre l'analyse statistique de ces échantillons.

Tableau 10 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés en 2019

Échantillon	PN	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Classification		
	(kg CaCO ₃ /t)			ratio	(%)	D019	Wood, 2019*	MELCC
Décompte	7	7	7	7	7			
Minimum	78	19,1	58,70	3,23	0,61			
25 ^e percentile	86,5	19,7	63,6	4,27	0,63			
Médiane	95,0	21,3	73,7	4,47	0,68			
Moyenne	96,6	21,5	75,1	4,54	0,69			
75 ^e percentile	106,0	22,2	83,8	4,77	0,71			
Maximum	118,0	26,3	98	6,0	0,84			
% PNN > 20 kg CaCO ₃ /t			100 %					
% d'échantillons PGA						0 %	0 %	0 %

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : BBA, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = Carb PN – PA (total S)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

MELCC = Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2020

4.6 Programme de détermination du PGA en continu

En 2017, suite à l'évaluation du COMEX, Bonterra a reçu une modification d'autorisation⁴ à son Certificat d'Autorisation (CA)⁵ pour son projet d'exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire au site minier Bachelor. La condition 1 de cette modification précise que Bonterra doit entreprendre un programme de caractérisation géochimique en continu de toute nouvelle zone minéralisée qui sera découverte lors des activités d'exploration qui serait exploitée ou traitée, après autorisation de l'Administrateur, sur le site minier Bachelor.

Or, Bonterra s'est engagé à analyser, d'une façon hebdomadaire, les résidus miniers à la sortie du concentrateur afin de déterminer leur teneur en S et en carbone (C). Dans le cas du site Bachelor, le S est pratiquement entièrement associé à la pyrite, tandis que le C est quasiment tout associé à des carbonates. Cela permet le calcul du potentiel d'acidification (PA) et de neutralisation (PN). Le PA et le PN vont ainsi permettre la détermination du potentiel de génération d'acide (PGA) des résidus.

En procédant à ce suivi de façon hebdomadaire et en combinant les valeurs avec le tonnage déposé dans le parc, Bonterra est en mesure d'évaluer avec assez de précision la qualité des résidus miniers entreposés. L'ensemble des données hebdomadaires sont colligées dans une base de données, que Bonterra transmet à l'Administrateur dans son rapport annuel. Cette base de données a été développée afin de regrouper les données hebdomadaires suivantes :

- Quantité hebdomadaire de résidus miniers déposés dans le parc;
- Quantité d'eau de procédé envoyée dans le parc;
- pH à l'effluent final;
- Sulfates à l'effluent final (indication de l'oxydation des sulfures);
- Concentration en S de l'échantillon hebdomadaire (converti en PA);
- Concentration en C de l'échantillon hebdomadaire (converti en PN);
- Potentiel de génération d'acide des résidus déposés (PGA).

Ainsi, depuis janvier 2018 près de 26 échantillons de résidus miniers ont été recueillis de l'usine Bachelor presque chaque semaine entre janvier 2018 et octobre 2018. Il est à noter qu'à partir de mai 2018, les opérations d'extraction et de traitement du minerai ont graduellement ralenti pour cesser en octobre 2018 pour une période indéterminée, ce qui explique la diminution de l'échantillonnage en 2018 et l'absence d'échantillons en 2019 et 2020.

⁴ Modification N/Réf. :3214-14-027 – Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor-Exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire émis le 10 février 2017 par la sous-ministre Marie-Renée Roy du MDDELCC.

⁵ Certificat d'autorisation N/Réf. :3214-14-027 – Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor émis le 4 juillet 2012 par la sous-ministre Diane Jean du MDDEP.

4.6.1 Échantillons analysés en 2018

Les résultats démontrent que les concentrations en S total varient entre 0,68 % et 1,41 %. Cinq échantillons sur 26 (19 %) avaient un rapport PN/PA compris entre 2 et 3. Ces échantillons sont classés PGA selon les critères de la D019 puisque le rapport PN/PA de ces cinq échantillons est inférieur à 3 et est combiné à un pourcentage en S total supérieur à 0,3 %. Cependant, lorsque comparés aux critères de Price (2009)⁶ et du MELCC (2020)⁷, les résidus caractérisés sont classés non-PGA puisque tous les échantillons ont un rapport PN/PA supérieur à 2 et un potentiel net de neutralisation (PNN) supérieur à 20 kg CaCO₃.

L'ensemble des tableaux de résultats est disponible dans les annexes du rapport de Wood (2019) joint à l'annexe 1 du présent document. Le Tableau 11 ci-dessous montre l'analyse statistique de ces échantillons.

Les résultats de cette caractérisation sont aussi discutés dans le rapport de caractérisation géochimique préparé par Wood en 2019.

⁶ Price, W.A, 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.

⁷ MELCC, 2020. Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

Tableau 11 : Analyse statistique des données de PGA des résidus échantillonnés en bout de tuyau en 2018

Échantillon	pH de la pâte	PN	Carb PN calculé (Tot C)*	PA	PA calculé* *	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre	Lixiviables à l'acide SO4-S	Sulfure-S	Total Carbone	TCI	Classification		
	Unités	(kg CaCO3/t)					ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	D019	Wood, 2019*	MELCC
Décompte	9	11	26	11	26	26	26	26	10	10	26	10			
Minimum	8,57	100	88,4	21,4	21,3	48,72	2,23	0,68	0,03	0,684	1,06	1,09			
25 ^e percentile	9,33	108,0	97,6	25,1	25,6	70,2	3,09	0,82	0,042	0,77	1,17	1,18			
Médiane	9,85	115,0	108,0	30,3	29,7	79,5	3,82	0,95	0,055	0,93	1,30	1,34			
Moyenne	9,20	114,8	107,5	30,5	30,4	80,1	3,85	0,97	0,064	0,94	1,29	1,30			
75 ^e percentile	10,32	121,0	116,6	35,0	34,7	89,0	4,54	1,11	0,077	1,10	1,40	1,40			
Maximum	11,20	128,0	130,9	42,1	44,1	107	5,6	1,41	0,137	1,27	1,57	1,49			
% PNN > 20 kg CaCO3/t						100 %									
% d'échantillons PGA												19 %	0 %	0 %	

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Source : Wood, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

*Carb PN calculé à partir de la teneur totale en carbone

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

** PA calculé à partir de la teneur totale en soufre

PNN = Net PN = Carb PN – PA (total S)

SO4-S = HCl-sulfate lixiviable

TCI = Total Carbone Inorganique (sous forme de C)

D019 = Directive 019 sur l'industrie minière, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

NEDEM = Manuel du programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier pour la chimie du drainage des matériaux géologiques sulfurés, 2009

MELCC = Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2020

5.0 CONCLUSION

5.1 Sommaire des caractérisations sur le minerai

Les tableaux 12 à 14 ci-dessous présentent respectivement les conclusions des essais de PGA, de la détermination de la composition chimique et des essais de lixiviation réalisée sur le minerai usiné à l'usine de traitement du minerai Bachelor. L'ensemble des tableaux de résultats pour les différentes analyses est disponible dans les annexes du rapport de Wood (2019) joint à l'annexe 1 du présent document.

Tableau 12 : Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur le minerai

Essais de détermination du PGA	Bachelor	Moroy	Barry
Nb d'échantillons analysés	99	33	103
Résultat selon les critères de la D019	66 % PGA	58 % PGA	17 % PGA
Résultat selon les critères utilisés par Wood, 2019*	57 % PGA	27 % PGA	6 % PGA
Pourcentage d'échantillons considérés incertains selon le NEDEM*	31 % incertain	24 % incertain	5 % incertain

*Les échantillons ayant un rapport PN/PA (RPN) entre 2 et 1 sont considérés incertains selon le NEDEM, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons ayant un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Selon les critères du NEDEM, le minerai de Barry et de Moroy présente respectivement un pourcentage d'échantillons de 3 % et 1 % classifié comme étant PGA (Moroy 27 %-24 %; Barry 6 %-1 %). Quant au minerai issu du gisement Bachelor, environ 26 % des échantillons analysés sont considérés PGA selon les critères établis par le NEDEM, considérant que 31 % des échantillons se retrouvent dans la zone d'incertitude.

La durée d'entreposage du minerai étant de courte durée (entre 7 et 45 jours), et le roc étant affleurant en surface dans ce secteur, aucune mesure de protection des eaux souterraines n'est envisagée pour les aires de gestion du minerai. Il est à noter qu'un fossé de collecte des eaux de ruissellement en provenance des haldes sera mis en place, ce dernier s'écoulera naturellement vers le parc à résidus.

Tableau 13 : Conclusion des analyses de composition chimique réalisées sur le minerai

Composition chimique	Bachelor	Moroy	Barry
Nb d'échantillons analysés	46	22	101
Pourcentage d'échantillons dépassant les critères génériques A du Guide d'intervention	Ag (93 %) Cr (48 %) Ba (30 %) Cu (28 %) Mo (22 %) Cd (17 %) Co (7 %) Mn (4 %) Ni (4 %) As (2 %) Zn (2 %)	Ag (100 %) Mo (82 %) Ni (80 %) ¹ Cu (41 %) Co (36 %) Cd (18 %) Mn (18 %) As (5 %)	Co (75 %) Cu (67 %) Mn (52 %) Ag (50 %) Mo (41 %) ² Ba (40 %) Ni (16 %) ³ Cr (11 %) Zn (10 %) ⁴ Pb (5 %) As (1 %) Cd (1 %) Se (1 %)

- (1) 5 échantillons analysés
(2) 93 échantillons analysés
(3) 50 échantillons analysés
(4) 63 échantillons analysés

Tableau 14 : Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur le minerai

Essais de lixiviation	Bachelor	Moroy		Barry
	Essai SPLP	Essai CTEU-9	Essai SPLP	Essai SPLP
Nb d'échantillons analysés	65	23	22	99
Dépassement des critères de RES du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Zn (18 %) Ag (8 %) Ba (5 %) Cu (6 %)	F (9 %)	Al (100 %)	-
Dépassement des critères de l'eau de consommation du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Al (92 %) As (29 %) Mn (22 %) Ba (3 %) Se (2 %)	F (70 %) Al (70 %) Mo (35 %) Mn (17 %)	-	Al (100 %) As (4 %) Mn (1 %)

«-» = Aucun dépassement

Selon le diagramme décisionnel de la Figure 4.2 du *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020), les essais de lixiviation TCLP sont prescrits seulement lorsque le contenu en soufre total est supérieur à 5 %. Ainsi, puisque le pourcentage en S de la majorité (98 %) des échantillons de minerai est inférieur à 5 %, les résultats de TCLP n'ont pas été considérés dans les conclusions de l'évaluation du potentiel de lixiviation du minerai.

La présence d'Al dans tous les échantillons d'eaux de lixiviation à une concentration supérieure aux critères de RES dans le cas de Moroy et supérieure aux critères de l'eau de consommation dans le cas de Barry représente un risque.

De plus, des échantillons d'eau de lixiviation CTEU-9 du minerai Moroy dépassent à la fois les critères génériques A et les critères d'eau de consommation en Mo et Mn.

Quant au minerai issu du gisement Bachelor, des échantillons d'eau de lixiviation dépassent à la fois les critères génériques A et le critère d'eau de consommation ou les critères de RES en As, Ag, Ba, Cu, Mn.

Il est à noter que Bonterra entend poursuivre son programme de caractérisation géochimique en continu du minerai. En effet, suite à l'évaluation du COMEX en 2017, Bonterra a reçu une modification d'autorisation⁸ à son Certificat d'Autorisation (CA)⁹ pour son projet d'exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire au site minier Bachelor. La condition 1 de cette modification précise que Bonterra doit entreprendre un programme de caractérisation géochimique en continu de toute nouvelle zone minéralisée qu'il découvrira lors de ses activités d'exploration qui serait exploitée ou traitée, après autorisation de l'Administrateur, sur le site minier Bachelor.

Le programme de caractérisation de l'équipe d'exploration comprend systématiquement une analyse en S et en C. En fait, pour chaque forage d'exploration pour chaque nouvelle zone minéralisée, un minimum d'un échantillon sur 10 (10 %) est envoyé pour l'analyse en S et C. Normalement, chaque zone minéralisée est recoupée par plusieurs forages permettant ainsi l'obtention de plusieurs échantillons par zone.

⁸ Modification N/Réf. : 3214-14-027 – Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor – Exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire émis le 10 février 2017 par la sous-ministre Marie-Renée Roy du MDDELCC.

⁹ Certificat d'autorisation N/Réf. : 3214-14-027 –Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor émis le 4 juillet 2012 par la sous-ministre Diane Jean du MDDEP.

5.2 Sommaire des caractérisations sur les stériles

Les tableaux 15 à 17 ci-dessous présentent respectivement les conclusions des essais de PGA, de la détermination de la composition chimique et des essais de lixiviation réalisés sur les stériles des trois gisements. L'ensemble des tableaux de résultats pour les différentes analyses est disponible dans les annexes du rapport de Wood (2019) joint à l'annexe 1 du présent document.

Tableau 15 : Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les stériles

Essais de détermination du PGA	Bachelor	Moroy	Barry
Nb d'échantillons analysés	25	25	95
Résultat selon les critères de la D019	28 % PGA	16 % PGA	6 % PGA
Résultat selon les critères utilisés par Wood (2019) *	20 % PGA	24 % PGA	3 % PGA
Pourcentage d'échantillons considérés incertains selon le NEDEM*	20 % incertain	12 % incertain	3 % incertain

*Les échantillons avec un RPN (PN/PA) entre 2 et 1 sont considérés incertains, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Deux des quatre-vingt-quinze échantillons (3 %) de stériles en provenance de Barry et cinq des 25 échantillons (20 %) des stériles issus de la mine Bachelor sont classifiés comme étant PGA, selon Wood (2019). Toutefois, il est à noter que la totalité de ces échantillons ont un RPN entre 1 et 2, ce qui les situent dans la zone d'incertitude selon le NEDEM.

Quant aux stériles issus de l'exploitation du gisement Moroy, 8 des 25 échantillons (24 %) analysés sont classifiés comme étant PGA, selon Wood, 2019. Toutefois selon le NEDEM, la moitié de ces échantillons ont un RPN entre 1 et 2, ce qui les placent dans la zone d'incertitude, laissant 12 % des échantillons classés comme étant PGA.

Tableau 16 : Conclusions des analyses de composition chimique réalisées sur les stériles

Composition chimique	Bachelor	Moroy	Barry
Nb d'échantillons analysés	23	18	94
Pourcentage d'échantillons dépassant les critères génériques A du Guide d'intervention	Ag (43 %) Mo (39 %) Ba (30 %) Cr (30 %) Cu (22 %) Co (17 %) Ni (9 %) Zn (5 %) ¹ Cd (4 %) Mn (4 %)	Ag (72 %) Mo (72 %) Ni (60 %) ² Co (39 %) Mn (22 %) Cd (17 %) Cr (17 %) Zn (17 %)	Co (64 %) Cu (57 %) Ba (36 %) Mn (35 %) Ni (27 %) Cr (23 %) Mo (22 %) Ag (10 %) Hg (6 %) As (4 %) Zn (4 %) Cd (3 %) Pb (2 %)

(1) 20 échantillons analysés

(2) 5 échantillons analysés

Tableau 17 : Conclusions des essais de lixiviation réalisés sur les stériles

Essais de lixiviation	Bachelor	Moroy		Barry
	Essai SPLP	Essai CTEU-9	Essai SPLP	Essai SPLP
Nb d'échantillons analysés	17	20	18	40
Dépassement des critères de RES du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Zn (29 %) Ba (24 %)	F (20 %) Cu (1 %)	-	-
Dépassement des critères de l'eau de consommation du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Al (100 %) As (4 %) Ba (4 %) Mn (4 %)	Al (95 %) F (75 %) Mo (45 %) Mn (5 %)	Al (100 %)	Al (100 %)

«-» = Aucun dépassement

Selon le diagramme décisionnel de la figure 4.2 du *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020), les essais de lixiviation TCLP sont prescrits seulement lorsque le contenu en soufre total est supérieur à 5 %. Ainsi, puisque le pourcentage en S de l'ensemble des échantillons de stériles est inférieur à 5 %, les résultats de TCLP n'ont pas été considérés dans les conclusions de l'évaluation du potentiel de lixiviation des stériles.

En effet, selon le *Guide de caractérisation* du MELCC, pour que les stériles soient classés comme étant lixiviables, les concentrations de contaminants dans les lixiviats des essais SPLP et CTEU-9 doivent dépasser les critères de qualité des eaux souterraines du *Guide d'intervention* pour les mêmes substances que celles qui dépassent les critères génériques A pour les sols dans la fraction solide.

Les stériles du gisement Barry présentent un potentiel pratiquement nul de lixiviation des métaux puisqu'aucun métal présent dans la fraction solide n'a été décelé dans les eaux de lixiviation SPLP.

Dans le cas des stériles Moroy, une faible proportion d'échantillons d'eau de lixiviation dépassent à la fois le critère générique A et le critère d'eau de consommation ou le critère de RES en Mn et Mo.

Quant aux stériles issus du gisement Bachelor, une faible proportion d'échantillons d'eau de lixiviation dépassent à la fois les critères A et les critères d'eau de consommation ou les critères de RES en Ba, Mn et Zn.

L'Al représente un risque, puisque la concentration en Al est supérieure au critère de l'eau de consommation dans la totalité des échantillons d'eau de lixiviation SPLP des trois types de stériles.

Les opérations minières au site Bachelor génèrent une faible quantité de stériles. Les stériles sont majoritairement utilisés comme matériau de remblayage des chantiers souterrains. À l'occasion, lorsque requis, les stériles sont acheminés à la surface pour la construction de rehaussement de digues internes du parc à résidus.

Ils sont aussi utilisés pour faciliter la circulation des camions sur les résidus dans le cadre des travaux d'excavation de résidus pour la mise en place de l'empilement de résidus secs.

Suite à la réalisation d'une étude de valorisation des stériles du site minier Barry, Bonterra a obtenu en juin 2019, une autorisation du MELCC (N/Réf : 7610-08-01-70172-25 | 401819886) pour le concassage et la valorisation des stériles miniers de la mine Barry. Les stériles issus des fosses à ciel ouvert au site Barry sont donc utilisés par Bonterra pour l'aménagement de plateforme d'entreposage ou autres, l'entretien et la construction de routes et pourrait être utilisés pour la construction de l'agrandissement du PARB.

Au même titre que les stériles en provenance de Barry, Bonterra souhaiterait pouvoir utiliser les stériles issus du développement Moroy comme matériel de construction. Une caractérisation de ces stériles conformément au *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction* est présentement en cours de préparation.

5.3 Sommaire des caractérisations sur les résidus

Le Tableau 18 résume les conclusions des tests de détermination du potentiel de génération d'acide sur les échantillons de résidus miniers du parc à résidus Bachelor. Lorsque comparés aux critères du NEDEM et du *Guide de caractérisation* du MELCC, les résidus miniers présents dans le parc à résidus Bachelor sont considérés comme étant non-PGA. Le pourcentage en S total des cinquante-cinq échantillons compilés varie entre 0,02 % et 1,43 %. Le PNN se situe entre 6 kg CaCO₃/t et 112 kg CaCO₃/t, et est en moyenne 72,6 kg CaCO₃/t. Quant au rapport PN/PA, il varie entre 2,03 et 20,1 et est en moyenne de 4,25. Les 12 échantillons de résidus miniers qui sont classifiés comme étant PGA selon la D019, ont un rapport PN/PA entre 2 et 3.

Tableau 18 : Conclusion des essais de détermination du PGA réalisés sur les résidus

Essais de détermination du PGA	Résidus entreposés au PARB
Nb d'échantillons	55
Résultat selon les critères de la D019	22 % PGA
Résultat selon les critères utilisés par Wood (2019)*	0 % PGA

*Les échantillons avec un RPN (PN/PA) entre 2 et 1 sont considérés incertains, cependant pour les fins du rapport, Wood a considéré les échantillons avec un RPN inférieur à 2 comme étant PGA.

Les analyses de la composition chimique effectuées sur les résidus miniers réalisés sur quinze échantillons en 2016 et sur sept échantillons en 2018 montrent que 77 % des échantillons présentent une concentration en Mo plus élevée que les critères génériques A du *Guide d'intervention*. De plus, les résultats de 2016 ont indiqué dans un ou deux échantillons la présence d'une concentration en Co, Cu, Mn, Hg et Pb supérieure aux critères A du *Guide d'intervention*.

Le Tableau 19 suivant résume les conclusions des essais de lixiviation complétés sur les résidus miniers.

Tableau 19 : Conclusion des essais de lixiviation réalisés sur les résidus

Essais de lixiviation	Essai CTEU-9 ou à l'eau	Essai SPLP
Nb d'échantillons	7	7
Dépassement des critères de RES du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Free CN (100 %) CN total (100 %)	Free CN (43 %) CN total (100 %)
Dépassement des critères de l'eau de consommation du Guide d'intervention (% du nombre d'échantillons)	Free CN (43 %) Al (29 %) Mn (57 %)	Al (100 %)

Selon le diagramme décisionnel de la figure 4.2 du *Guide de caractérisation* (MELCC, 2020) les résidus miniers sont classés comme n'étant pas lixiviables. En effet, pratiquement seule la concentration en Mo a été identifiée comme supérieure aux critères génériques A lors de l'analyse de la composition chimique de la fraction solide des échantillons de résidus.

Le contenu en S des échantillons de résidus étant inférieur à 5 %, le potentiel de génération d'acide a été évalué selon les critères de classement à la figure 4.1 du *Guide de caractérisation* et a donc été jugé comme étant non-PGA.

Les concentrations de contaminant dans les lixiviats des essais SPLP et CTEU-9 sont inférieures aux critères de qualité des eaux souterraines du *Guide d'intervention* pour les mêmes substances que celles qui dépassent les critères génériques A pour les sols dans la fraction solide, soit le Mo. Ainsi les résidus sont classifiés comme étant non-PAG et peu lixiviables.

Néanmoins, puisque quelques échantillons de résidus (moins de 10 %) ont montré la présence, dans la composition chimique des résidus d'une concentration supérieure aux critères A en Co, Cu, Mn, Hg et Pb et que la concentration en Mn dans les eaux de lixiviation de l'essai CTEU-9 excède le critère dans plus de la moitié des échantillons (57 %), les résidus miniers présentent un risque de lixiviation en Mn.

Étant donné que certaines données sur le minerai suggèrent un PGA, mais que les échantillons de résidus indiquent généralement un potentiel plus faible de génération d'acide selon les valeurs de RPN, Wood (2019) a réalisé une évaluation supplémentaire de ces données dans le but d'expliquer l'écart constaté.

D'après les géologues de Bonterra, dû à des veines étroites de minerai dans la mine Bachelor et au gîte Moroy, l'écart entre les résultats d'analyse dans les résidus et ceux dans le minerai pourrait être expliqué par une dilution des échantillons de minerai avec le stérile adjacent (Wood, 2019).

Conformément à son engagement en lien avec la condition 1 de la modification¹⁰ de son Certificat d'autorisation (CA)¹¹, Bonterra poursuivra d'échantillonner de façon hebdomadaire et d'analyser les teneurs en S et en C des résidus miniers à la sortie de l'usine de traitement du minerai.

¹⁰ Modification N/Réf. : 3214-14-027 – Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor-Exploitation et traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire émis le 10 février 2017 par la sous-ministre Marie-Renée Roy du MDDELCC.

¹¹ Certificat d'autorisation N/Réf.:3214-14-027 -Projet d'exploitation et traitement de 900 000 tm de minerai d'or du site minier Bachelor émis le 4 juillet 2012 par la sous-ministre Diane Jean du MDDEP

6.0 RÉFÉRENCES

BBA, 2019. Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor, Val d'Or, Qc. Rapport technique. Rapport géotechnique. 12 pages et annexes.

GCM CONSULTANTS INC. (GCM), 2018. Valorisation des stériles miniers du site Barry – Rapport de caractérisation. 11 pages et 5 annexes.

LAMONT INC., 2017. Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers. Site de la mine Bachelor, Desmaraisville, Québec, Canada. Préparé pour Ressources Métanor.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC), 2019. Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. 219 pages et annexes.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (MENV), 2002. Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction. 47 pages.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET PARCS (MDDEP), 2012. Directive 019 sur l'industrie minière. 95 pages.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC), 2020. Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai. 52 pages.

PRICE, W.A, 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.

URSTM, 2019. Rapport final – Essai cinétique sur résidus de concentrateur de la mine Bachelor. 23 pages.

WOOD, 2019. Rapport de caractérisation géochimique : traduction non officielle. Projet de la mine Bachelor, Desmaraisville, Québec. Project # TX17021601.12000.5 préparé pour Ressources Métanor Inc. , 51 pages et annexes.

WOOD, 2019b. Addendum : Rapport de caractérisation géochimique du projet de la mine Bachelor Traduction non officielle. Mémo préparé pour Ressources Métanor Inc. , 5 pages et annexes

Référence à citer :

GCM Consultants. 2020. Rapport d'interprétation des résultats de caractérisation géochimique –Réponse aux questions et commentaires du COMEX – Étude des impacts – Traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage, 35 pages et annexes

ANNEXE 1A

RAPPORT DE CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE : TRADUCTION NON OFFICIELLE (WOOD, 2019)

Rapport de caractérisation géochimique : traduction non officielle

Projet de la mine de Bachelor
Desmaraisville, Québec
Project # TX17021601.12000.5

Préparé pour :

Ressources Méтанor Inc.

2872, chemin Sullivan, bureau 2, Val-d'Or, Québec Canada J0Y 2N0

7/15/2019



Wood – Solutions en environnement et infrastructure, une division de Wood Canada limitée.

1425, route Transcanadienne
Bureau 400

Dorval (Québec) H9P 2W9

Tél. . 514 684-5555

1 866 943-2632

www.woodplc.com

7/15/2019

M. Pascal Hamelin
Vice-président, Opérations
Ressources Métanor Inc.
2872, chemin Sullivan, bureau 2
Val-d'Or, Québec
JOY 2N0

Madame, Monsieur,

Wood – Solutions en environnement et infrastructure, une division de Wood Canada limitée (Wood), est heureuse de fournir le rapport de caractérisation géochimique pour le projet de la mine de Bachelor en pièce jointe. La présente étude résume les données géochimiques historiques qui ont été recueillies, y compris les données récentes de 2018 et 2019.

Nous apprécions grandement l'occasion de fournir notre appui au projet de la mine de Bachelor. Si vous avez des questions concernant l'évaluation, n'hésitez pas à communiquer avec Brigitte Masella au 514 261-2435.

Sincèrement,

Wood – Solutions en environnement et infrastructure, une division de Wood Canada limitée.

Gestionnaire de projet

Brigitte Masella, M.E.S.
Coordonnatrice principale
Évaluation des impacts et autorisations

Préparé by :

Jennifer Boak, M.Sc., P.Geo.
Géochimiste principale

Révisé par :

Steve Walker, Ph.D., P.Geo.
Géochimiste associé



Rapport de caractérisation géochimique : traduction non officielle

Projet de la mine de Bachelor
Project # TX17021601.12000.5

Préparé pour :

Ressources Métanor Inc.
2872, chemin Sullivan, bureau 2, Val-d'Or, Québec Canada J0Y 2N0

Préparé par :

Wood – Solutions en environnement et infrastructure, une division de Wood Canada limitée.
1425, route Transcanadienne
Bureau 400
Dorval (Québec) H9P 2W9
Tél. . 514 684-5555
1 866 943-2632

7/15/2019

Droits d'auteur et avis de non-divulagation

Le contenu et la disposition du présent rapport sont assujettis aux droits d'auteur détenus par Wood (© Wood – Solutions en environnement et infrastructure, une division de Wood Canada limitée.), sauf dans la mesure où ces droits d'auteur nous ont été accordés par une autre partie ou sont utilisés par Wood sous licence. Dans la mesure où nous possédons les droits d'auteur du présent rapport, il ne peut être copié ou utilisé sans notre autorisation préalable écrite pour une fin quelconque que la fin indiquée dans le présent rapport. La méthodologie (le cas échéant) décrite dans le présent rapport vous est offerte de manière confidentielle et ne doit pas être divulguée ou copiée pour des tierces parties sans l'autorisation préalable écrite de Wood. La divulgation de ces renseignements peut représenter un abus de confiance donnant ouverture à des poursuites ou porter préjudice à nos intérêts commerciaux. Toute tierce partie qui obtient accès au présent rapport d'une quelconque façon pourra, en tout cas, être assujettie à l'avis de non-responsabilité de tierce partie plus bas.

Avis de non-responsabilité de tierce partie

Toute divulgation du présent rapport à une tierce partie est assujettie au présent avis de non-responsabilité. Le présent rapport a été préparé par Wood à la demande, ainsi que pour l'utilisation, de votre client indiqué à la première page. Il ne constitue en aucun cas des conseils destinés à une tierce partie qui peut y accéder d'une façon quelconque. Dans la pleine mesure permise par la loi, Wood renonce à toute responsabilité en cas de pertes ou de dommages quelconques découlant du recours au contenu du présent rapport. Cependant, nous n'excluons pas notre responsabilité (le cas échéant) en cas de blessures ou de mort découlant de notre négligence, en cas de fraude ou de toute autre situation pour laquelle nous ne pouvons renoncer à la responsabilité légalement.



Sommaire exécutif

La mine de Bachelor est une mine souterraine située dans le nord du Québec. Une demande récente d'augmenter la capacité de traitement des minerais à l'usine Bachelor en ajoutant les minerais des gîtes de Barry et de Moroy fait l'objet d'une évaluation environnementale. Le gîte de Barry est situé à environ 60 km au sud-est (en ligne droite) de la mine de Bachelor et il est entièrement détenu par Métanor. Le gîte de Moroy, également détenu à 100 % par Métanor, se situe à environ 1 km au sud de la mine de Bachelor; il est directement accessible par le réseau souterrain de la mine de Bachelor.

Afin d'appuyer l'évaluation environnementale, les données géochimiques disponibles ont été examinées et interprétées afin de fournir des recommandations pour la gestion des résidus et des stériles.

Minerais et stériles du gîte de Barry

De manière générale, les minerais et les stériles de Barry présentaient un faible potentiel de lixiviation des métaux et de drainage minier acide (LM/DMA). La majorité des échantillons de minerais et de stériles présentaient un rapport de potentiel de neutralisation (RPN) de plus de 2 et seul l'aluminium présentait une lixiviation lors des essais de procédure de lixiviation par précipitations synthétiques (SPLP) à des concentrations dépassant les critères pour l'eau potable. Selon les activités minières et les activités d'usinage prévues pour les minerais de Barry, aucune considération spécifique pour la gestion n'est requise. Les stériles de Barry seront gérés en grande partie au site de Barry et seront uniquement inclus dans l'énoncé d'impact environnemental pour ce projet à titre de matériau proposé pour la construction routière et la construction de barrages. Les stériles de Barry pour ces applications ont été évalués par d'autres parties.

Minerais de Bachelor et Moroy

Un faible potentiel de drainage acide futur pour une portion des échantillons de minerais de Bachelor et de Moroy et un potentiel de génération d'acide incertain pour les échantillons restants (43 % des échantillons de Bachelor et 79 % des échantillons de Moroy présentaient un RPN de plus de 2 et les échantillons restants présentaient un RPN entre 1 et 2) ont été trouvés.

Selon les essais réalisés, on ne prévoit pas de risque élevé de lixiviation des métaux pour les minerais de Bachelor ou de Moroy, cependant, plusieurs éléments présentaient une lixiviation lors de tests des minerais de Bachelor et de Moroy à des concentrations dépassant les critères pour l'eau potable et l'écoulement des eaux souterraines dans quelques échantillons. Selon les activités d'exploitation et d'usinage prévues pour les minerais de Bachelor et de Moroy, aucune considération de gestion spécifique n'est requise pour la manipulation des minerais, compte tenu du PN élevé des minerais et de la période d'entreposage prévue relativement courte pour ces minerais.

Stériles de Bachelor et de Moroy

De manière générale, les stériles de Bachelor et de Moroy présentaient un faible potentiel de LM/DMA. La majorité des échantillons des deux sites présentait un RPN de plus de 2 et ne présentaient pas de potentiel de génération d'acide (non-PAG). Selon les essais disponibles, le risque de lixiviation des métaux est considéré comme faible, même si le processus de classification en tant que matériau de construction selon les critères MENV de 2002 n'a pas été réalisé.

Résidus de Bachelor et de Barry

Tous les échantillons de résidus de Bachelor présentaient un RPN de plus de 2 et un faible potentiel de drainage acide futur. Toutes les données disponibles pour les minerais de Bachelor indiquent que des

zones spécifiques du gisement de Bachelor présentent un potentiel de production de résidus avec un RPN de moins de 2, même si ces résidus n'ont pas été détectés lors de l'échantillonnage normal réalisé à Bachelor en 2018. L'écart apparent entre les données des minerais et les analyses des résidus a été expliqué par la dilution des échantillons de minerais avec les stériles adjacents non indiquée dans l'échantillonnage des minerais réalisé par Métanor. Les essais de lixiviation des métaux indiquent un potentiel de lixiviation des résidus de Bachelor à la suite d'un essai en colonne unique réalisé par l'Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Abitibi-Témiscamingue (URSTM) et des essais CTEU-9, de SPLP et de TCLP réalisés sur deux échantillons de résidus de Bachelor.

Les résidus de Barry n'étaient pas disponibles pour les essais, cependant, un faible risque de DMA des résidus de Barry est présent en raison de la faible proportion des échantillons de minerais avec un RPN de moins de 3 et un contenu de PN relativement élevé. Un risque élevé de lixiviation des métaux des résidus de Barry n'est pas prévu selon les essais de SPLP réalisés sur les échantillons de minerais.

Une surveillance régulière des résidus de Bachelor et une analyse périodique des résidus de Barry sont recommandées pour vérifier les résultats des essais limités qui ont été réalisés jusqu'à présent et pour confirmer que les résidus déposés sont non-PAG. Des mesures de gestion supplémentaires sont recommandées si des résidus PAG sont détectés, notamment :

- Caractérisation de LM/DMA du flux de minerai.
- Des essais à cellule d'humidité d'un échantillon de résidus avec un RPN de moins de 2 pour établir si le seuil de RPN propre au site pour les résidus PAG et non-PAG entre 1 et 2 existe pour ces matériaux. La gestion des flux de minerais pour prévenir la production de résidus à RPN de moins de 2 demeurerait en place à moins qu'un seuil de RPN inférieur à 2 pour le site ne soit confirmé à la suite des essais cinétiques. Si les résidus de Bachelor présentent un RPN entre 2 et 3, on recommande qu'un échantillon représentatif de ces résidus fasse l'objet d'essais à cellule d'humidité standard du Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) afin de confirmer qu'ils ne génèrent pas d'acide et d'évaluer si un seuil de RPN propre au site serait potentiellement applicable.
- Seuls les résidus sans lixiviation des métaux caractérisés adéquatement comme présentant un RPN de plus de 3 (ou supérieur à un seuil plus bas approprié, comme démontré à l'aide d'essais cinétiques) doivent être utilisés pour la construction des digues du projet.
- Lorsque les résidus sont utilisés pour la construction des digues, on suppose qu'un système de collecte des écoulements et des lixiviats sera en place pour gérer le relâchement à court terme des métaux et du cyanure pouvant provenir de ces matériaux même s'ils ne présentent pas de potentiel de DMA à long terme.

Table des matières

1.0	Introduction	1
1.1	Portée des travaux	1
2.0	Contexte du projet	2
2.1	Emplacement	2
2.2	Géologie	2
	Gisement de Bachelor	2
	Gîte de Moroy	3
	Gîte de Barry	3
	Principaux types de roches	3
3.0	Production de la mine et renseignements de planification	4
4.0	Contexte réglementaire	4
4.1	Potentiel acidogène	5
4.2	Contenu élémentaire	5
4.3	Métaux lixiviables	6
4.4	Essais cinétiques	7
5.0	Programmes d'échantillonnage géochimique	7
6.0	Méthodes analytiques	7
6.1	Essais statiques	8
	Potentiel acidogène	8
	Analyse élémentaire	9
	Essais de lixivibilité	9
6.2	Essais cinétiques	10
7.0	Résultats de caractérisation des minerais	10
7.1	Potentiel acidogène	10
7.2	Analyses élémentaires	17
	Minerai de Bachelor	18
	Minerai de Moroy	19
	Minerai de Barry	19
7.3	Essais de lixivibilité	20
	Résultats des essais CTEU-9	20
	Résultats des essais SPLP	20
	Résultats des essais TCLP	21
8.0	Résultats de caractérisation des stériles	22
8.1	Potentiel acidogène	22
	Résultats d'ABA des stériles de Bachelor	22
	Résultats d'ABA des stériles du gîte de Moroy	28
	Résultats d'ABA des stériles du gîte de Barry	28
8.2	Analyses élémentaires	28
	Résultats d'analyses élémentaires des stériles de Bachelor	28
	Résultats d'analyses élémentaires des stériles du gîte de Moroy	29
	Résultats d'analyses élémentaires des stériles du gîte de Barry	29
8.3	Essais de lixivibilité	29
	Résultats des essais de lixivibilité des stériles de Bachelor	29
	Résultats des essais de lixivibilité des stériles du gîte de Moroy	30
	Résultats des essais de lixivibilité des stériles du gîte de Barry	31
9.0	Résultats de caractérisation des résidus	31
9.1	Potentiel acidogène	31

9.2	Analyses élémentaires	37
9.3	Essais de lixivabilité	37
	Résultats des essais de lixivabilité des résidus de Bachelor.....	37
	Résultats des essais de lixivabilité des résidus de Barry.....	38
9.4	Essais cinétiques	38
10.0	Sommaire.....	38
10.1	Minerai	38
	Échantillons de minerai de Bachelor	38
	Échantillons de minerai de Moroy.....	39
	Échantillons de minerai de Barry.....	40
10.2	Stériles	41
	Échantillons de stériles de Bachelor	41
	Échantillons de stériles de Moroy.....	42
	Échantillons de stériles de Barry.....	43
10.3	Résidus	44
11.0	Considérations de gestion	46
11.1	Minerais et stériles du gîte de Barry.....	46
11.2	Minerais de Bachelor et Moroy	47
11.3	Stériles de Bachelor et de Moroy	48
11.4	Résidus de Bachelor et de Barry.....	48
12.0	Références	51

Liste des figures

Figure 1.	pH de pâte vs soufre total (minerai)	13
Figure 2.	Soufre sous forme de sulfure vs soufre total (minerai)	14
Figure 3.	PN vs PA (minerai).....	15
Figure 4.	PNCarb vs PN (minerai).....	16
Figure 5.	pH de pâte vs soufre total (stériles)	24
Figure 6.	Soufre sous forme de sulfure vs soufre total (stériles)	25
Figure 7.	PN vs PA (stériles).....	26
Figure 8.	PNCarb vs PN (stériles).....	27
Figure 9.	pH de pâte vs soufre total (résidus).....	33
Figure 10.	Soufre sous forme de sulfure vs soufre total (résidus).....	34
Figure 11.	PN vs PA (résidus)	35
Figure 12.	PNCarb vs PN (résidus).....	36

Liste des tableaux

Tableau 1.	Sommaires des programmes d'échantillonnage	7
Tableau 2.	Statistiques des données de potentiel acidogène du minerai	12
Tableau 3.	Sommaire des données de RPN par zone d'extraction et gîte	17
Tableau 4.	Nombre d'échantillons de minerai de Bachelor dont les concentrations dépassaient les valeurs de sélection	18
Tableau 5.	Nombre d'échantillons de minerai dont les concentrations des essais CTEU-9 dépassaient les critères pour l'eau potable	20

Tableau 6. Nombre d'échantillons de minerai dont les concentrations des essais SPLP dépassaient les critères pour l'écoulement	21
Tableau 7. Nombre d'échantillons de minerai de Moroy dont les concentrations de TCLP dépassaient les critères de comparaison.....	21
Tableau 8. Sommaire des données de potentiel acidogène des stériles	23
Tableau 9. Nombre d'échantillons de stériles du gîte de Moroy dont les concentrations des essais CTEU-9 dépassaient les critères d'écoulement et pour l'eau potable	30
Tableau 10. Sommaire des concentrations élémentaires pour les échantillons de l'installation de résidus	37
Tableau 11. Valeur de RPN ajustée** des minerais de Bachelor et Moroy comparativement aux résidus ...	46

Liste des annexes

Annexe A Potentiel acidogène – Minerai
Annexe B Analyses élémentaires – Minerai
Annexe C Lixiviabilité – Minerai
Annexe D Potentiel acidogène – Stériles
Annexe E Analyses élémentaires – Stériles
Annexe F Lixiviabilité – Stériles
Annexe G Potentiel acidogène – Résidus
Annexe H Analyses élémentaires – Résidus
Limites

1.0 Introduction

La mine Bachelor est une mine souterraine située dans le nord du Québec à environ 3 kilomètres (km) à l'est du hameau de Desmaraisville, 30 km au sud de la communauté crie de Waswanipi et 95 km au nord-est de Lebel-sur-Quévillon. L'exploitation minière remonte à une courte période entre le début des années 1960 et entre 1982 et 1989. La mine Bachelor a ensuite été acquise par Ressources Métanor (Métanor) qui a relancé l'exploitation en 2007. Entre 2008 et 2010, Métanor était autorisée à transformer du minerai de trois petits puits à ciel ouvert du site de Barry à l'aide de l'usine de Bachelor. Le site de Barry est situé à environ 60 km au sud-est (à vol d'oiseau) de la mine Bachelor et il est entièrement détenu par Métanor. Le gîte de Moroy, également détenu à 100 % par Métanor, se situe à environ 1 km au sud de la mine Bachelor et est directement accessible par le réseau souterrain de la mine Bachelor.

À l'heure actuelle, l'usine de Bachelor est autorisée à traiter jusqu'à 800 tonnes de minerais par jour (tpj). Une demande récente d'augmenter le débit de traitement de minerais de l'usine de Bachelor à 2 400 tpj en ajoutant du minerai des sites de Barry et Moroy fait l'objet d'une évaluation environnementale.

1.1 Portée des travaux

Wood – Solutions en environnement & infrastructure, une division de Wood Canada limitée (Wood), a été sélectionnée par Ressources Métanor pour produire le relevé d'impact environnemental requis et fournir du soutien pour l'obtention des permis pour les demandes visant l'accroissement des activités. Dans le cadre de ces travaux, Wood a été sélectionnée pour compiler les données disponibles sur la lixiviation des métaux et le drainage minier acide (LM/DMA) pour les composants clés du projet, y compris les minerais, les résidus et les stériles.

La portée des travaux comprenait les tâches suivantes réalisées par Wood :

- Examiner et interpréter les données géochimiques disponibles en lien avec les activités minières prévues et les renseignements de projet fournis par Métanor.
- Fournir des recommandations pour la gestion des résidus et des stériles à l'appui des activités prévues.

Le présent rapport est basé sur les données géochimiques disponibles qui ont été recueillies lors de l'exploitation par le personnel de Métanor entre la fin des années 1990 et 2019 sous la direction d'autres parties sauf comme il est décrit dans le présent rapport.

En collaboration avec Métanor, plusieurs écarts de données ont été identifiés et des recommandations pour des échantillonnages supplémentaires ont été présentées. Certaines données d'échantillons de résidus sont provisoires, comme décrites dans les sections suivantes.

Les plans de développement et de production pour le projet de Bachelor continuent d'évoluer. Initialement, la portée des travaux pour ce projet excluait l'évaluation des stériles du gîte de Barry, car ils devaient demeurer au site de Barry qui n'est pas assujéti à l'évaluation environnementale actuelle. Cependant, Métanor a récemment élaboré des plans pour importer les stériles de Barry afin d'appuyer le développement du projet de Bachelor. Par conséquent, les données existantes pour les stériles de Barry ont également été examinées aux fins du présent rapport. Une évaluation spécifique des stériles pour la construction au site de Bachelor a fait l'objet d'une étude réalisée par d'autres parties et elle est fournie à titre d'addenda au présent rapport.

2.0 Contexte du projet

2.1 Emplacement

La propriété Bachelor est située dans le nord-ouest du Québec dans le canton de Le Sueur, environ 225 km au nord de Val-d'Or et 3,5 km à l'est de la communauté la plus proche (Desmaraisville). Le gîte de Barry se situe à environ 60 km au sud-est du terrain de Bachelor dans la municipalité de Senneterre, à environ 100 km à l'est de Lebel-sur-Quévillon. On peut accéder à la propriété Bachelor à partir de la route provinciale 113; Barry est accessible par l'entremise d'un chemin de gravier de 100 km relié à la même autoroute.

2.2 Géologie

Gisement de Bachelor

Le site de la mine de Bachelor se situe dans la zone volcanique Nord de la sous-province de l'Abitibi dans la province du lac Supérieur. La zone volcanique Nord est datée entre 2730 Ma et 2720 Ma et comprend d'énormes coulées basaltiques tholéitiques, coussinées et bréchifiées avec des séquences felsiques et sédimentaires locales. La formation Obatogamau se trouve directement sous la propriété et comprend des coulées mafiques, intermédiaires et felsiques, ainsi que des intrusifs synvolcaniques équivalents. Dans la zone entourant la propriété Bachelor, une quantité importante de plutons s'est mise en place le long d'une tendance structurelle majeure orientée au nord-est, la zone Wedding-Lamack, qui diffère de la tendance est-ouest généralement observée dans la sous-province de l'Abitibi (Stantec 2011, Fayol, 2016).

Le gisement aurifère Bachelor se trouve à l'intérieur d'une unité de la formation Obatogamau composée de coulées massives à bréchifiées de lave rhyolitique à rhyodacitique, et il est interprété comme étant relié à l'emplacement du pluton O'Brien à proximité (Stantec 2011). La minéralisation est liée à des éléments de déformation fragiles, des zones de dilatation et des zones de cisaillement ductiles à fragiles qui forment une zone hématisée contenant de la pyrite disséminée (Lamont, 2017). La distribution aurifère dans le gisement est contrôlée par des éléments structuraux et lithologiques et est répartie en deux types sur la propriété :

- des veines aurifères associées aux sulfures disséminés dans les épontes (Stantec, 2011); et
- des zones de sulfures aurifères disséminés (Stantec, 2011).

La minéralisation est liée à la pyrite pour les deux types (Stantec, 2011).

L'exploitation aurifère au site du projet de Bachelor a eu lieu dans plusieurs zones minéralisées :

- Zone principale – représente environ 90 % des minerais extraits (Stantec, 2011). Fortement silicifié et hématisé à teneur locale de carbonate pouvant atteindre 30 % dans les zones fortement altérées (Fayol, 2016). La zone principale contient jusqu'à 10 % de pyrite et elle est recoupée par des veinules de quartz-carbonate (Stantec, 2011). Les autres minerais mineurs dans la zone principale incluent : épidote, chlorite, améthyste, micas, magnétite et sulfures de métaux de base (Stantec, 2011), y compris la chalcopryrite et la sphalérite. Fayol (2016) mentionne également une présence mineure de pyrrhotite.
- Zone A – distincte sur le plan visuel de la zone principale. Zone fortement altérée et cisailée avec les teneurs en or les plus élevées aux endroits où la zone A s'entrecroise avec la zone principale et la zone B.

- Zone B – avant 2011, l'exploitation minière dans la zone B était limitée, mais elle a été identifiée en tant que ressource et elle est désormais incluse dans le plan minier actuel. La zone B ressemble à la zone principale (Fayol, 2016). La présence de pyrite se situe entre 2 % et 7 %.
- Zone C – la zone C ressemble à la zone principale et peut être une extension moins continue de celle-ci.
- Zone E – une zone mineure recoupant la zone principale et présentant une composition légèrement plus séricitisée et moins hématisée. D'autres activités d'exploitation de cette zone ne devraient pas figurer dans le plan de mine actuel.
- Zone H – considérée comme une extension à structure décalée à l'ouest de la zone principale. La zone H présente une composition similaire à la zone principale. D'autres activités d'exploitation de cette zone ne devraient pas figurer dans le plan de mine actuel.

Gîte de Moroy

De plus, certaines activités d'exploitation et de traitement de minerais d'un gîte adjacent appelé Moroy ont eu lieu à la mine de Bachelor. Le gîte de Moroy a été découvert en 2015. Il est composé de deux structures au pendage orienté vers le nord, les zones M1 et M2, qui sont subparallèles à la zone principale. L'exploitation et le traitement ont uniquement eu lieu dans la zone M1 qui est très similaire à la zone A, car elle présente une variation modérée à forte d'hématite, de silice, de séricite et de chlorite. Elle est fortement cisailée et marquée par une altération plus importante de la roche encaissante que celle qui a été constatée dans le gisement de Bachelor. La zone M1 de Moroy contient de petites traces à 7 % de pyrite dont la taille et la forme varient grandement.

Aucune description n'est offerte pour la zone M2. L'exploitation minière de cette zone ne devrait pas figurer au plan d'exploitation actuel.

Gîte de Barry

Le gîte de Barry se trouve à l'intérieur de la ceinture Urban-Barry dans la zone volcanique Nord de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi. La ceinture Urban-Barry se compose principalement de roches volcaniques mafiques et de roches felsiques isolées (âgées entre 2791 Ma et 2707 Ma) entrecroisées de roches sédimentaires volcanoclastiques présentant des intrusions de plutons de tonalite à granodiorite, de dykes de diorite et de dykes de feldspath et/ou de porphyre quartzifère (GoldMinds, 2016). À proximité du gisement de Barry, la roche présente la tendance dominante d'est en ouest typique de la sous-province de l'Abitibi.

La répartition aurifère du gîte de Barry est contrôlée sur le plan structural et sa minéralisation est contenue dans un système de veines composées de quartz-carbonate-albite-pyrite associées aux zones cisailées. L'or est présent sous la forme d'inclusions dans la pyrite, le long de fractures et microfractures dans la pyrite, en contact étroit avec des cristaux de carbonate dans les veines et localement sous la forme d'or libre dans des veines de tension de quartz (GoldMinds, 2016).

Principaux types de roches

Selon les discussions avec les géologues de Métanor, tous les minerais de type Bachelor sont considérés comme une zone de cisaillement hématisée, silicifiée et parfois séricitisée contenant des traces à 5 % de pyrite et de très rares traces locales de chalcopirite et de sphalérite. L'or est encaissé dans de la pyrite à l'intérieur de veines de quartz, des veinules et des auréoles d'altération. Des quantités variables de calcite

sont également présentes. On prévoit que le minerai du gîte de Moroy devrait présenter une composition minéralogique similaire au gisement de Bachelor.

Les stériles sont composés largement de tuf, d'andésite et basalte mafique à intermédiaire, mais il est généralement non distingué par la lithologie. Des dykes de syénite mineurs provenant du pluton O'Brien et des quantités mineures de gabbros sont également présents. Selon le rapport, les stériles contiennent de la calcite et des traces de pyrite jusqu'à 1 %; cependant, la teneur en pyrite dans les stériles diminue rapidement lorsqu'on s'éloigne de la zone d'exploitation.

Comme indiqué dans le rapport Lamont (2017), la minéralisation aurifère au gîte de Barry est également reliée à des veines de quartz-carbonate et des zones riches en pyrite. La roche encaissante présente une composition plus mafique à intermédiaire (c.-à-d. basaltes et andésites) et des intrusions de granodiorite sont également présentes sur le site sous la forme de dykes.

3.0 Production de la mine et renseignements de planification

Métanor a rassemblé les renseignements suivants concernant les activités de production et d'exploitation minière au site de Bachelor en ce qui a trait à la gestion des minerais, des résidus et des stériles pour le projet.

L'usinage des minerais de Barry et de Bachelor/Moroy sera effectué en alternance. Le calendrier prévu comprend un débit de 2 400 tonnes/jour de minerais de Bachelor/Moroy pendant 10 jours en alternance avec l'usinage des minerais de Barry à un débit de 2 400 tonnes/jour pendant 30 jours. Un entreposage minime des minerais de Bachelor et de Barry est prévu pour chaque site afin d'assurer un entreposage à court terme et temporaire des minerais avant qu'ils ne soient acheminés à l'usine pour leur traitement.

Les résidus produits par l'usinage des minerais de Bachelor/Moroy et de Barry seront gérés dans le parc à résidus. Une version hybride optimisée des méthodes d'entreposage à sec et conventionnelles des résidus a été proposée pour la gestion des résidus (section 3.8 de l'EIE). On propose également que l'entreposage à sec d'une portion des résidus permettra de récupérer les résidus et de les utiliser comme matériaux de construction des digues.

Les stériles de Bachelor et de Moroy seront principalement utilisés comme matériaux de construction pour les infrastructures des résidus et comme matériau de remblayage pour les chantiers d'exploitation. Selon les directives récentes de Métanor, il a été convenu que des volumes limités de stériles peuvent être importés du site de Barry afin qu'ils soient utilisés pour la construction des routes et des digues au site de Bachelor.

4.0 Contexte réglementaire

Dans la province du Québec, la lixiviation des métaux et le drainage minier acide sont régis par la Directive 019 (mars 2012) qui présente les attentes du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques en ce qui a trait aux activités minières clés pour les projets nécessitant un certificat d'autorisation en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. En vertu de la section 2.7 de la Directive 019, *une caractérisation complète des minerais, des concentrés et des résidus doit être réalisée. Le nombre d'échantillons doit être suffisant et représentatif pour chaque unité géologique qui sera exploitée et, tout changement de type ou d'origine des minerais ou tout autre changement significatif des réactifs utilisés pour le traitement des minerais ou des concentrés exige de nouvelles études de caractérisation.*

Des directives supplémentaires sont offertes dans le programme NEDEM 2009 qui présente les meilleures pratiques et les approches et les méthodologies standard de l'industrie pour l'échantillonnage et la caractérisation de LM/DMA au Canada.

4.1 Potentiel acidogène

Le potentiel acidogène d'un échantillon est évalué en déterminant la concentration de soufre qui est utilisée comme mesure du potentiel acidogène (PA) d'un échantillon et en réalisant des essais pour déterminer le potentiel de neutralisation (PN) correspondant. Le PA peut être déterminé en analysant le soufre total en supposant que le soufre est présent sous la forme de sulfure, ou à l'aide d'autres méthodes permettant d'estimer la teneur en sulfure à titre de mesure plus directe du PA d'un échantillon. Le PN d'un échantillon peut être déterminé de manière empirique à l'aide de titrage ou en estimant la teneur en carbonate à titre de mesure du PN. La différence entre le PN et le PA d'un échantillon est appelée le potentiel de neutralisation net (PNN). De plus, le rapport entre le PN et le PA d'un échantillon est le rapport de potentiel de neutralisation (RPN).

Selon la Directive 019, un échantillon est considéré comme présentant un potentiel de génération d'acide si le soufre total est supérieur à 0,3 % et une des conditions suivantes est présente :

- Le PNN est inférieur à 20 kg CaCO₃/t; ou,
- Le RPN est inférieur à 3.

Selon les directives NEDEM 2009, l'évaluation du potentiel d'un échantillon à générer de l'acidité est définie par le rapport du PN et du PA (ou du RPN). Les échantillons présentant un RPN de plus de 2 sont considérés comme n'ayant pas de potentiel de génération d'acide (non-PAG), les échantillons avec un RPN de moins de 1 sont considérés comme pouvant potentiellement générer de l'acide (PAG) et ceux dont le RPN se situe entre 1 et 2 sont considérés comme présentant un potentiel de génération d'acide incertain. Aux fins du présent rapport et à titre de valeur de sélection initiale pour la planification, un RPN de moins de 2 est considéré comme une indication de roche PAG selon les directives NEDEM 2009. Le programme NEDEM 2009 n'inclut pas de seuil minimum pour la teneur en soufre, car les expériences démontrent que de tels seuils plutôt arbitraires n'offrent pas toujours une protection contre le potentiel de génération d'acide pour certains matériaux à l'avenir.

4.2 Contenu élémentaire

L'extraction et l'analyse chimique sont utilisées pour quantifier la concentration des éléments des échantillons, mais elles n'offrent pas d'évaluation directe du potentiel de lixiviation des métaux. Aucune norme réglementaire ne s'applique directement au contenu élémentaire des roches des mines. Le contenu élémentaire des roches de mine a été évalué comparativement aux compositions élémentaires moyennes de la croûte terrestre (Price 1997). À des fins de sélection, les échantillons dont la teneur est plus de 10 fois l'abondance moyenne de la croûte terrestre pour un élément donné étaient considérés comme enrichis de cet élément.

Conformément à la Directive 019, la catégorisation des risques des résidus miniers (stériles et résidus) est basée sur les concentrations des métaux en phase solide selon les critères présentés aux annexes 1 et 2 de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Beaulieu 2016), selon laquelle les échantillons présentant des concentrations de métaux supérieures sont considérés comme des échantillons à risque plus élevé. Trois critères sont considérés :

- Niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A);
- Utilisation des terrains résidentiels, commerciaux et institutionnels (critères B); et
- Utilisation des terrains commerciaux et industriels (critères C).

Notez que les critères A, B et C sont basés sur les lignes directrices de décontamination des sols pour un nombre limité d'éléments et il est possible qu'ils ne soient pas directement comparables aux concentrations totales des métaux dans la roche. On doit également noter que les concentrations des éléments décrites dans la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et les abondances moyennes de croûte terrestre, les niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A) sont inférieurs à 10 fois les valeurs de sélection moyennes des croûtes pour tous les éléments, à l'exception du sélénium (Se), qui est plus présent dans les niveaux de fond de la province du lac Supérieur (critères A). Les concentrations des critères B et C sont supérieures à 10 fois les valeurs moyennes de sélection des croûtes pour tous les éléments en commun décrits dans les lignes directrices.

4.3 Métaux lixiviables

Les métaux lixiviables peuvent être déterminés à l'aide de plusieurs méthodes, notamment les méthodes suivantes (tirées du Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques, MA. 100-Lix.com.1.1, Rev 1, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012) :

1. Lixiviation dans l'eau CTEU-9 – cette méthode est utilisée pour déterminer la concentration des espèces inorganiques pouvant se lixivier en cas de contact avec l'eau. Cette méthode est dérivée de la méthode *B9 Equilibrium Extraction* du document *Investigation of Test Methods for Solidified Waste Evaluation – A Cooperative Program* (Environnement Canada, 1991).
2. *Synthetic Precipitation Leaching Procedure* (SPLP, US EPA 1312) – cette méthode est utilisée pour déterminer la concentration des espèces inorganiques pouvant être lixiviées par les pluies acides hebdomadaires.
3. Essai de lixiviation TCLP (TCLP, US EPA 1311) – cette méthode est utilisée pour déterminer si un résidu industriel est considéré comme lixiviable selon l'article 3 de la réglementation sur les matières dangereuses de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Le test a été conçu pour simuler la lixiviation des matériaux dans un site d'enfouissement et il est principalement utilisé pour déterminer si un déchet industriel doit être classé en tant que matière dangereuse.

Les résultats des essais de lixivibilité TCLP sont comparés à trois critères, comme indiqué par la Directive 019 :

- Les critères pour les eaux souterraines destinées à la consommation de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- Les critères pour l'écoulement dans l'eau de surface ou l'infiltration dans les égouts de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- Les concentrations maximums d'un contaminant dans un matériau liquide ou un lixiviat provenant d'un solide figurant au Tableau 1 de la Directive 019.

Selon la Directive 019, les échantillons présentant des concentrations de lixiviat TCLP dépassant les critères de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés pour l'écoulement dans l'eau de surface ou l'infiltration dans les égouts, mais inférieures aux valeurs du Tableau 1 de la Directive 019 de l'annexe II, sont considérés comme contenant des métaux lixiviables. Les matériaux à concentrations de lixiviat dépassant les critères du Tableau 1 de la Directive 019 sont considérés comme présentant un risque élevé.

4.4 Essais cinétiques

Les essais de prédiction cinétique peuvent également être réalisés pour confirmer ou infirmer le potentiel de génération d'acide d'un échantillon déterminé à l'aide des essais de prédiction statique décrits plus haut. Les essais cinétiques diffèrent des essais à cellule d'humidité (NEDEM 2009) standard en raison de plusieurs modifications aux essais en colonne, aux bacs de grand format et aux tampons d'essais sur le terrain. La Directive 019 comprend l'utilisation d'essais cinétiques pour mieux comprendre la LM/DMA des matériaux des stériles, mais n'offre pas de directives spécifiques quant à l'application des essais.

5.0 Programmes d'échantillonnage géochimique

Depuis 2008, plusieurs programmes d'échantillonnage géochimique ont été réalisés pour les stériles, les minerais et les résidus de la mine de Bachelor et des gîtes de Moroy et de Barry. Au cours de ces campagnes, Métanor a recueilli des échantillons des sections qui étaient exploitées à ce moment, ou dans des emplacements d'entreposage en surface, notamment des carottes dans certains cas. Tableau 1 présente un sommaire des programmes d'échantillonnage.

Tableau 1. Sommaires des programmes d'échantillonnage

Année	Site	Matériaux échantillonnés	Nombre d'échantillons			
			Stériles	Minerai	Résidus	Total
1997/1998	Bachelor	Inconnu	2	2	-	4
2008	Barry	Carotte	15	3	-	18
2009	Bachelor	Carotte	2	6	-	8
2010	Bachelor	Carotte	6	19	-	25
2010	Barry	Carotte	40	40	-	80
2016	Bachelor	Roche de mine (surface)	15	45	-	60
2017	Bachelor	Résidus éliminés	-	-	15	15
2017	Bachelor	Roche de mine (surface)	5	-	-	5
2017	Bachelor	Résidus déchargés	-	-	1	1
2017	Barry	Stérile	40	54	-	94
2018	Bachelor	Matériau de production	-	37	24	61
2018	Moroy	Matériau de production	20	23	7	50
2018	Barry	Inconnu	-	6	-	6

Remarque(s)

Une étude supplémentaire réalisée par d'autres parties sur les stériles de Barry et de Bachelor devant être utilisés comme matériaux de construction est fournie à titre d'addenda au présent rapport.

Le programme d'essais géochimiques est en cours. Les données supplémentaires recueillies incluent les essais de TCLP, SPLP et CTEU-9 réalisés sur les échantillons de résidus supplémentaires. Les résultats devraient être disponibles au cours de la première moitié de 2019. Les résultats de ces essais seront présentés dans un addenda au présent document.

6.0 Méthodes analytiques

Les essais géochimiques comprennent une multitude de procédures analytiques pour déterminer les caractéristiques géochimiques d'un échantillon. Les essais statiques évaluent les caractéristiques des matériaux en ce qui a trait à la LM/DMA et ces essais sont utilisés pour évaluer indirectement les

matériaux selon les directives et les expériences, alors que les essais cinétiques sont utilisés pour évaluer les caractéristiques de lixiviation des matériaux au fil du temps. Les sections suivantes décrivent les méthodes analytiques comme elles sont présentées dans le rapport Lamont (2017) et qui ont été utilisées pour analyser les échantillons du projet de Bachelor.

6.1 Essais statiques

Les essais statiques incluent les analyses techniques qui mesurent la composition ou la quantité de certains paramètres à un moment donné. Les essais statiques de routine incluent le potentiel acidogène, le contenu élémentaire, les essais de lixiviation et les techniques minéralogiques. Les méthodes des essais statiques utilisées pour les échantillons de Métanor sont décrites dans les sections suivantes.

Potentiel acidogène

Le potentiel acidogène (ABA) est une méthode pour estimer le potentiel de génération d'acide (PA) et de potentiel de neutralisation (PN) d'un matériau géologique utilisant une série d'analyses et de calculs en laboratoire. Les méthodes standard pour l'ABA sont décrites dans le programme NEDEM (2009). La méthode Sobek modifiée a été utilisée pour déterminer le potentiel de génération d'acide des échantillons (Lamont, 2017) et comprend les techniques et calculs suivants :

pH de pâte

Le pH de pâte reflète les conditions chimiques actuelles en mesurant les activités des ions d'hydrogène dans un mélange de 1:1 de solides/solution composé de solides broyés/écrasés et d'eau désionisée. Le pH a une incidence importante sur la chimie de drainage, car il s'agit du composant principal de la solubilité minérale de plusieurs éléments traces et métaux dans l'eau.

Formes de soufre et de potentiel acide

Le soufre est présent dans les roches et les résidus sous plusieurs formes, notamment le sulfure, le sulfate lixiviable à l'acide, le sulfate insoluble à l'acide, le soufre organique et le soufre élémentaire. Le soufre total est déterminé par un four Leco, alors que le soufre sous forme de sulfate lixiviable à l'acide est déterminé par la digestion dans l'acide chlorhydrique et la colorimétrie. Le niveau de soufre sous forme de sulfure est généralement déterminé par la différence entre le soufre total et le soufre sous forme de sulfate lixiviable à l'acide.

Le potentiel de drainage minier acide d'un matériau est généralement lié à l'oxydation des minéraux de sulfure et il est désigné par l'acronyme PA. Le calcul du PA est basé sur le contenu en sulfure d'un échantillon et il est exprimé en termes de quantité de carbonate de calcium requis pour neutraliser l'acidité potentielle en unités de kg CaCO₃/tonne. Le calcul du PA selon le soufre total peut être effectué en l'absence de données sur le soufre sous forme de sulfure à titre d'estimation plus conservatrice du PA, car il peut inclure le soufre provenant des minéraux de soufre ne produisant pas d'acide.

Formes de potentiel de neutralisation

Le PN est déterminé à l'aide de deux méthodes complémentaires : titrage direct d'un échantillon avec acide et mesure du carbone inorganique. La méthode de titrage Sobek modifiée mesure la quantité nette de PN des minéraux de carbonate et des autres minéraux de l'échantillon qui sont capables de neutraliser l'acide. La mesure du carbone inorganique total (carbone de carbonate) offre une estimation de la quantité de PN attribuable aux minéraux de carbonate (PN de carbonate ou PN_{Carb}). Notamment, les minéraux de carbonate de fer sont inclus dans la mesure du PN du carbonate, mais ces minéraux ne contribuent pas à la neutralisation de l'acide et peuvent entraîner une surestimation de la capacité de

neutralisation réelle d'un échantillon. De plus, les méthodes en laboratoire pour déterminer le PN sont utilisées sur un échantillon pulvérisé et peuvent inclure le PN qui est dissimulé physiquement dans les conditions sur le terrain (appelé le PN non disponible).

Potentiel de neutralisation net

La différence entre le PN et le PA d'un échantillon est appelée le PNN et elle est utilisée pour déterminer si un échantillon présente un plus grand potentiel de génération d'acide ou potentiel de neutralisation. Selon le programme NEDEM 2009, le PNN n'est pas recommandé à titre de mesure autonome pour le potentiel de génération d'acide, mais il s'agit d'un paramètre qui est considéré par la Directive 019 pour déterminer le potentiel de génération d'acide d'un échantillon.

Rapports de potentiel de neutralisation

Le RPN est le rapport de PN/PA et une valeur considérée lors de l'évaluation des matériaux PAG ou non-PAG, comme décrit dans la section 4.0 plus haut.

Analyse élémentaire

L'analyse élémentaire est utilisée pour déterminer le contenu élémentaire total d'un échantillon. On l'effectue généralement en digérant un échantillon solide à l'aide d'une solution d'eau régale, puis on procède à un balayage des métaux à l'aide de spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS).

Essais de lixivibilité

Plusieurs procédures sont offertes pour analyser les métaux qui peuvent être lixiviés d'un échantillon. Les méthodes qui ont été utilisées sur les échantillons de Bachelor sont décrites plus bas. L'application de ces essais permet d'évaluer la lixivibilité des éléments dans les conditions d'essai. Ils permettent d'évaluer le potentiel de lixiviation des métaux et d'effectuer des comparaisons aux valeurs environnementales de référence, notamment les critères pour l'eau potable et l'écoulement (Beaulieu 2016) afin d'offrir une évaluation des risques de lixiviation des métaux. Cependant, les conditions des essais en laboratoire ne reproduisent pas la lixiviation dans les conditions sur le terrain et la comparaison des résultats à ces valeurs de référence ne permet pas de déterminer la conformité ou la non-conformité à ces critères.

CTEU-9 (Environnement Canada)

Cette méthode est utilisée pour déterminer la concentration des espèces inorganiques pouvant se lixivier en cas de contact avec l'eau dans des conditions de pH neutre. Cette méthode est dérivée de la méthode B9 (CTEU-9) *Equilibrium Extraction* du document *Investigation of Test Methods for Solidified Waste Evaluation – A Cooperative Program* (Environnement Canada, 1991).

Synthetic Precipitation Leaching Procedure (EPA 1312)

L'essai SPLP a été conçu pour simuler des lixiviats provenant de matériaux entreposés en surface et exposés à la pluie. Dans l'essai SPLP, un échantillon de 100 g de matériau broyé est placé dans un extracteur à bouteille avec l'équivalent de 20 fois le poids de l'échantillon en liquide d'extraction, qui peut être un mélange dilué d'acides sulfuriques et nitriques ou d'eau si l'analyte ciblé est du cyanure ou des volatils.

La majorité des essais de lixivibilité sur les échantillons du projet de Bachelor ont été réalisés en effectuant les essais SPLP à l'aide de lixiviat de pluie acide simulée.

Toxicity Characteristic Leaching Procedure (EPA 1311)

L'essai TCLP a été conçu pour simuler le lixiviat de matériaux placés dans un site d'enfouissement. La procédure TCLP est décrite dans la Directive 019 comme étant la seule procédure de lixiviat permettant de caractériser les résidus miniers à risque élevé ou dangereux.

Dans l'essai TCLP, 100 g de matériau broyé sont extraits avec une quantité de fluide d'extraction équivalente à 20 fois le poids de l'échantillon. Le fluide d'extraction est le résultat de l'alcalinité de la phase solide des résidus et peut inclure un ou plusieurs des composés suivants : acide acétique, acide chlorhydrique, acide nitrique et hydroxyde de sodium.

6.2 Essais cinétiques

Les procédures d'essais cinétiques sont utilisées pour déterminer la chimie de drainage, l'altération et les taux de lixiviation d'un échantillon. Les essais cinétiques offrent également des renseignements sur les taux relatifs de génération et de neutralisation d'acide qui peuvent être utilisés pour déterminer le délai avant l'apparition des conditions acides nettes. Plusieurs procédures d'essais cinétiques sont possibles, dont les essais à cellule humide, les essais en colonne en laboratoire et les essais sur les sites terrain. Pour le projet de Bachelor, un essai en colonne en laboratoire a été réalisé pour un échantillon de résidus de la mine de Bachelor.

7.0 Résultats de caractérisation des minerais

À la fin des années 1990, deux échantillons de minerais composés ont été recueillis pour les analyses d'ABA. Le type d'échantillon qui a été recueilli (déblai ou carotte) et la zone d'extraction de ces échantillons sont inconnus. Des programmes d'échantillonnage supplémentaires ont été lancés en 2008. À la mine de Bachelor, 97 échantillons de minerai ont été recueillis de plusieurs zones, dont les zones A, B, C, E et H. De plus, 33 échantillons ont été recueillis du gîte de Moroy entre 2016 et 2018 et 103 échantillons ont été recueillis du gîte de Barry depuis 2008.

Les données sur les minerais sont incluses dans les annexes A à C. Les données recueillies des différentes zones d'extraction et gîtes étaient généralement similaires et sont présentées dans les sections suivantes.

7.1 Potentiel acidogène

Les échantillons de minerai présentaient des valeurs de pH de pâte alcaline entre 8 et 10, et des concentrations de soufre total entre 0,05 % et 7,3 % où les concentrations de soufre total les plus faibles présentes dans les échantillons du gîte de Barry se situaient entre 0,07 % et 3,5 % (valeur médiane de 0,98 %) (Tableau 2; Figure 1). Le soufre total du gîte de Moroy se situait entre 0,13 % et 6,7 % (valeur médiane de 1,3 %), ce qui se trouve généralement dans la plage de valeurs de soufre total provenant des échantillons de Bachelor, à l'exception d'un échantillon. En comparaison, le soufre total des échantillons de Bachelor se situait entre 0,05 % et 7,3 % (valeur médiane de 1,9 %).

Le soufre sous forme de sulfure est la forme dominante de soufre dans tous les échantillons et sites (Figure 2) présentant des concentrations de sulfate proportionnellement plus élevées dans les échantillons et généralement moins de 1 % de soufre total. La plupart des échantillons avec des concentrations de sulfate notables proviennent du gîte de Barry. Les valeurs de PA globales (calculées selon la teneur en sulfure) se situaient entre 1,4 kg CaCO₃/t et 229 kg CaCO₃/t. Les valeurs de PA moyennes pour les minerais de Bachelor, Moroy et Barry étaient de 63 kg CaCO₃/t, 47 kg CaCO₃/t et 33 kg CaCO₃/t, respectivement. Les valeurs de PA médianes étaient similaires, mais légèrement plus faibles : 59 kg CaCO₃/t, 41 kg CaCO₃/t et 30 kg CaCO₃/t, respectivement.

En comparaison, les valeurs de PN étaient plus élevées que les valeurs de PA et se trouvaient entre 18 kg CaCO₃/t et 348 kg CaCO₃/t aux trois sites. Les moyennes étaient de 96 kg CaCO₃/t, 124 kg CaCO₃/t et 158 kg CaCO₃/t pour les échantillons de minerai de Bachelor, Moroy et Barry, respectivement. Les valeurs de PN médianes étaient de 88 kg CaCO₃/t, 122 kg CaCO₃/t et 165 kg CaCO₃/t, respectivement. Les analyses de carbone total et de carbone de carbonate ont été réalisées sur plusieurs échantillons et ont été utilisées pour calculer le PNCarb (PN attribué aux minéraux de carbonate). Les valeurs de PNCarb calculées à l'aide des analyses de carbone et de carbonate étaient similaires (annexe A) et elles étaient similaires aux valeurs de PN (Figure 4) se situant entre 23 kg CaCO₃/t et 360 kg CaCO₃/t. Une petite quantité de fer de carbonate peut être détectée dans certains échantillons où les valeurs de PNCarb étaient supérieures aux valeurs de PN. Cette valeur semble plus notable dans les échantillons de la zone H. Aux fins du présent rapport, la détermination du PN a été utilisée pour calculer le RPN et le PNN.

Les échantillons de Barry présentaient les volumes les plus élevés de PN comparativement aux autres types de minerais et se situaient entre 35 kg CaCO₃/t et 348 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 165 kg CaCO₃/t). Les valeurs de PNCarb calculées selon le carbone total des échantillons de Barry se situaient entre 33 kg CaCO₃/t et 360 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 165 kg CaCO₃/t).

Soixante-deux pour cent des échantillons de Bachelor, 97 % des échantillons du gîte de Moroy et 99 % des échantillons de Barry (Tableau 2) présentaient des valeurs de PNN qui étaient supérieures à 20 kg CaCO₃/t.

Les rapports de PN et PA pour les échantillons de minerai de Bachelor se situaient entre 0,2 et 136 (Tableau 2; Figure 3) et 43 % des échantillons présentaient des valeurs de RPN de plus de 2. En comparaison, la majorité des échantillons de minerai de Moroy et Barry (79 % et 94 %, respectivement) présentaient des valeurs de NPR qui étaient supérieures à 2 (Tableau 2); les valeurs de NPR se situaient entre 0,77 et 28,5 pour les échantillons de Moroy et entre 0,9 et 71,8 pour les échantillons de Barry.

La classification des échantillons basée sur les critères de la Directive 019 (soufre total, PNN et RPN) indique que 34 % des échantillons de Bachelor, 48 % des échantillons de Moroy et 83 % des échantillons de Barry seraient classés en tant que non-PAG (Tableau 2).

Pour les zones d'extraction où plusieurs échantillons ont été recueillis pendant plusieurs années, les zones spécifiques et les dates d'échantillonnage ont été examinées et les valeurs moyennes de RPN ont été calculées pour chaque zone et date. Tableau 3 présente les valeurs de RPN moyennes pour les échantillons recueillis selon la zone et la date.

Tableau 2. Statistiques des données de potentiel acidogène du minéral

Sample	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO ₂)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP) ratio	Total Sulphur (%)	Acid Leachabl (%)	Sulphide- S (%)	Total Carbon (%)	Carbonate (CO ₂) (%)	TIC (%)	Classification		
	units	(kg CaCO ₃ /t)													Dir 019	MEND
Bachelor Ore Sample Statistics																
Count	77	99	77	25	99	99	99	99	97	97	77	25	51			
Minimum	8.0	18.2	23.2	18.7	1.44	-150	0.20	0.05	0.00	0.07	0.28	0.82	0.19			
25th Percentile	8.7	55.6	58.4	45.3	30.0	-4.25	0.93	1.04	0.02	1.02	0.70	1.99	0.59			
Median	9.0	88.1	92.6	66.9	58.5	30.0	1.51	1.93	0.03	1.92	1.11	2.94	0.92			
Average	#REF!	96.3	108	78.3	63.2	33.1	1.52	2.09	0.07	2.06	1.30	3.44	1.02			
75th Percentile	9.2	130	136	94.6	85.6	71.7	3.7	2.91	0.09	2.74	1.63	4.16	1.28			
Maximum	9.7	239	274	255	229	204	136	7.34	0.49	7.33	3.29	11.20	2.62			
% Samples with NNP > 20 kg CaCO ₃ /t														62%		
% Non-PAG Samples (All Bachelor)															34%	43%
Moroy Deposit Ore Sample Statistics																
Count	10	33	28	-	33	33	33	33	33	33	28	-	28			
Minimum	8.3	55.6	45.4	-	4.11	-49.2	0.77	0.13	0.01	0.12	0.55	-	0.55			
25th Percentile	8.8	94.2	76.6	-	25.5	51.6	1.93	0.82	0.01	0.80	0.92	-	0.92			
Median	8.9	122	104	-	41.4	69.7	2.95	1.33	0.02	1.16	1.25	-	1.25			
Average	8.9	124	102	-	47.3	78.2	3.7	1.5	0.1	1.5	1.2	-	1.2			
75th Percentile	9.2	147	119	-	63.7	111	3.67	2.04	0.03	2.03	1.43	-	1.43			
Maximum	9.3	211	192	-	210	180	25.1	6.73	0.47	6.72	2.30	-	2.30			
% Samples with NNP > 20 kg CaCO ₃ /t														97%		
% Non-PAG Samples (All Bachelor)															42%	73%
Barry Ore Sample Statistics																
Count	60	103	100	-	103	103	103	103	100	100	100	-	-			
Minimum	8.4	35.1	32.9	-	2.31	-8.34	0.90	0.07	0.00	0.07	0.40	-	-			
25th Percentile	8.8	109	112	-	14.6	76.0	3.55	0.51	0.01	0.46	1.35	-	-			
Median	9.0	165	155	-	29.5	122	0.31	0.98	0.02	0.94	1.86	-	-			
Average	8.9	158	155	-	33.3	124	4.74	1.12	0.05	1.07	1.85	-	-			
75th Percentile	9.2	197	196	-	49.5	165	8.73	1.60	0.08	1.60	2.35	-	-			
Maximum	9.8	348	359	-	107	298	71.8	3.45	0.33	3.43	4.31	-	-			
% Samples with NNP > 20 kg CaCO ₃ /t														99%		
% Non-PAG Samples (All Barry)															83%	94%

NP = Neutralization potential

AP = Acid potential based on sulphide sulphur

NNP = Net NP = NP - AP

SO₄-S = HCl-leachable sulphate

Carbonate = Carbonate carbon as CO₂

TIC = Total Inorganic Carbon (as C)

Dir 019 = Directive 019 on the Mining Industry, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

MEND = Mine Environment Neutral Drainage Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials, 2009

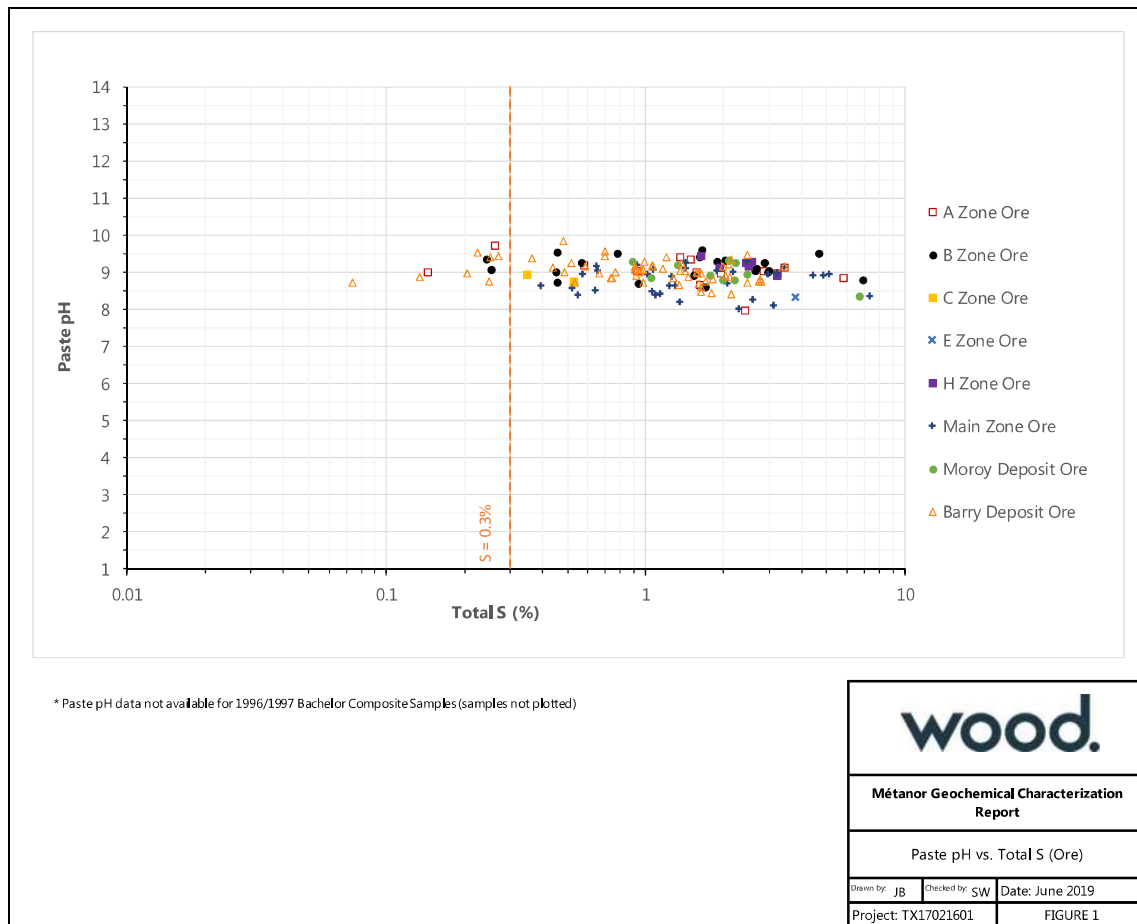


Figure 1. pH de pâte vs soufre total (mineraï)



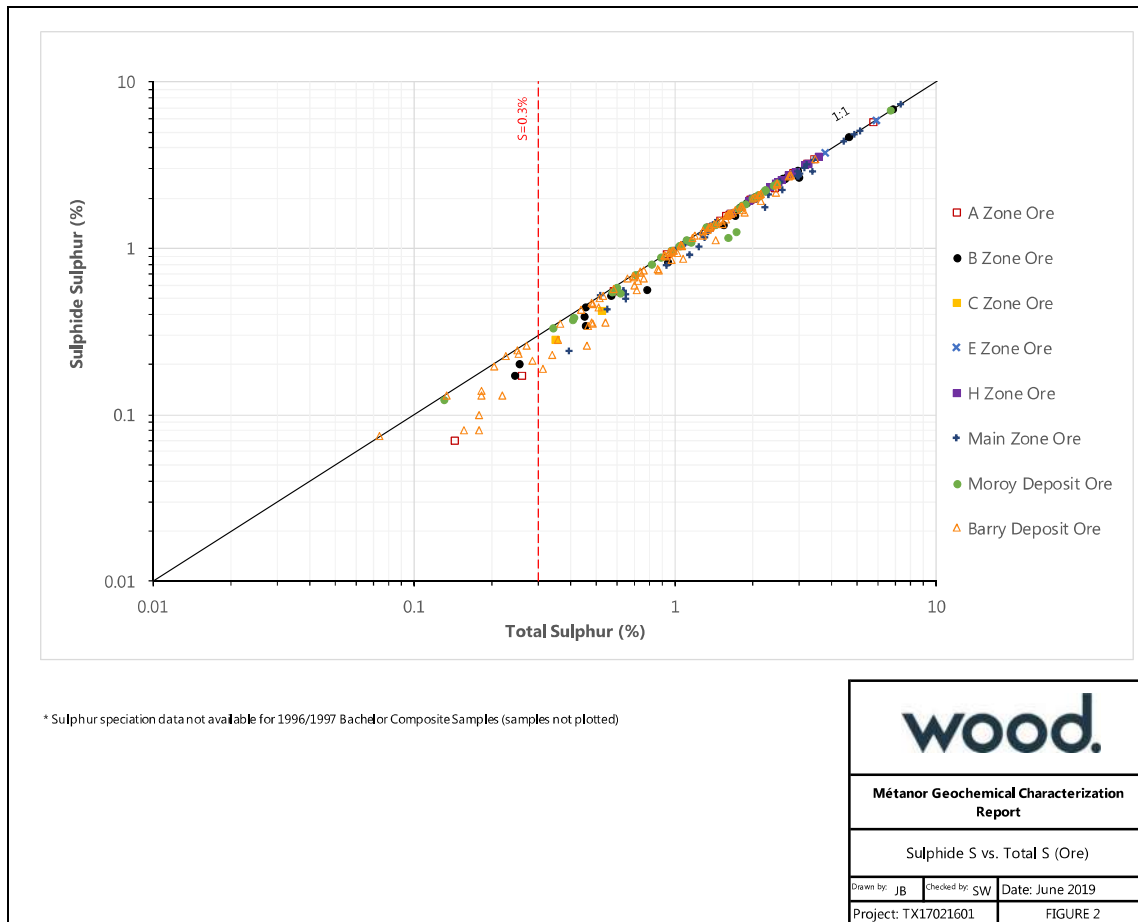


Figure 2. Soufre sous forme de sulfure vs soufre total (minéral)



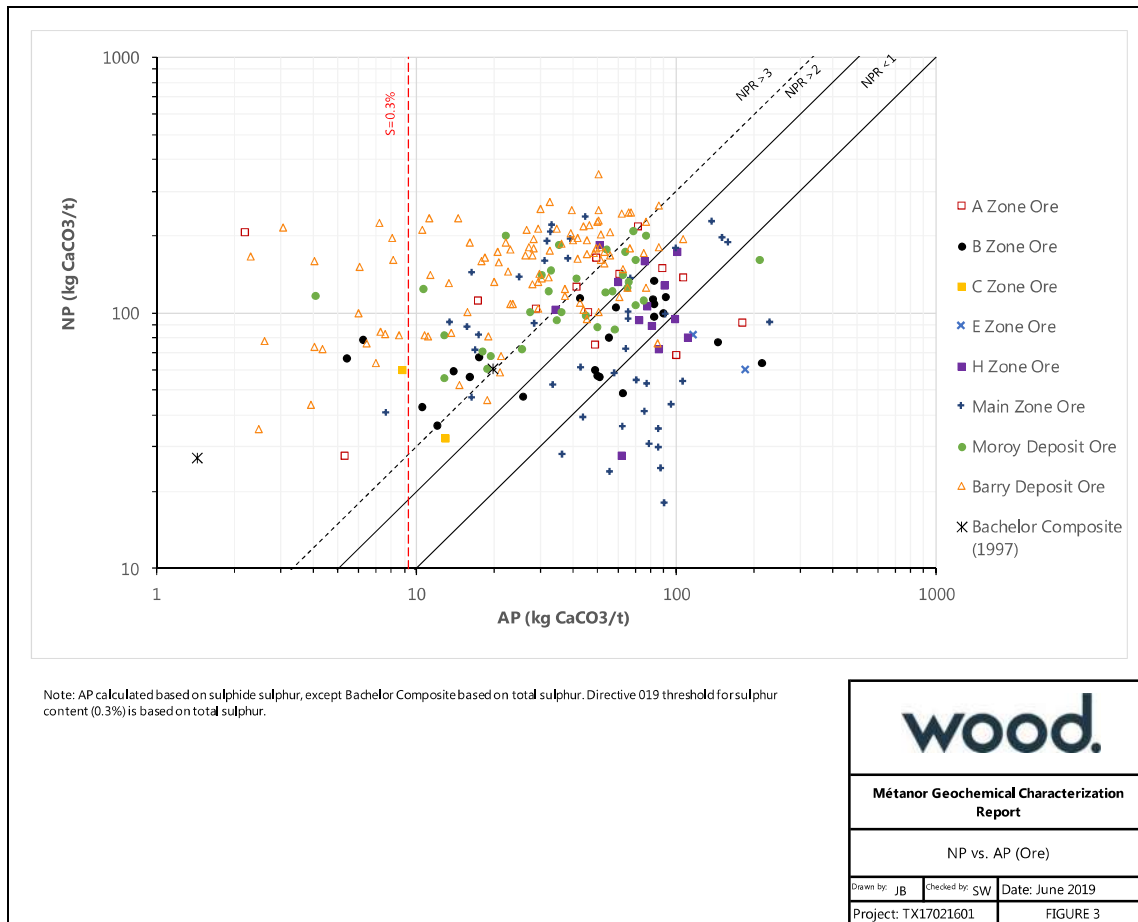


Figure 3. PN vs PA (mineral)



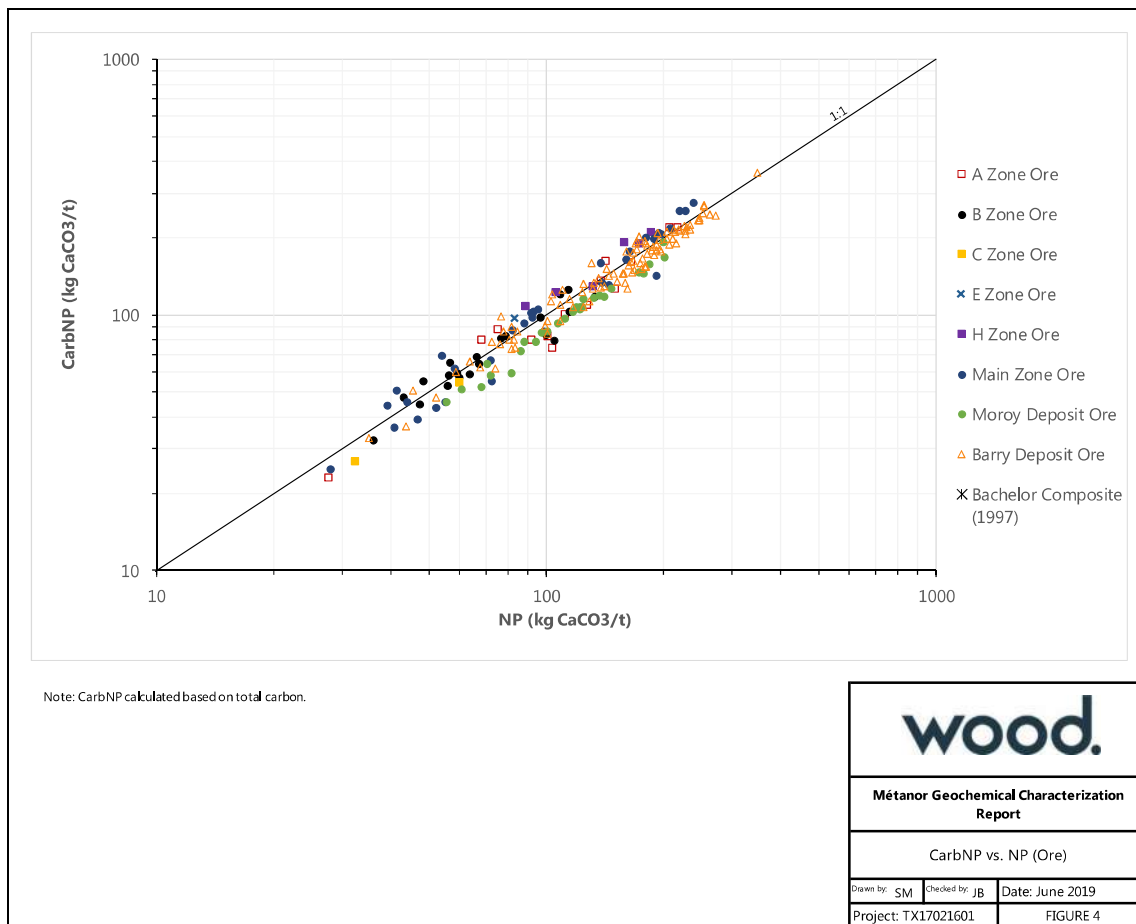


Figure 4. PNCarb vs PN (mineral)



Tableau 3. Sommaire des données de RPN par zone d'extraction et gîte

RPN moyen	Tous les échantillons	Avant 2018	Échantillons 2018
Zone A (n = 14)	2,04	31,3	1,78
Zone B (n = 23)	1,33	1,85	0,89
Zone H (n = 13)	1,44	1,44	s/o
Zone principale (n = 43)	1,56	1,52	1,67
Gîte de Moroy (n = 10)	2,62	1,76	3,02
Gîte de Barry (n = 47)	4,74	4,57	9,76

Ces résultats suggèrent que la moyenne des échantillons de minerai recueillis des zones A, B, H et de la zone principale présente un potentiel de génération d'acide incertain. Les échantillons recueillis en 2018 du gîte de Moroy présentaient des valeurs de RPN supérieures à la moyenne des échantillons recueillis en 2016 et seraient considérés comme non-PAG selon le programme NEDEM 2009, mais seraient considérés comme PAG selon la Directive 019 (concentrations de sulfure supérieures à 0,3 % et une valeur de RPN moyenne inférieure à 3). Les données indiquées plus haut suggèrent une possibilité que certains résidus de l'usinage des minerais de Bachelor et possiblement de Moroy présentent un potentiel de génération d'acide incertain.

Cependant, Métanor a déterminé que l'échantillonnage était représentatif du minerai seulement et que dans le cas du gisement/gîte, étant donné la présence de veines étroites, les minerais acheminés à la broyeuse présentaient une dilution moyenne de 25 % avec les stériles adjacents à niveaux de sulfure plus bas. Par conséquent, il est possible que ces résultats ne représentent pas directement les minerais acheminés à l'usine et les caractéristiques des résidus de l'usine de Bachelor. Cet aspect est abordé plus loin en ce qui a trait aux résidus dans la section **Error! Reference source not found.**

La valeur moyenne de RPN globale pour les échantillons de minerai de Barry est supérieure à 3 et serait considérée comme non-PAG selon le programme NEDEM 2009 et la Directive 019.

7.2 Analyses élémentaires

Comme décrit dans la section 4.0, les concentrations élémentaires en phase solide n'offrent pas d'évaluation directe du potentiel de lixiviation des métaux. Une évaluation lors de la sélection a été réalisée pour déterminer si les échantillons étaient enrichis selon un nombre de valeurs de référence, comme décrit à la section 4.0. La comparaison comprenait des valeurs de référence provenant des sources suivantes :

- Les abondances moyennes de la croûte continentale basées sur les directives NEDEM 2009 et Price 1997.
 - Une valeur surpassant 10 fois l'abondance de la croûte terrestre est considérée comme enrichie.
- Critères de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés :
 - Niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A);
 - Utilisation des terrains résidentiels, commerciaux et institutionnels (critères B);
 - Utilisation des terrains commerciaux et industriels (critères C).

Les discussions suivantes présentent d'abord des comparaisons aux critères les plus élevés (critères C), suivis des critères plus faibles.

Les résultats des analyses élémentaires sont présentés dans l'annexe B.

Minerai de Bachelor

Parmi les 66 échantillons de minerai de Bachelor dont le contenu élémentaire a été analysé, seul un échantillon présentait une concentration élémentaire dépassant les critères C (Mo).

Les concentrations des critères B ont été dépassées dans le cas de certains échantillons de Bachelor pour les éléments suivants : Cr, Cu, Mn, Mo et Ni.

La plupart des échantillons présentaient des concentrations supérieures à 10 fois les valeurs d'abondance de la croûte continentale pour l'Ag. Quelques échantillons présentaient également des concentrations de Cd et de Mo supérieures à 10 fois les valeurs d'abondance moyennes de la croûte continentale. Un échantillon présentait également une concentration de Se qui était supérieure à cette valeur de sélection. Noter que la valeur équivalente à 10 fois la valeur d'abondance moyenne de la croûte continentale pour le Se est inférieure au niveau historique de la province du lac Supérieur (critères A).

La majorité des échantillons de minerai de Bachelor présentaient des concentrations d'Ag qui étaient supérieures aux niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A). Plusieurs autres échantillons présentaient également des concentrations de Ba, Cd, Cr, Cu et Mo qui dépassaient les critères A. Moins de trois échantillons présentaient également des concentrations d'As, Mn, Ni et Zn qui dépassaient les critères A.

Tableau 4 résume le nombre d'échantillons de Bachelor qui présentaient des concentrations élémentaires dépassant les critères de sélection.

Tableau 4. Nombre d'échantillons de minerai de Bachelor dont les concentrations dépassaient les valeurs de sélection

	Critères de comparaison ¹			
	A	B	C	Price 1997
Ag	43	-	-	36
As	1	-	-	-
Ba	14	-	-	-
Cd	8	-	-	3
Co	3	-	-	-
Cr	21	1	-	-
Cu	14	5	-	-
Mn	2	2	-	-
Mo	10	5	1	4
Ni	2	1	-	-
Se	-	-	-	1
Zn	1	-	-	-

Remarque(s)

¹ Consulter le texte pour obtenir les descriptions des critères de sélection

Minerai de Moroy

Le contenu élémentaire de vingt-deux échantillons de minerai de Moroy a été analysé. Un de ces échantillons présentait une concentration de Mo qui dépassait les critères C. Au moins un échantillon présentait également des concentrations de Cu, Mn, Mo et de Ni qui dépassaient les critères B.

Les échantillons de minerai du gîte de Moroy présentaient des concentrations d'Ag et de Mo qui dépassaient 10 fois les abondances moyennes de croûte terrestre dans 13 des 22 échantillons qui ont été analysés. Trois échantillons de minerai de Moroy présentaient des concentrations dépassant 10 fois l'abondance moyenne de la croûte terrestre; un échantillon présentait également une concentration de Cd qui était supérieure à 10 fois l'abondance moyenne de la croûte terrestre. Comme noté plus haut, les concentrations de Se équivalentes à 10 fois l'abondance moyenne de la croûte terrestre sont supérieures au niveau de fond de la province du lac Supérieur.

En comparaison aux critères A, les valeurs des éléments suivants ont été dépassées : Ag, As, Cd, Co, Cu, Mn, Mo et Ni.

De manière générale, les échantillons de minerai de Bachelor et de Moroy présentaient des valeurs excédentaires similaires, à l'exception possible du Mo, qui était enrichi dans la majorité des échantillons de Moroy par rapport aux critères A (81 % des échantillons), aux critères B (68 % des échantillons) et à 10 fois l'abondance de la croûte continentale (59 % des échantillons). En contraste, seulement cinq des 46 échantillons de Bachelor (11 %) présentaient des valeurs excédentaires de Mo comparativement à 10 fois l'abondance de la croûte terrestre.

Minerai de Barry

Les données de contenu élémentaire sont offertes pour les 101 échantillons de minerai de Barry.

Seul un échantillon présentait une concentration élémentaire de Mo qui dépassait les concentrations des critères C. Les éléments suivants dépassaient les concentrations des critères B dans plusieurs échantillons : Ba, Cu, Mn, Mo et Ni. Les concentrations de Pb et Zn dépassaient les critères B dans un échantillon chacun.

Comparativement à 10 fois les abondances moyennes de la croûte continentale, les éléments suivants étaient enrichis dans les échantillons de minerai de Barry : Ag, Mo, Pb (deux échantillons), Se, U et Zn (un échantillon).

En plus des dépassements des valeurs de sélection plus haut, les éléments suivants ont dépassé les valeurs de sélection pour les niveaux de fond de la province du lac Supérieur (critères A) : Ag, As, Co, Cr et Mo.

De manière générale, les échantillons de Barry comprenaient un nombre proportionnellement inférieur d'échantillons à concentrations de Ba, Cr, Hg et Cd qui dépassaient les critères de sélection comparativement aux échantillons de minerai Bachelor et Moroy et un nombre proportionnellement supérieur d'échantillons qui présentaient des concentrations enrichies de Co, Cu, Mn, Se, Pb et Zn comparativement aux critères A.

7.3 Essais de lixivibilité

Les échantillons de minerai ont été soumis aux essais de lixivibilité à l'aide des trois essais décrits plus haut : CTEU-9, SPLP et TCLP. Les résultats de lixivibilité ont été comparés à trois critères :

- Les critères pour les eaux souterraines destinées à la consommation de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- Les critères pour l'écoulement dans l'eau de surface ou l'infiltration dans les égouts de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- Les concentrations maximums d'un contaminant dans un matériau liquide ou un lixiviat provenant d'un solide figurant au Tableau 1 de la Directive 019.

Les résultats de lixivibilité des minerais sont présentés à l'annexe C et décrits dans les sections suivantes.

Résultats des essais CTEU-9

Vingt-trois échantillons de minerai de Moroy ont été soumis aux essais CTEU-9. De manière générale, les échantillons de Moroy ont lixivié de faibles concentrations de la majorité des paramètres qui ont été analysés et qui étaient tous inférieurs aux critères du Tableau 1 de la Directive 019. La plupart des paramètres étaient sous la limite de la méthode de détection ou étaient inférieurs aux critères pour l'eau potable et l'écoulement, sauf les exceptions suivantes (Tableau 5) :

- Le fluorure et l'Al dépassaient les critères pour l'eau potable dans 16 des 23 échantillons (70 %). Le fluorure dépassait également les critères d'écoulement dans deux échantillons (9 %).
- Les concentrations de Mo dépassaient les critères pour l'eau potable dans 8 échantillons (35 %).
- Les concentrations de Mn dépassaient les critères pour l'eau potable dans 4 échantillons (17 %).

Tableau 5. Nombre d'échantillons de minerai dont les concentrations des essais CTEU-9 dépassaient les critères pour l'eau potable

	F	Al	Mn	Mo
Minerai de Moroy (n = 23)	16	16	4	8

Résultats des essais SPLP

La lixivibilité de soixante-cinq échantillons de minerai de Bachelor, 22 échantillons de Moroy et 99 échantillons de Barry a été analysée à l'aide d'essais SPLP.

La majorité des concentrations de métaux dans les échantillons de minerai de Bachelor, de Moroy et de Barry étaient sous la limite de détection en laboratoire pour la plupart des paramètres analysés et aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviat qui dépassaient les concentrations du Tableau 1 de la Directive 019.

En comparaison aux critères pour l'eau potable, la plupart des échantillons des trois sites (183 sur 186) présentaient des concentrations d'Al qui dépassaient les critères pour l'eau potable. De plus, un échantillon de Bachelor présentait une concentration de Se dépassant les critères pour l'eau potable et plusieurs autres échantillons de Bachelor présentaient des concentrations d'As, Ba et Mn qui dépassaient les critères pour l'eau potable. Quatre échantillons de Barry présentaient également des concentrations

d'As qui dépassaient les critères pour l'eau potable et un échantillon présentait une concentration de Mn qui dépassait les critères pour l'eau potable.

Tableau 6 résume le nombre d'échantillons qui présentaient des concentrations élémentaires dépassant les critères d'écoulement. Seulement cinq ou moins des 65 échantillons de Bachelor présentaient des concentrations d'Ag, Ba ou Cu qui dépassaient les critères d'écoulement et 12 échantillons de minerai de Bachelor présentaient des concentrations de Zn qui dépassaient les critères pour l'écoulement. Aucun échantillon de minerai de Barry ne présentait des concentrations dépassant les critères d'écoulement.

Tableau 6. Nombre d'échantillons de minerai dont les concentrations des essais SPLP dépassaient les critères pour l'écoulement

	Ag	Ba	Cu	Zn
Minerais de Bachelor (n = 65)	5	3	4	12
Minerais de Moroy (n = 22)	0	0	0	0
Minerais de Barry (n = 99)	0	0	0	0

Résultats des essais TCLP

Les essais TCLP ont été réalisés sur 17 échantillons de minerai de Moroy. Aucun échantillon ne présentait des concentrations dépassant les critères du Tableau 1 de la Directive 019.

La majorité des échantillons présentaient des concentrations dépassant les critères d'écoulement pour le Mn. Les concentrations de fluorure et de Pb dépassaient les critères d'écoulement dans un échantillon chacun.

La majorité des échantillons présentaient des concentrations d'Al et de Mn qui dépassaient les critères pour l'eau potable et quelques échantillons présentaient des concentrations de Cr, F, Pb et de Se qui dépassaient les critères pour l'eau potable.

Les résultats de TCLP sont résumés dans le Tableau 7.

Tableau 7. Nombre d'échantillons de minerai de Moroy dont les concentrations de TCLP dépassaient les critères de comparaison

(n = 17)	F	Al	Cr	Mn	Pb	Se	U
Critères d'écoulement	1	s/o	0	17	1	0	0
Eau potable	4	13	1	17	3	3	1

8.0 Résultats de caractérisation des stériles

Au total, 25 échantillons de stériles ont été recueillis du projet de Bachelor entre 1997 et 2018, et la majorité (23) a été recueillie après 2008. Vingt-cinq échantillons de stériles du gîte de Moroy ont été recueillis entre 2016 et 2018. Entre 2008 et 2017, 95 échantillons de stériles du gîte de Barry ont été recueillis et analysés. Les données des stériles de Barry sont incluses dans le présent rapport, car elles peuvent être utilisées comme matériel à l'appui pour le développement du projet de Bachelor. Cependant, une étude de caractérisation séparée a été réalisée par d'autres parties et elle a été ajoutée au présent rapport.

De manière générale, les échantillons de stériles ont été recueillis lors de l'exploitation et, à l'exception des échantillons recueillis à la fin de 2018 du gîte de Moroy, la plupart des échantillons de stériles n'ont pas été recueillis afin de cibler des emplacements ou des types de stériles spécifiques ou pour représenter les stériles des emplacements futurs du projet. Les lithologies des échantillons de stériles n'ont pas toujours été enregistrées et seuls les échantillons des zones B, H et principale du projet de Bachelor et des gîtes de Barry et de Moroy ont été recueillis.

Les sections suivantes résument les résultats des essais de caractérisation des stériles.

8.1 Potentiel acidogène

Les données d'ABA des stériles sont présentées dans l'annexe D.

Résultats d'ABA des stériles de Bachelor

Les échantillons de stériles de Bachelor présentaient des valeurs de pH de pâte alcaline entre 8,6 et 9,6 et une valeur de soufre total de 0,06 % et 4,3 % (valeur médiane de 0,17 %) (Figure 5). Le sulfure est la forme dominante de soufre des échantillons recueillis de la zone H; les échantillons de la zone principale et de la zone B présentaient des concentrations élevées de sulfate, en particulier les échantillons dont la teneur en soufre total était de moins d'environ 0,3 % (Figure 6). Les échantillons de la zone principale et de la zone B présentaient également les valeurs de PA les plus faibles (calculées selon les concentrations de soufre sous forme de sulfure), soit généralement moins de 10 kg CaCO₃/t, mis à part quelques exceptions (Figure 7).

Tous les échantillons de stériles de Bachelor présentaient des valeurs de PN faibles à modérées entre 10 kg CaCO₃/t et 100 kg CaCO₃/t (Figure 7) et deux échantillons de la zone principale affichaient des valeurs de PN de plus de 100 kg CaCO₃/t. La valeur médiane de PN pour les stériles de Bachelor était de 28 kg CaCO₃/t. Les valeurs de PNCarb calculées selon le carbone total étaient similaires au PN. Les échantillons de la zone H affichaient des valeurs PNCarb plus élevées que le PN, suggérant la présence d'une petite quantité de carbonates de fer, ce qui correspond aux observations liées aux échantillons de minerai (Figure 8).

Environ la moitié des échantillons de Bachelor (48 %) présentaient des valeurs de PNN qui étaient supérieures à 20 kg CaCO₃/t (Tableau 8).

Tableau 8. Sommaire des données de potentiel acidogène des stériles

Sample	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO ₄ -S	Sulphide- S	Total Carbon	Inorganic Carbon	Classification	
	units	(t CaCO ₃ /1000t)				ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Dir 019
Bachelor Waste Rock Sample Statistics													
Count	17	25	18	25	25	25	25	23	18				
Minimum	8.6	8.40	5.00	0.65	5.0	1.07	0.06	0.003	0.02	0.06			
25th Percentile	8.9	15.9	10.6	3.20	10.9	2.31	0.14	0.01	0.10	0.13			
Median	9.0	28.3	21.7	4.18	20.0	6.77	0.17	0.03	0.13	0.26			
Average	9.0	50.2	49.2	22.0	28.2	2.28	0.74	0.04	0.63	0.59			
75th Percentile	9.4	86.6	86.7	12.5	38.7	7.94	0.41	0.05	0.29	1.04			
Maximum	9.6	163	178	133	84.1	34.6	4.27	0.11	4.24	2.14			
% NNP > 20 kg CaCO ₃ /t					48%								
% Non-PAG Samples (B, H, Main)												72%	80%
Moroy Deposit Waste Rock Sample Statistics													
Count	5	25	20	25	25	25	25	25	20	20			
Minimum	9.2	12.4	4.2	2.99	7.46	0.55	0.10	<0.01	0.05	0.05	0.01		
25th Percentile	9.2	29	20	5.52	21.3	1.89	0.18	0.02	0.13	0.24	0.24		
Median	9.2	51.0	40.0	8.53	40.2	5.98	0.27	0.03	0.20	0.48	0.48		
Average	9.3	55.2	39.3	13.5	43.9	4.1	0.4	0.1	0.4	0.5	0.5		
75th Percentile	9.3	79.4	54.7	14.4	63.1	6.0	0.48	0.09	0.34	0.66	0.66		
Maximum	9.7	115	84	48.4	101	10.7	1.57	0.51	1.55	1.01	1.01		
% NNP > 20 kg CaCO ₃ /t					76%								
% Non-PAG Samples (Moroy)												84%	76%
% Non-PAG Samples (all Bachelor including Moroy)												81%	88%
Barry Deposit Waste Rock Sample Statistics													
Count	40	95	92	95	95	95	95	92	92				
Minimum	8.7	22.9	11.3	0.3	1.0	1.6	0.05	<0.003	0.01	0.14			
25th Percentile	9.0	50.1	43.2	3.6	43.3	6.6	0.168	0.01	0.11	0.5175			
Median	9.4	76.0	68.7	7.4	66.8	10.3	0.28	0.05	0.23	0.82			
Average	9.2	90.1	77.7	10.1	78.9	8.9	0.38	0.09	0.33	0.93			
75th Percentile	9.6	124	108	14.1	115	22.2	0.48	0.11	0.46	1.30			
Maximum	10.0	277	259	38.1	263	187	1.27	0.40	1.22	3.10			
% NNP > 20 kg CaCO ₃ /t					96%								
% Non-PAG Samples (Barry)												94%	97%

NP = Neutralization potential

AP = Acid potential based on sulphide sulphur

NNP = Net NP = NP - AP

 SO₄-S = HCl-leachable sulphate

 Carbonate = Carbonate carbon as CO₂

TIC - Total Inorganic Carbon (as C)

Dir 019 = Directive 019 on the Mining Industry, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

MEND = Mine Environment Neutral Drainage Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials, 2009

La majorité des échantillons de stériles de Bachelor (80 %) affichaient des valeurs de RPN de plus de 2 et ils étaient considérés comme non-PAG selon le programme NEDEM 2009 (Tableau 8). Un nombre légèrement plus bas d'échantillons (72 %) était considéré comme non-PAG selon les critères plus conservateurs présentés dans la Directive 019 qui est basée sur une combinaison de contenu de soufre sous forme de sulfure, de PNN et de RPN. Les emplacements des gisements (niveau de la mine et zone du minerai) des échantillons PAG qui ont été recueillis en 2018 ont été examinés. La proportion plus faible d'échantillons PAG notés semble également être répartie dans toutes les zones et emplacements et ne présente pas de concentration distincte d'échantillons PAG dans un emplacement spécifique.

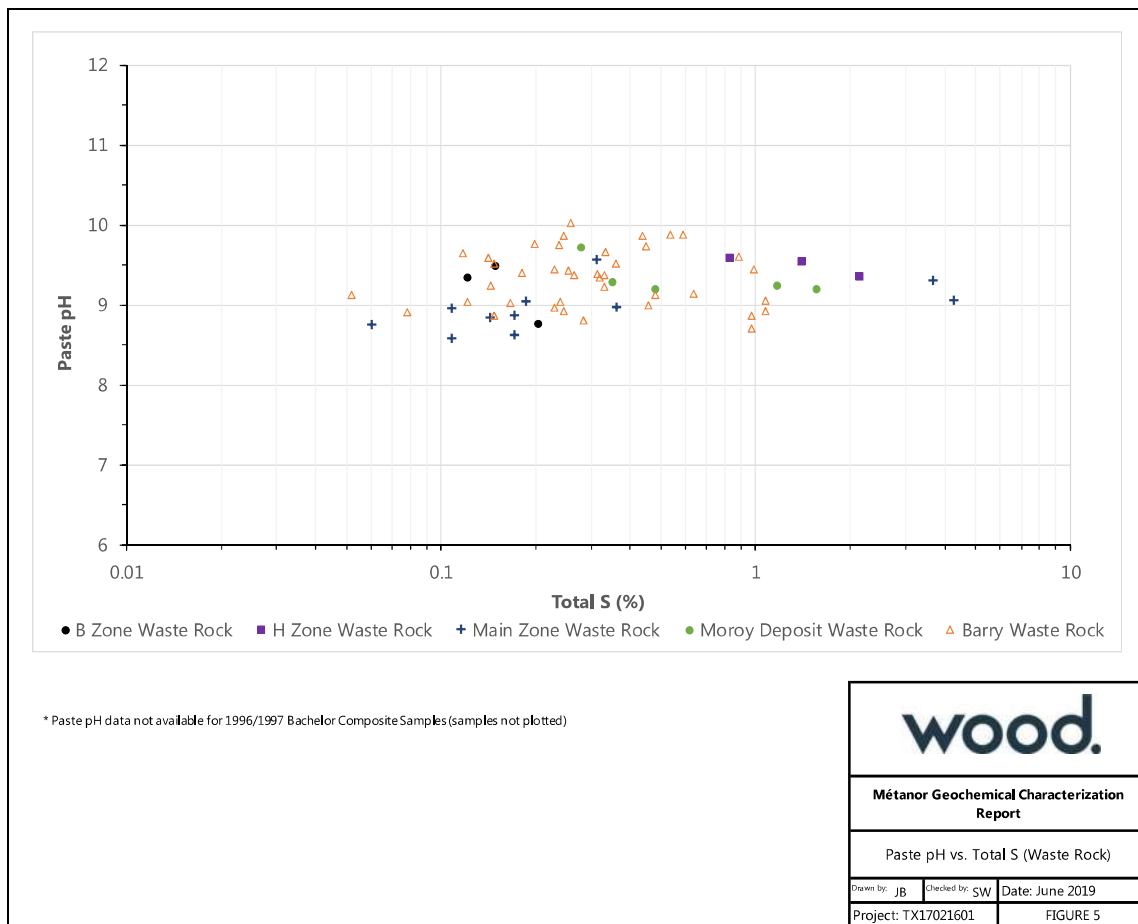


Figure 5. pH de pâte vs soufre total (stériles)



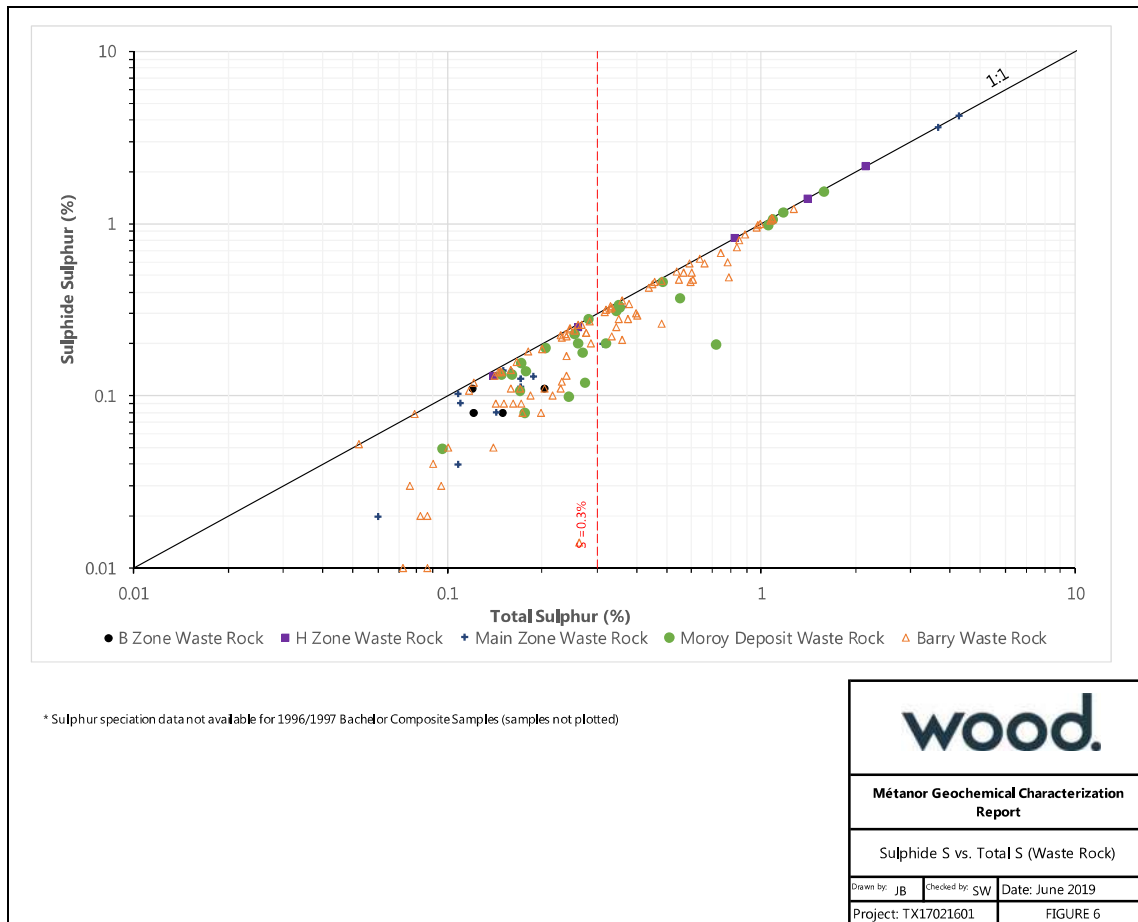


Figure 6. Soufre sous forme de sulfure vs soufre total (stériles)



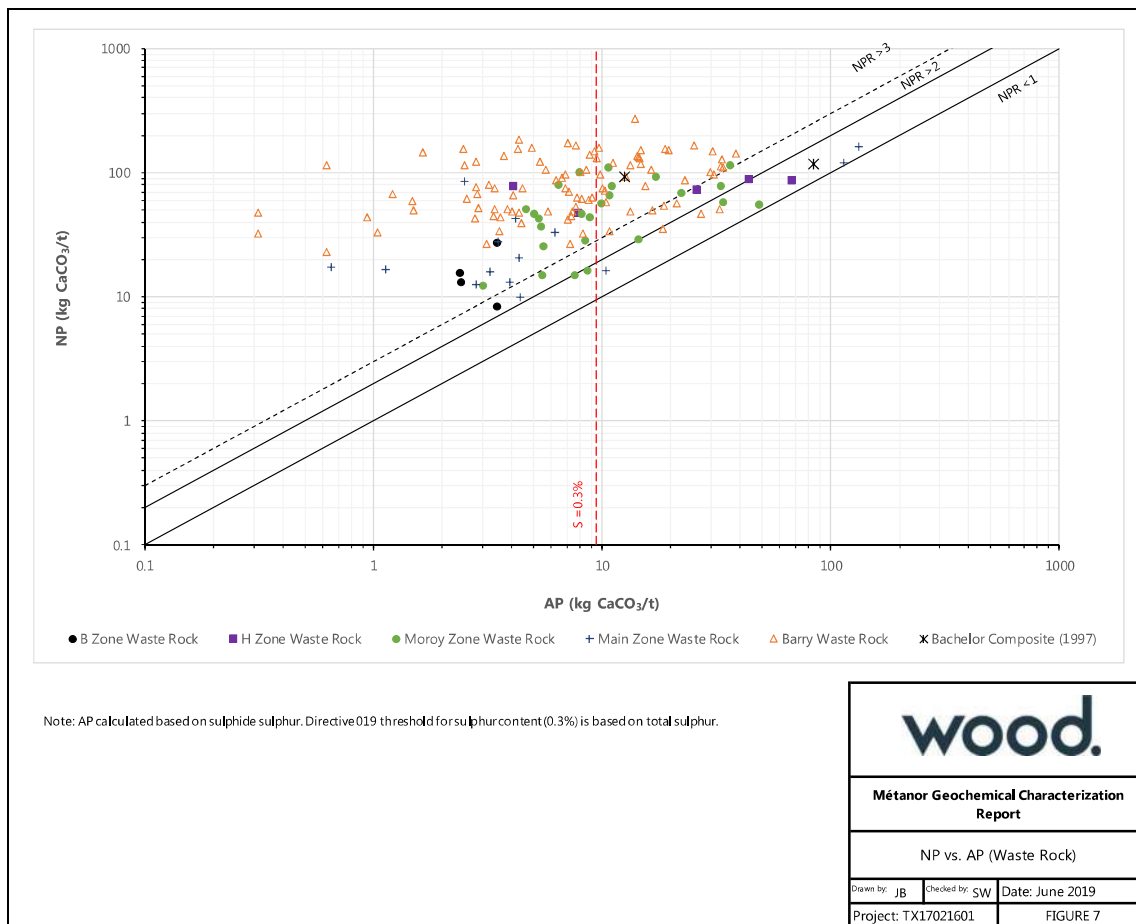


Figure 7. PN vs PA (stériles)

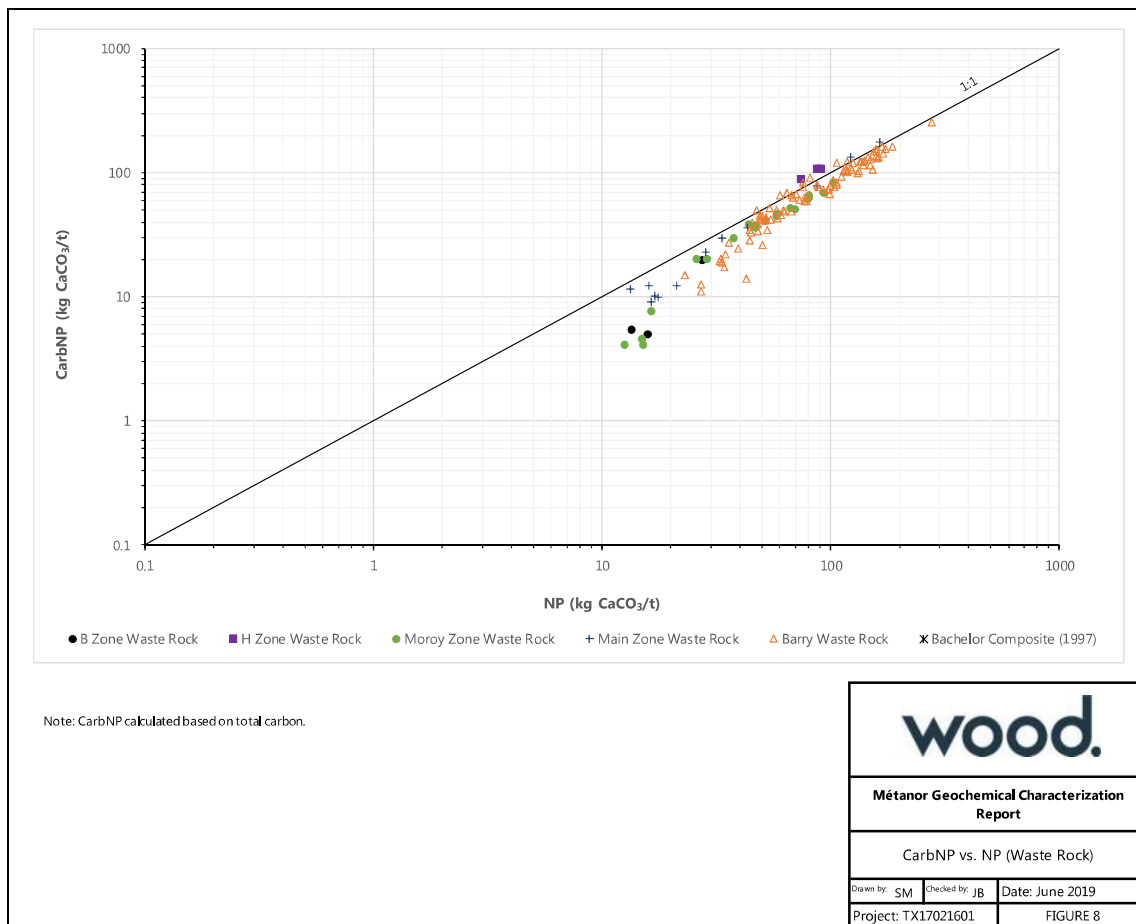


Figure 8. PNCarb vs PN (stériles)



Résultats d'ABA des stériles du gîte de Moroy

Les données sont disponibles pour 25 échantillons de stériles recueillis du gîte de Moroy. Les échantillons de Moroy présentaient des valeurs de pH de pâte alcaline entre 9,2 et 9,7 et des valeurs de soufre total entre 0,10 % et 1,6 % (valeur médiane de 0,27 %). Les concentrations de soufre sous forme de sulfate dans les échantillons de stériles de Moroy se situaient entre 0,01 % et 0,5 %. Les valeurs de PA se situaient entre 1,6 kg CaCO₃/t et 48 kg CaCO₃/t (Figure 7).

Les valeurs de PN variaient de faibles à modérées et se situaient entre 12 kg CaCO₃/t et 115 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 51 kg CaCO₃/t). Les valeurs PN_{Carb} calculées selon le soufre total se situaient entre 4,2 kg CaCO₃/t et 85 kg CaCO₃/t.

Les valeurs de PNN des stériles de Moroy se situaient entre 7,5 kg CaCO₃/t et 101 kg CaCO₃/t. Dix-neuf des 25 échantillons (76 %) affichaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCO₃/t.

Les valeurs de RPN calculées se situaient entre 1,2 et 14, et 92 % des échantillons de stériles du gîte de Moroy présentaient une valeur de RPN de plus de 2 et seraient considérés comme non-PAG selon les critères NEDEM (2009). En comparaison, 84 % des échantillons du gîte de Moroy seraient considérés comme non-PAG selon la Directive 019.

Résultats d'ABA des stériles du gîte de Barry

Les valeurs de pH de pâte ont été déterminées pour 40 des 95 échantillons de stériles de Barry. Ces échantillons présentaient des valeurs de pH de pâte alcaline entre 8,7 et 10,0.

Les valeurs de soufre total dans les 95 échantillons se situaient entre 0,05 % et 1,3 % (valeur médiane de 0,28 %) et les concentrations de soufre sous forme de sulfate se situaient sous la limite de détection de 0,4 %, indiquant que plusieurs des échantillons du gîte de Barry contenaient des concentrations importantes de sulfate. Les valeurs de PA calculées selon la teneur en soufre sous forme de sulfure se situaient entre 0,3 kg CaCO₃/t et 38 kg CaCO₃/t.

En comparaison, les valeurs de PN se situaient entre 22,9 kg CaCO₃/t et 277 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 76 kg CaCO₃/t) et les valeurs de PN_{Carb} se situaient entre 11 kg CaCO₃/t et 259 kg CaCO₃/t.

Les valeurs de PNN se situaient entre 1 kg CaCO₃/t et 263 kg CaCO₃/t et 96 % des échantillons de stériles de Barry présentaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCO₃/t.

Les valeurs de RPN étaient entre 1,6 et 187. Selon les lignes directrices NEDEM, 97 % des stériles du gîte de Barry sont considérés comme non-PAG et 94 % des échantillons étaient non-PAG selon la Directive 019.

8.2 Analyses élémentaires

Les résultats de contenu élémentaire en phase solide pour les échantillons de stériles de Bachelor, Moroy et Barry sont présentés à l'annexe E. Les sections suivantes décrivent les résultats de ces essais pour les stériles de chaque site. Comme noté plus haut, le contenu élémentaire ne permet pas d'évaluer directement le potentiel de lixiviation des métaux. Les concentrations élémentaires en phase solide ont été comparées aux valeurs de triage de référence, comme décrit dans la section 4.0.

Résultats d'analyses élémentaires des stériles de Bachelor

De manière générale, les échantillons de stériles de Bachelor présentaient de faibles concentrations de métaux totaux. Aucun échantillon ne présentait des concentrations dépassant les critères C pour un

élément et seul un nombre limité d'échantillons affichait des concentrations dépassant les critères B pour les éléments suivants : Mn (un échantillon) et Mo (six échantillons).

En comparaison aux abondances moyennes de la croûte continentale, seuls les éléments Ag et Mo présentaient des valeurs de plus de 10 fois la moyenne dans plusieurs échantillons.

Quelques échantillons présentaient également des concentrations pour certains des éléments suivants qui étaient plus élevées que les niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A) : Ag, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni et Zn (annexe E).

Résultats d'analyses élémentaires des stériles du gîte de Moroy

Les résultats de contenu élémentaire sont disponibles pour 18 échantillons de stériles recueillis du gîte de Moroy. Deux échantillons présentaient des concentrations de Mo qui dépassaient les critères C.

Selon les critères B, les éléments suivants ont dépassé les lignes directrices susmentionnées : Cu, Mn, Mo et Ni dans un échantillon ou plus.

Les concentrations de Cd et de Mo étaient enrichies dans un échantillon et cinq échantillons, respectivement, par rapport aux valeurs de sélection de 10 fois l'abondance de la croûte terrestre. De plus, certains échantillons de Moroy affichaient également des concentrations des éléments suivants qui dépassaient les niveaux de fond des critères C : Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni et Zn.

Résultats d'analyses élémentaires des stériles du gîte de Barry

Les résultats des analyses élémentaires sont disponibles pour la totalité des 95 échantillons de stériles du gîte de Barry. Un nombre limité d'échantillons du gîte de Barry présentait des concentrations dépassant les critères C pour les éléments suivants : Ag, As, Cu, Mn, Mo et Ni. Les éléments supplémentaires suivants étaient également enrichis par rapport aux critères B : Ba, Cd et Co.

Plusieurs échantillons présentaient également des concentrations de Cd et de Mo supérieures à 10 fois les valeurs d'abondance moyennes de la croûte continentale. Ag, As, Cd, Cu, Mo, Ni et Se.

Plusieurs échantillons présentaient des concentrations dépassant les niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A) pour les éléments suivants : Hg, Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb et Zn.

8.3 Essais de lixivibilité

Les résultats des essais de lixivibilité sont présentés à l'annexe F. Les données des essais de lixiviation disponibles sont limitées aux essais de SPLP réalisés sur plusieurs échantillons de stériles de Bachelor, de Moroy et de Barry.

Résultats des essais de lixivibilité des stériles de Bachelor

Dix-sept échantillons de stériles du site de Bachelor ont été analysés pour vérifier leur lixivibilité à l'aide d'essais de SPLP. Les concentrations de lixiviat ont été comparées aux critères pour l'eau potable et aux critères d'écoulement/protection des eaux souterraines de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés et les critères du Tableau 1 de la Directive 019, comme décrit dans la section 4.0.

Aucun échantillon ne présentait une concentration d'élément quelconque qui dépassait les critères du Tableau 1 de la Directive 019. Les concentrations d'Al, As, Ba et Mn dépassaient les critères pour l'eau potable dans au moins deux des 17 échantillons, et trois des 17 échantillons présentaient des concentrations dépassant les critères pour l'écoulement pour le Ba et le Zn (annexe F).

Résultats des essais de lixivabilité des stériles du gîte de Moroy

Les échantillons de stériles du gîte de Moroy ont été soumis aux essais de lixivabilité utilisant les processus des essais CTEU-9, SPLP et TCLP. Les résultats de lixivabilité ont été comparés à trois critères :

- Les critères pour les eaux souterraines destinées à la consommation de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- Les critères pour l'écoulement dans l'eau de surface ou l'infiltration dans les égouts de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.
- Les concentrations maximums d'un contaminant dans un matériau liquide ou un lixiviat provenant d'un solide figurant au Tableau 1 de la Directive 019.

Les résultats sont présentés à l'annexe F et décrits dans les sections suivantes.

Résultats des essais CTEU-9

Les concentrations de lixiviat de 20 essais de stériles CTEU-9 étaient généralement faibles pour la majorité des paramètres analysés. Aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviat qui dépassaient les concentrations du Tableau 1 de la Directive 019.

Quatre échantillons présentaient des concentrations de F dépassant les critères d'écoulement et deux échantillons présentaient des concentrations de Cu dépassant les critères d'écoulement. Un échantillon présentait une concentration de cyanure total dépassant les critères d'écoulement, ce qui est considéré comme le résultat d'une erreur de laboratoire ou d'une contamination étant donné que le cyanure n'est pas une substance prévue dans les échantillons de stériles.

En comparaison aux critères pour l'eau potable, la majorité des échantillons affichaient des concentrations élevées de F et d'Al. Un peu moins que la moitié des échantillons (45 %) présentaient des concentrations de Mo qui dépassaient les critères pour l'eau potable. Un échantillon comportait une concentration de Mn dépassant les critères pour l'eau potable.

Tableau 9 présente le nombre d'échantillons de stériles dont les concentrations établies à l'aide des essais CTEU-9 dépassaient les critères pour l'écoulement et l'eau potable.

Tableau 9. Nombre d'échantillons de stériles du gîte de Moroy dont les concentrations des essais CTEU-9 dépassaient les critères d'écoulement et pour l'eau potable

(n = 20)	Al	Cu	F	Mn	Mo
Écoulement	s/o	2	4	0	0
Eau potable	15	0	19	1	9

Résultats des essais SPLP

Dix-huit échantillons du gîte de Moroy ont été analysés à l'aide d'essais de SPLP. Aucun échantillon ne présentait des concentrations dépassant les critères du Tableau 1 de la Directive 019. Tous les échantillons présentaient des concentrations de lixiviat d'Al qui dépassaient les critères pour l'eau potable. Aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviat qui dépassaient les autres critères de comparaison.

Résultats des essais TCLP

Treize échantillons de stériles de Moroy ont également été analysés à l'aide d'essais TCLP. Les résultats sont résumés plus bas :

- Aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviat qui dépassaient les critères du Tableau 1 de la Directive 019.
- La plupart des échantillons présentaient des concentrations de Mn qui dépassaient les critères pour l'écoulement. Un échantillon présentait également une concentration de Zn qui dépassait les critères pour l'eau potable.
- La totalité ou la plupart des échantillons présentaient des concentrations d'Al et Mn qui dépassaient les critères pour l'eau potable. Trois échantillons présentaient des concentrations de F qui dépassaient les critères pour l'eau potable.

Résultats des essais de lixivabilité des stériles du gîte de Barry

Les résultats des essais de lixivabilité sont offerts pour 40 échantillons du gîte de Barry qui ont été recueillis en 2017. Aucun échantillon ne présentait des concentrations dépassant les critères du Tableau 1 de la Directive 019. Tous les échantillons présentaient des concentrations de lixiviat d'Al qui dépassaient les critères pour l'eau potable. Aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviat qui dépassaient les autres critères de comparaison.

De plus, sept échantillons de stériles de Barry ont été recueillis de divers emplacements du site de Barry et caractérisés en tant que matériaux réutilisés (annexe H). Les conclusions de cette étude réalisée par d'autres parties démontraient que les stériles de Barry pouvaient être réutilisés en tant que matériaux de catégorie II (GCM, 2018).

9.0 Résultats de caractérisation des résidus

En 2007, deux échantillons de résidus composites ont été recueillis de l'installation de traitement des résidus de Bachelor. Ces échantillons ont uniquement été analysés à l'aide d'essais de lixivabilité. À partir de 2016, 15 échantillons de résidus supplémentaires ont été recueillis des installations de Bachelor et 25 échantillons ont été recueillis de l'usine de Bachelor presque chaque semaine entre janvier 2018 et mai 2018, puis à nouveau entre août 2018 et octobre 2018. Ces échantillons récents ont été analysés pour déterminer leur potentiel acidogène (ABA) et leur contenu élémentaire en phase solide. Sept échantillons supplémentaires ont été recueillis de l'installation de résidus en 2018 et représentent les résidus qui ont été générés entre juin 2018 et octobre 2018.

Des échantillons de résidus provenant du minerai de Barry ou de matériaux de résidus simulés n'étaient pas disponibles pour les essais. Par conséquent, les caractéristiques prévues pour les résidus de Barry ont été déterminées selon les essais de minerai plus haut.

Les données des résidus disponibles sont présentées dans l'annexe G et sont expliquées plus bas.

9.1 Potentiel acidogène

Les valeurs de pH de pâte pour les échantillons de résidus prélevés en 2016 de l'installation de traitement se situaient entre 7,4 et 9,1; les échantillons prélevés de l'usine affichaient des valeurs de pH de pâte entre 8,6 et 11,2.

Les concentrations de soufre total étaient entre 0,6 % et 1,4 % pour la plupart des échantillons de l'usine et de l'installation du parc à résidus, alors que deux échantillons de 2016 provenant de l'installation de

résidus contenaient moins de 0,2 % de soufre total (Figure 9). Les échantillons de résidus présentaient de très faibles concentrations de soufre sous forme de sulfate et la majorité du soufre total dans les deux types de résidus est présente sous la forme de sulfure (Figure 10).

Les valeurs de PA se situaient entre 19 kg CaCO₃/t et 42 kg CaCO₃/t dans la plupart des échantillons (Figure 11); deux échantillons de 2016 affichaient des valeurs de PA inférieures à 5.

Les valeurs de PN étaient modérées et se situaient entre 52 kg CaCO₃/t et 135 kg CaCO₃/t après l'exclusion d'un échantillon à valeur de PN anormalement basse (6,6 kg CaCO₃/t).

Les valeurs de PNCarb se situaient entre 19 kg CaCO₃/t et 128 kg CaCO₃/t dans les échantillons de 2016 prélevés de l'installation du parc à résidus et se situaient entre 85 kg CaCO₃/t et 131 kg CaCO₃/t dans les échantillons prélevés en 2018. Certains échantillons de résidus affichaient des valeurs de PNCarb supérieures aux valeurs de PN, indiquant la présence de minéraux de carbonate de fer (Figure 12).

Les valeurs de PNN calculées (selon le PN) se situaient entre 6 kg CaCO₃/t et 112 kg CaCO₃/t, et elles étaient supérieures à 20 kg CaCO₃/t dans tous les échantillons, à l'exception d'un seul.

Les valeurs de RPN se situaient entre 2 et 20 dans les échantillons de résidus recueillis en 2016 et entre 2,1 et 5,6 dans les échantillons recueillis en 2018; tous les échantillons de résidus étaient considérés comme non-PAG selon les critères NEDEM (2009) (RPN > 2). En comparaison, six des 15 échantillons (40 %) recueillis en 2016 et sept des 33 échantillons (21 %) prélevés en 2018 seraient considérés comme PAG selon la Directive 019.

Les données du minerai de Barry indiquent qu'il s'agit surtout de matériaux non-PAG. Le mélange inhérent du minerai lors du traitement devrait produire des résidus non-PAG dans le cas du minerai de Barry.

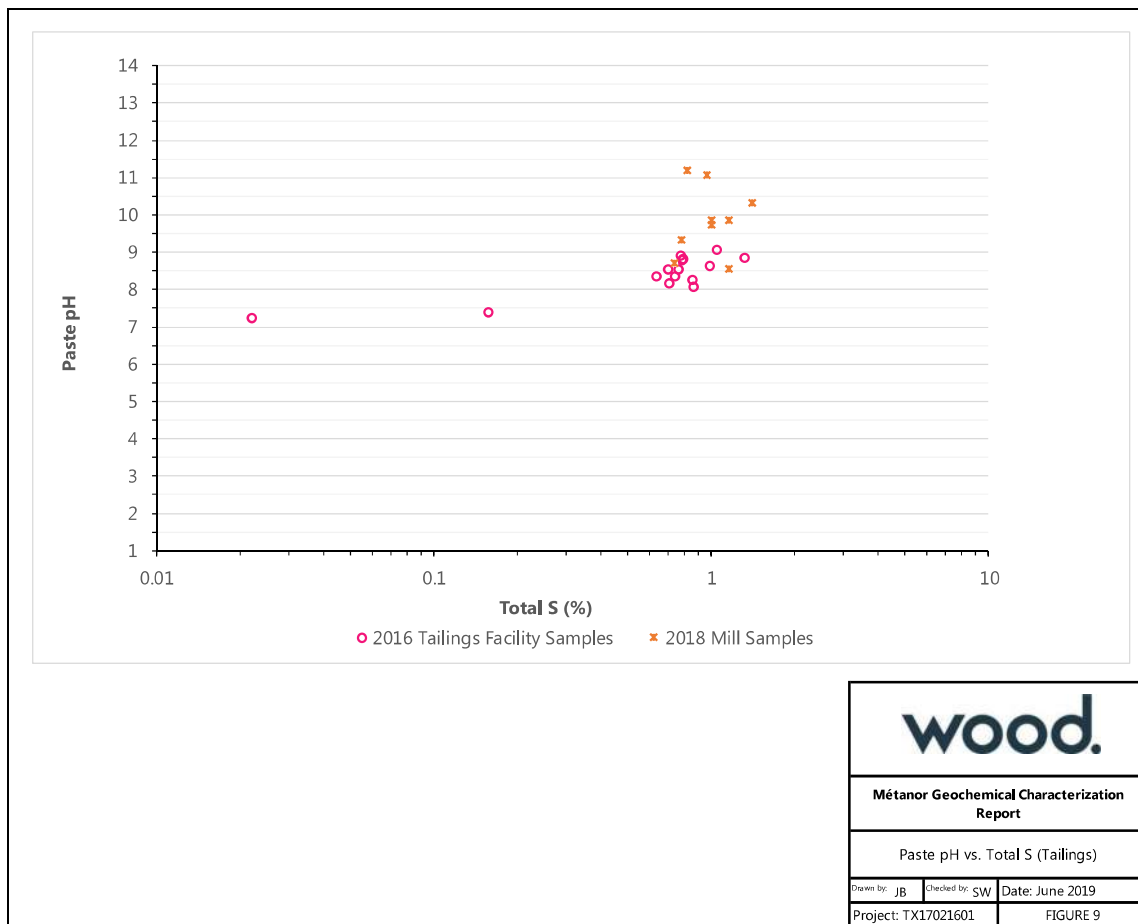
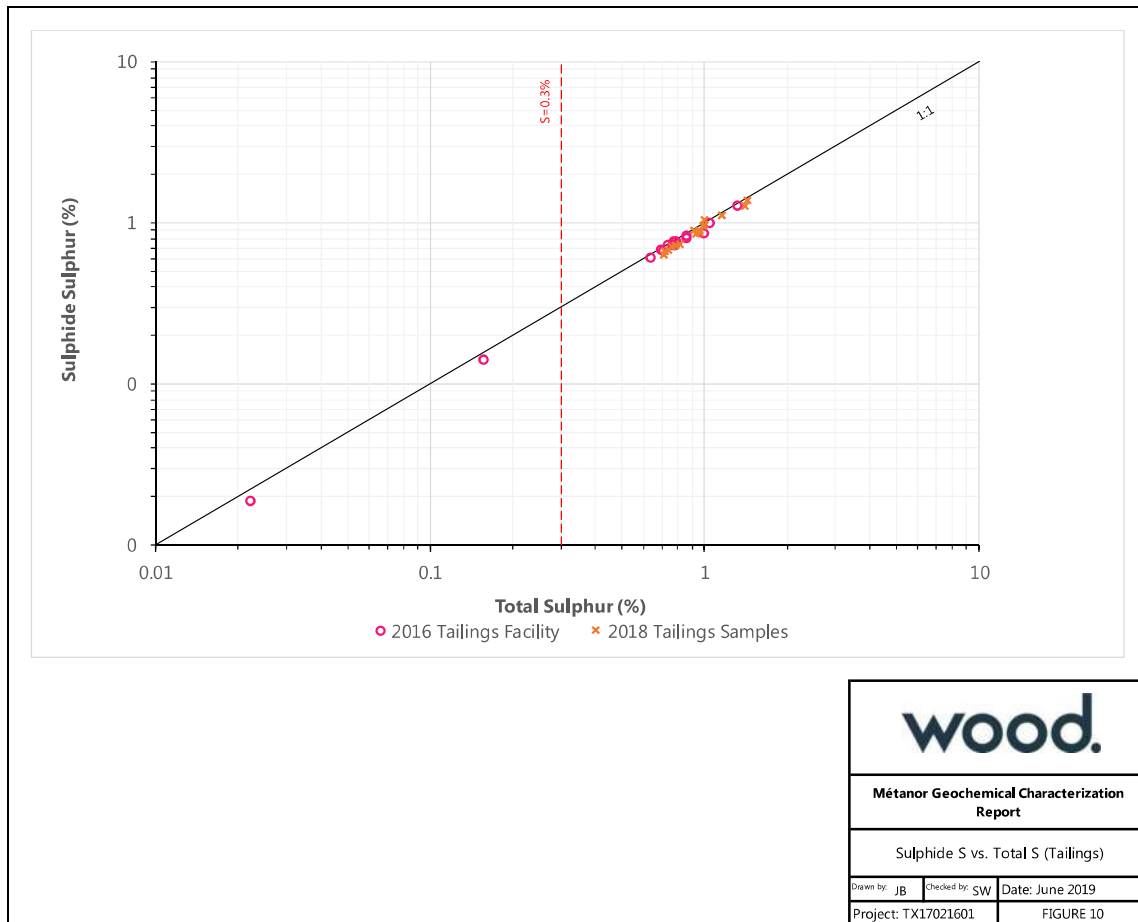


Figure 9. pH de pâte vs soufre total (résidus)





wood.

Métanor Geochemical Characterization Report

Sulphide S vs. Total S (Tailings)

Drawn by: JB	Checked by: SW	Date: June 2019
Project: TX17021601		FIGURE 10

Figure 10. Soufre sous forme de sulfure vs soufre total (résidus)



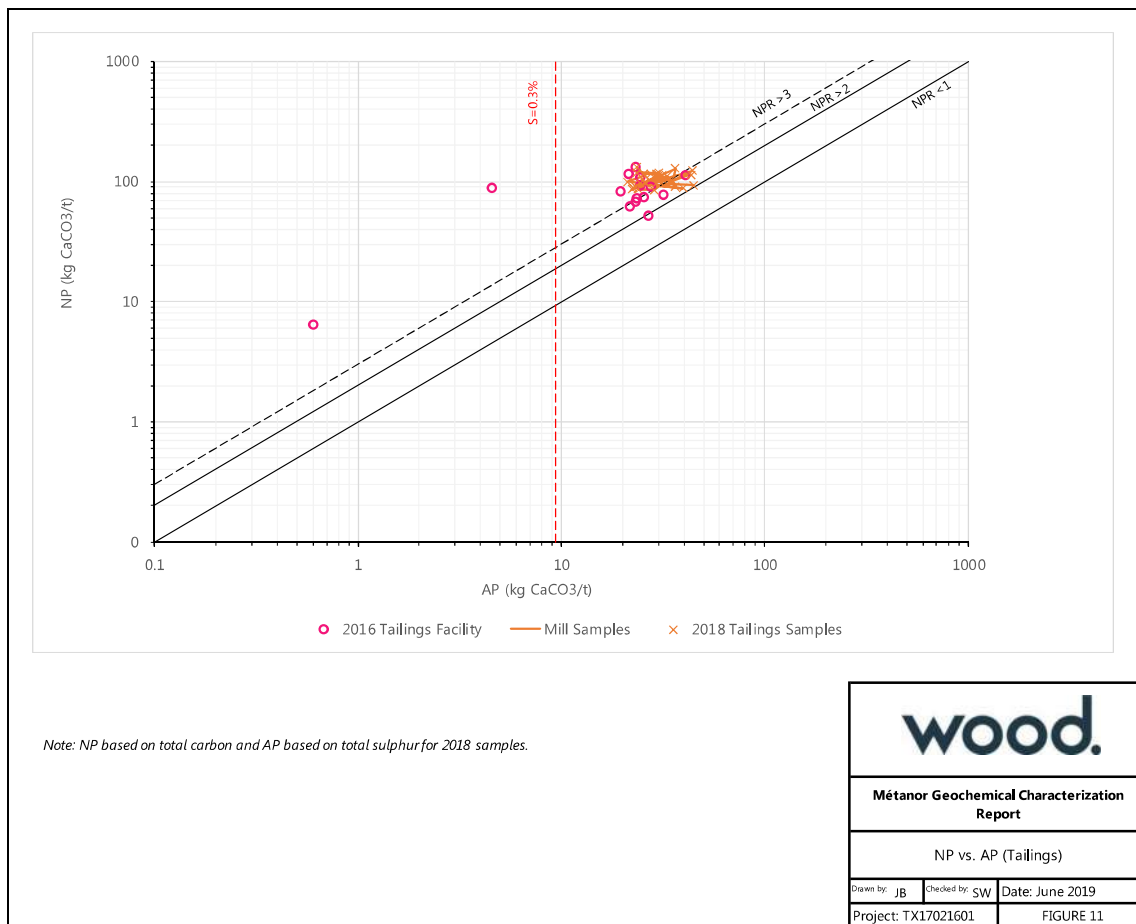


Figure 11. PN vs PA (résidus)

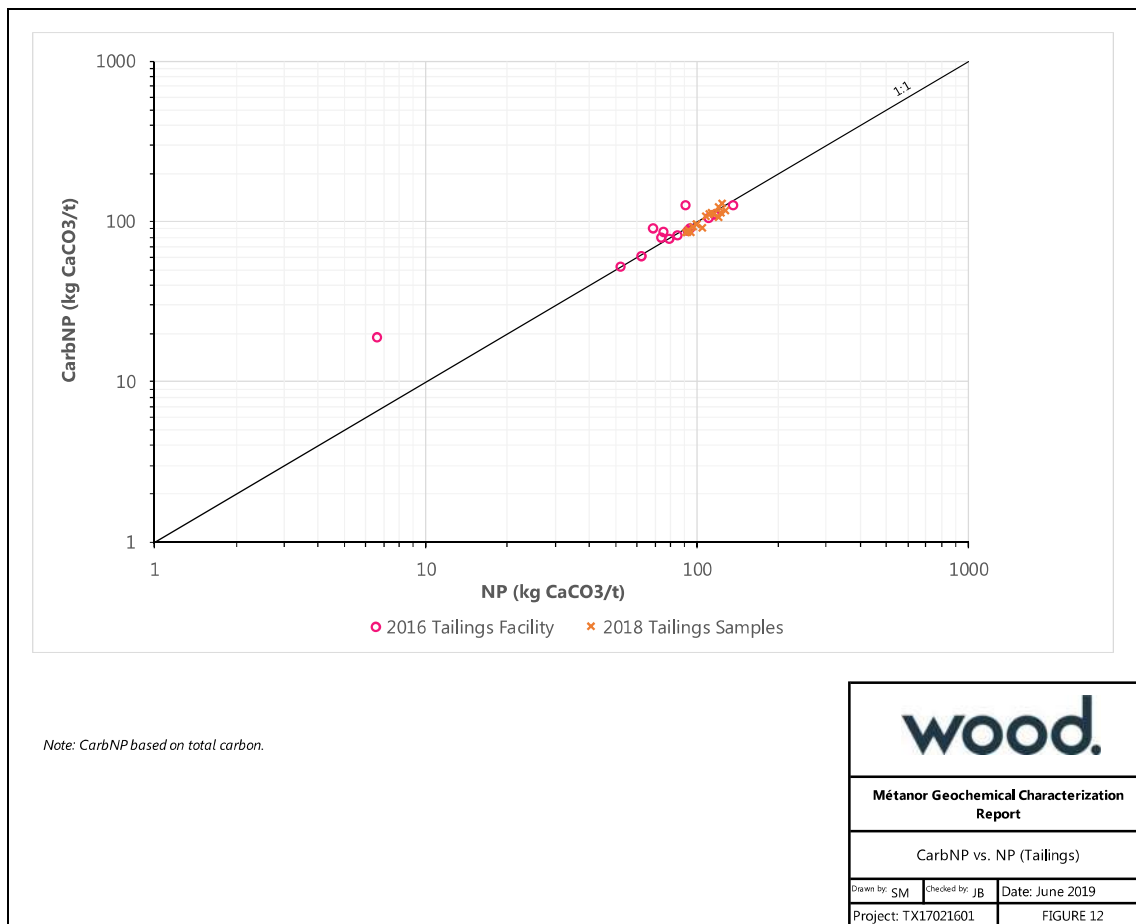


Figure 12. PNCarb vs PN (résidus)

9.2 Analyses élémentaires

Les 15 échantillons de résidus de l'installation ont été analysés pour déterminer leur contenu élémentaire total (annexe H). Généralement, les concentrations de métaux étaient inférieures aux critères de sélection, mis à part quelques exceptions. Aucun échantillon ne présentait des concentrations dépassant les critères C ou 10 fois l'abondance moyenne de la croûte continentale et seulement deux échantillons présentaient des concentrations de Mn dépassant les critères B. Un ou deux échantillons présentaient des concentrations de Co, Cu, Mn, Hg et de Pb (Tableau 10) qui étaient supérieures aux niveaux de fond dans la province du lac Supérieur (critères A). Dix des 15 échantillons présentaient des concentrations de Mo dépassant les critères A.

Tableau 10. Sommaire des concentrations élémentaires pour les échantillons de l'installation de résidus

	Co	Cu	Mn	Hg	Mo	Pb
Nombre d'échantillons de l'installation de résidus à concentrations dépassant les critères A (n = 15)	1	1	2	1	10	1

Les données de contenu élémentaire recueillies du minerai de Barry suggèrent que les résidus de Barry peuvent présenter des concentrations enrichies de métaux pouvant inclure les éléments Ag, Ba, Co, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Se et U. Les effets du traitement peuvent produire des résidus dont le contenu élémentaire général est inférieur aux échantillons de minerai discrets.

9.3 Essais de lixivabilité

Résultats des essais de lixivabilité des résidus de Bachelor

En 2007, deux échantillons de résidus (TS1 et TS2) ont été prélevés de l'installation de résidus de Bachelor et analysés à l'aide des essais CTEU-9 (à pH neutre), SPLP et TCLP (Genivar, 2011). Les résultats sont présentés dans l'annexe I et ont été comparés aux critères présentés dans la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés pour la protection des eaux souterraines, ainsi que les critères du Tableau 1 de la Directive 019. Les résultats des essais de lixivabilité sont présentés dans l'annexe I.

Résultats d'essais SPLP (EPA 1312)

L'essai SPLP a détecté des concentrations de lixiviat dans les deux échantillons qui étaient sous la limite de détection en laboratoire ou tous les critères de comparaison.

Résultats d'essais CTEU-9 (Environnement Canada)

De manière générale, les résultats de l'essai de lixivabilité CTEU-9 étaient également sous les limites de détection en laboratoire et les critères du Tableau 1 de la Directive 019. De manière générale, les concentrations étaient inférieures aux autres critères de comparaison, à l'exception du fluorure et du molybdène dans l'échantillon TS1, qui dépassaient les critères pour l'eau potable. Les concentrations de fluorure du lixiviat de l'échantillon TS2 dépassaient également les critères pour l'eau potable.

Résultats d'essais TCLP (EPA 1311)

Les résultats des essais TCLP étaient tous inférieurs aux critères du Tableau 1 de la Directive 019. En comparaison, les résultats des essais TCLP démontraient des concentrations de F, Al, Ba, Cu, Mn, Ni et Zn qui dépassaient les critères pour l'eau potable et/ou l'écoulement.

Des essais de lixivabilité supplémentaires pour les échantillons de résidus sont en cours et les résultats devraient être disponibles au cours de la première moitié de 2019. Les essais de lixivabilité incluent les essais TCLP, SPLP et CTEU-9 réalisés sur trois à cinq échantillons recueillis de l'installation de résidus.

Résultats des essais de lixivabilité des résidus de Barry

Les essais de lixivabilité n'ont pas été effectués sur les échantillons de résidus de Barry et cela veut dire que les essais de lixivabilité SPLP du minerai sont utilisés dans le présent document pour offrir une estimation de la lixivabilité potentielle des résidus. Noter que la lixivabilité réelle des résidus devrait différer du minerai en raison du grain plus petit et de la plus grande surface réactive des résidus, comparativement aux échantillons de minerai plus grossiers.

Les essais de lixivabilité des minerais n'ont pas permis de détecter des concentrations dépassant les critères du Tableau 1 de la Directive 019. Ils ont permis d'identifier la plupart des échantillons dont la concentration en aluminium dépassant les critères pour l'eau potable est appliquée à titre de valeur de sélection. Quelques échantillons présentaient des concentrations d'arsenic dépassant les critères pour l'eau potable. Aucun des échantillons de minerai de Barry testés n'affichait des concentrations dépassant les critères pour l'écoulement.

9.4 Essais cinétiques

Un programme d'essais cinétiques des résidus de Bachelor a été lancé et réalisé par d'autres parties. Le rapport de données finales produit par l'URSTM a été fourni. Ce rapport explique que deux échantillons ont été prélevés (URSTM, 2019) :

- Résidus frais – résidus dérivés du traitement de « nouveau » minerai de Bachelor.
- Cellule 2 de résidus – échantillons recueillis lors du forage de l'épaisseur de la cellule 2 de résidus et représentant les résidus générés entre 1980 et 2018.

Les sous-échantillons de chaque type de résidus ont été recueillis afin qu'ils soient analysés. Les deux échantillons ont été analysés pour déterminer leur ABA et leur contenu métallique en phase solide. L'échantillon frais a également été analysé pour sa minéralogie à l'aide de l'essai Rietveld-XRD et il a été assujéti à un test de colonne en laboratoire. Les analyses d'ABA indiquent que les deux échantillons étaient non-PAG selon les critères NEDEM (2009) et la Directive 019. Les principaux minéraux identifiés dans l'échantillon frais étaient le quartz (25,1 %), l'albite (51,7 %), la calcite (8,7 %) et la dolomie (6,3 %). Des concentrations de moins de 1 % de pyrite (0,8 %) et de sulfate de calcium (anhydrite à 0,4 %) ont également été détectées.

Les résultats de test de colonne ont affiché un pH neutre pendant une période d'essai d'un an. De manière générale, les concentrations de Cu et Zn dépassaient les critères pour l'écoulement. Les concentrations de Mn dépassaient les critères pour l'eau potable de manière constante.

10.0 Sommaire

Le contenu qui suit est un sommaire des conclusions clés du présent rapport.

10.1 Minerai

Échantillons de minerai de Bachelor

- La valeur de soufre total se situait entre 0,05 % et 7,3 % (valeur médiane de 1,9 %); le soufre sous forme de sulfure affichait des valeurs similaires entre 0,07 % et 7,3 % (valeur médiane de 1,9 %)

indiquant que les sulfures sont la forme dominante de soufre dans les échantillons de minerai de Bachelor.

- Les valeurs de PA calculées se situaient entre 1,4 kg CaCO₃/t et 229 kg CaCO₃/t.
- Les échantillons de minerai de Bachelor contenaient des quantités faibles à modérées de PN entre 18 kg CaCO₃/t et 239 kg CaCO₃/t (valeur médiane à 88 kg CaCO₃/t), principalement sous la forme de carbonate.
- Les valeurs de PNN calculées selon la valeur de PN se situaient entre -150 kg CaCO₃/t et 204 kg CaCO₃/t et 62 % des échantillons de stériles de Barry présentaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCO₃/t.
- 43 % des échantillons de minerai de Bachelor étaient considérés comme non-PAG selon les critères NEDEM (2009); 34 % des échantillons étaient considérés comme non-PAG selon la Directive 019.
- Les valeurs moyennes de RPN ont été calculées pour chaque zone de Bachelor et indiquent un potentiel de génération d'acide incertain.
- Comme prévu, les échantillons de minerai de Bachelor présentaient des concentrations élémentaires pour plusieurs paramètres qui étaient plus élevées que les valeurs de sélection pour le sol, dont un échantillon qui affichait une concentration de Mo et qui dépassait les critères C et des concentrations de Cr, Cu, Mn, Mo et Ni qui dépassaient les critères B.
- Comparativement aux concentrations de fond, les concentrations d'Ag, Cd, Mo et Se dépassaient 10 fois l'abondance moyenne de la croûte continentale dans plusieurs échantillons de minerai de Bachelor. Les concentrations d'Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Se et Zn étaient également plus élevées dans les échantillons de minerai comparativement aux critères A pour le sol.
- Les essais de lixivabilité SPLP (EPA 1312) affichaient des concentrations qui étaient inférieures aux critères du Tableau 1 de la Directive 019.
- En comparaison, plusieurs éléments se lixiviaient des échantillons de minerai de Bachelor au cours de l'essai SPLP et dépassaient les critères pour l'eau potable (Al, Se, As, Ba et Mn) et les critères pour l'écoulement des eaux souterraines (Ag, Ba, Cu et Zn) dans un nombre limité d'échantillons.

Échantillons de minerai de Moroy

- Les échantillons de minerai de Moroy contenaient également des concentrations de soufre relativement élevées entre 0,13 % et 6,7 % (valeur médiane de 1,3 %); des concentrations similaires de soufre sous forme de sulfure ont été détectées entre 0,12 % et 6,7 % (valeur médiane de 1,2 %).
- Les valeurs de PA calculées se situaient entre 4,1 kg CaCO₃/t et 210 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 41 kg CaCO₃/t; moyenne de 47 kg CaCO₃/t).
- Les échantillons de minerai de Moroy affichaient des valeurs de PN entre 56 kg CaCO₃/t et 211 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 122 kg CaCO₃/t), principalement sous la forme de carbonate.
- Les valeurs de PNN calculées se situaient entre -49 kg CaCO₃/t et 180 kg CaCO₃/t et 32 des 33 échantillons (97 %) présentaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCO₃/t.
- 79 % des échantillons de minerai de Moroy étaient considérés comme non-PAG selon les critères NEDEM (2009), comparativement à 48 % des échantillons qui étaient considérés comme non-PAG selon la Directive 019.

- Les échantillons de minerai de Moroy présentaient des concentrations élémentaires ressemblant à celles des échantillons de minerai de Bachelor, dont deux échantillons qui comportaient une concentration de Mo dépassant les critères C et des concentrations de Cu, Mn, Mo et Ni qui dépassaient les critères B.
- En comparaison aux valeurs de fond, les concentrations d'Ag, Cd, Mo et Se dépassaient plus de 10 fois les abondances moyennes de la croûte continentale et les concentrations d'Ag, As, Cd, Co, Cu, Mn, Mo et Ni dépassaient les critères A pour le sol.
- Les essais de lixivabilité des échantillons de Moroy affichaient de faibles concentrations de métaux lixiviables qui étaient généralement sous la limite de détection pour la majorité des paramètres analysés lors des trois essais de lixivabilité. Aucun échantillon ne présentait une concentration d'élément quelconque qui dépassait les concentrations du Tableau 1 de la Directive 019.
- Les essais de lixiviat CTEU-9 affichaient des concentrations de F, Al, Mn et Mo qui dépassaient les critères pour l'eau potable dans plusieurs échantillons; la concentration en F dépassait également les critères pour l'écoulement dans deux échantillons.
- En comparaison, tous les échantillons de minerai de Moroy ayant fait l'objet d'essais SPLP présentaient des concentrations d'Al dépassant les critères pour l'eau potable.
- Les résultats de TCLP comprenaient des concentrations de F, Al, Cr, Mn, Pb, Se et U qui dépassaient les critères pour l'écoulement et pour l'eau potable dans un ou plusieurs échantillons.

Échantillons de minerai de Barry

- Les concentrations de soufre total et de soufre sous forme de sulfure dans le minerai de Barry étaient plus faibles que les deux autres minerais et se situaient entre 0,07 % et 3,5 % (valeur médiane de soufre total : 0,98 %; valeur médiane de soufre sous forme de sulfure de 0,94 %).
- Les valeurs de PA calculées se situaient entre 2,3 kg CaCO₃/t et 107 kg CaCO₃/t.
- Les échantillons de minerai de Barry présentaient les quantités les plus élevées de PN qui se situaient entre 35 kg CaCO₃/t et 348 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 165 kg CaCO₃/t), principalement sous la forme de carbonate.
- Les valeurs de PNN du minerai de Barry étaient légèrement plus élevées que les autres minerais et se situaient entre -8,3 kg CaCO₃/t et 298 kg CaCO₃/t avec 99 % des échantillons présentant une valeur de PNN de plus de 20 kg CaCO₃/t.
- Les valeurs de RPN étaient entre 0,9 et 72. 94 % des échantillons de minerai de Barry étaient considérés comme non-PAG selon les critères NEDEM (2009) et 83 % des échantillons étaient considérés comme non-PAG selon la Directive 019.
- Les échantillons de minerai de Barry présentaient des concentrations élémentaires enrichies dans plusieurs échantillons, même si elles étaient généralement plus faibles avec des concentrations enrichies moins nombreuses comparativement aux échantillons de minerais de Bachelor et Moroy.
 - Un des 101 échantillons de minerai de Barry présentait une concentration de Mo qui dépassait les critères C.
 - Les concentrations de Ba, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb et Zn dépassaient les critères B dans au moins un échantillon.

- Les concentrations de Hg, Ag, Mo, Pb, Se, U et Zn dépassaient 10 fois les abondances de la croûte continentale dans les échantillons de minerai de Barry et les éléments As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni et Zn étaient enrichis comparativement aux valeurs de fond du sol (critères A).
- Les essais de lixivabilité (SPLP; EPA 1312) présentaient des concentrations généralement faibles de métaux lixiviables pour le minerai de Barry, dont la majorité des concentrations étaient sous la limite de détection et la totalité des concentrations était inférieure aux critères du Tableau 1 de la Directive 019 et aux critères pour l'écoulement.
 - Dans le cas de l'Al, tous les échantillons de minerai de Barry dépassaient les critères pour l'eau potable. Quatre des 99 échantillons présentaient des concentrations d'As qui dépassaient les critères pour l'eau potable et un échantillon affichait une concentration de Mn dépassant les critères pour l'eau potable.

10.2 Stériles

Les échantillons de stériles affichaient des valeurs de PN et PA légèrement plus faibles comparativement au minerai, ce qui correspond à la description géologique du minerai lié aux sulfures et veines de quartz-carbonate. Les sections suivantes résument les données des stériles pour chaque site.

Échantillons de stériles de Bachelor

- Les échantillons de stériles de Bachelor présentaient une gamme de concentrations de soufre total entre 0,06 % et 4,3 % (valeur médiane de 0,17 %).
- Les échantillons recueillis de la zone principale et de la zone B présentaient des concentrations de soufre total généralement plus faibles comparativement aux échantillons prélevés dans d'autres zones, ainsi que des concentrations importantes de sulfate. Ces échantillons affichaient également les valeurs de PA les plus faibles calculées selon la concentration de soufre sous forme de sulfure qui étaient généralement inférieures à 10 kg CaCO₃/t.
- Les valeurs de PN des échantillons de stériles de Bachelor étaient modérées, entre 10 kg CaCO₃/t et 100 kg CaCO₃/t, principalement sous la forme de carbonate (valeur médiale de 28 kg CaCO₃/t).
- 48 % des échantillons de Bachelor présentaient des valeurs de PNN qui étaient supérieures à 20 kg CaCO₃/t.
- 80 % des échantillons de stériles de Bachelor présentaient des valeurs de RPN de plus de 2 et ils étaient considérés comme non-PAG. En comparaison, 71 % des échantillons de stériles de Bachelor étaient considérés comme non-PAG selon les lignes directrices de la Directive 019.
- Les échantillons de Bachelor présentaient de faibles concentrations élémentaires en phase solide.
 - Aucun échantillon ne présentait des concentrations qui dépassaient les critères C.
 - Des échantillons limités présentaient des concentrations de Mn (un échantillon) et Mo (six échantillons) qui dépassaient les critères B.
 - L'Ag et le Mo étaient les deux seuls éléments qui étaient supérieurs à 10 fois la valeur de sélection pour l'abondance moyenne de la croûte continentale.
 - Quelques échantillons présentaient des concentrations dépassant les critères de niveaux de fond de sol (critères A) pour les éléments Ag, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni et Zn.

- Malgré certaines concentrations élémentaires enrichies en phase solide, ces paramètres ne présentaient généralement pas de lixiviat lors des essais SPLP (EPA 1312) et aucune concentration ne dépassait les critères du Tableau 1 de la Directive 019.
 - Certains signes limités de lixiviation potentielle des métaux ont été constatés pour certains éléments :
 - ◆ Une concentration d'Al dépassant les critères de concentration pour l'eau potable a été détectée dans tous les échantillons.
 - ◆ Une concentration d'As dépassant les critères de concentration pour l'eau potable a été détectée dans 6 des 17 échantillons.
 - ◆ Des concentrations de Ba et de Mn dépassant les critères pour l'eau potable ont été détectées dans deux échantillons.
 - ◆ Des concentrations de Ba et de Zn dépassant les concentrations pour l'écoulement dans quelques échantillons.

Échantillons de stériles de Moroy

- Les concentrations de soufre total dans les échantillons de Moroy présentaient une gamme plus étroite de concentrations (0,10 % à 1,6 %; valeur médiane à 0,27 %) comparativement aux échantillons de Bachelor.
- Les concentrations de sulfate des stériles de Moroy se situaient entre 0,01 % et 0,5 %.
- Les valeurs de PA calculées pour les échantillons de Moroy étaient généralement faibles et également inférieures aux valeurs de PA de Bachelor. Les valeurs de PA de Moroy se situaient entre 1,6 kg CaCO₃/t et 48 kg CaCO₃/t.
- Les valeurs de PN des stériles de Moroy étaient faibles à modérées et se situaient entre 12 kg CaCO₃/t et 115 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 51 kg CaCO₃/t), principalement sous la forme de carbonate.
- 76 % des échantillons de stériles de Moroy affichaient des valeurs de PNN de plus de 20 kg CaCO₃/t.
- 92 % des échantillons étaient considérés comme non-PAG selon les critères NEDEM (2009), comparativement à 84 % des échantillons qui étaient considérés comme non-PAG selon les lignes directrices de la Directive 019.
- Les données de contenu élémentaire pour 18 échantillons de stériles de Moroy suggèrent que le gîte de Moroy peut présenter des concentrations élémentaires plus élevées en phase solide pour certains éléments que les échantillons de Bachelor :
 - Deux échantillons de Moroy présentaient une concentration de Mo qui dépassait les critères C.
 - Les concentrations de Cu, Mn, Mo et Ni dépassaient les concentrations des critères B dans un échantillon ou plus.
 - Les concentrations de Cd et Mo dépassaient 10 fois les abondances moyennes de la croûte terrestre et les concentrations de Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni et Zn dépassaient les niveaux de fond des critères A dans la province du lac Supérieur.
- Les échantillons de stériles de Moroy présentaient des concentrations généralement faibles de métaux lixiviables lors des essais CTEU-9, SPLP et TCLP qui étaient généralement sous la limite de détection en laboratoire et inférieures aux critères du Tableau 1 de la Directive 019.

- Les résultats des essais CTEU-9 ont démontré des concentrations de certains métaux (Cu et F) qui dépassaient les critères pour l'écoulement et des concentrations des éléments Al, F, Mn et Mo qui dépassaient les critères pour l'eau potable.
- Les essais SPLP ont démontré que seul l'Al dépassait les critères pour l'eau potable.
- Les résultats des essais TCLP ont détecté des concentrations de Mn, Zn et Al qui dépassaient les critères pour l'écoulement et/ou l'eau potable dans certains échantillons.

Échantillons de stériles de Barry

- Les échantillons de stériles de Barry présentaient également de faibles concentrations de soufre total entre 0,05 % et 1,3 % et légèrement inférieures à la répartition des échantillons de Bachelor et de Moroy (valeur médiane de 0,28 %).
- Les concentrations de soufre sous forme de sulfate dans les échantillons de Barry atteignaient jusqu'à 0,4 % et les valeurs étaient plus élevées que les gammes de sulfate des sites de Bachelor et de Moroy.
- Les valeurs de PA calculées pour les stériles de Barry étaient faibles et se situaient entre 0,3 kg CaCO₃/t et 38 kg CaCO₃/t.
- Les valeurs de PN comparées étaient modérées à élevées et se situaient entre 23 kg CaCO₃/t et 277 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 76 kg CaCO₃/t), principalement sous la forme de carbonate.
- Les valeurs de PNN dépassaient 20 kg CaCO₃/t dans 96 % des échantillons de Barry.
- 97 % des échantillons de Barry étaient considérés comme non-PAG en raison d'une valeur de RPN de plus de 2 (NEDEM). Une proportion similaire d'échantillons était également considérée comme non-PAG selon les lignes directrices de la Directive 019 (94 %).
- Les résultats des 95 échantillons de stériles de Barry présentaient des concentrations élémentaires plus élevées que les échantillons de Bachelor et de Moroy. Cela peut être lié à la base de données plus large et n'est pas une indication d'enrichissement élémentaire généralisé. Les observations suivantes ont été recueillies :
 - Les éléments Ag, As, Cu, Mn, Mo et Ni ont dépassé les critères C dans un nombre limité d'échantillons.
 - Les concentrations des éléments Ag, As, Ba, Cd, Co, Cu, Mn, Mo et Ni dépassaient les critères B dans plusieurs échantillons.
 - Plusieurs échantillons présentaient des concentrations d'Ag, As, Cd, Cu, Mo, Ni et Se qui dépassaient 10 fois les valeurs d'abondance moyennes de la croûte continentale.
 - Les concentrations des critères A ont été dépassées par plusieurs échantillons pour les éléments suivants : Hg, Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb et Zn.
- Comme les conclusions pour les stériles de Moroy, malgré plusieurs concentrations de métaux enrichies en phase solide dans les stériles de Barry, les résultats des essais de lixivabilité (SPLP, EPA 1312) indiquent un risque généralement faible de lixiviation des métaux.
 - Aucun échantillon ne présentait des concentrations qui dépassaient les critères du Tableau 1 de la Directive 019.
 - Aucun échantillon ne présentait des concentrations de lixiviat qui dépassaient les critères pour l'écoulement.
 - Dans tous les échantillons, les critères pour l'eau potable ont été dépassés pour l'Al seulement.

- Une étude d'évaluation a été réalisée sur sept échantillons de stériles du site de Barry classés en tant qu'échantillons de catégorie II dans une étude séparée (GCM 2018) et ils sont considérés comme adéquats pour l'utilisation actuelle des échantillons en tant que tampons et sous-fondation pour les routes non pavées (GCM, 2018).

10.3 Résidus

Un sommaire des conclusions de l'analyse des résidus est offert plus bas.

- Les échantillons de résidus présentaient une plage étroite de teneur en soufre total et soufre sous forme de sulfure se situant généralement entre 0,6 % et 1,4 % (valeur médiane à 0,85 %) après l'exclusion de deux échantillons à faible teneur en soufre dont les concentrations étaient inférieures à 0,2 %.
- Les valeurs de PA en laboratoire étaient faibles à modérées et se situaient entre 0,6 kg CaCO₃/t et 42 kg CaCO₃/t.
- Les valeurs de PN en laboratoire étaient généralement plus élevées que les valeurs de PA et se situaient entre 52 kg CaCO₃/t et 135 kg CaCO₃/t (valeur médiane de 105 kg CaCO₃/t), principalement sous la forme de carbonate, après avoir exclu un échantillon recueilli de l'installation de résidus dont la valeur de PN était de 6,6 kg CaCO₃/t.
- Les valeurs de PNN dépassaient 20 kg CaCO₃/t dans tous les échantillons, à l'exception d'un échantillon.
- Tous les échantillons de résidus analysés dans le cadre de cette étude affichaient des valeurs de RPN de plus de 2 et n'étaient pas considérés comme PAG selon les critères NEDEM (2009). Treize des 48 échantillons (27 %) seraient considérés comme PAG selon la Directive 019.
- Les échantillons de résidus prélevés de l'installation de résidus présentaient des concentrations de métaux en phase solide qui étaient généralement inférieures aux critères de sélection, mis à part quelques exceptions :
 - Aucun échantillon ne présentait des concentrations qui étaient 10 fois plus élevées que les valeurs d'abondance moyennes de la croûte continentale.
 - Deux échantillons présentaient des concentrations de Mn qui dépassaient les critères B.
 - Un ou deux échantillons présentaient des concentrations de Co, Cu, Mn, Hg et Pb qui dépassaient les critères A et 10 échantillons affichaient des concentrations de Mo qui dépassaient les critères A.
- Les données de lixiviation limitées sont offertes pour les échantillons de résidus :
 - Aucun des deux échantillons testés ne présentait des concentrations de lixiviat lors des essais CTEU-9, SPLP ou TCLP qui étaient supérieures aux concentrations du Tableau 1 de la Directive 019.
 - Toutes les concentrations des essais SPLP étaient inférieures aux critères de comparaison.
 - Les résultats des essais CTEU-9 ont détecté des concentrations de fluorure dans les deux échantillons qui dépassaient les critères pour l'eau potable. La concentration de Mo dépassait également les critères pour l'eau potable dans un échantillon.
 - Les résultats des essais TCLP démontraient des concentrations de F, Al, Ba, Cu, Mn, Ni et Zn qui dépassaient les critères pour l'eau potable et/ou l'écoulement.

- Un essai de colonne unique réalisé par l'URSTM a détecté des concentrations généralement constantes de Cu et de Zn qui dépassaient les critères pour l'écoulement et des concentrations de Mn qui dépassaient les critères pour l'eau potable.
- Les essais de lixivabilité sur les échantillons de résidus supplémentaires sont en cours et comprendront les essais TCLP, SPLP et CTEU-9.

Étant donné que certaines données sur les minerais suggéraient un potentiel de résidus PAG (sections 7.1 et 10.1), mais que les échantillons de résidus indiquaient généralement un potentiel plus faible de DMA selon les valeurs de RPN, une évaluation supplémentaire de ces données a été réalisée dans le but d'expliquer l'écart constaté.

Les géologues ont indiqué que le minerai de Moroy est extrait de veines étroites et qu'un taux de dilution avec les stériles d'environ 25 % est détecté lors de l'extraction. Une comparaison aux valeurs de PN et PA pour les minerais et les résidus a démontré que les valeurs de PN étaient généralement similaires pour les minerais et les résidus (valeur de PN moyenne de 100 kg CaCO₃/t pour les résidus et valeurs de PN moyennes pour les minerais de Bachelor et de Moroy de 96 kg CaCO₃/t et 124 kg CaCO₃/t, respectivement).

En comparaison, la valeur de PA moyenne pour les résidus était d'environ 30 kg CaCO₃/t comparativement aux valeurs de PA moyennes d'environ 60 kg CaCO₃/t dans le minerai de Bachelor et d'environ 50 kg CaCO₃/t dans le minerai de Moroy. Cela appuie la reconnaissance de la dilution comme raison expliquant les valeurs de RPN plus élevées qui ont été constatées dans les résidus de Bachelor et de Moroy comparativement à l'échantillonnage de minerais. De manière générale, les valeurs de PA médianes sont généralement plus faibles que les valeurs moyennes dans les minerais de Bachelor et Moroy, ce qui suggère que quelques échantillons relativement enrichis peuvent affecter la moyenne calculée en l'augmentant légèrement.

Pour mieux évaluer l'effet potentiel de la dilution apparente sur les résultats des minerais, les valeurs moyennes et médianes de RPN pour les ensembles d'échantillons de minerais de Bachelor et Moroy ont été recalculées pour tenir compte de la dilution de 25 % avec les stériles lors de l'extraction, comme décrit plus haut. Les valeurs médianes et moyennes de PA des minerais ont été ajustées en appliquant le facteur de dilution de 25 % aux valeurs de PA moyennes et médianes des stériles. Les valeurs de RPN ajustées ont ensuite été calculées selon les valeurs de PA ajustées et les valeurs de PN médianes ou moyennes pour les minerais de Bachelor ou Moroy s'appliquant à chaque zone.

Les valeurs de RPN ajustées pour les échantillons de minerai de la zone A et de Moroy étaient supérieures à 3 et dans la même plage que les valeurs mesurées dans les résidus. Les valeurs de RPN ajustées pour les échantillons de minerai de la zone B, de la zone H et des zones principales étaient inférieures à 2 (Tableau 11). De manière générale, il semble que l'usinage des minerais de Moroy et de certains minerais de Bachelor produit des résidus non-PAG dont la valeur de RPN est supérieure à 3. Cependant, les données disponibles indiquent une possibilité que certains flux de l'usine de Bachelor pourraient entraîner la production périodique de résidus avec des valeurs de RPN de moins de 3 ou dans certains cas, de moins de 2. En raison de la valeur de PN excédentaire mesurée dans les autres minerais et résidus de Bachelor et de Moroy, cela ne risque pas d'avoir d'incidence si la production était de courte durée et que seules des poches isolées de résidus à valeur de PN légèrement plus faible étaient couvertes de résidus non-PAG à valeur de PN excédentaire.

Tableau 11. Valeur de RPN ajustée des minerais de Bachelor et Moroy comparativement aux résidus**

	PA		PN	RPN - médiane
Résidus (n = 48)	26,7		98,4	3,7
Échantillons de la zone A (n = 14)	PA	PA ajusté*	PN	RPN ajusté**
Médiane	49,1	37,8	119,5	3,2
Moyenne	60,5	50,9	123,4	2,4
Échantillons de la zone B (n = 23)				
Médiane	50,8	39,1	67,4	1,7
Moyenne	58,5	49,3	77,5	1,6
Échantillons de la zone H (n = 13)				
Médiane	77,9	59,5	103,0	1,7
Moyenne	77,0	63,3	111,1	1,8
Échantillons de la zone principale (n = 43)				
Médiane	58,0	44,5	82,3	1,8
Moyenne	63,3	53,0	99,0	1,9
Échantillons de la zone de Moroy (n = 33)				
Médiane	36,1	28,6	138,0	4,8
Moyenne	43,1	35,1	137,5	3,9

Remarque(s)

Les valeurs de PA et de PN des résidus sont basées sur la teneur en soufre total et en carbone total, respectivement.

* Valeur de PA ajustée supposant un taux de dilution de 25 % avec les stériles de Bachelor et de Moroy présentant des valeurs de PA médianes (valeurs en italique) ou moyennes.

**Valeur de RPN ajustée utilisant les valeurs de PA ajustées et les valeurs de PN médianes (valeur en italique) ou moyennes des stériles (Bachelor ou Moroy).

11.0 Considérations de gestion

11.1 Minerais et stériles du gîte de Barry

De manière générale, selon les travaux de caractérisation décrits plus haut, les minerais de Barry ont été évalués pour déterminer qu'ils présentent les caractéristiques suivantes :

- Teneur en soufre faible à modérée principalement sous la forme de sulfure (valeur médiane de soufre total d'environ 1 %).
- Potentiel de neutralisation modéré à élevé, principalement sous la forme de carbonate (valeur médiane de PN de 165 kg CaCO₃/t).
- Potentiel de LM/DMA généralement faible :
 - 94 % des échantillons de minerai présentaient une valeur de RPN > 2 et sont considérés comme non-PAG.
 - Les résultats des essais SPLP pour tous les éléments étaient inférieurs aux critères pour l'écoulement. Seul l'aluminium a dépassé la valeur de sélection des critères pour l'eau potable dans la plupart des échantillons.

Selon les activités minières et d'usinage prévues pour les minerais de Barry, aucune considération spécifique pour la gestion n'est requise. Un faible risque de DMA des minerais est présent en raison de la faible proportion des échantillons de minerais avec un RPN de plus de 2 et un contenu à PN relativement élevé.

Les stériles de Barry ont été évalués afin de confirmer qu'ils présentaient les caractéristiques suivantes :

- Teneur en soufre faible à modérée principalement sous la forme de sulfure (valeur médiane de soufre total d'environ 0,3 %).
- Potentiel de neutralisation modéré à élevé, principalement sous la forme de carbonate (valeur médiane de PN de 76 kg CaCO₃/t).
- Potentiel de LM/DMA généralement faible :
 - 97 % des échantillons de stériles présentaient une valeur de RPN de plus de 2 et sont considérés comme non-PAG.
 - Les résultats des essais SPLP pour tous les éléments étaient inférieurs aux critères pour l'écoulement. Seul l'aluminium a dépassé la valeur de sélection des critères pour l'eau potable dans la plupart des échantillons.

Les stériles de Barry seront gérés en grande partie au site de Barry et seront uniquement inclus dans l'énoncé d'impact environnemental pour ce projet à titre de matériau proposé pour la construction routière et la construction de digues. Les stériles de Barry pour ces applications ont également été évalués par d'autres parties (Addenda 1). Ces travaux d'évaluation et tous les autres travaux en découlant doivent être utilisés pour orienter l'utilisation des stériles de Barry pour la construction des routes et des barrages au site de Bachelor.

11.2 Minerais de Bachelor et Moroy

De manière générale, selon les travaux de caractérisation décrits plus haut, les minerais des sites de Bachelor et de Moroy ont été évalués pour déterminer qu'ils présentent les caractéristiques suivantes :

- Teneur en soufre faible à modérée principalement sous la forme de sulfure (valeur médiane de soufre total de 1,9 % pour le minerai de Bachelor et de 1,3 % pour le minerai de Moroy).
- Potentiel de neutralisation modéré à élevé principalement sous la forme de carbonate (valeur médiane de PN du minerai de Bachelor de 88 kg CaCO₃/t et valeur médiane de PN du minerai de Moroy de 122 kg CaCO₃/t).
- Un faible potentiel de drainage acide futur pour une portion des échantillons de minerais de Bachelor et de Moroy et un potentiel de production d'acide pour les échantillons restants (43 % des échantillons de Bachelor et 79 % des échantillons de Moroy) présentaient un RPN de plus de 2 et les échantillons restants présentaient un RPN entre 1 et 2.
- Selon les essais disponibles, on ne prévoit pas de risque élevé de lixiviation des métaux pour les minerais de Bachelor et de Moroy.
- Les essais de lixiviat SPLP des échantillons de minerai de Bachelor ont détecté des éléments présentant une lixiviation à des concentrations relativement faibles, mais dépassant les critères pour l'eau potable (Al, Se, As, Ba et Mn) et les critères pour l'écoulement des eaux souterraines (Ag, Ba, Cu et Zn) dans un nombre limité d'échantillons.

- Les essais de lixiviat des échantillons de minerai de Moroy ont également détecté des éléments se lixiviant à des concentrations dépassant au moins un critère, notamment : F, Al, Cr, Cu, Mn, Mo, Pb, Se et U.

Selon les activités d'exploitation et d'usinage prévues pour les minerais de Bachelor et de Moroy, aucune considération de gestion spécifique n'est requise pour la manipulation des minerais, compte tenu du PN élevé des minerais et de la période d'entreposage prévue relativement courte pour ces minerais.

11.3 Stériles de Bachelor et de Moroy

De manière générale, selon les travaux de caractérisation décrits plus haut, les stériles de Bachelor/Moroy ont été évalués pour déterminer qu'ils présentent les caractéristiques suivantes :

- Teneur en soufre généralement faible, principalement sous la forme de sulfure (valeur médiale de soufre total des stériles de Bachelor d'environ 0,2 % et les stériles de Moroy étaient légèrement plus élevés à environ 0,3 %).
- Potentiel de neutralisation faible à modéré principalement sous la forme de carbonate (valeur médiane de PN du minerai de Bachelor de 28 kg CaCO₃/t et valeur médiane de PN du minerai de Moroy de 51 kg CaCO₃/t).
- Potentiel de LM/DMA généralement faible :
 - 80 % des échantillons de stériles de Bachelor et 92 % des échantillons de stériles de Moroy présentaient une valeur de RPN de plus de 2 et sont considérés comme non-PAG.
 - Selon les essais disponibles, on ne prévoit pas de risque élevé de lixiviation des métaux pour les stériles de Moroy ou de Bachelor.
 - Les résultats des essais SPLP pour les stériles de Bachelor ont démontré que la plupart des éléments présentaient des valeurs sous les critères pour l'écoulement et l'eau potable. Le contenu en aluminium a dépassé la valeur de sélection des critères pour l'eau potable dans la plupart des échantillons de Bachelor et Moroy et le contenu en arsenic a dépassé les critères pour l'eau potable dans six des 17 échantillons.
 - Les essais de lixiviat des stériles de Moroy ont détecté des concentrations de lixiviat pour plusieurs éléments qui dépassaient plusieurs critères dans au moins un échantillon : F, Al, Cu, Mn, Mo et Zn.

Les stériles de Bachelor et de Moroy seront principalement utilisés comme matériau de construction pour les digues et de remblayage pour les mines. Selon les essais disponibles, le risque de lixiviation des métaux est considéré comme faible même si le processus de classification en tant que matériau de construction selon les critères MENV de 2002 n'a pas été réalisé.

11.4 Résidus de Bachelor et de Barry

De manière générale, selon les travaux de caractérisation décrits plus haut, les résidus de Bachelor ont été évalués pour déterminer qu'ils présentent les caractéristiques suivantes :

- Teneur en soufre faible à modérée principalement sous la forme de sulfure (valeur médiane de soufre total d'environ 0,9 % pour les résidus de Bachelor).
- Potentiel de neutralisation modéré à élevé (la valeur médiane de PN des résidus de Bachelor était de 99,7 kg CaCO₃/t).

- Un faible potentiel de drainage minier acide futur avec tous les échantillons de résidus dont le RPN > 2. La détection de certains matériaux de minerai à faible RPN pouvant normalement indiquer la présence de résidus à faible RPN s'explique généralement par la nature des minerais de Bachelor/Moroy et les méthodes d'échantillonnage utilisées dans la mine.
- Toutes les données disponibles pour les minerais indiquent que des zones spécifiques du gisement de Bachelor présentent un potentiel de production de résidus avec un RPN de moins de 2, même si ces résidus n'ont pas été détectés lors de l'échantillonnage normal réalisé à Bachelor en 2018.
- On ne prévoit pas de risque élevé de lixiviation des métaux pour les résidus de Bachelor. Les essais de lixiviation des métaux présentent un potentiel de lixiviation (Zn, Cu et Mn) à la suite d'un essai en colonne unique réalisé par l'URSTM. Les essais CTEU-9, SPLP et TCLP sur deux échantillons de résidus de Bachelor indiquent un potentiel de lixiviation des métaux pour les éléments F, Al, Ba, Cu, Mn, Mo, Ni ou Zn selon au moins un critère de comparaison. Des essais de lixiviation des métaux supplémentaires, notamment les résultats de TCLP, pour les échantillons de résidus récents avant l'arrêt de l'usine sont en cours et les résultats seront examinés lorsqu'ils seront disponibles.

Un faible risque de DMA des résidus de Barry est présent en raison de la faible proportion des échantillons de minerai avec un RPN de moins de 3 et un contenu à PN relativement élevé. Par conséquent, le mélange qui se produira lors de l'usinage du minerai de Barry devrait produire des résidus non-PAG avec un potentiel de neutralisation excédentaire. Un risque élevé de lixiviation des métaux des résidus n'est pas prévu selon les essais de SPLP réalisés sur les échantillons de minerais.

Selon le document d'orientation « Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials » (NEDEM 2009), les échantillons avec des rapports de PN et de PA (RPN) entre 1 et 2 peuvent présenter un DMA ou non. Le document « Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide » indique que le RPN maximum pouvant générer du DMA se situe entre 1 et 2, mais l'établissement de critères spécifiques pour le site est nécessaire pour les valeurs de RPN de moins de 2 (INAP, 2014).

Le traitement des minerais qui génère les résidus entraîne l'homogénéisation des matériaux et un format de grain plus constant dont la surface est plus grande selon la masse, comparativement aux stériles. Ces changements physiques contribuent à un seuil de RPN pratique qui est inférieur à 2. L'analyse des données des essais cinétiques peut être utilisée pour déterminer les critères du site pour les seuils de matériaux PAG/non-PAG. Cependant, des échantillons de résidus représentatifs et adéquats sont requis pour appuyer ces essais.

Selon les discussions mentionnées plus haut et notre compréhension du projet, ainsi que les travaux d'essais qui ont été réalisés jusqu'à présent, on prévoit que les résidus de Bachelor, Moroy et Barry qui seront générés seront non-PAG (RPN de plus de 2, NEDEM 2009). Selon les données disponibles, des volumes limités de résidus produits lors d'usinage des minerais de Bachelor et Moroy peuvent présenter un RPN entre 1,5 et 3.

Les recommandations suivantes sont fournies pour la gestion des résidus du projet :

- Initialement, deux échantillons de résidus de Bachelor par cycle de production de 10 jours doivent être recueillis et analysés pour déterminer leur potentiel acidogène (ABA) et une analyse élémentaire avec un sous-ensemble d'échantillons doit être réalisée à des fins de vérification pour déterminer la lixivabilité des métaux à court terme. Sous la direction d'un géochimiste qualifié, on suppose que ce programme évoluera (après plusieurs mois) afin de devenir un programme d'analyse réduit ciblant les paramètres d'ABA (p. ex., Leco C et S) avec 10 % des échantillons afin de déterminer l'ABA et leur contenu élémentaire.

- L'analyse périodique des résidus de Barry pour la caractérisation de LM/DMA (initialement un échantillon par cycle d'usinage) devrait également être incluse pour fournir une référence pour les caractéristiques des résidus générés. On suppose que ce programme d'échantillonnage évoluera sous la direction d'un géochimiste qualifié pour s'appliquer à tous les autres cycles d'usinage et mènerait à des échantillons trimestriels ou moins fréquents offrant suffisamment de données de confirmation pour contribuer à la gestion globale des résidus de Bachelor et de Barry.
- Si les résidus miniers de Bachelor présentent un RPN de moins de 2, les mesures de gestion supplémentaires suivantes sont recommandées :
 - La mise en place de la caractérisation de LM/DMA des flux de minerai, en plus d'analyses périodiques des résidus. L'objectif des essais serait d'équilibrer les flux d'alimentation de minerai et de garantir la production de résidus non-PAG.
 - Des échantillons représentatifs de résidus de Bachelor à RPN de moins de 2 doivent faire l'objet des essais à cellule d'humidité NEDEM standard pour les résidus afin de déterminer si un seuil de RPN propre au site pour les résidus PAG et non-PAG entre 1 et 2 est détecté avec ces matériaux. La gestion des flux de minerais pour prévenir la production de résidus à RPN de moins de 2 demeurerait en place à moins qu'un seuil de RPN inférieur à 2 pour le site ne soit confirmé à la suite des essais cinétiques.
- Si les résidus de Bachelor présentent un RPN entre 2 et 3, on recommande qu'un échantillon représentatif de ces résidus fasse l'objet d'essais à cellule d'humidité standard NEDEM afin de confirmer qu'ils ne génèrent pas d'acide à un seuil de RPN spécifique potentiellement applicable.
- Seulement des résidus non lixivants ayant un RPN >3 et ayant été adéquatement caractérisés (ou supérieurs à une limite choisie à la suite de tests cinétiques) devraient être utilisés durant la construction de digues pour le projet.
- Lorsque les résidus sont utilisés pour la construction des digues, on suppose qu'un système de collecte des écoulements et des lixiviats sera en place pour gérer le relâchement à court terme des métaux et du cyanure pouvant provenir de ces matériaux même s'ils ne présentent pas de potentiel de DMA à long terme.

12.0 Références

- Beaulieu, Michel 2016. Guide d'intervention – Protection des Sols et Réhabilitation des Terrains Contaminés. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ISBN 978-2-550-76171-6, 210 p.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques, MA. 100 – Lix.com.1.1, Rév 1, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, 2012, 17 p.
- Environnement Canada 1991. Equilibrium Extraction (CTEU-9) – Investigation of Test Methods for Solidified Waste Evaluation – A Cooperative Program, Appendix B: Test Methods for Solidified Waste Evaluation, TS-15, 1991. Gouvernement du Canada.
- Fayol 2016. Neoproterozoic alkaline intrusion-related gold deposits of the Abitibi Subprovince, Canada Example of the Lac Bachelor Gold Deposit, Abitibi – Genetic model and exploration targeting. Thèse de doctorat présentée à l'Université du Québec à Montréal.
- GoldMinds Geoservices (GMG) 2016. NI 43-101 Technical Report Updated Mineral Resource Estimate Barry Gold Deposit, Quebec, Canada. Soumis à : Métanor Resources Inc. (MTO), 5 août, 2016.
- Genivar 2011. Projet d'exploitation et de traitement de 900 000 tonnes de minerai d'or du site minier Bachelor. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport final. Rapport de GENIVAR à Ressources Métanor inc. 290 p. et annexes.
- INAP 2014. Global Acid Rock Drainage Guide Prediction – Prevention - Management. The International Network for Acid Prevention. www.gardguide.com
- Lamont 2017. Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers. Site de la mine Bachelor, Desmaraisville, Québec, Canada. Préparé pour Ressources Métanor. Mars 2017.
- MEND 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Report 1.20.1. Décembre 2009.
- Ministère de l'Environnement (MENV) 2002. Guide de Valorisation des Matières Résiduelles Inorganiques Non Dangereuses de Source Industrielle comme Matériau de Construction. Direction des Politiques du Secteur Industriel Service des Matières Résiduelles.
http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/inorganique/matiere-residuelle-inorganique.pdf
- Price 1997. Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia. Avril 1997.
- Stantec 2011. Technical Report on the Bachelor Lake Gold Project Prepared for Métanor Resources. NI 43-101 Technical Report. 26 avril 2011. N° de projet : 169510584.



wood.

Annexe A
Potentiel acidogène – Minerais



Appendix A: Ore Acid Base Accounting Data



Sample	Year	Type	Ore Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2)	TIC	Classification	
				units													(kg CaCO3/t)	ratio
PGA-1	1997-1998	Ore	Composite		27.2			1.44	25.8	18.9	0.047						NPAG	NPAG
PGA-5	1997-1998	Ore	Composite		60.6			19.8	40.8	3.06	0.647						NPAG	NPAG
13007	2010	Ore	C	8.75	32.4	26.7	25.9	13	19.4	2.49	0.528	0.11	0.42	0.32	1.14	0.230	PAG	NPAG
13017	2010	Ore	C	8.93	59.9	54.5	57.5	8.83	51.1	6.78	0.351	0.07	0.28	0.653	2.53	0.510	NPAG	NPAG
18469	2016	Ore	E		60.1			184.69	-124.6	0.33	5.93	0.02	5.91				PAG	PAG
28972	2016	Ore	E	8.34	82.7	97.6		116.91	-34.2	0.71	3.78	0.039	3.741	1.17			PAG	PAG
Sample #2	2009	Ore	A	9.72	27.6	23.2	18.7	5.3	22.3	5.21	0.261	0.09	0.17	0.278	0.821		NPAG	NPAG
Sample #7	2009	Ore	A	9.02	207	221.0	254.7	2.2	204	94.09	0.144	0.08	0.07	2.65	11.2		NPAG	NPAG
28353	2018	Ore	A	9.04	150	126.8		88.4	61.6	1.70	2.86	0.03	2.83	1.52		1.52	PAG	PAG
28354	2018	Ore	A	8.98	142	162.6		60.9	81.1	2.33	1.95	0.041	1.95	1.95		1.70	PAG	NPAG
28355	2018	Ore	A	9.36	101	82.6		45.9	55.1	2.20	1.5	0.032	1.47	0.99		0.99	PAG	NPAG
28362	2018	Ore	A	7.97	218	221.8		71.4	146.6	3.05	2.41	0.124	2.29	2.66	2.62		NPAG	NPAG
28364	2018	Ore	A	8.67	165	161.0		49.5	115.5	3.33	1.62	0.035	1.59	1.93		1.93	NPAG	NPAG
28365	2018	Ore	A	8.85	91.8	80.1		180.1	-88.3	0.51	5.8	0.037	5.76	0.96		0.96	PAG	PAG
28367	2018	Ore	A	9.18	112.0	100.9		17.3	94.7	6.47	0.581	0.026	0.555	1.21		1.21	NPAG	NPAG
28371	2018	Ore	A	9.40	127	110.1		41.6	85.4	3.05	1.36	0.028	1.33	1.32		1.32	NPAG	NPAG
28372	2018	Ore	A	9.13	138	135.9		106.4	31.6	1.30	3.42	0.014	3.41	1.63		1.63	PAG	PAG
28373	2018	Ore	A	8.97	68.4	80.1		100.7	-32.3	0.68	3.23	0.008	3.22	0.96		0.82	PAG	PAG
28382	2018	Ore	A	9.04	104	74.2		28.9	75.1	3.60	0.93	0.004	0.926	0.89		0.89	NPAG	NPAG
28387	2018	Ore	A	9.00	75.2	88.4		48.6	26.6	1.55	1.57	0.015	1.555	1.06		0.90	PAG	PAG
Sample #1	2009	Ore	B	9.52	43	47.5	45.3	10.6	32.4	4.06	0.456	0.11	0.34	0.57	1.99		NPAG	NPAG
Sample #3	2009	Ore	B	9.49	67.4	64.2	66.9	17.5	49.9	3.85	0.783	0.23	0.56	0.77	2.94		NPAG	NPAG
13001	2010	Ore	B	9.03	96.8	97.6	96.2	82.3	14.5	1.18	2.99	0.36	2.64	1.17	4.23	0.850	PAG	PAG
13005	2010	Ore	B	8.72	59	59.2	61.4	13.9	45.1	4.24	0.457	0.01	0.44	0.71	2.70	0.540	NPAG	NPAG
13008	2010	Ore	B	9.02	36.1	32.2	32.7	12.1	24	2.98	0.451	0.06	0.39	0.386	1.44	0.290	PAG	NPAG
13010	2010	Ore	B	8.60	60.1	57.0	56.4	48.6	11.5	1.24	1.71	0.16	1.56	0.683	2.48	0.500	PAG	PAG
13011	2010	Ore	B	9.34	66.4	68.2	71.0	5.41	61	12.27	0.244	0.07	0.17	0.818	3.12	0.630	NPAG	NPAG
13012	2010	Ore	B	9.24	56.2	58.0	58.9	16.1	40.1	3.49	0.57	0.05	0.52	0.695	2.59	0.520	NPAG	NPAG
13014	2010	Ore	B	9.07	78.8	82.6	88.2	6.25	72.5	12.61	0.255	0.05	0.2	0.99	3.88	0.780	NPAG	NPAG
13015	2010	Ore	B	8.90	114	125.9	127.8	42.9	71.5	2.66	1.54	0.17	1.37	1.51	5.62	1.12	PAG	NPAG
13018	2010	Ore	B	8.68	47.3	44.9	51.4	25.7	21.6	1.84	0.943	0.12	0.82	0.538	2.26	0.450	PAG	PAG
18467	2016	Ore	B		113			81.25	31.8	1.39	2.61	0.01	2.6				PAG	PAG
18471	2016	Ore	B		80.4			55	25.4	1.46	1.78	0.02	1.76				PAG	PAG
28973	2016	Ore	B	9.10	109	120.9		82.84	26.2	1.32	2.67	0.019	2.651	1.45			PAG	PAG
28974	2016	Ore	B	9.33	48.6	55.0		62.75	-14.2	0.77	2.03	0.022	2.008	0.66			PAG	PAG
28975	2016	Ore	B	9.40	56.8	65.1		49.75	7.1	1.14	1.62	0.028	1.592	0.78			PAG	PAG
28352	2018	Ore	B	9.61	56.1	52.5		50.8	5.3	1.10	1.65	0.04	1.61	0.63		0.63	PAG	PAG
28356	2018	Ore	B	9.27	99.9	83.4		89.1	10.8	1.12	2.89	0.038	2.85	1.00		1.00	PAG	PAG
28363	2018	Ore	B	8.8	63.7	58.4		214	-150.3	0.30	6.88	0.04	6.84	0.70		0.70	PAG	PAG
28366	2018	Ore	B	9.01	115	102.6		91.2	23.8	1.26	2.96	0.043	2.92	1.23		1.23	PAG	PAG
28368	2018	Ore	B	9.30	105	79.2		58.5	46.5	1.79	1.9	0.027	1.87	0.95		0.95	PAG	PAG
28369	2018	Ore	B	9.50	76.6	80.9		145.8	-69.2	0.53	4.68	0.016	4.66	0.97		0.92	PAG	PAG
28370	2018	Ore	B	9.04	134	117.6		82.2	51.8	1.63	2.65	0.019	2.63	1.41		1.41	PAG	PAG
18464	2016	Ore	H		27.7			61.88	-34.2	0.45	2	0.02	1.98				PAG	PAG
18465	2016	Ore	H		103			34.38	68.6	3.00	1.12	0.02	1.1				PAG	NPAG
18466	2016	Ore	H		80.2			110.94	-30.7	0.72	3.57	0.02	3.55				PAG	PAG
18468	2016	Ore	H		128			90.63	37.4	1.41	2.92	0.02	2.9				PAG	PAG
18470	2016	Ore	H		95.2			98.75	-3.6	0.96	3.16	<0.01	3.16				PAG	PAG
18472	2016	Ore	H		93.9			72.5	21.4	1.30	2.33	0.01	2.32				PAG	PAG

Appendix A: Ore Acid Base Accounting Data

Sample	Year	Type	Ore Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2)	TIC	Classification	
				units													(kg CaCO3/t)	ratio
18475	2016	Ore	H		72.5			85.625	-131	0.85	2.74	<0.01	2.74				PAG	PAG
28988	2016	Ore	H	9.45	185	211.8		50.84	134.2	3.64	1.64	0.013	1.627	2.54			NPAG	NPAG
28989	2016	Ore	H	9.29	88.6	108.4		80.41	8.2	1.10	2.58	0.007	2.573	1.3			PAG	PAG
28990	2016	Ore	H	9.16	106	122.6		77.91	28.1	1.36	2.5	0.007	2.493	1.47			PAG	PAG
28991	2016	Ore	H	8.91	173	190.2		101.06	71.9	1.71	3.24	0.006	3.234	2.28			PAG	PAG
28992	2016	Ore	H	9.12	132	129.3		60.13	71.9	2.20	1.93	0.006	1.924	1.55			PAG	NPAG
28993	2016	Ore	H	9.27	159	192.7		76.13	82.9	2.09	2.44	0.004	2.436	2.31			PAG	NPAG
903532	2016	Ore	Moroy	8.8	140.7			62.5	78.2	2.25	2	<0.01	2				PAG	NPAG
903534	2016	Ore	Moroy	9.3	160.7			70	90.7	2.30	2.24	<0.01	2.24				PAG	NPAG
903536	2016	Ore	Moroy	9.3	100.9			27.5	73.4	3.67	0.89	0.01	0.88				NPAG	NPAG
903538	2016	Ore	Moroy	8.8	210.6			68.4	142	3.08	2.2	0.01	2.19				NPAG	NPAG
903540	2016	Ore	Moroy	8.3	160.8			210	-49.2	0.77	6.73	0.01	6.72				PAG	PAG
28374	2018	Ore	Moroy	9.33	125	115.1		64.9	60.1	1.93	2.09	0.014	2.08	1.38		1.38	PAG	PAG
28390	2018	Ore	Moroy	8.95	200	191.8		76.8	123.2	2.60	2.47	0.013	2.457	2.30		2.30	PAG	NPAG
28391	2018	Ore	Moroy	8.86	122	107.6		32.4	89.6	3.77	1.05	0.013	1.037	1.29		1.29	NPAG	NPAG
28392	2018	Ore	Moroy	9.19	137	119.3		41.4	95.6	3.31	1.33	0.006	1.324	1.43		1.43	NPAG	NPAG
28389	2018	Ore	Moroy	8.91	178	146.0		54.1	123.9	3.29	1.77	0.04	1.73	1.75		1.75	NPAG	NPAG
28393	2018	Ore	Moroy		122.0	105.5		56.8	65.8	1.9	1.8	0.02	1.8	1.3		1.3	PAG	PAG
28394	2018	Ore	Moroy		202.0	168.6		22.1	180.5	7.6	0.7	0.02	0.7	2.0		2.0	NPAG	NPAG
28395	2018	Ore	Moroy		107.0	92.6		70.0	37.6	1.3	2.2	0.02	2.2	1.1		1.1	PAG	PAG
28396	2018	Ore	Moroy		141.0	118.6		30.5	110.9	3.9	1.0	0.01	1.0	1.4		1.4	NPAG	NPAG
28399	2018	Ore	Moroy		68.2	52.1		19.3	51.6	2.7	0.6	0.09	0.5	0.6		0.6	PAG	NPAG
28322	2018	Ore	Moroy		124.0	106.9		10.7	113.7	10.0	0.3	0.01	0.3	1.3		1.3	NPAG	NPAG
28323	2018	Ore	Moroy		86.3	72.0		58.3	28.8	1.2	1.9	0.02	1.8	0.9		0.9	PAG	PAG
28325	2018	Ore	Moroy		173.0	146.5		63.7	109.6	2.3	2.0	0.01	2.0	1.8		1.8	PAG	NPAG
28327	2018	Ore	Moroy		112.0	97.1		74.8	37.6	1.3	2.4	0.02	2.4	1.2		1.2	PAG	PAG
28329	2018	Ore	Moroy		117.0	103.3		4.1	113.2	25.1	0.1	0.01	0.1	1.2		1.2	NPAG	NPAG
28332	2018	Ore	Moroy		71.9	58.0		25.5	47.0	2.3	0.8	0.02	0.8	0.7		0.7	PAG	NPAG
28334	2018	Ore	Moroy		94.7	78.8		34.9	59.4	2.3	1.1	0.01	1.1	0.9		0.9	PAG	NPAG
28335	2018	Ore	Moroy		133.0	117.1		66.1	68.8	1.8	2.1	0.06	2.1	1.4		1.4	PAG	PAG
28337	2018	Ore	Moroy		87.7	78.2		50.0	51.5	1.6	1.6	0.44	1.2	0.9		0.9	PAG	PAG
28339	2018	Ore	Moroy		55.6	45.4		12.8	44.1	3.6	0.4	0.04	0.4	0.5		0.5	NPAG	NPAG
28341	2018	Ore	Moroy		184.0	158.7		35.4	149.6	4.5	1.1	0.03	1.1	1.9		1.9	NPAG	NPAG
28343	2018	Ore	Moroy		60.7	51.3		18.7	42.7	2.7	0.6	0.02	0.6	0.6		0.6	PAG	NPAG
28345	2018	Ore	Moroy		120.0	108.0		53.7	81.0	2.0	1.7	0.47	1.2	1.3		1.3	PAG	NPAG
28347	2018	Ore	Moroy		81.7	59.5		12.9	69.7	4.6	0.4	0.03	0.4	0.7		0.7	NPAG	NPAG
28348	2018	Ore	Moroy		70.7	64.3		18.0	53.7	3.6	0.6	0.03	0.5	0.8		0.8	NPAG	NPAG
28349	2018	Ore	Moroy		147.0	127.4		33.0	115.0	3.9	1.1	0.03	1.0	1.5		1.5	NPAG	NPAG
28350	2018	Ore	Moroy		101.0	86.4		36.1	67.1	2.4	1.2	0.1	1.1	1.0		1.0	PAG	NPAG
28403	2018	Ore	Moroy		97.5	85.8		44.8	54.3	1.9	1.4	0.0	1.4	1.0		1.0	PAG	PAG
Sample #5	2009	Ore	Main	8.42	91.8	101.7	94.6	28.4	63.4	3.23	1.14	0.23	0.91	1.22	4.16		NPAG	NPAG
Sample #8	2009	Ore	Main	9.18	88.1	92.6	91.2	15.6	72.5	5.65	0.648	0.15	0.5	1.11	4.01		NPAG	NPAG
13002	2010	Ore	Main	9.21	139	133.4	153.7	24.8	114	5.6	0.927	0.13	0.79	1.6	6.76	1.35	NPAG	NPAG
13003	2010	Ore	Main	8.65	192	142.6	133.5	32	160	6	1.24	0.22	1.02	1.71	5.87	1.18	NPAG	NPAG
13004	2010	Ore	Main	8.52	82.3	87.6	91.2	17.4	64.9	4.73	0.636	0.08	0.56	1.05	4.01	0.800	NPAG	NPAG
13006	2010	Ore	Main	8.96	71.9	66.6	74.8	16.9	55	4.26	0.573	0.03	0.54	0.799	3.29	0.660	NPAG	NPAG
13009	2010	Ore	Main	8.40	92.5	97.6	104.2	13.4	79.1	6.88	0.55	0.12	0.43	1.17	4.58	0.920	NPAG	NPAG
13013	2010	Ore	Main	8.66	28	24.9	21.5	36.6	-8.6	0.76	1.3	0.13	1.17	0.298	0.946	0.190	PAG	PAG
13016	2010	Ore	Main	8.64	40.8	36.2	37.5	7.62	33.2	5.36	0.392	0.15	0.24	0.434	1.65	0.330	NPAG	NPAG
13019	2010	Ore	Main	9.04	46.8	39.1	41.4	16.4	30.4	2.85	0.652	0.13	0.53	0.469	1.82	0.360	PAG	NPAG
18463	2016	Ore	Main		35.9			61.88	-2.6	0.58	2.07	0.09	1.98				PAG	PAG

Appendix A: Ore Acid Base Accounting Data



Sample	Year	Type	Ore Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2)	TIC	Classification	
				units													(kg CaCO3/t)	ratio
18476	2016	Ore	Main		61.3			42.81	18.5	1.43	1.37	<0.01	1.37				PAG	PAG
18477	2016	Ore	Main		35.5			85.31	-49.8	0.42	2.98	0.25	2.73				PAG	PAG
18478	2016	Ore	Main		30.8			78.44	-47.6	0.39	2.54	0.03	2.51				PAG	PAG
18479	2016	Ore	Main		23.9			55.31	-31.4	0.43	2.21	0.44	1.77				PAG	PAG
18480	2016	Ore	Main		18.2			90	-71.8	0.2	3.37	0.49	2.88				PAG	PAG
18481	2016	Ore	Main		101			65.63	35.4	1.54	2.12	0.02	2.1				PAG	PAG
18482	2016	Ore	Main		53			77.5	-24.5	0.68	2.5	0.02	2.48				PAG	PAG
18483	2016	Ore	Main		24.9			87.5	-62.6	0.28	3.03	0.23	2.8				PAG	PAG
18484	2016	Ore	Main		30			85.63	-55.6	0.35	2.94	0.2	2.74				PAG	PAG
28976	2016	Ore	Main	8.93	198	207.7		150.97	47	1.31	4.86	0.029	4.831	2.49			PAG	PAG
28977	2016	Ore	Main	9.07	221	256.0		33.09	187.9	6.68	1.07	0.011	1.059	3.07			NPAG	NPAG
28978	2016	Ore	Main	8.95	189	198.5		158.97	30	1.19	5.13	0.043	5.087	2.38			PAG	PAG
28979	2016	Ore	Main	9.29	41.4	50.9		75.66	-34.3	0.55	2.45	0.029	2.421	0.61			PAG	PAG
28980	2016	Ore	Main	9.00	180	201.8		99.69	80.3	1.81	3.22	0.03	3.19	2.42			PAG	PAG
28981	2016	Ore	Main	9.27	39.1	44.2		44.03	-4.9	0.89	1.43	0.021	1.409	0.53			PAG	PAG
28984	2016	Ore	Main	9.15	54.2	69.2		106.13	-51.9	0.51	3.42	0.024	3.396	0.83			PAG	PAG
28985	2016	Ore	Main	9.01	138	160.1		67	71	2.06	2.17	0.026	2.144	1.92			PAG	NPAG
28986	2016	Ore	Main	8.94	228	256.0		137.31	90.7	1.66	4.44	0.046	4.394	3.07			PAG	PAG
28987	2016	Ore	Main	9.10	239	274.4		44.56	194.4	5.36	1.43	0.004	1.426	3.29			NPAG	NPAG
28357	2018	Ore	Main	8.95	99	85.9		91.1	7.9	1.09	2.96	0.044	2.92	1.03		1.03	PAG	PAG
28358	2018	Ore	Main	9.05	58.2	61.7		58	0.2	1.00	1.89	0.033	1.86	0.74		0.70	PAG	PAG
28359	2018	Ore	Main	8.9	164	177.6		38.4	125.6	4.27	1.26	0.03	1.23	2.13		1.97	NPAG	NPAG
28360	2018	Ore	Main	8.97	161	165.1		31.1	129.9	5.18	1.02	0.025	1	1.98		1.93	NPAG	NPAG
28361	2018	Ore	Main	8.26	55	45.9		70.6	-15.6	0.78	2.58	0.32	2.26	0.55		0.55	PAG	PAG
28375	2018	Ore	Main	8.49	209	217.7		32.8	176.2	6.37	1.06	0.012	1.048	2.61		2.51	NPAG	NPAG
28378	2018	Ore	Main	8.70	72.8	55.0		64.3	8.5	1.13	2.06	0.003	2.057	0.66		0.66	PAG	PAG
28381	2018	Ore	Main	8.40	52.3	43.4		33.7	18.6	1.55	1.09	0.011	1.079	0.52		0.52	PAG	PAG
28383	2018	Ore	Main	8.36	92.6	102.6		229.2	-136.6	0.40	7.34	0.006	7.334	1.23		1.11	PAG	PAG
28384	2018	Ore	Main	8.58	145	130.9		16.3	128.7	8.90	0.521	0.003	0.521	1.57		1.57	NPAG	NPAG
28385	2018	Ore	Main	8.21	195	210.2		39.3	155.7	4.96	1.35	0.092	1.258	2.52		2.34	NPAG	NPAG
28386	2018	Ore	Main	8.12	43.9	45.9		95.3	-51.4	0.46	3.13	0.081	3.049	0.55		0.53	PAG	PAG
28388	2018	Ore	Main	8.03	95.5	105.1		65.6	29.9	1.46	2.29	0.191	2.099	1.26		1.15	PAG	PAG
53607	2008	Ore	Barry		94.6			45.6	49	2.07	1.49						NPAG	NPAG
53611	2008	Ore	Barry		212.5			26.6	185.9	7.99	0.87						NPAG	NPAG
53612	2008	Ore	Barry		80.8			19	61.8	4.25	0.62						NPAG	NPAG
13021	2010	Ore	Barry		211	198.5		10.5	200	20.1	0.466	0.13	0.34	2.38			NPAG	NPAG
13023	2010	Ore	Barry		104	120.1		29.5	74.5	3.53	1.02	0.08	0.94	1.44			NPAG	NPAG
22113	2010	Ore	Barry		182	173.5		27.1	155	6.73	1.08	0.22	0.87	2.08			NPAG	NPAG
22115	2010	Ore	Barry		101	95.1		50.3	50.3	2	1.61	<0.01	1.61	1.14			NPAG	NPAG
22116	2010	Ore	Barry		124	123.4		37.2	86.8	3.33	1.28	0.09	1.19	1.48			PAG	PAG
22118	2010	Ore	Barry		83.4	74.4		13.7	69.7	6.09	0.51	0.07	0.44	0.892			NPAG	NPAG
22120	2010	Ore	Barry		158	146.0		20.7	137	7.62	0.762	0.1	0.66	1.75			NPAG	NPAG
22122	2010	Ore	Barry		77.7	85.9		2.62	75.1	29.6	0.156	0.07	0.08	1.03			NPAG	NPAG
22125	2010	Ore	Barry		168	162.6		26.4	141	6.35	0.975	0.13	0.85	1.95			NPAG	NPAG
22127	2010	Ore	Barry		161	176.8		51.4	109	3.13	1.68	0.04	1.65	2.12			NPAG	NPAG
22129	2010	Ore	Barry		43.6	36.6		3.93	39.7	11.1	0.182	0.06	0.13	0.439			NPAG	NPAG
22131	2010	Ore	Barry		74	61.5		4.06	69.9	18.2	0.219	0.09	0.13	0.738			NPAG	NPAG
22133	2010	Ore	Barry		170	190.2		45.5	124	3.73	1.51	0.05	1.46	2.28			NPAG	NPAG
22135	2010	Ore	Barry		138	128.4		32.4	106	4.27	1.07	0.03	1.04	1.54			NPAG	NPAG
22137	2010	Ore	Barry		163	156.8		41.9	121	3.88	1.35	0.01	1.34	1.88			NPAG	NPAG

Appendix A: Ore Acid Base Accounting Data



Sample	Year	Type	Ore Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2) (%)	TIC (%)	Classification	
				units													(kg CaCO3/t)	ratio
22138	2010	Ore	Barry		177	166.8		23	154	7.71	0.873	0.14	0.74	2			NPAG	NPAG
22503	2010	Ore	Barry		204	211.8		51.6	152	3.95	1.85	0.2	1.65	2.54			NPAG	NPAG
22504	2010	Ore	Barry		226	223.5		7.19	218	31.4	0.338	0.11	0.23	2.68			NPAG	NPAG
22508	2010	Ore	Barry		35.1	32.9		2.47	32.6	14.2	0.179	0.1	0.08	0.395			NPAG	NPAG
22509	2010	Ore	Barry		197	177.6		8.06	189	24.4	0.459	0.2	0.26	2.13			NPAG	NPAG
22510	2010	Ore	Barry		219	215.2		44.1	175	4.96	1.53	0.12	1.41	2.58			NPAG	NPAG
22512	2010	Ore	Barry		205	198.5		39.5	166	5.19	1.28	0.01	1.27	2.38			NPAG	NPAG
22530	2010	Ore	Barry		220	213.5		46.6	173	4.72	1.57	0.08	1.49	2.56			NPAG	NPAG
22531	2010	Ore	Barry		247	236.0		67.2	180	3.67	2.44	0.29	2.15	2.83			NPAG	NPAG
22532	2010	Ore	Barry		45.6	50.7		18.8	26.8	2.42	0.703	0.1	0.6	0.608			PAG	NPAG
22533	2010	Ore	Barry		165	161.0		18.3	147	9	0.716	0.13	0.56	1.93			NPAG	NPAG
22534	2010	Ore	Barry		132	127.6		20	112	6.57	0.721	0.08	0.64	1.53			NPAG	NPAG
22535	2010	Ore	Barry		141	130.1		11.3	129	12.4	0.544	0.18	0.36	1.56			NPAG	NPAG
22536	2010	Ore	Barry		214	211.0		34.7	179	6.17	1.44	0.33	1.11	2.53			NPAG	NPAG
22537	2010	Ore	Barry		173	203.5		53.1	120	3.26	1.81	0.11	1.7	2.44			NPAG	NPAG
22538	2010	Ore	Barry		216	191.0		3.07	212	70.2	0.178	0.08	0.1	2.29			NPAG	NPAG
22539	2010	Ore	Barry		76.4	77.1		6.42	70	11.9	0.284	0.08	0.21	0.924			NPAG	NPAG
22540	2010	Ore	Barry		348	359.5		50.3	298	6.93	1.64	0.03	1.61	4.31			NPAG	NPAG
22541	2010	Ore	Barry		234	224.3		11.2	222	20.8	0.48	0.12	0.36	2.69			NPAG	NPAG
22542	2010	Ore	Barry		81.6	73.8		10.8	70.8	7.54	0.485	0.14	0.35	0.885			NPAG	NPAG
22543	2010	Ore	Barry		171	180.1		75.4	95.7	2.27	2.46	0.05	2.41	2.16			PAG	NPAG
22544	2010	Ore	Barry		99.5	90.9		5.98	93.5	16.7	0.312	0.12	0.19	1.09			NPAG	NPAG
22547	2010	Ore	Barry		81.7	90.1		8.61	73.1	9.49	0.357	0.08	0.28	1.08			NPAG	NPAG
22548	2010	Ore	Barry		72.5	78.7		4.36	68.1	16.6	0.181	0.04	0.14	0.944			NPAG	NPAG
22549	2010	Ore	Barry		109	109.3		23.5	85.9	4.65	0.862	0.11	0.75	1.31			NPAG	NPAG
774638	2017	Ore	Barry	9.45	58.6	60.0		21.1	37.5	2.78	0.70	0.03	0.67	0.72			PAG	NPAG
774639	2017	Ore	Barry	9.42	84.2	85.9		7.3	76.9	11.51	0.25	0.02	0.23	1.03			NPAG	NPAG
774640	2017	Ore	Barry	9.39	80.7	80.1		11.1	69.6	7.27	0.366	0.011	0.355	0.96			NPAG	NPAG
774641	2017	Ore	Barry	9.58	67.6	62.6		21.3	46.3	3.17	0.698	0.016	0.682	0.75			NPAG	NPAG
774645	2017	Ore	Barry	9.43	207.0	189.3		55.8	151.2	3.71	1.8	0.013	1.787	2.27			NPAG	NPAG
774980	2017	Ore	Barry	9.34	180.0	155.1		66.7	113.3	2.70	2.15	0.017	2.133	1.86			PAG	NPAG
774981	2017	Ore	Barry	9.28	136.0	140.1		30.4	105.6	4.47	0.99	0.017	0.973	1.68			NPAG	NPAG
775168	2017	Ore	Barry	8.84	253.0	251.0		39.8	213.2	6.35	1.28	0.005	1.275	3.01			NPAG	NPAG
775169	2017	Ore	Barry	8.46	230.0	230.2		50.5	179.5	4.56	1.63	0.015	1.615	2.64			NPAG	NPAG
775170	2017	Ore	Barry	9.17	194.0	209.3		107.1	86.9	1.81	3.45	0.024	3.426	2.51			PAG	PAG
778091	2017	Ore	Barry	9.27	110.0	125.1		42.6	67.4	2.58	1.38	0.017	1.363	1.5			PAG	NPAG
778092	2017	Ore	Barry	9.06	179.0	195.2		28.3	150.7	6.32	0.915	0.009	0.906	2.34			NPAG	NPAG
778093	2017	Ore	Barry	9.02	171.0	194.3		48.6	122.4	3.52	1.57	0.016	1.554	2.33			NPAG	NPAG
778860	2017	Ore	Barry	8.75	76.5	98.4		84.8	-8.3	0.90	2.74	0.025	2.715	1.18			PAG	PAG
778861	2017	Ore	Barry	8.96	179.0	154.3		49.1	129.9	3.64	1.59	0.018	1.572	1.85			NPAG	NPAG
779523	2017	Ore	Barry	9.22	125.0	107.6		64.8	60.2	1.93	2.09	0.017	2.073	1.29			PAG	PAG
779555	2017	Ore	Barry	9.06	143.0	151.8		29.7	113.3	4.82	0.978	0.028	0.95	1.82			NPAG	NPAG
779558	2017	Ore	Barry	8.82	168.0	176.0		56.0	112.0	3.00	1.81	0.018	1.792	2.11			NPAG	NPAG
780796	2017	Ore	Barry	9.06	213.0	215.2		29.6	183.4	7.20	0.957	0.01	0.947	2.58			NPAG	NPAG
780797	2017	Ore	Barry	9.40	117.0	107.6		37.3	79.8	3.14	1.2	0.008	1.192	1.29			NPAG	NPAG
780976	2017	Ore	Barry	8.72	125.0	132.6		77.1	47.9	1.62	2.48	0.014	2.466	1.59			PAG	PAG
780977	2017	Ore	Barry	8.82	181.0	190.2		85.6	95.4	2.12	2.76	0.022	2.738	2.28			PAG	NPAG
780978	2017	Ore	Barry	8.87	192.0	179.3		45.4	146.6	4.23	1.46	0.008	1.452	2.15			NPAG	NPAG
780979	2017	Ore	Barry	8.90	169.0	150.1		28.1	140.9	6.01	0.921	0.021	0.9	1.8			NPAG	NPAG
782082	2017	Ore	Barry	9.53	63.8	65.9		7.0	56.8	9.07	0.225	<0.00	0.225	0.79			NPAG	NPAG
782206	2017	Ore	Barry	9.12	129.0	113.4		28.2	100.8	4.58	0.914	0.013	0.901	1.36			NPAG	NPAG

Appendix A: Ore Acid Base Accounting Data

Sample	Year	Type	Ore Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2)	TIC	Classification	
				units													(kg CaCO3/t)	ratio
782344	2017	Ore	Barry	8.74	157.0	146.0		53.0	104.0	2.96	1.71	0.014	1.696	1.75			PAG	NPAG
782346	2017	Ore	Barry	9.11	187.0	179.3		36.1	150.9	5.19	1.17	0.016	1.154	2.15			NPAG	NPAG
782347	2017	Ore	Barry	9.15	195.0	196.8		28.2	166.8	6.91	0.914	0.011	0.903	2.36			NPAG	NPAG
782348	2017	Ore	Barry	9.14	131.0	159.3		13.4	117.6	9.75	0.437	0.007	0.43	1.91			NPAG	NPAG
782508	2017	Ore	Barry	8.68	228.0	214.3		49.8	178.2	4.58	1.61	0.017	1.593	2.57			NPAG	NPAG
782509	2017	Ore	Barry	9.15	160.0	133.4		17.8	142.3	9.01	0.584	0.016	0.568	1.6			NPAG	NPAG
782510	2017	Ore	Barry	9.15	176.0	151.8		32.6	143.4	5.40	1.06	0.018	1.042	1.82			NPAG	NPAG
785809	2017	Ore	Barry	9.84	52.3	47.5		14.7	37.6	3.57	0.482	0.013	0.469	0.57			NPAG	NPAG
785811	2017	Ore	Barry	8.73	189.0	171.0		16.1	172.9	11.74	0.534	0.019	0.515	2.05			NPAG	NPAG
786431	2017	Ore	Barry	9.25	101.0	84.2		15.7	85.3	6.44	0.518	0.016	0.502	1.01			NPAG	NPAG
786433	2017	Ore	Barry	9.44	162.0	127.6		8.2	153.8	19.86	0.271	0.010	0.261	1.53			NPAG	NPAG
786640	2017	Ore	Barry	8.87	248.0	239.4		65.7	182.3	3.78	2.12	0.018	2.10	2.87			NPAG	NPAG
786641	2017	Ore	Barry	9.16	246.0	234.4		61.9	184.1	3.98	2	0.020	1.98	2.81			NPAG	NPAG
786642	2017	Ore	Barry	8.75	263.0	246.9		86.2	176.8	3.05	2.8	0.042	2.76	2.96			NPAG	NPAG
786643	2017	Ore	Barry	9	235.0	216.8		14.6	220.4	16.14	0.484	0.018	0.466	2.6			NPAG	NPAG
788218	2017	Ore	Barry	8.92	149.0	145.1		62.8	86.2	2.37	2.04	0.031	2.01	1.74			PAG	NPAG
788219	2017	Ore	Barry	9.05	196.0	180.1		41.7	154.3	4.70	1.36	0.026	1.33	2.16			NPAG	NPAG
788512	2017	Ore	Barry	9.48	228.0	206.8		76.8	151.2	2.97	2.48	0.022	2.46	2.48			PAG	NPAG
789382	2017	Ore	Barry	8.85	188.0	184.3		22.2	165.8	8.46	0.738	0.027	0.711	2.21			NPAG	NPAG
789384	2017	Ore	Barry	9.03	103.0	113.4		44.0	59.0	2.34	1.42	0.012	1.41	1.36			PAG	NPAG
789385	2017	Ore	Barry	8.84	145.0	142.6		22.6	122.4	6.43	0.736	0.014	0.722	1.71			NPAG	NPAG
790076	2017	Ore	Barry	9.2	272.0	246.0		32.6	239.4	8.34	1.06	0.016	1.04	2.95			NPAG	NPAG
790358	2017	Ore	Barry	8.61	254.0	265.2		50.4	203.6	5.04	1.64	0.028	1.61	3.18			NPAG	NPAG
790359	2017	Ore	Barry	8.97	182.0	186.8		50.9	131.1	3.58	1.64	0.012	1.63	2.24			NPAG	NPAG
790360	2017	Ore	Barry	9.01	133.0	134.3		29.4	103.6	4.52	0.953	0.012	0.941	1.61			NPAG	NPAG
790654	2017	Ore	Barry	8.97	174.0	160.1		20.6	153.4	8.46	0.663	0.005	0.658	1.92			NPAG	NPAG
790661	2017	Ore	Barry	8.42	115.0	115.1		60.5	54.5	1.90	2.13	0.195	1.94	1.38			PAG	PAG
791686	2017	Ore	Barry	8.74	82.6	80.1		7.6	75.0	10.88	0.25	0.007	0.243	0.96			NPAG	NPAG
793761	2018	Ore	Barry	9.01	109.0	95.1		23.2	85.8	4.71	0.76	0.02	0.74	1.14			NPAG	NPAG
793762	2018	Ore	Barry	8.66	192.0	188.5		40.2	151.8	4.78	1.34	0.06	1.29	2.26			NPAG	NPAG
793763	2018	Ore	Barry	8.71	255.0	270.2		30.1	224.9	8.46	0.98	0.02	0.96	3.24			NPAG	NPAG
793764	2018	Ore	Barry	8.88	159.0	146.0		4.1	154.9	39.14	0.13	0.00	0.13	1.75			NPAG	NPAG
793765	2018	Ore	Barry	8.97	152.0	135.1		6.1	145.9	25.07	0.20	0.01	0.19	1.62			NPAG	NPAG
793766	2018	Ore	Barry	8.72	166.0	146.8		2.3	163.7	71.78	0.07	<0.003	0.07	1.76			NPAG	NPAG

NP = Neutralization potential

AP = Acid potential based on sulphide sulphur

NNP = Net NP = NP - AP

SO4-S = HCl-leachable sulphate

Carbonate = Carbonate carbon as CO₂

TIC = Total Inorganic Carbon (as C)

Dir 019 = Directive 019 on the Mining Industry, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs

MEND = Mine Environment Neutral Drainage Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials, 2009. For screening purposes, samples with NPR between 1 and 2 are identified as PAG.

Annexe B
Analyses élémentaires – Minerais

Appendix B: Ore Elemental Content Data

Sample#	Year	Type	Ore Zone	Ag	As	Bi	Ba	Be	B	Br	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Flu	Hg	Li	Mn	Mg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Sr	Ta	Tl	V	Zn	%				
Retention Factor in Supergene zone*																																						
0.1 0.1																																						
Concentration in residual ore																																						
11 48 28																																						
Average Content of Ore Abundance Price																																						
0.083 0.056 47300 1.8 174 18 41300 0.12 25 101 60 153000 28000 21000 9500 1.2 25000 10 1000 14 0.3 6000 2.3 3100 0.81 9600 7.7 1300 700 1500 100 1500																																						
Or average content of Ore																																						
0.83 0.5 42300 14 4350 2.5 250 1000 6600 543000 208000 219000 95000 1.2 25000 10 1000 14 0.3 6000 2.3 3100 0.81 9600 7.7 1300 700 1500 100 1500																																						
22234	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
22536	2010	Ore	Barry	-0.1	0.16	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
22538	2010	Ore	Barry	-0.1	0.16	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22539	2010	Ore	Barry	-0.1	0.14	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22540	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22542	2010	Ore	Barry	-0.1	0.16	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22543	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22544	2010	Ore	Barry	-0.1	0.16	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22547	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22549	2010	Ore	Barry	-0.1	0.14	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22549	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22552	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22561	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22564	2010	Ore	Barry	-0.1	0.16	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22568	2010	Ore	Barry	-0.1	0.16	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22569	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22572	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22573	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22574	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22575	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22576	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22577	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22578	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22579	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22580	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22581	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22582	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22583	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22584	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22585	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22586	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22587	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22588	2010	Ore	Barry	-0.1	0.17	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22589	2010	Ore	Barry	-0.1	0.19	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12	15	66000	11000	9000	3600	0.9	18000	24	180	7.4	0.8	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22590	2010	Ore	Barry	-0.1	0.18	0.000	0.8	-	100	0.92	-	7000	0.13	25	12																							



wood.

Annexe C
Lixiviabilité – Minerais

Appendix C: Ore CTEU-9 Leach Test Results



Sample	Year	Type	Zone	CN (total) mg/L	CN (Free) mg/L	Turbidity UTN	F mg/L	Nitrite mg N/L	Nitrate mg N/L	rite & Nitr mg N/L	pH units	Al mg/L	Sb mg/L	As mg/L	Ag mg/L	Ba mg/L	B mg/L	Cd mg/L	Co mg/L	Cr mg/L	Cu mg/L	Mn mg/L	Hg mg/L	Mo mg/L	Ni mg/L	Pb mg/L	Se mg/L	Na mg/L	U mg/L	Zn mg/L
Drinking Water Criteria ^a				0.022	0.022	-	4	-	200	-	7.1	0.026	0.0023	2.4	4	5	0.055	-	0.0011	0.37	1 ^b , 0.016 ^(c)	4	0.05	0.001	0.02	0.07	0.01	0.01	0.02	0.067
Seepage Criteria ^a				0.022	0.022	-	4	-	200	-	7.1	0.026	0.0023	2.4	4	5	0.055	-	0.0011	0.37	1 ^b , 0.016 ^(c)	4	0.05	0.001	0.02	0.07	0.01	0.01	0.02	0.067
Dir 019 Table 1 ^a				-	-	-	150	100	-	1000	-	-	-	5	-	100	500	0.5	-	5	-	-	0.1	-	-	5	1	-	2	-
28322	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	1.6	<0.10	0.78	0.28	8.4	0.13	0.0005	<0.001	0.03	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0004	0.0055	<0.0002	0.048	<0.002	<0.0002	<0.001	30	0.00007	<0.01	
28323	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.2	1.62	<0.10	0.46	0.46	8.2	0.11	0.0005	<0.002	<0.001	0.036	0.06	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0037	0.014	<0.0002	0.06	<0.002	<0.0002	<0.001	23	0.00026	<0.01
28325	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	2.28	<0.10	<0.10	<0.10	8.2	0.13	0.0004	<0.002	<0.001	0.095	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0033	0.011	<0.0002	0.011	<0.002	<0.0002	<0.001	22	0.00078	<0.01
28327	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.05	<0.10	<0.10	<0.10	8.3	0.13	0.0007	<0.002	<0.001	0.084	0.06	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0007	0.0096	<0.0002	0.05	<0.002	<0.0002	<0.001	26	0.015	<0.01
28329	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.87	<0.10	<0.10	<0.10	8.7	0.25	0.0008	<0.001	<0.001	0.006	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.001	0.0037	<0.0002	0.029	<0.002	<0.0002	<0.001	21	0.00015	<0.01
28332	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	5.21	<0.10	0.18	0.18	8.5	0.18	0.0013	<0.001	<0.001	0.005	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.004	0.0098	<0.0002	0.046	<0.002	<0.0002	<0.001	41	0.0014	<0.01
28334	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	3.02	<0.10	0.2	0.2	8.3	0.13	0.0006	<0.002	<0.001	0.01	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0017	0.01	<0.0002	0.042	<0.002	<0.0002	<0.001	12	0.003	<0.01
28335	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	<0.1	0.82	<0.10	0.14	0.14	7.9	0.09	0.0006	<0.002	<0.001	0.018	<0.002	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0015	0.052	<0.0002	0.021	<0.002	<0.0002	<0.001	21	0.0037	<0.01
28337	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	0.38	<0.10	<0.10	<0.10	7.6	0.06	0.0006	<0.001	<0.001	0.042	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.12	<0.0002	0.021	<0.002	<0.0002	<0.001	36	0.00082	<0.01
28339	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	1.1	2.6	<0.10	<0.10	<0.10	8.1	0.22	0.0009	<0.001	<0.001	0.008	0.08	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0006	0.0076	<0.0002	0.11	<0.002	<0.0002	<0.001	30	0.00038	<0.01
28341	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	2.84	<0.10	0.11	0.11	8.4	0.22	0.0006	<0.002	<0.001	0.007	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0096	<0.0002	0.054	<0.002	<0.0002	<0.001	29	0.0005	<0.01
28343	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.2	5.2	<0.10	<0.10	<0.10	8.2	0.13	0.001	<0.002	<0.001	0.011	<0.002	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0082	<0.0002	0.063	<0.002	<0.0002	<0.001	22	0.00053	<0.01
28345	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	0.49	<0.10	<0.10	<0.10	7.7	0.1	0.0005	<0.001	<0.001	0.035	<0.002	<0.0002	<0.0005	0.005	0.0077	0.14	<0.0002	0.41	0.003	<0.0002	<0.001	40	0.0047	<0.01
28347	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.5	3	<0.10	0.31	0.31	7.9	0.14	0.0007	<0.002	<0.001	0.035	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0097	<0.0002	0.001	<0.002	<0.0002	0.001	41	0.00032	<0.01
28348	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.2	3.6	<0.10	<0.10	<0.10	8.3	0.13	0.0011	<0.002	<0.001	0.016	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0097	<0.0002	0.07	<0.002	<0.0002	<0.001	30	0.0014	<0.01
28349	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	2.2	<0.10	<0.10	<0.10	8.3	0.13	0.0013	<0.002	<0.001	0.012	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0009	0.012	<0.0002	0.034	<0.002	<0.0002	<0.001	13	0.0012	<0.01
28350	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.17	<0.10	<0.10	<0.10	8	0.1	0.0007	<0.001	<0.001	0.014	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0019	0.078	<0.0002	0.12	<0.002	<0.0002	<0.001	23	0.00047	<0.01
28393	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.2	3.21	<0.10	0.11	0.11	8.2	0.14	0.0007	<0.002	<0.001	0.008	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.001	0.01	<0.0002	0.024	0.002	0.0002	<0.001	29	0.00079	<0.01
28394	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	4.78	<0.10	0.18	0.18	8.1	0.13	0.0014	<0.002	<0.001	0.007	0.07	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0018	0.0077	<0.0002	0.026	<0.002	0.0002	<0.001	9.9	0.0014	<0.01
28395	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.42	<0.10	<0.10	<0.10	8.4	0.22	0.0033	<0.002	<0.001	0.003	<0.002	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0012	0.013	<0.0002	0.0294	<0.002	<0.0002	<0.001	11	0.00074	<0.01
28396	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.4	3.2	<0.10	0.2	0.2	8.1	0.14	0.001	<0.002	<0.001	0.005	0.09	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0006	0.0093	<0.0002	0.04	<0.002	<0.0002	<0.001	21	0.0004	<0.01
28399	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	3.8	<0.10	0.2	0.2	7.4	0.07	0.0008	<0.002	<0.001	0.039	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.0055	<0.0002	0.24	<0.002	<0.0002	0.001	35	0.00041	<0.01
28403	2018	Ore	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.15	<0.10	<0.10	<0.10	8	0.08	0.0005	<0.002	<0.001	0.018	0.05	<0.0002	<0.0005	<0.0005	0.0017	0.034	<0.0002	0.45	<0.002	<0.0002	<0.001	14	0.00042	<0.01

^a Groundwater criteria for consumption purposes of the Soil Protection and Contaminated Sites Rehabilitation Policy

^b Criteria of seepage into surface water or infiltration into sewers of the Soil Protection and Contaminated Sites Rehabilitation Policy

^c Maximum concentrations of a contaminant in a liquid material or leachate from a solid material taken from the Regulation respecting hazardous materials and D-019

Appendix C: One Synthetic Precipitation Leaching Procedure Results

Table with columns: Sample, Year, Type, Zone, and various chemical elements (Al, As, Ba, Be, Bi, Br, B, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Si, Sr, Te, Th, U, V, Zn, Zr). Rows include sample IDs like 1000, 1001, 1002, etc., with associated numerical data for each element.



wood.

Annexe D
Potentiel acidogène – Stériles



Appendix D:
Waste Rock Acid Base Accounting Data



Sample	Year	Zone	Paste pH units	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2) (t CaCO3/1000t)	AP	NPP (Net NP)	NPR (NP/AP) ratio	Total Sulphur (%)	Acid Leachable SO4-S (%)	Sulphide-S (%)	Total Carbon (%)	Carbonate (CO2) (%)	TIC (%)	Classification	
																Dir 019	MEND
PGA-2	1997-1998	Composite		118			84.1	33.9	1.40	2.75						PAG	PAG
PGA-3	1997-1998	Composite		94.3			12.54	81.76	7.52	0.41						NPAG	NPAG
13021	2010	B	9.34	15.8	5.00	3.27	2.37	13.4	6.66	0.121	0.05	0.08	0.060	0.144	0.030	NPAG	NPAG
13022	2010	B	8.76	27.3	20.10	21.13	3.44	23.9	7.94	0.204	0.09	0.11	0.241	0.929	0.190	NPAG	NPAG
13023	2010	B	9.49	13.3	5.50	4.84	2.39	10.9	5.56	0.149	0.07	0.08	0.066	0.213	0.040	NPAG	NPAG
18474	2016	B		8.4			3.44	5	2.44	0.12	0.01	0.11				NPAG	NPAG
18473	2016	H		48.0			7.81	40.2	6.14	0.26	0.01	0.25				NPAG	NPAG
18487	2016	H		78.8			4.06	74.7	19.4	0.14	0.01	0.13				NPAG	NPAG
28994	2016	H	9.54	90.0	109.25		43.75	46.3	2.06	1.4	<0.003	1.4	1.31			PAG	NPAG
28995	2016	H	9.59	73.7	89.24		25.75	48	2.86	0.824	<0.003	0.824	1.07			PAG	NPAG
28996	2016	H	9.36	87.2	109.25		67.19	20	1.3	2.15	<0.003	2.15	1.31			PAG	PAG
Sample #4	2009	Main	8.85	86.6	79.23		2.5	84.1	34.6	0.143	0.07	0.08	0.95			NPAG	NPAG
Sample #6	2009	Main	9.57	33.2	29.69		6.2	27	5.35	0.312	0.11	0.2	0.356			NPAG	NPAG
13020	2010	Main	8.76	17.4	10.01		0.65	16.8	26.9	0.060	0.04	0.02	0.120			NPAG	NPAG
13024	2010	Main	9.04	42.9	36.03		4.18	38.7	19.3	0.187	0.05	0.13	0.432			NPAG	NPAG
13025	2010	Main	8.58	16.8	10.17		1.12	15.7	15.0	0.108	0.07	0.04	0.122			NPAG	NPAG
18485	2016	Main		12.6			2.81	9.8	4.48	0.11	0.02	0.09				NPAG	NPAG
18486	2016	Main		10.1			4.38	5.7	2.31	0.15	0.01	0.14				NPAG	NPAG
28982	2016	Main	9.06	163.0	178.5	11.74	132.56	30.4	1.23	4.27	0.028	4.24	2.14	0.516	0.100	PAG	PAG
28983	2016	Main	9.3	122.0	135.1	41.16	113.53	8.5	1.07	3.66	0.027	3.63	1.62	1.81	0.360	PAG	PAG
218451	2017	Main	8.87	28.3	23.35	10.98	3.5	24.8	8.08	0.171	0.058	0.113	0.28	0.483	0.100	NPAG	NPAG
218452	2017	Main		21.0	12.51		4.3	16.7	4.9	0.16	0.023	0.137	0.15			NPAG	NPAG
218453	2017	Main	8.62	13.2	11.68		3.9	9.3	3.4	0.171	0.046	0.125	0.14			NPAG	NPAG
218454	2017	Main	8.96	15.9	12.51		3.2	12.7	4.96	0.108	0.006	0.102	0.15			NPAG	NPAG
218455	2017	Main	8.97	16.3	9.17		10.3	6	1.58	0.361	0.031	0.33	0.11			PAG	PAG
903533	2016	Moroy	9.7	44.2			8.8	35.5	5.1	0.28	<0.010	0.28				NPAG	NPAG
903535	2016	Moroy	9.2	114.8			36.3	78.6	3.2	1.17	0.01	1.16				NPAG	NPAG
903537	2016	Moroy	9.3	111.9			10.6	101	10.5	0.35	0.01	0.34				NPAG	NPAG
903539	2016	Moroy	9.2	29			14.4	14.6	2.0	0.48	0.02	0.46				PAG	NPAG
903541	2016	Moroy	9.2	55.9			48.4	7.5	1.2	1.57	0.02	1.55				PAG	PAG
28397	2018	Moroy		16.4	7.8		8.5	12.7	0.9	0.3	0.15	0.12	0.09		0.1	NPAG	PAG
28398	2018	Moroy		14.9	4.6		5.5	12.4	0.8	0.2	0.09	0.08	0.06		0.1	NPAG	PAG
28400	2018	Moroy		79.4	61.8		32.7	48.8	1.9	1.0	0.07	0.98	0.74		0.7	PAG	PAG
28321	2018	Moroy		51.0	41.1		4.6	46.8	8.9	0.1	0.01	0.13	0.49		0.5	NPAG	NPAG
28324	2018	Moroy		58.3	46.8		33.8	25.2	1.4	1.1	0.02	1.06	0.56		0.6	PAG	NPAG
28326	2018	Moroy		28.5	20.4		8.4	22.9	2.4	0.3	0.09	0.18	0.24		0.2	NPAG	NPAG
28328	2018	Moroy		80.1	63.3		6.4	74.1	9.9	0.2	0.01	0.19	0.76		0.8	NPAG	NPAG
28330	2018	Moroy		66.4	52.4		10.7	56.6	4.9	0.3	0.03	0.31	0.63		0.6	NPAG	NPAG
28331	2018	Moroy		57.3	44.8		9.9	51.0	4.5	0.3	0.12	0.20	0.54		0.5	NPAG	NPAG
28333	2018	Moroy		46.9	38.0		5.0	42.7	7.6	0.2	0.03	0.13	0.46		0.5	NPAG	NPAG
28336	2018	Moroy		43.6	38.9		5.3	40.2	7.4	0.2	0.06	0.11	0.47		0.5	NPAG	NPAG
28338	2018	Moroy		46.6	36.3		8.1	40.2	4.5	0.3	0.05	0.20	0.54		0.4	NPAG	NPAG
28340	2018	Moroy		79.6	65.8		11.0	69.4	6.0	0.4	0.03	0.33	0.79		0.8	NPAG	NPAG
28342	2018	Moroy		102.0	84.4		7.9	94.8	10.7	0.3	0.02	0.23	1.01		1.0	NPAG	NPAG
28344	2018	Moroy		37.4	30.2		5.4	32.5	5.6	0.2	0.02	0.16	0.36		0.4	NPAG	NPAG
28346	2018	Moroy		25.7	20.3		5.5	21.3	3.7	0.2	0.04	0.14	0.24		0.2	NPAG	NPAG
28401	2018	Moroy		93.1	70.0		17.1	81.5	4.1	0.5	0.18	0.37	0.84		0.8	NPAG	NPAG
28402	2018	Moroy		69.4	51.1		22.2	63.1	2.3	0.7	0.51	0.20	0.61		0.6	NPAG	NPAG
28404	2018	Moroy		15.1	4.2		7.6	12.0	0.6	0.2	0.14	0.10	0.05		0.1	NPAG	PAG
28405	2018	Moroy		12.4	4.2		3.0	10.8	1.4	0.1	0.05	0.05	0.05		0.1	NPAG	PAG
53608	2008	Barry		43.6			2.75	40.9	15.85		0.09					NPAG	NPAG
53609	2008	Barry		94.1			12.6	81.5	7.47		0.41					NPAG	NPAG
53610	2008	Barry		149.9			9.18	140.7	16.33		0.3					NPAG	NPAG
117776	2008	Barry		27.1	11.26		3.1	24	8.7	0.184	<0.4	0.1	0.135			NPAG	NPAG
117786	2008	Barry		92.0	74.39		6.6	85.4	13.9	0.359	<0.4	0.21	0.892			NPAG	NPAG
117918	2008	Barry		47.6	34.03		0.31	47.3	153	0.086	<0.4	0.01	0.408			NPAG	NPAG
117963	2008	Barry		79.5	66.30		15.3	64.2	5.2	0.785	<0.4	0.49	0.795			NPAG	NPAG
186308	2008	Barry		39.2	24.69		4.4	34.8	8.9	0.159	<0.4	0.14	0.296			NPAG	NPAG
187563	2008	Barry		135.0	123.43		14.4	121	9.3	0.596	<0.4	0.46	1.48			NPAG	NPAG
187869	2008	Barry		68.0	63.13		1.2	66.8	56.7	0.09	<0.4	0.04	0.757			NPAG	NPAG

Appendix D:
Waste Rock Acid Base Accounting Data



Sample	Year	Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NPP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2)	TIC	Classification	
																Dir 019	MEND
			units		(t CaCO3/1000t)			ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			
187894	2008	Barry		117.0	103.42		2.5	115	47	0.198	<0.4	0.08	1.24			NPAG	NPAG
187983	2008	Barry		124.0	120.93		2.8	121	44.2	0.162	<0.4	0.09	1.45			NPAG	NPAG
250415	2008	Barry		116.0	107.59		0.62	115	187	0.086	<0.4	0.02	1.29			NPAG	NPAG
250427	2008	Barry		22.9	15.01		0.62	22.2	36.9	0.082	<0.4	0.02	0.18			NPAG	NPAG
250452	2008	Barry		32.4	19.60		0.31	32	104	0.072	<0.4	<0.01	0.235			NPAG	NPAG
16822	2010	Barry		76.0	59.71		4.45	71.6	17.1	0.263	0.12	0.014	0.716			NPAG	NPAG
16820	2010	Barry		166.0	163.46	4.98	25	141	6.66	0.849	0.05	0.8	1.96	0.22	0.76	NPAG	NPAG
18820	2010	Barry		61.8	59.71	24.27	2.55	59.2	24.2	0.173	0.09	0.08	0.608	1.07	1.20	NPAG	NPAG
22114	2010	Barry		158.0	149.29	3.09	38.7	139	8.44	0.78	0.18	0.6	1.79	0.14	1.88	NPAG	NPAG
22117	2010	Barry		87.7	77.40		22.8	64.9	3.85	0.838	0.11	0.73	0.928			NPAG	NPAG
22119	2010	Barry		145.0	135.11		38.1	107	3.8	1.27	0.05	1.22	1.62			NPAG	NPAG
22121	2010	Barry		50.1	26.27		1.49	48.6	33.6	0.14	0.1	0.05	0.315			NPAG	NPAG
22123	2010	Barry		64.1	68.97		7.68	56.4	8.34	0.344	0.1	0.25	0.827			NPAG	NPAG
22124	2010	Barry		63.8	69.14		9.03	54.8	7.06	0.403	0.11	0.29	0.829			NPAG	NPAG
22126	2010	Barry		51.0	41.62		32.6	18.4	1.56	0.107	0.02	1.94	0.499			PAG	PAG
22128	2010	Barry		106.0	120.93		16.4	89.7	6.48	0.562	0.04	0.52	1.45			NPAG	NPAG
22130	2010	Barry		51.8	44.12		3.82	48	13.6	0.231	0.11	0.12	0.529			NPAG	NPAG
22132	2010	Barry		123.0	107.59		5.29	118	23.2	0.238	0.07	0.17	1.29			NPAG	NPAG
22134	2010	Barry		118.0	123.43		14.6	1.03	8.04	0.605	0.14	0.47	1.48			PAG	NPAG
22136	2010	Barry		154.0	150.95		14.7	140	10.5	0.547	0.08	0.47	1.81			NPAG	NPAG
22501	2010	Barry		60.3	46.20		8.67	51.6	6.96	0.351	0.07	0.28	0.554			NPAG	NPAG
22502	2010	Barry		173.0	157.63		7.02	166	24.6	0.333	0.11	0.22	1.89			NPAG	NPAG
22505	2010	Barry		75.5	83.40		3.57	72.1	22.4	0.17	0.06	0.11	1			NPAG	NPAG
22506	2010	Barry		52.5	34.86		2.86	49.3	18.3	0.151	0.06	0.09	0.418			NPAG	NPAG
22507	2010	Barry		51.7	42.20		3.38	48.3	15.3	0.228	0.12	0.11	0.506			NPAG	NPAG
22511	2010	Barry		67.1	67.05		2.82	64.3	23.8	0.142	0.05	0.09	0.804			NPAG	NPAG
22513	2010	Barry		80.5	92.57		3.18	77.3	25.4	0.215	0.11	0.1	1.11			NPAG	NPAG
22514	2010	Barry		44.6	33.61		7.26	37.3	6.14	0.276	0.04	0.23	0.403			NPAG	NPAG
22515	2010	Barry		87.0	89.50		6.25	80.8	13.9	0.286	0.09	0.2	0.97			NPAG	NPAG
22516	2010	Barry		34.1	17.51		3.54	30.6	9.62	0.159	0.05	0.11	0.21			NPAG	NPAG
22517	2010	Barry		44.0	34.86		0.93	43.1	47.1	0.095	0.06	0.03	0.418			NPAG	NPAG
22518	2010	Barry		26.9	12.68		7.16	19.7	3.76	0.275	0.05	0.23	0.152			NPAG	NPAG
22519	2010	Barry		77.7	59.38		2.78	74.9	27.9	0.172	0.08	0.09	0.712			NPAG	NPAG
22520	2010	Barry		114.0	103.42		32.9	80.7	3.45	1.09	0.03	1.05	1.24			NPAG	NPAG
22521	2010	Barry		140.0	126.77		8.76	131	16	0.375	0.09	0.28	1.52			NPAG	NPAG
22522	2010	Barry		43.8	28.61		3.59	40.2	12.2	0.204	0.09	0.11	0.343			NPAG	NPAG
22523	2010	Barry		32.7	29.43		8.22	24.5	3.98	0.478	0.21	0.26	0.245			NPAG	NPAG
22524	2010	Barry		57.6	49.71		21.1	36.5	2.73	0.742	0.07	0.67	0.596			PAG	NPAG
22525	2010	Barry		133.0	124.27		9.47	124	14.1	0.398	0.1	0.3	1.49			NPAG	NPAG
22526	2010	Barry		60.0	66.55		1.47	58.5	40.8	0.1	0.05	0.05	0.798			NPAG	NPAG
22527	2010	Barry		33.1	18.93		1.04	32.1	31.7	0.076	0.04	0.03	0.227			NPAG	NPAG
22528	2010	Barry		34.3	21.93		10.7	23.6	3.19	0.377	0.03	0.34	0.263			NPAG	NPAG
22529	2010	Barry		54.5	42.45		18.5	36	2.95	0.657	0.07	0.59	0.509			PAG	NPAG
22545	2010	Barry		117.0	102.58		13.2	103	8.81	0.598	0.17	0.52	1.23			NPAG	NPAG
22546	2010	Barry		49.1	45.87		4.03	45.1	12.2	0.238	0.11	0.13	0.55			NPAG	NPAG
774634	2017	Barry	9.34	98.2	67.55		9.8	88.4	10.04	0.320	0.007	0.31	0.81			NPAG	NPAG
774636	2017	Barry	9.44	75.9	63.38		6.8	69.1	11.09	0.230	0.011	0.22	0.76			NPAG	NPAG
774647	2017	Barry	9.06	130	100.08		33.3	96.7	3.90	1.08	0.013	1.07	1.20			NPAG	NPAG
774649	2017	Barry	9.24	158	156.79	7.12	4.3	153.8	37.18	0.144	0.008	0.14	1.88	0.31	0.81	NPAG	NPAG
774960	2017	Barry	9.59	67.0	49.21	2.96	4.1	62.9	16.49	0.141	0.011	0.13	0.59	0.13	0.59	NPAG	NPAG
774967	2017	Barry	9.39	160	131.77	6.98	9.6	150.4	16.68	0.315	0.008	0.31	1.58	0.31	1.58	NPAG	NPAG
775165	2017	Barry	9.76	49.6	43.37	4.21	5.8	43.8	8.58	0.199	0.014	0.19	0.52	0.19	0.52	NPAG	NPAG
778085	2017	Barry	8.91	157	139.28	1.78	2.4	154.6	64.25	0.078	<0.003	0.08	1.67	0.08	1.67	NPAG	NPAG
778098	2017	Barry	9.04	139	115.09	2.68	3.7	135.3	37.69	0.121	0.003	0.118	1.38	0.118	1.38	NPAG	NPAG
778857	2017	Barry	9.65	45.3	39.20	2.43	3.3	42.0	13.55	0.117	0.010	0.107	0.47	0.107	0.47	NPAG	NPAG
778863	2017	Barry	9.60	47.2	50.04	19.63	27.0	20.2	1.75	0.884	0.021	0.863	0.60	0.863	0.60	PAG	PAG
779520	2017	Barry	9.02	161	135.11	3.57	4.9	156.1	32.82	0.166	0.009	0.157	1.62	0.157	1.62	NPAG	NPAG
779526	2017	Barry	9.14	152	105.92	14.08	19.3	132.7	7.86	0.636	0.017	0.619	1.27	0.619	1.27	NPAG	NPAG
779549	2017	Barry	9.75	70.1	68.39	5.21	7.2	62.9	9.80	0.237	0.008	0.229	0.82	0.229	0.82	NPAG	NPAG
779565	2017	Barry	8.70	102	87.57	21.51	29.6	72.4	3.45	0.968	0.022	0.946	1.05	0.946	1.05	NPAG	NPAG

**Appendix D:
Waste Rock Acid Base Accounting Data**

Sample	Year	Zone	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	Carb NP (CO2)	AP	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	Carbonate (CO2)	TIC	Classification	
																Dir 019	MEND
			units		(t CaCO3/1000t)			ratio	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			
780793	2017	Barry	9.12	148	115.93	1.18	1.6	146.4	90.90	0.052	<0.003	0.0521	1.39	0.0521	1.39	NPAG	NPAG
780794	2017	Barry	8.92	169	145.12	5.57	7.7	161.3	22.07	0.245	<0.003	0.245	1.74	0.245	1.74	NPAG	NPAG
780799	2017	Barry	8.87	186	162.63	3.14	4.3	181.7	43.13	0.147	0.009	0.138	1.95	0.138	1.95	NPAG	NPAG
780970	2017	Barry	9.43	48.8	42.53	5.39	7.4	41.4	6.59	0.253	0.016	0.237	0.51	0.237	0.51	NPAG	NPAG
780971	2017	Barry	9.52	47.7	38.36	3.12	4.3	43.4	11.14	0.148	0.011	0.137	0.46	0.137	0.46	NPAG	NPAG
780981	2017	Barry	9.37	103	76.73	5.82	8.0	95.0	12.88	0.266	0.010	0.256	0.92	0.256	0.92	NPAG	NPAG
780982	2017	Barry	9.12	132	105.08	10.51	14.4	117.6	9.14	0.482	0.020	0.462	1.26	0.462	1.26	NPAG	NPAG
782079	2017	Barry	9.37	75.3	77.56	7.30	10.0	65.3	7.51	0.330	0.009	0.321	0.93	0.321	0.93	NPAG	NPAG
782087	2017	Barry	9.22	58.0	43.37	7.51	10.3	47.7	5.62	0.330	<0.003	0.33	0.52	0.33	0.52	NPAG	NPAG
782201	2017	Barry	9.04	97.7	73.39	5.03	6.9	90.8	14.15	0.239	0.018	0.221	0.88	0.221	0.88	NPAG	NPAG
782210	2017	Barry	8.81	106	84.23	6.19	8.5	97.5	12.47	0.283	0.011	0.272	1.01	0.272	1.01	NPAG	NPAG
782218	2017	Barry	9.40	106	80.06	4.12	5.7	100.3	18.74	0.181	<0.003	0.181	0.96	0.181	0.96	NPAG	NPAG
782357	2017	Barry	8.87	149	129.27	22.13	30.4	118.6	4.90	0.973	<0.003	0.973	1.55	0.973	1.55	NPAG	NPAG
782358	2017	Barry	8.92	111	94.24	24.36	33.5	77.5	3.32	1.08	0.009	1.071	1.13	1.071	1.13	NPAG	NPAG
782359	2017	Barry	9.44	98.6	79.23	22.42	30.8	67.8	3.20	0.986	<0.003	0.986	0.95	0.986	0.95	NPAG	NPAG
782506	2017	Barry	9.66	72.7	60.88	7.44	10.2	62.5	7.11	0.332	0.005	0.327	0.73	0.327	0.73	NPAG	NPAG
782512	2017	Barry	8.97	42.3	34.18	5.14	7.1	35.2	5.99	0.229	0.003	0.226	0.17	0.226	0.17	NPAG	NPAG
785803	2017	Barry	9.86	49.0	45.04	9.62	13.2	35.8	3.71	0.437	0.014	0.423	0.54	0.423	0.54	NPAG	NPAG
785804	2017	Barry	9.88	50.1	45.04	12.03	16.5	33.6	3.03	0.537	0.008	0.529	0.54	0.529	0.54	NPAG	NPAG
786428	2017	Barry	9.88	35.5	27.52	13.42	18.4	17.1	1.93	0.590	<0.003	0.590	0.33	0.590	0.33	PAG	PAG
786634	2017	Barry	10.03	62.3	49.21	5.89	8.1	54.2	7.70	0.259	<0.003	0.259	0.59	0.259	0.59	NPAG	NPAG
788214	2017	Barry	9.86	54.0	52.54	5.53	7.6	46.4	7.11	0.246	0.003	0.243	0.63	0.243	0.63	NPAG	NPAG
788509	2017	Barry	9.52	121	110.09	8.07	11.1	109.9	10.91	0.360	0.005	0.355	1.32	0.355	1.32	NPAG	NPAG
790071	2017	Barry	8.99	139	122.60	10.37	14.3	124.8	9.75	0.456	<0.003	0.456	1.47	0.456	1.47	NPAG	NPAG
790350	2017	Barry	9.73	277	258.54	10.10	13.9	263.1	19.96	0.447	0.003	0.444	3.10	0.444	3.10	NPAG	NPAG

NP = Neutralization potential
 AP = Acid potential based on sulphide sulphur
 NNP = Net NP = NP - AP
 SO4-S = HCl-leachable sulphate
 Carbonate = Carbonate carbon as CO₂
 TIC = Total Inorganic Carbon (as C)
 Dir 019 = Directive 019 on the Mining Industry, 2012. Québec Développement durable, Environnement et Parcs
 MEND = Mine Environment Neutral Drainage Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials, 2009. For screening purposes, samples with NPR between 1 and 2 are identified as PAG.

Annexe E
Analyses élémentaires – Stériles



Appendix E: Bacheke Waste Rock Elemental Content Data

Table with columns: Sample ID, Sample Year, Material Type, Zone, and various chemical elements (Hg, Ag, Ar, Al, As, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Te, H, Ti, U, V, Zn). Rows include residential, commercial, institutional, and average crustal abundance data.

A. Bacheke for strategic parameters in the Superior Province, Areas 1 and 2, Area 3 for the Soil Protection and Substitution of Contaminated Land Policy.
B. Maximum acceptable limit for residential and institutional land. Also include are commercial land in a residential area. Institutional uses include uses such as hospitals, schools and daycares.
C. Maximum acceptable limit for commercial and institutional land, not located in a residential area, and for industrial land.
Average commercial crustal abundance as presented in this report.



wood.

Annexe F
Lixiviabilité – Stériles

Appendix F: Bacheor Waste Rock CTEU-9 Leach Test Results

Sample	Year	Type	Zone	CN (Total) mg/L	CN (Free) mg/L	Turbidity UTN	F mg/L	Nitrite mg N/L	Nitrate mg N/L	Irite & Nitri mg N/L	pH	Al mg/L	Sb mg/L	As mg/L	Ag mg/L	Ba mg/L	B mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L	Co mg/L	Cu mg/L	Mn mg/L	Hg mg/L	Mo mg/L	Ni mg/L	Pb mg/L	Se mg/L	Na mg/L	U mg/L	Zn mg/L		
Drinking Water Criteria ^a				0.2	0.02	5	150	100	200	1000	-	0.1	0.006	0.002	1	1	1	0.02	0.05 (Total)	0.37	0.0075	2.3	0.0013	29	0.26	0.034	0.662	1	-	0.2	5	
Seepage Criteria ^b				0.02	0.02	-	150	100	-	1000	-	-	1.3	0.34	0.0062	0.6	28	0.0013	1 ¹⁰	0.016 ¹⁰	0.37	0.0075	2.3	0.0013	29	0.26	0.034	0.662	1	-	0.2	5
28321	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.4	2.0	<0.10	<0.10	<0.10	5.6	0.20	0.001	<0.001	<0.002	0.209	<0.05	<0.002	<0.005	<0.005	0.0095	0.203	<0.0002	0.02	<0.002	<0.002	<0.001	28	0.00014	<0.01		
28324	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	1.2	<0.10	0.29	0.28	5.2	0.16	0.0028	<0.001	<0.002	0.204	0.1	<0.002	<0.005	<0.005	0.0091	0.214	<0.0002	0.037	<0.002	<0.002	<0.001	33	0.0002	<0.01		
28326	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.0	<0.10	<0.10	<0.10	5	0.12	0.0024	<0.001	<0.002	0.253	0.25	<0.002	<0.005	<0.005	0.0013	0.22	<0.0002	0.022	<0.002	<0.002	<0.001	33	0.00029	<0.01		
28328	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.2	<0.10	<0.10	<0.10	5.7	0.21	0.0028	<0.001	<0.002	0.252	0.27	<0.002	<0.005	<0.005	0.0013	0.2225	<0.0002	0.022	<0.002	<0.002	<0.001	41	0.0001	<0.01		
28330	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.2	<0.10	<0.10	<0.10	5.8	0.16	0.0027	<0.001	<0.002	0.229	0.25	<0.002	<0.005	<0.005	0.0018	0.2171	<0.0002	0.046	<0.002	<0.002	<0.001	46	0.00006	<0.01		
28331	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.0	<0.10	<0.10	<0.10	5.2	0.17	0.0028	<0.001	<0.002	0.254	<0.05	<0.002	<0.005	<0.005	0.0018	0.244	<0.0002	0.041	<0.002	<0.002	<0.001	47	<0.00025	<0.01		
28333	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.3	<0.10	<0.10	<0.10	5.7	0.18	0.0029	<0.001	<0.002	0.22	<0.05	<0.002	<0.005	<0.005	0.0014	0.2275	<0.0002	0.1	<0.002	<0.002	<0.001	29	0.0006	<0.01		
28336	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.2	<0.10	0.15	0.15	5.1	0.14	0.0029	<0.001	<0.002	0.249	0.27	<0.002	<0.005	<0.005	0.0014	0.222	<0.0002	0.12	<0.002	<0.002	<0.001	38	0.0011	<0.01		
28338	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.2	<0.10	<0.10	<0.10	7.9	0.16	0.0027	<0.001	<0.002	0.212	0.26	<0.002	<0.005	<0.005	<0.001	0.214	<0.0001	0.12	<0.002	<0.002	37	0.00014	<0.01			
28340	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	2.0	<0.10	<0.10	<0.10	7.7	0.22	0.0025	<0.001	<0.002	0.208	0.28	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	0.2178	<0.0001	0.041	<0.002	<0.002	<0.001	30	0.00005	<0.01		
28342	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.3	2.0	<0.10	<0.10	<0.10	8.4	0.26	0.0012	<0.001	<0.002	0.242	0.27	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	0.2348	<0.0001	0.085	<0.002	<0.002	<0.001	36	0.00034	<0.01		
28344	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.4	2.0	<0.10	<0.10	<0.10	8.7	0.25	0.0013	<0.001	<0.002	0.232	0.27	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	0.2319	<0.0001	0.119	<0.002	<0.002	0.292	0.1	0.00032	<0.01		
28346	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.5	2.0	<0.10	<0.10	<0.10	8.4	0.22	0.0029	<0.001	<0.002	0.215	0.25	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	0.2281	<0.0001	0.14	<0.002	<0.002	0.201	0.27	0.00024	<0.01		
28397	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.2	1.0	0.1	0.57	0.67	7.7	0.1	0.0024	<0.001	<0.002	0.257	0.25	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	0.225	<0.0001	0.04	<0.002	<0.002	0.201	39	0.00006	<0.01		
28398	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.0	<0.10	<0.10	<0.10	9.4	0.26	0.0029	<0.001	<0.002	0.205	0.25	<0.002	<0.005	<0.005	0.2291	0.205	<0.0002	0.18	0.006	<0.002	<0.001	15	0.00029	<0.01		
28400	2018	Waste Rock	Moroy	0.04	<0.02	0.1	1.0	<0.10	0.51	0.51	8.7	0.26	0.0025	<0.001	<0.002	0.223	0.1	<0.002	<0.005	<0.005	0.2227	0.215	<0.0002	0.28	<0.002	<0.002	<0.001	13	0.00016	<0.01		
28401	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.4	1.5	<0.10	0.14	0.14	6.8	0.1	0.0029	<0.001	<0.002	0.251	0.25	<0.002	<0.005	<0.005	0.2013	0.262	<0.0001	0.11	<0.002	<0.002	0.201	40	0.00043	<0.01		
28402	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.2	1.7	<0.10	<0.10	<0.10	5.9	0.29	0.0028	<0.001	<0.002	0.255	<0.05	<0.002	<0.005	<0.005	<0.005	0.245	<0.0001	0.022	<0.002	<0.002	<0.001	38	0.0002	<0.01		
28404	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	0.1	1.1	<0.10	0.27	0.27	8.1	0.29	0.0024	<0.001	<0.002	0.243	0.28	<0.002	<0.005	<0.005	0.2017	0.211	<0.0002	0.28	<0.002	<0.002	<0.001	47	0.00011	<0.01		
28405	2018	Waste Rock	Moroy	<0.02	<0.02	10.3	1.1	<0.10	1.07	1.07	9.2	1.1	0.005	<0.001	<0.002	0.208	0.085	<0.002	<0.005	<0.005	0.2007	0.216	<0.0002	0.035	<0.002	<0.002	<0.001	19	<0.00025	<0.01		

^a Groundwater criteria for consumption purposes of the Soil Protection and Contaminated Sites Rehabilitation Policy

^b Criteria of seepage into surface water or infiltration into sewers of the Soil Protection and Contaminated Sites Rehabilitation Policy

^c Maximum concentrations of a contaminant in a liquid material or leachate from a solid material, taken from the Regulation respecting hazardous materials and D-019.

Appendix F: Bachelor Waste Rock Toxicity Characteristic Leachate Procedure Results

Sample	Year	Type	Zone	CN (Total) mg/L	CN (Free) mg/L	Turbidity NTN	F mg/L	Nitrite mg N/L	Nitrate mg N/L	Ammonia & Nitrate mg N/L	Sulfate mg/L	pH	Al mg/L	Sb mg/L	As mg/L	Ag mg/L	Ba mg/L	B mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L	Co mg/L	Cu mg/L	Mn mg/L	Hg mg/L	Mo mg/L	Ni mg/L	Pb mg/L	Se mg/L	U mg/L	Zn mg/L	
Drinking Water Criteria ^a				-	34	-	4	-	39	-	-	-	0.1	0.006	0.0003	0.1	2	2	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Seepage Criteria ^b				0.027	0.027	-	4	-	390	-	-	-	-	1.1	0.00067	0.06	28	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
Dr 013 Table 1 ^c				-	-	-	150	100	-	1000	-	-	-	-	5	-	100	500	0.5	5	5	-	-	-	0.1	-	-	5	1	2	-
28321	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.3	1.4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	6.3	0.58	<0.005	<0.005	0.14	<0.1	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.4	<0.0005	<0.01	0.012	<0.01	<0.015	<0.005	<0.005
28324	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	19	6.3	0.78	<0.005	<0.005	<0.01	0.023	<0.05	<0.005	<0.01	0.0025	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.018	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005	0.07
28326	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.1	2.7	<1.0	<1.0	<1.0	160	6.3	2.6	<0.005	<0.005	<0.01	0.019	<0.05	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.002	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	
28328	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	19	6.3	0.11	<0.005	<0.005	<0.01	0.004	<0.05	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.012	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	
28330	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	34	6.3	0.28	<0.005	<0.005	<0.01	0.05	<0.05	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.017	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	
28331	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.1	1.8	<1.0	<1.0	<1.0	190	6.3	1	<0.005	<0.005	<0.01	0.12	<0.05	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	
28333	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.1	2.2	<1.0	<1.0	<1.0	31	6.3	1.1	<0.005	<0.005	<0.01	0.17	<0.05	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.014	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	
28336	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.3	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	78	6	0.24	<0.005	<0.005	<0.01	0.14	<0.05	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.013	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	
28338	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.5	1.5	<1.0	<1.0	<1.0	79	6.3	1	<0.005	<0.005	<0.005	0.063	<0.1	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	0.02	<0.01	<0.015	<0.005	<0.005	
28340	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	2.6	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	34	6.3	0.1	<0.005	<0.005	<0.005	0.051	<0.1	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	<0.02	<0.01	<0.015	<0.005	<0.005	
28342	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	1.2	1.3	<1.0	<1.0	<1.0	10	6.3	0.24	<0.005	<0.005	<0.005	0.23	<0.1	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	<0.02	<0.01	<0.015	<0.005	<0.005	
28344	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	6.3	0.36	<0.005	<0.005	<0.005	0.11	<0.1	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	<0.02	<0.01	<0.015	<0.005	<0.005	
28346	2018	Waste Rock	Morley	<0.02	<0.02	0.1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	24	6.3	1.4	<0.005	<0.005	<0.005	0.18	<0.1	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.01	<0.0005	<0.01	<0.02	<0.01	<0.015	<0.005	<0.005	

^a Groundwater criteria for consumption purposes of the Soil Protection and Contaminated Sites Rehabilitation Policy
^b Criteria of seepage into surface water or infiltration into sewers of the Soil Protection and Contaminated Sites Rehabilitation Policy
^c Maximum concentrations of a contaminant in a liquid material or leachate from a solid material, taken from the Regulatory respecting hazardous materials and D-019

Annexe G
Potentiel acidogène – Résidus



Appendix G: Tailings Acid Base Accounting Data

Sample	Year	Location	Paste pH	NP	CarbNP (Tot C)	AP	Calculated AP**	NNP (Net NP)	NPR (NP/AP)	Total Sulphur	Acid Leachable SO4-S	Sulphide-S	Total Carbon	TIC	Classification		
			units												(kg CaCO3/t)	ratio	(%)
ENV-F1 A	2016	Tailings Facility	8.1	74.8	86.7	25.3	26.8	49.5	2.95	0.856	0.045	0.811	1.04		PAG	NPAG	
ENV-F1 B	2016	Tailings Facility	8.28	52.2	52.5	26.5	26.7	25.7	2.03	0.853	0.005	0.848	0.63		PAG	NPAG	
ENV-F2 A	2016	Tailings Facility	8.36	135	128.4	22.9	22.9	112	5.9	0.734	<-0.003	0.734	1.54		NPAG	NPAG	
ENV-F2 B	2016	Tailings Facility	8.57	62.2	60.9	21.7	21.7	40.5	2.87	0.695	<-0.003	0.695	0.73		PAG	NPAG	
ENV-F4 A	2016	Tailings Facility	8.87	115	111.8	40.7	40.9	74	2.82	1.31	0.009	1.3	1.34		PAG	NPAG	
ENV-F4 B	2016	Tailings Facility	7.24	6.6	19.2	0.60	0.69	6	11	0.022	0.003	0.019	0.23		NPAG	NPAG	
ENV-F5 A	2016	Tailings Facility	8.92	93.9	90.9	24.3	24.1	69.6	3.8	0.77	<-0.003	0.777	1.09		NPAG	NPAG	
ENV-F5 A	2016	Tailings Facility	8.57	68.8	90.9	23.0	23.8	45.8	2.99	0.76	0.025	0.735	1.09		PAG	NPAG	
ENV-F6 B	2016	Tailings Facility	8.38	84.3	83.4	19.3	19.8	65	4.36	0.634	0.015	0.619	1		NPAG	NPAG	
ENV-F7 A	2016	Tailings Facility	8.66	91.7	88.4	27.2	30.8	64.5	3.37	0.987	0.026	0.871	1.06		NPAG	NPAG	
ENV-F7 B	2016	Tailings Facility	8.19	117	112.6	21.3	22.0	96	5.49	0.704	0.024	0.68	1.35		NPAG	NPAG	
ENV-F8 A	2016	Tailings Facility	8.84	110	106.8	24.2	24.5	86	4.55	0.785	0.011	0.774	1.28		NPAG	NPAG	
ENV-F8 B	2016	Tailings Facility	7.41	90.3	128.4	4.5	4.9	85.3	20.07	0.156	0.013	0.143	1.54		NPAG	NPAG	
ENV-F9 A	2016	Tailings Facility	9.09	78.6	78.4	31.7	32.5	47.2	2.48	1.04	0.27	1.01	0.94		PAG	NPAG	
ENV-F9 B	2016	Tailings Facility	8.81	73.3	80.1	23.2	24.3	50.1	3.14	0.778	0.035	0.743	0.96		NPAG	NPAG	
101070	2017	Mill		113.0	113.4	42.1	43.4	70.0	2.6	1.39			1.36		PAG	NPAG	
102273	2018	Mill			100.1		34.7	65.4	2.9	1.11			1.20		PAG	NPAG	
102408	2018	Mill	10.32	120	123.4	39.8	44.1	79.4	2.8	1.41	0.14	1.27	1.48	1.44	PAG	NPAG	
102432	2018	Mill			95.9		26.7	69.7	3.7	0.84			1.15		NPAG	NPAG	
102478	2018	Mill			110.1		33.1	77.0	3.3	1.06			1.32		NPAG	NPAG	
102490	2018	Mill			99.2		25.8	73.5	3.8	0.83			1.19		NPAG	NPAG	
102551	2018	Mill	11.06	122	114.3	28.0	30.2	84.0	3.8	0.97	0.072	0.90	1.37	1.37	NPAG	NPAG	
102654	2018	Mill			116.8		27.3	89.4	4.3	0.88			1.40		NPAG	NPAG	
102655	2018	Mill			115.9		29.5	86.5	3.9	0.94			1.39		NPAG	NPAG	
102715	2018	Mill			116.8		25.4	91.3	4.6	0.81			1.40		NPAG	NPAG	
102813	2018	Mill		128.0	117.6	27.0	30.0	87.6	3.9	0.96	0.096	0.86	1.41	1.41	NPAG	NPAG	
102908	2018	Mill			119.3		23.5	95.7	5.1	0.75			1.43		NPAG	NPAG	
103005	2018	Mill			130.9		23.5	107.4	5.6	0.75			1.57		NPAG	NPAG	
103006	2018	Mill	11.20	111	111.8	23.1	25.6	86.2	4.4	0.82	0.079	0.74	1.34	1.33	NPAG	NPAG	
103007	2018	Mill			100.1		21.3	78.8	4.7	0.68			1.20		NPAG	NPAG	
103067	2018	Mill			96.7		25.6	71.1	3.8	0.82			1.16		NPAG	NPAG	
103098	2018	Mill			88.4		39.7	48.7	2.2	1.27			1.06		PAG	NPAG	
103099	2018	Mill	9.33	100	95.9	22.8	24.5	71.4	3.9	0.78	0.054	0.73	1.15	1.15	NPAG	NPAG	
03-aout-18	2018	Mill	8.57	124	129.3	34.9	36.3	93.0	3.6	1.16	0.043	1.12	1.55	1.49	NPAG	NPAG	
25-juil-18	2018	Mill			97.6		35.0	62.6	2.8	1.12			1.17		PAG	NPAG	
30-juil-18	2018	Mill	9.74	120	105.9	31.2	31.2	74.7	3.4	1.00	0.041	1.04	1.27	1.27	NPAG	NPAG	
07-aout-18	2018	Mill	8.70	105	90.9	21.4	23.1	67.8	3.9	0.74	0.055	0.68	1.09	1.09	NPAG	NPAG	
20-aout-18	2018	Mill			97.6		29.3	68.3	3.3	0.94			1.17		NPAG	NPAG	
28-aout-18	2018	Mill			104.3		34.7	69.6	3.0	1.11			1.25		NPAG	NPAG	
05-sept-18	2018	Mill	9.85	105	90.9	35.1	36.3	54.7	2.5	1.16	0.036	1.12	1.09	1.09	PAG	NPAG	
15-oct-18	2018	Mill	9.87	115	112.6	30.3	31.2	81.4	3.6	1.00	0.030	0.97	1.35	1.35	NPAG	NPAG	
Résidu Octobre 1	2018	Tailings Facility			95.2	85.9	19.7	22.3	63.7	3.9	0.71	0.082	0.63	1.03		NPAG	NPAG
Résidu Octobre 2	2018	Tailings Facility			93.3	88.4	21.0	22.5	65.9	3.9	0.72	0.049	0.67	1.06		NPAG	NPAG
Résidu Octobre 3	2018	Tailings Facility			108	107.6	26.6	29.2	78.4	3.7	0.94	0.083	0.85	1.29		NPAG	NPAG
Résidu Juin-Sept 1	2018	Tailings Facility			92.1	85.9	22.4	23.8	62.1	3.6	0.76	0.047	0.72	1.03		NPAG	NPAG
Résidu Juin-Sept 2	2018	Tailings Facility			91.2	85.1	28.1	28.7	56.4	3.0	0.92	0.019	0.90	1.02		NPAG	NPAG
Résidu Juin-Sept 3	2018	Tailings Facility			99.7	96.7	29.9	31.1	65.6	3.1	1.00	0.038	0.96	1.16		NPAG	NPAG
Résidu Juin-Sept 4	2018	Tailings Facility			96.3	93.4	43.6	44.7	48.7	2.1	1.43	0.036	1.39	1.12		PAG	NPAG

Annexe H
Analyses élémentaires – Résidus



Appendix H: Tailings Elemental Content Data

Sample	Year	Location	Al	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Ca	Cr	Co	Cu	Sn	Fe	Mg	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	K	Se	Na	Sr	Te	Tl	U	V	Zn
			µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Background levels in Superior Province ^a					0.1	5	200		0.9		35	20	30	21			2000	2.3	6	50	40								250	
Residential, commercial, institutional ^b					20	30	500		3		250	50	100				1000	2	10	100	500								500	
Commercial and industrial ^c					40	50	2000		20		800	300	500				2000	10	40	500	1000								1500	
Average Continental Crust Abundance (Price 1997)			82300	0.2	0.075	1.8	4251	3	0.15	41500	100	25	60	23	56300	23300	850	0.65	1.2	84	15	20850	0.05	23550	370		5630	2.7	120	70
10x Average Continental Crust			N/A	2	0.75	18	4250	30	1.5	N/A	1020	250	600	23	N/A	N/A	9500	0.85	12	840	140	N/A	0.5	N/A	3700		56500	27	1200	700
ENW-E1 A	2016	Tailings Area	7010	<0.1	<0.5	0.8	90	0.2	<0.1	25500	30	11	46	<1	31400	7610	692	0.02	7.7	22	45	3180	<0.5	406	65	<1	478	<1	31	58
ENW-E1 B	2016	Tailings Area	6400	<0.1	<0.5	0.9	112	0.5	0.1	18400	39	11	50	2	30100	6160	589	0.45	7.2	34	14	3700	<0.5	392	49	<1	581	1	31	69
ENW-E2 A	2016	Tailings Area	12400	<0.1	<0.5	1.2	87	0.2	<0.1	47100	16	22	39	2	42900	10700	1020	0.03	5.3	27	31	3050	<0.5	363	99	<1	486	<1	74	82
ENW-E2 B	2016	Tailings Area	7450	<0.1	<0.5	0.9	151	0.3	0.1	21600	36	11	45	2	38600	7660	642	0.03	7.2	35	12	3670	<0.5	526	74	<1	680	1	35	71
ENW-E4 A	2016	Tailings Area	7900	<0.1	<0.5	0.8	100	0.5	0.1	36300	22	14	41	2	39100	9910	945	0.02	8.7	30	28	3000	<0.5	612	120	<1	312	<1	29	58
ENW-E4 B	2016	Tailings Area	13700	<0.1	<0.5	1.8	151	0.4	<0.1	4600	85	9	22	2	19000	5740	391	0.03	3.7	24	7	1810	<0.5	629	35	<1	1310	<1	43	44
ENW-E5 A	2016	Tailings Area	6510	<0.1	<0.5	0.7	73	0.2	<0.1	30300	21	11	32	1	31200	8130	810	0.02	7.8	17	7	2170	<0.5	459	80	<1	304	<1	26	51
ENW-E6 A	2016	Tailings Area	6140	<0.1	<0.5	0.8	87	0.3	0.1	24100	34	10	41	1	29700	7160	711	0.05	9.2	17	6	2080	<0.5	351	57	<1	425	<1	27	48
ENW-E6 B	2016	Tailings Area	7770	<0.1	<0.5	0.9	73	0.3	0.1	28700	27	12	42	2	34200	8360	803	0.04	8.8	36	8	2680	<0.5	341	74	<1	510	<1	38	83
ENW-E7 A	2016	Tailings Area	6330	<0.1	<0.5	0.7	66	0.2	<0.1	25000	20	11	34	1	32000	8410	808	0.03	7.6	16	27	2220	<0.5	460	80	<1	282	<1	25	53
ENW-E7 B	2016	Tailings Area	13400	<0.1	<0.5	1.2	88	0.2	0.1	42100	22	22	49	2	41400	9480	1020	0.03	6.6	36	9	2700	<0.5	215	92	<1	524	<1	79	90
ENW-E8 A	2016	Tailings Area	9810	<0.1	<0.5	1.1	83	0.2	<0.1	38300	25	19	52	2	37800	9800	898	0.03	7	25	7	2470	<0.5	466	94	<1	375	<1	56	70
ENW-E8 B	2016	Tailings Area	20200	<0.1	<0.5	1.9	130	0.4	<0.1	25300	21	19	30	2	35800	11000	837	0.03	4.4	34	11	3150	<0.5	610	63	<1	1240	<1	74	97
ENW-E9 A	2016	Tailings Area	4910	<0.1	<0.5	0.8	89	0.2	<0.1	25400	22	10	38	1	28200	6380	677	0.03	5.3	15	10	1840	<0.5	439	69	<1	240	<1	20	46
ENW-E9 B	2016	Tailings Area	3660	<0.1	<0.5	0.7	108	0.5	<0.1	22700	38	9	39	1	27800	7930	639	0.03	5.7	23	9	2380	<0.5	516	73	<1	334	<1	21	48

A. Baseline for inorganic parameters in the Superior Province, Annex 1 and Annex 2 of the Soil Protection and Rehabilitation of Contaminated Land Policy
 B. Maximum acceptable limit for residential, recreational and institutional land. Also included are commercial land in a residential area. Institutional use includes uses such as hospitals, schools and daycares
 Recreational use brings together a large number of possible uses with different sensitivities. Thus, sensitive uses, such as playgrounds, will have to be managed according to level B.
 For their part, recreational uses considered less sensitive, such as cycle paths, may be associated with level C.
 C. Maximum acceptable limit for commercial land, not located in a residential area, and for industrial land.
 Average continental crust abundance as presented in Price 1997.
 N/A = 10x screening criteria not applicable to major elements



wood.

Limites

Limites

1. Les travaux réalisés pour la préparation du présent rapport et les conclusions décrites sont assujettis à ce qui suit :
 - a. Les modalités et conditions standard formant une partie de notre contrat de services professionnels;
 - b. La portée des services;
 - c. Les limites temporelles et budgétaires décrites dans notre contrat; et
 - d. Les limites décrites aux présentes.
2. Aucune autre garantie ou déclaration, expresse ou implicite, n'est faite quant aux services professionnels rendus selon les modalités du présent contrat, ou des conclusions qui y sont décrites.
3. Les conclusions offertes dans le présent rapport étaient basées, en partie, sur les observations visuelles du site et des structures adjacentes. Nos conclusions ne peuvent et ne permettent pas d'inclure les portions ou structures du site qui, selon Wood, ne sont pas raisonnablement accessibles pour l'observation directe.
4. Les conditions environnementales du site ont été évaluées, selon les limites décrites plus haut, en tenant compte des réglementations environnementales en vigueur à la date de l'inspection. Un examen de la conformité des propriétaires ou des occupants précédents du site aux règlements, aux décrets, aux législations et aux réglementations locales, provinciales et fédérales applicables n'a pas été réalisé.
5. La recherche d'historique du site a compris l'obtention de renseignements de tierces parties et employés ou agents du propriétaire. Aucune tentative n'a été faite pour vérifier l'exactitude des renseignements fournis, à moins d'une indication spécifique dans notre rapport.
6. Les essais ont été réalisés conformément aux modalités de notre contrat s'appliquant aux essais. D'autres substances ou des quantités différentes pour les essais peuvent être présentes et peuvent être détectées par des essais différents ou autres qui ne sont pas compris dans notre contrat.
7. En raison des limites mentionnées plus haut, des conditions environnementales différentes des conditions mentionnées dans notre rapport peuvent être présentes. Si des conditions différentes sont présentes, Wood doit être avisée afin de déterminer si les conclusions du présent rapport doivent être modifiées.
8. L'utilisation des services de Wood lors de la mise en œuvre des mesures correctives lui permettra de se conformer aux conclusions et recommandations du présent rapport. La participation de Wood permettra également d'apporter les changements requis selon les besoins des conditions du terrain qui sont présentes.
9. Le présent rapport est destiné à une utilisation exclusive par les destinataires, à moins d'une indication contraire expresse dans le présent rapport ou le contrat. Toute utilisation du rapport par une tierce partie, dans son intégralité ou en partie, ou tout recours ou décisions prises selon les renseignements ou conclusions du rapport est l'entière responsabilité de ladite tierce partie. Wood n'accepte aucune responsabilité en cas de dommages ou pertes de nature quelconque par une tierce partie découlant des actions prises ou non ou des décisions prises en consultant le présent rapport ou les renseignements y figurant.

10. Le présent rapport ne doit pas être remis à une tierce partie pour une fin quelconque sans l'autorisation écrite de Wood.
11. Dans la mesure où le rapport demeure fiable et qu'il date de moins de 12 mois, Wood émettra une lettre de déclaration aux parties que le client identifie par écrit après avoir reçu le paiement applicable pour lesdites lettres. Toutes les tierces parties ayant recours au rapport de Wood acceptent d'être liées par notre proposition et la lettre de déclaration standard de Wood. La lettre de déclaration de Wood indique qu'en aucun cas Wood ne pourra être tenue responsable en cas de dommages découlant d'une manière quelconque du recours d'une tierce partie au rapport de Wood. Aucun recours par une partie quelconque n'est permis sans une telle entente.

ANNEXE 2B

ADDENDUM: RAPPORT DE CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE DU PROJET DE LA MINE BACHELOR
(WOOD, 2019B)

Memo

À : Pascal Hamelin, ing., Metanor Resources Inc. **Date:** 17 janvier 2020
De : Jennifer Boak, MSc, PGeo; Steve Walker, PhD, PGeo
CC : Brigitte Masella, MES
Ref : TX17021601.12000-6
Objet : Addendum: Rapport de caractérisation géochimique du projet de la mine Bachelor
Traduction non officielle

1. INTRODUCTION

À la suite de l'achèvement du rapport de caractérisation géochimique du projet de la mine Bachelor (Wood, 2019b), l'étude des impacts du projet (Wood, 2019a) a incorporé l'entreposage à court terme du minerai de Barry dans trois haldes au site Bachelor. Ces haldes d'entreposage temporaire sont prévues pour pallier aux temps d'arrêt à l'usine pouvant être causés par des délais de transport du minerai de Barry à l'usine Bachelor. De plus, des analyses supplémentaires de nombreux échantillons de résidus miniers ont été complétées, incluant l'analyse élémentaire (métaux totaux) et les métaux lixiviables venant de plusieurs essais de lixiviation.

Cet addendum est fourni à Métanor pour répondre aux modifications du plan minier et pour documenter les données additionnelles de lixiviation des résidus qui ont été reçues.

2. HALDES À MINERAI DE BARRY

Trois haldes temporaires pour le minerai de Barry sont planifiées sur le site Bachelor (Figure 1). Selon la taille des zones d'entreposage ainsi que la densité du minerai, et en considérant une porosité moyenne de 30%, approximativement 4 000 tonnes de minerai seront entreposées par halde. Les trois haldes à minerai seront placées en amont d'un fossé collecteur qui redirigera l'eau de ruissellement des haldes vers le parc à résidus (PAR).

Le minerai de Barry devrait avoir un faible potentiel de lixiviation de métaux et de drainage minier acide (LM/DMA). La majorité des 103 échantillons de minerai pris entre 2008 et 2018 avaient des ratios de potentiel de neutralisation (RPN) > 2 et seul l'aluminium présentait une lixiviation lors des essais *Synthetic Precipitation Leaching Procedure* (SPLP) à des concentrations dépassant les critères pour l'eau potable (Wood 2019a). Selon cette information, la conception proposée des haldes à minerai, qui inclut de diriger

VEUILLEZ NOTER: Cette communication est la propriété de Wood et/ou de ses filiales et/ou de ses sociétés apparentées et ne s'adresse qu'au(x) destinataire(s). Son contenu, de même que tout fichier joint peuvent être de nature confidentielle, comporter un privilège juridique ou être par ailleurs protégés par les lois applicables en matière de divulgation. Une utilisation non autorisée, toute reproduction, distribution ou divulgation publique de toute partie du présent message est illégale et strictement interdite. Wood, ses filiales et ses sociétés apparentées déclinent toutes responsabilités envers des personnes autres que le destinataire prévu à l'envoi et n'acceptent aucune responsabilité pour toute erreur ou omission pouvant résulter de la transmission. Si vous avez reçu cette communication par erreur, veuillez nous en aviser immédiatement en répondant à l'expéditeur et confirmer que la communication originale, de même que ses fichiers joints et copies ont été détruits.



les écoulements et le ruissellement vers le PAR, est considérée adéquate pour atténuer les problèmes potentiels de LM/DMA qui pourraient survenir lors de l'entreposage temporaire du minerai de Barry au site Bachelor.

3. RÉSULTATS ADDITIONNELS DES RÉSIDUS DE BACHELOR

3.1. Analyse élémentaire

Vingt-deux échantillons du PAR ont été analysés pour déterminer le contenu élémentaire total (Annexe A). En évaluation préalable, les concentrations élémentaires en phase solide (aqua regia) ont été comparées aux abondances moyennes de la croûte continentale (Price, 1997) ainsi qu'aux critères présentés dans les annexes 1 et 2 de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (Beaulieu, 2016; « Politique »). Trois critères sont considérés dans la Politique :

- Teneurs de fond de la Province Supérieure (Critère A) :
- Utilisations résidentielle, commerciale et institutionnelle des terrains (Critère B); et
- Utilisations commerciale et industrielle des terrains (Critère C).

Les échantillons ayant des concentrations de métaux plus élevées que les abondances moyennes de la croûte continentale et les critères de la Politique sont considérés comme présentant un risque élevé.

Généralement, les concentrations de métaux étaient sous toutes les valeurs de référence, à part quelques exceptions. Aucun échantillon n'avait une concentration supérieure au critère C de la Politique ou 10 fois supérieure aux abondances moyennes de la croûte continentale. Deux échantillons différents avaient chacun des concentrations de manganèse ou de molybdène supérieures au critère B de la Politique. Un ou deux échantillons avaient des concentrations de cobalt, de cuivre, de manganèse, de mercure et de plomb supérieures aux teneurs de fond de la Province Supérieure (Critère A de la Politique). Dix-sept des 22 échantillons avaient des concentrations de molybdène supérieures au critère A de la Politique.

Tableau 1. Résumé des analyses élémentaires des échantillons du parc à résidus

	Co	Cu	Mn	Hg	Mo	Pb
Nombre d'échantillons du parc à résidus avec des concentrations supérieures au critère A de la Politique (n = 22)	1	1	2	1	17	1

3.2. Métaux lixiviables

Sept échantillons ont été prélevés à divers endroits dans le PAR pour représenter des résidus disposés dans le parc entre juin et octobre 2018. Ces échantillons avaient tous un RPN > 2; et six des sept échantillons avaient un RPN > 3 (Wood, 2019). Les sept échantillons ont été soumis pour une variété d'essais de lixiviation incluant l'extraction d'eau (deux échantillons) et CTEU-9 (cinq échantillons). Les sept échantillons ont également été soumis aux essais SPLP et TCLP. Les résultats sont inclus dans l'annexe A et sont généralement en accord avec les conclusions de Wood (2019a).

Les métaux lixiviables peuvent être déterminés en utilisant plusieurs méthodes, incluant les suivantes (provenant du Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques, MA. 100-Lix.com.1.1, Rev 1, (CEAEQ, 2012) :



1. Lixiviation à l'eau CTEU-9 – Pour déterminer la concentration des espèces inorganiques susceptibles d'être lixiviées en contact avec l'eau. Cette méthode est tirée de la méthode *B9 Equilibrium Extraction* provenant de *Investigation of Test Methods for Solidified Waste Evaluation – A Cooperative Program* (Environnement Canada, 1991).
2. *Synthetic Precipitation Leaching Procedure* (SPLP, EPA 1312) pour déterminer la concentration des espèces inorganiques susceptibles d'être lixiviées par une pluie faiblement acide.
3. *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP, EPA 1311) afin d'évaluer si un résidu industriel est considéré comme lixiviable selon l'article 3 du Règlement sur les matières dangereuses de la Loi sur la qualité de l'environnement. Cet essai a été conçu pour simuler la lixiviation dans un site d'enfouissement et il est principalement utilisé pour déterminer si un déchet industriel doit être classé comme matière dangereuse.

Les résultats de lixiviation par TCLP sont comparés aux trois critères selon la Directive 019 :

- Critère des eaux souterraines destinées à la consommation de la Politique.
- Critère d'écoulement dans l'eau de surface ou d'infiltration dans les égouts de la Politique.
- Concentrations maximales d'un contaminant dans un liquide ou un lixiviat d'un solide figurant au Tableau 1 de la Directive 019.

Selon la Directive 019, les échantillons ayant des concentrations de lixiviat TCLP supérieures aux critères de la Politique pour l'écoulement dans l'eau de surface ou l'infiltration dans les égouts, mais inférieures aux valeurs du Tableau 1 de l'annexe II de la Directive 019, sont considérés contenir des métaux lixiviables. Les matériaux ayant des concentrations de lixiviat supérieures aux critères du Tableau 1 de la Directive 019 sont considérés comme présentant un risque élevé.

La section suivante présente les résultats des essais de lixiviation.

3.2.1. Résultats de lixiviation par l'eau et CTEU-9

Deux des échantillons de résidus ont été lixiviés à l'eau, tandis que les cinq autres échantillons ont été soumis à l'essai CTEU-9. La sélection des échantillons pour ces différents essais n'a pas été spécifiée, mais il est supposé qu'ils ont été choisis aléatoirement. La méthode spécifique utilisée pour l'essai de lixiviation à l'eau (ratio solide : liquide, durée, etc.) n'est pas connue. Malgré tout, les deux types d'essais de lixiviation à l'eau avaient des concentrations de lixiviat en aluminium, en argent et en manganèse qui étaient supérieures aux critères d'eau potable dans un échantillon ou plus. Trois échantillons soumis à l'essai CTEU-9 avaient aussi des concentrations de cyanure libre au-dessus du critère d'eau potable.

Tableau 2. Nombre d'échantillons de résidus avec des résultats de lixiviat à l'eau ou CTEU-9 supérieurs aux critères d'eau potable

	CN Libre	Al	Ag	Mn
Lixiviat à l'eau (n = 2)	0	1	1	2
CTEU-9 (n = 5)	3	1	2	2

En comparaison aux critères d'écoulement, tous les échantillons avaient des concentrations de cyanure libre et total supérieures aux critères d'écoulement. Trois échantillons avaient aussi des concentrations d'argent supérieures aux critères d'écoulement.



3.2.2. Résultats de l'essai SPLP

Les résultats à l'essai SPLP pour les 7 échantillons soumis avaient de basses concentrations de métaux à l'exception de l'aluminium, qui dépassait le critère d'eau potable dans tous les échantillons. Les concentrations de cyanure total étaient aussi supérieures aux critères d'écoulement dans tous les échantillons et la concentration de cyanure libre était supérieure aux critères d'écoulement dans trois échantillons.

Tableau 3. Nombre d'échantillons de résidus avec des concentrations SPLP supérieures aux critères d'eau potable ou d'écoulement

	CN Total	CN libre	Al
Eau Potable (n=7)	n/a	0	7
Écoulement (n=7)	7	3	n/a

n/a = Critère d'eau potable ou d'écoulement non disponible pour le paramètre spécifié

3.2.3. Résultats d'essai TCLP

Les concentrations de métaux dans le lixiviat TCLP ont généralement été plus élevées que le seuil de détection, mais inférieures aux concentrations du tableau 1 de la Directive 019. Plusieurs échantillons avaient un lixiviat avec des concentrations de cyanure, de fluorure, d'aluminium, d'arsenic, de cuivre, de manganèse, de plomb, de sélénium et de zinc qui étaient supérieures aux critères d'écoulement et/ou d'eau potable.

Tableau 4. Nombre d'échantillons de résidus avec des concentrations TCLP supérieures aux critères d'eau potable ou d'écoulement.

	CN Total	CN Libre	F	Al	As	Cu	Mn	Pb	Se	Zn
Eau potable (n=7)	n/a	1	7	7	7	0	7	4	7	0
Écoulement (n=7)	7	6	6	n/a	0	3	7	0	0	5

n/a = Critère d'eau potable ou d'écoulement non disponible pour le paramètre spécifié

3.2.4. Résumé des résultats d'essais de lixiviation

Selon l'information des sections précédentes, le résumé suivant est présenté :

- Les essais de lixiviation à l'eau ont démontré que certains échantillons avaient un lixiviat dont les concentrations en cyanure, aluminium, argent et manganèse étaient supérieures aux critères d'écoulement et/ou d'eau potable.
- Les essais SPLP ont indiqué une lixiviation du cyanure et de l'aluminium supérieure aux critères d'écoulement et d'eau potable, respectivement.
- Aucun échantillon n'avait une concentration de lixiviat par TCLP supérieure aux valeurs du tableau 1 de la Directive 019. Ces échantillons ne sont donc pas considérés comme dangereux selon la Directive 019.



4. RÉFÉRENCES

BEAULIEU, M. (2016). *Guide d'intervention: protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, 210 pages.

CEAEQ [CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC] (2012). *Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, MA. 100 – Lix.com.1.1, Rév. 1, 17 pages.

ENVIRONMENT CANADA (1991). *Equilibrium Extraction (CTEU-9) – Investigation of Test Methods for Solidified Waste Evaluation – A Cooperative Program, Appendix B: Test Methods for Solidified Waste Evaluation*, Government of Canada, TS-15.

PRICE, W.A. (1997). *Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia*, B.C. Ministry of Employment and Investment, 141 p. plus appendices. Ministry of Employment and Investment was the former home of the present Ministry of Energy and Mines.

WOOD ENVIRONMENT & INFRASTRUCTURE SOLUTIONS (2019a). *Impact Assessment Volume I: Main Report (Unofficial Translation) - Processing of gold ore from the Barry and Moroy projects at the Bachelor site and increase in the milling rate, Desmaraisville, Québec, Dorval, Québec, Report # TX17021601-0000-REI-0001-0* delivered to Metanor Resources Inc. 295 p. + 2 appendices.

——— (2019b). *Geochemical Characterization Report - Bachelor Project, Desmaraisville, Québec, Report # TX17021601.12000.5* delivered to Metanor Resources Inc., 35 pages et 10 annexes. Expertise réalisée pour Ressources Métanor.

Préparé par :

Jennifer Boak, M.Sc., P.Geo.
Senior Geochemist

Révisé par:

Steve Walker, Ph.D., P.Geo.
Associate Geochemist

Pièces jointes : Figure 1; Annexe A



Tableau A1 – Résultats du contenu élémentaire

Échantillon	Année	Localisation	Al	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Ca	Cr	Co	Cu	Sn	Fe	Mg	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	K	Se	Na	Sr	Te	Ti	U	V	Zn
			µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Teneurs de fond de la Province Supérieure ^A					0,5	5	200		0,9		85	20	50	5		7000	0,3	6	50	40		3								120
Résidentiel, commercial et institutionnel ^B					20	30	500		5		250	50	100			1000	2	10	100	500		3							500	
Commercial et industriel ^C					40	50	2000		20		800	300	500			2200	10	40	500	1000		10							1500	
Abondances moyennes de la croûte continentale (Price 1997)			82300	0,2	0,075	1,8	425	3	0,15	41500	102	25	60	2,3	56300	23300	950	0,085	1,2	84	14	20850	0,05	23550	370		5650	2,7	120	70
10 fois les moyennes de la croûte continentale			823000	2	0,75	18	4250	30	1,5	415000	1020	250	600	23	563000	233000	9500	0,85	12	840	140	208500	0,5	235500	3700		56500	27	1200	700
ENV-F1 A	2016	Tailings Area	7010	<0,1	<0,5	0,8	90	0,2	<0,1	25500	30	11	46	<1	31400	7610	692	0,02	7,1	22	45	3180	<0,5	406	65	<1	478	<1	31	59
ENV-F1 B	2016	Tailings Area	6480	<0,1	<0,5	0,9	112	0,3	0,1	18400	39	11	50	2	30100	6760	589	0,45	7,2	34	14	3010	<0,5	392	49	<1	581	1	31	69
ENV-F2 A	2016	Tailings Area	12400	<0,1	<0,5	1,2	87	0,2	<0,1	47100	16	22	39	2	42900	10700	1090	0,03	5,3	27	31	3050	<0,5	361	99	<1	486	<1	74	82
ENV-F2 B	2016	Tailings Area	7450	<0,1	<0,5	0,9	151	0,3	0,1	21600	36	11	45	2	30600	7660	642	0,03	7,2	35	12	3670	<0,5	526	74	<1	680	1	35	71
ENV-F4 A	2016	Tailings Area	7900	<0,1	<0,5	0,8	103	0,3	0,1	36100	22	14	41	2	39100	9910	945	0,02	8,7	20	28	3000	<0,5	632	120	<1	312	<1	29	58
ENV-F4 B	2016	Tailings Area	13700	<0,1	<0,5	1,8	151	0,4	<0,1	4600	85	9	22	2	19000	5740	391	0,03	3,7	24	7	1810	<0,5	629	35	<1	1350	<1	43	44
ENV-F5 A	2016	Tailings Area	6530	<0,1	<0,5	0,7	73	0,2	<0,1	30300	21	11	32	1	31200	8330	810	0,02	7,8	17	7	2170	<0,5	459	80	<1	304	<1	26	51
ENV-F6 A	2016	Tailings Area	6140	<0,1	<0,5	0,8	57	0,3	0,1	24100	34	10	41	3	29700	7160	713	0,05	9,5	17	6	2080	<0,5	351	57	<1	425	<1	27	48
ENV-F6 B	2016	Tailings Area	7770	<0,1	<0,5	0,9	73	0,3	0,1	28700	27	12	42	2	34200	8360	803	0,04	8,8	36	8	2680	<0,5	343	74	<1	510	<1	38	83
ENV-F7 A	2016	Tailings Area	6350	<0,1	<0,5	0,7	66	0,2	<0,1	29600	20	11	34	1	32200	8410	808	0,03	7,6	16	27	2220	<0,5	460	80	<1	282	<1	25	53
ENV-F7 B	2016	Tailings Area	11400	<0,1	<0,5	1,3	88	0,2	0,1	42100	22	23	49	2	41400	9480	1050	0,03	6,6	36	9	2700	<0,5	315	92	<1	524	<1	79	90
ENV-F8 A	2016	Tailings Area	9810	<0,1	<0,5	1,1	83	0,2	<0,1	38300	25	19	52	2	37800	9800	998	0,03	7	25	7	2470	<0,5	466	94	<1	475	<1	56	70
ENV-F8 B	2016	Tailings Area	20200	<0,1	<0,5	1,9	130	0,4	<0,1	25300	21	19	30	2	35900	11000	837	0,03	4,4	34	11	3150	<0,5	610	63	<1	1240	<1	74	97
ENV-F9 A	2016	Tailings Area	4970	<0,1	<0,5	0,8	89	0,2	<0,1	25400	22	10	38	1	28200	6330	677	0,03	5,3	15	10	1640	<0,5	439	69	<1	240	<1	20	46
ENV-F9 B	2016	Tailings Area	5660	<0,1	<0,5	0,7	109	0,2	<0,1	22700	38	9	39	1	27900	7030	639	0,03	5,7	23	9	2580	<0,5	516	73	<1	334	<1	24	48
Mine Bachelor - Résidu Octobre- 1 / 4134822	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	57	-	<1,0	-	24	10	29	<5,0	-	602	<0,2	6,8	19	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	50
Mine Bachelor - Résidu Octobre- 2 / 4134826	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	53	-	<1,0	-	24	10	36	<5,0	-	631	<0,2	6,3	19	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	49
Mine Bachelor - Résidu Octobre- 3 / 4134830	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	76	-	<1,0	-	12	13	38	<5,0	-	625	<0,2	11,2	14	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	43
Mine Bachelor - Résidu Juin-Septembre-1 / 4134842	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	55	-	<1,0	-	19	11	30	<5,0	-	596	<0,2	8,3	17	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	57
Mine Bachelor - Résidu Juin-Septembre-2 / 4134847	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	59	-	<1,0	-	18	11	32	<5,0	-	582	<0,2	9	17	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	54
Mine Bachelor - Résidu Juin-Septembre-3 / 4134853	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	74	-	<1,0	-	15	13	32	<5,0	-	623	<0,2	10,2	15	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	51
Mine Bachelor - Résidu Juin-Septembre-4 / 4134858	2018	Tailings Area	-	-	< 0,8	< 1,5	72	-	<1,0	-	18	14	34	<5,0	-	619	<0,2	8,7	17	< 10,0	-	< 0,5	-	-	-	-	-	-	-	48

A: Teneurs de fond des paramètres inorganiques de la Province Supérieure. Annexes 1 et 2 de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.

B: Limite maximale acceptable pour les terrains utilisés à des fins résidentielle, commerciale et institutionnelle. Les terrains commerciaux situés dans les secteurs résidentiels sont également inclus. Les utilisations institutionnelles comprennent entre autres les hôpitaux, les écoles et les services de garde.

L'usage récréatif regroupe un grand nombre de cas possibles de différentes sensibilités. Ainsi, les usages sensibles, comme les terrains de jeux, devront être gérés selon le critère B.

De leur côté, les usages récréatifs jugés moins sensibles, comme les pistes cyclables, peuvent être associés au critère C.

C: Limite maximale acceptable pour les terrains utilisés à des fins commerciales, non situés dans une zone résidentielle, et à des fins industrielles.

Les abondances moyennes de la croûte continentale telles que présentées dans Price, 1997.

Tableau A2 – Résultats des métaux lixiviables

		Critère Eau potable ^A	Critère Écoulement ^B	Dir. 019 Tableau 1 ^C	Résidus	Résidus	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus	Résidus Juin-	Résidus	Résidus	Résidus	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus	Résidus	Résidus	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus Juin-	Résidus Juin-		
					Octobre 1	Octobre 2	Sept 1	Sept 2	Sept 3	Octobre 3	Sept 4	Octobre 1	Octobre 2	Octobre 3	Sept 1	Sept 2	Sept 3	Sept 4	Octobre 1	Octobre 2	Octobre 3	Sept 1	Sept 2	Sept 3	Sept 4	Octobre 1	Octobre 2
					CTEU-9	CTEU-9	CTEU-9	CTEU-9	CTEU-9	EAU	EAU	SPLP	SPLP	SPLP	SPLP	SPLP	SPLP	SPLP	TCLP	TCLP	TCLP	TCLP	TCLP	TCLP	TCLP		
Total CN	(mg/L)	-	0,022	-	4,29	6,66	0,99	6,78	6,03	1,68	3,28	0,92	1,62	0,34	0,18	1,56	1,02	1,69	0,05	0,23	0,05	0,05	0,05	0,06	0,34		
CN (Free)	(mg/L)	0,2	0,022	-	0,19	0,29	0,25	0,13	0,29	0,16	0,15	0,014	0,04	0,014	0,011	0,03	0,03	0,02	0,03	0,13	0,02	0,05	0,04	0,04	0,36		
Turbidity	(mg/L)	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5	0,6	0,2	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	N/A **	N/A **	0,1		
Fluoride (F)	(mg/L)	1,5	4	150	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,2	1,3	0,47	0,47	0,58	0,59	0,48	0,5	0,5	8,4	7,9	4	7,7	8,7	8,9	7,9		
Nitrites (NO ₂)	(mg/L)	1	-	100	<0,1	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
Nitrates (NO ₃)	(mg/L)	-	290	-	1,3	1,4	0,18	0,26	0,31	<0,1	0,23	0,42	0,49	0,16	0,2	0,22	0,25	0,22	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
Nitrite+Nitrate	(mg/L)	10	-	1000	1,3	1,4	0,18	0,42	0,31	<0,1	0,23	0,42	0,49	0,16	0,2	0,22	0,25	0,22	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
pH	-	-	-	-	8	8	7,9	8,1	7,9	7,7	8	7,6	8,1	7,6	7,9	8,3	8,3	7,9	5	4,9	5	5,1	5	5	5		
Aluminium (Al)	(mg/L)	0,1	-	-	0,07	0,08	0,09	0,11	0,09	0,05	0,11	0,43	0,39	0,12	0,37	1	0,3	0,28	8,7	7,9	4,2	6,7	7,8	7,8	6,9		
Antimony (Sb)	(mg/L)	0,006	1,1	-	0,0016	0,0018	0,0011	0,0013	0,0008	0,0007	0,0005	0,0015	0,001	0,0005	0,0012	0,0009	0,0006	0,0006	0,0011	0,0011	0,0004	0,0007	0,0008	0,0006	0,0006		
Silver (Ag)	(mg/L)	0,1	0,00062	-	0,008	0,004	0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
Arsenic (As)	(mg/L)	0,0003	0,34	5	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006	0,006	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007		
Barium (Ba)	(mg/L)	1	0,6	100	0,027	0,025	0,021	0,021	0,026	0,022	0,026	0,017	0,014	0,026	0,01	0,015	0,02	0,023	0,37	0,37	0,3	0,38	0,43	0,4	0,46		
Boron (B)	(mg/L)	5	28	500	0,17	0,14	0,11	0,11	0,11	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Cadmium (Cd)	(mg/L)	0,005	0,0011	0,5	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0008	0,0007	0,0006	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006		
Chromium (Cr)	(mg/L)	0,05 (Total)	1 (III) 0,016 (VI)	5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,018	0,02	0,008	0,006	0,017	0,016	0,042		
Cobalt (Co)	(mg/L)	-	0,37	-	0,0051	0,0068	0,0008	0,0076	0,0085	0,0021	0,0068	0,0007	0,0009	0,0005	<0,0005	0,0015	0,001	0,0016	0,015	0,015	0,025	0,013	0,0086	0,015	0,017		
Copper (Cu)	(mg/L)	1	0,0073	-	0,001	0,0021	0,0007	0,0023	0,0015	0,0008	0,0012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0025	0,02	0,054	0,0011	0,0021	0,0071	0,012		
Manganese (Mn)	(mg/L)	0,05	2,3	-	0,055	0,041	0,037	0,025	0,061	0,2	0,069	0,0056	0,0051	0,017	0,0031	0,022	0,0073	0,0096	18	17	19	21	19	18	19		
Mercury (Hg)	(mg/L)	0,001	0,000013	0,1	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005		
Molybdenum (Mo)	(mg/L)	0,07	29	-	0,013	0,016	0,0055	0,02	0,023	0,023	0,019	0,0038	0,0039	0,0049	0,0012	0,0054	0,0034	0,0051	0,0026	0,0017	0,0008	0,0007	0,0019	0,0013	0,0013		
Nickel (Ni)	(mg/L)	0,07	0,26	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,02	0,024	0,026	0,012	0,011	0,016	0,02		
Lead (Pb)	(mg/L)	0,01	0,034	5	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,028	0,025	0,001	0,014	0,018	0,0092	0,009		
Selenium (Se)	(mg/L)	0,01	0,062	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,016	0,015	0,013	0,016	0,016	0,017	0,017		
Sodium (Na)	(mg/L)	200	-	-	35	45	7,7	47	47	28	35	6,6	8,7	4,2	1,2	9,9	7,1	10	7	8,7	6,1	2	9	7,2	6,5		
Tin (Sn)	(mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Uranium (U)	(mg/L)	0,02	0,32	2	0,0015	0,0013	0,0013	0,0012	0,0011	0,00097	0,00079	0,00053	0,00036	0,00018	0,00019	0,00024	0,00018	0,00016	0,0032	0,0027	0,0014	0,0027	0,0026	0,0025	0,0024		
Zinc (Zn)	(mg/L)	5	0,067	-	<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	0,08	0,09	0,1	0,05	0,04	0,09	0,11		

^A Critère des eaux souterraines destinées à la consommation de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.

^B Critère d'écoulement dans l'eau de surface ou d'infiltration dans les égouts de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.

^C Concentrations maximales d'un contaminant dans un liquide ou un lixiviat d'un solide selon le Règlement sur les matières dangereuses et la Directive 019.

** Turbidité non analysée; échantillon insuffisant.

ANNEXE 3

AVIS TECHNIQUE SUR LE POTENTIEL ACIDOGÈNE DES STÉRILES, DU MINÉRAI ET DES RÉSIDUS MINÉRIERS
(LAMONT INC. 2017)



**Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et
des résidus miniers**

Site de la mine Bachelor

Desmaraisville, Québec, Canada

**Préparé pour:
Ressources Métanor**

**Préparé par:
Lamont inc.**

Mars 2017



**Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et
des résidus miniers**

Site de la mine Bachelor

Desmaraisville, Québec, Canada

Maude M

Maude Lévesque Michaud, ing.

Ann Lamontagne

Ann Lamontagne, ing. Ph.D.

Mars 2017

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE	1
2. GÉOLOGIE	3
3. CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES CARACTÉRISATIONS GÉOCHIMIQUES.....	3
4. ESSAIS RÉALISÉS ET CRITÈRES DE COMPARAISON	4
5. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	7
5.1. RÉSIDUS MINIERS.....	7
5.2. STÉRILES MINIERS	8
5.3. MINERAI	9
6. QUALITÉ DE L'EAU SUR LE SITE	10
7. ANALYSE DES RÉSULTATS.....	12
7.1. STÉRILES MINIERS	12
7.1.1. Stériles de la mine Bachelor	12
7.1.2. Stériles de la mine Barry.....	15
7.2. RÉSIDUS MINIERS ET MINERAI	15
8. CONCLUSIONS.....	19
9. RÉFÉRENCES	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation des sites miniers Bachelor et Barry (tiré de Goldminds, 2016)	2
Figure 2 - Potentiel de génération d'acide selon les critères de la D019.....	6
Figure 3 - Potentiel de génération d'acide selon le critère de Price.....	6
Figure 4 - Variations du pH dans les échantillons d'eau du parc à résidus.....	11
Figure 5 - Variations du pH à l'effluent final	11
Figure 6 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles de la mine Bachelor.....	12
Figure 7 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles et du minerai de la mine Bachelor échantillonnés lors des campagnes 2009 et 2010	14
Figure 8 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles et du minerai de la mine Bachelor échantillonnés lors de la campagne 2016A	14
Figure 9 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles et du minerai de la mine Bachelor échantillonnés lors de la campagne 2016B.....	15
Figure 10 - Relation PN-PA des résidus miniers et du minerai exploité de la mine Bachelor et de la mine Barry	16
Figure 11 - Résultats du potentiel de génération d'acide du minerai de la mine Bachelor et de la mine Barry	17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Campagnes d'échantillonnage pour caractérisation géochimique	4
Tableau 2 - Critères pour la détermination du potentiel de génération d'acide	5
Tableau 3 - Résultats du potentiel de génération d'acide pour les échantillons de résidus miniers.....	7
Tableau 4 - Sommaire du potentiel de génération d'acide des échantillons de stériles miniers	9
Tableau 5 - Sommaire du potentiel de génération d'acide des échantillons de minerai	10
Tableau 6 - Concentrations en soufre et en pyrite.....	17

ANNEXE

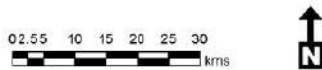
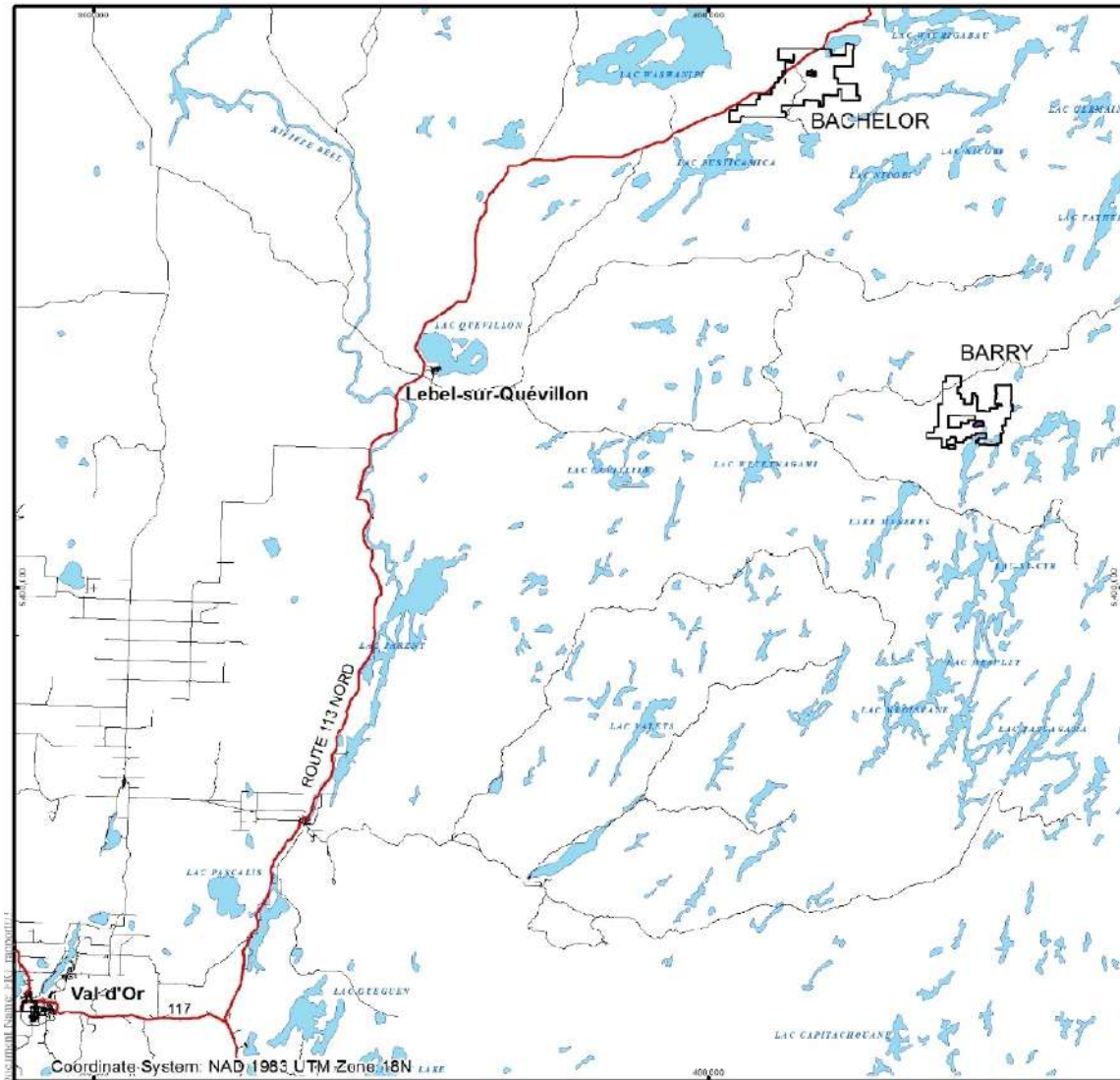
Annexe A : Descriptions et résultats d'analyse des échantillons de stériles miniers, de minerai et de résidus miniers

1. CONTEXTE



Le site minier Bachelor se trouve dans la région du Nord-du-Québec, dans la Municipalité Baie James. Plus précisément, il est situé à 3,5 km à l'est de la municipalité de Desmaraisville, à 30 km au sud de la communauté crie de Waswanipi, et à 95 km au nord-est de Lebel-sur-Quévillon (figure 1). La mine a été exploitée par voie souterraine de 1982 à 1989 par la compagnie Bachelor Lake Gold Mine puis a été acquise par Ressources Métanor (Métanor) qui a procédé à nouveau à des activités d'opération en 2007. Métanor a d'abord redémarré l'usine de traitement de minerai afin de traiter du minerai provenant de la mine Barry et ce, de 2008 à 2010. La mine Barry est située à environ 60 km au sud-est de la mine Bachelor (figure 1). Au site Barry, le minerai a été extrait par une mine à ciel ouvert et les stériles ont été entreposés sur le site. En 2011, des travaux ont été effectués au site Bachelor afin de procéder à la réouverture de la mine dont le fonçage du puits à une plus grande profondeur. Les deux sites miniers contiennent encore des zones minéralisées non exploitées à ce jour (Ressources Métanor, 2017).

En 2015, Métanor a déposé une demande de modification du certificat d'autorisation global du site minier Bachelor afin de pouvoir extraire et traiter 600 000 tonnes de minerai supplémentaires. Dans le contexte de cette demande, des informations supplémentaires ont été demandées par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) au début du mois de novembre 2016. Métanor a fait parvenir ses réponses à la mi-novembre 2016, notamment en ce qui concernait le potentiel acidogène des stériles et du minerai des nouvelles zones exploitées. Pour répondre aux demandes d'informations complémentaires, Métanor a aussi procédé à des travaux additionnels pour caractériser, entre autres, les résidus miniers en place dans le parc à résidus miniers. Les données disponibles ont été compilées et colligées avec la géologie des sites Barry et Bachelor afin de dresser un portrait sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers.

Ce rapport présente le cheminement de Lamont pour comprendre la situation en regard avec la géochimie (potentiel acidogène seulement) des stériles, du minerai et des résidus miniers. Il est important de noter que Lamont n'a aucunement procédé ni donner de directives quant aux protocoles d'échantillonnage et aux essais réalisés. Le mandat est de traiter les informations disponibles pour mieux comprendre la dynamique associée à toute problématique potentielle d'apparition de drainage minier acide au site de la mine Bachelor.



Legend

-  Metanor Claim (CDC)
-  Metanor Mining lease

PROJET:

**NI43-101 Mineral Resources
Barry Project**
Senneterre, Québec



Figure 1 - Localisation des sites miniers Bachelor et Barry (tiré de Goldminds, 2016)

2. GÉOLOGIE

Le site de la mine Bachelor est située dans la province géologique du Supérieur, plus précisément dans la zone volcanique Nord de la sous-province de l'Abitibi (Chown *et al.*, 1992). Les roches du secteur sont principalement composées de roches volcaniques archéennes felsiques à mafiques. La mine Bachelor se trouve à proximité d'une intrusion de granodiorite, le pluton O'Brien (MRNF, 2010).

La minéralisation aurifère est associée à un cisaillement de type ductile-fragile et forme une zone hématisée contenant de la pyrite disséminée (Demaude, 2014). Les mouvements de cisaillement et de bréchification ont contribué à la création de passages pour les fluides hydrothermaux aurifères, lesquels ont précipité sous forme de veinules contenant également du quartz et des carbonates. L'or est contenu dans des veines et veinules sous forme natif et est accompagné de pyrite (Genivar, 2011). Le contenu en or corrèle généralement avec le contenu en pyrite (Stantec, 2011). Les roches encaissantes sont principalement composées de roches volcaniques felsiques à intermédiaires pouvant être faiblement à fortement silicifiées, hématisées et/ou séricitisées. Le contenu en sulfures est généralement faible puisque la présence de pyrite est associée aux zones aurifères.

La minéralisation aurifère exploitée à la mine Barry est également associée à des veines de quartz-carbonates et à des zones riches en pyrite (Genivar, 2008). Les roches encaissantes sont de composition davantage mafique à intermédiaire, soit des basaltes et des andésites. Des intrusions de granodiorite sont également présentes sur le site sous forme de dyke.

3. CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES CARACTÉRISATIONS GÉOCHIMIQUES

Dans le cadre de différentes demandes de permis, plusieurs campagnes d'échantillonnage ont été effectuées par Métanor entre 2008 et 2017 afin de caractériser les stériles et le minerai des mines Barry et Bachelor ainsi que les résidus miniers entreposés dans le parc au site Bachelor. Le tableau 1 présente les campagnes pour chaque site et le nombre d'échantillons de stériles, de minerai et/ou de résidus miniers prélevés lors de chaque campagne. On note aussi l'endroit d'où proviennent les échantillons soit à partir des carottes de forage ou à partir de roche provenant de chantier déjà exploité. Dans le cas des échantillons de roches prélevés dans les chantiers, ils proviennent de zones déjà minées et envoyées au concentrateur ou entreposées en surface. Les essais de prédiction dans ces cas ne peuvent plus permettre d'apporter des changements ou des modifications quant à leur gestion. Il est de pratique courante d'échantillonner des zones non exploitées afin d'adapter la gestion aux conditions qui seront rencontrées.

Tableau 1 - Campagnes d'échantillonnage pour caractérisation géochimique

Année	Site	Matériaux échantillonnés	Nombre d'échantillons			
			Stériles	Minerai	Résidus	Total
2008	Barry	Carottes de forage	15	3	-	18
2009	Bachelor	Carottes de forage	2	6	-	8
2010A	Bachelor	Carottes de forage	6	19	-	25
2010B	Barry	Carottes de forage	40	40	-	80
2016A	Bachelor	Roches dans les chantiers	5	20	-	25
2016B	Bachelor	Roches dans les chantiers	5	20	-	25
2017A	Bachelor	Forages dans le parc à résidus	-	-	15	15
2017B	Bachelor	Roches dans les chantiers	5	-	-	5

4. ESSAIS RÉALISÉS ET CRITÈRES DE COMPARAISON

Pour connaître le potentiel acidogène des stériles, résidus et minerai, des essais *Modified Acid-Base Accounting* (M.A.B.A.) selon la méthode Sobek modifié (Lawrence et Wang, 1997) ont été réalisés sur les échantillons prélevés. Les essais ont permis ainsi de connaître le potentiel de neutralisation (PN), la teneur en soufre total (S_{total}) et le soufre contenu dans les sulfates ($S_{sulfates}$). Le soufre contenu dans les sulfures ($S_{sulfures}$) et le potentiel d'acidification (PA) ont été obtenus par calcul.

Les résultats des essais de détermination du potentiel de génération d'acide ont été comparés aux critères de l'annexe II de la Directive 019 (MDDEP, 2012). Selon la Directive 019 (D019), pour qu'un échantillon soit classé comme étant non potentiellement générateur d'acide (NPGA), il faut que la concentration en soufre soit inférieure à 0,3 % ou si elle est supérieure, il faut que la différence entre le potentiel de neutralisation et le potentiel d'acidification (PNN) soit supérieure à 20 et que le rapport entre les deux (NPR) soit supérieur à 3. Le tableau 2 présente les critères de la D019. Aux fins de comparaison, il a été ajouté le critère de Price (2009) qui est aussi utilisé pour déterminer le potentiel acidogène d'un échantillon. Le critère de Price est celui recommandé par le « Global Acid Rock Drainage Guide » pour déterminer le potentiel acidogène à partir des essais de Sobek modifié. Ce critère est basé sur une relation stœchiométrique entre l'oxydation de la pyrite et la neutralisation par la calcite. Ce critère n'est pas basé sur une teneur en soufre minimum. Un échantillon contenant moins de 0,3 % de soufre peut être considéré potentiellement générateur d'acide (PGA) si son PN est faible.

Tableau 2 - Critères pour la détermination du potentiel de génération d'acide

	Critère	Non potentiellement générateur d'acide (NPGA)	Potentiellement générateur d'acide (PGA)
Directive 019	Soufre total	$\leq 0,3\%$	$> 0,3\%$
	Si le % soufre total $> 0,3\%$		
	PNN (PN - PA)	≥ 20	< 20
	NPR (PN/PA)	≥ 3	< 3
Price (2009) ⁽¹⁾	NPR (PN/PA)	≥ 2	< 1

⁽¹⁾ Lorsque la valeur est située entre 1 et 2, le potentiel d'acidification est incertain.

Les figures 2 et 3 mettent en relation certains paramètres mesurés sur les échantillons avec les critères de comparaison. La figure 2 présente les zones définies par les critères de la D019, tandis que la figure 3 présente les zones définies par le critère de Price. Puisque le PA est calculé à partir du S_{sulfures} et non le soufre total S_{total} , c'est le S_{sulfures} qui est représenté sur ces graphiques. Toutefois, dans les tableaux et interprétations, c'est le S_{total} qui est utilisé afin de répondre aux critères de la D019. Dans les cas des rejets miniers des sites Barry et Bachelor, la teneur en soufre dans les sulfures correspond généralement au soufre total. Peu de soufre se trouve sous forme de sulfates.

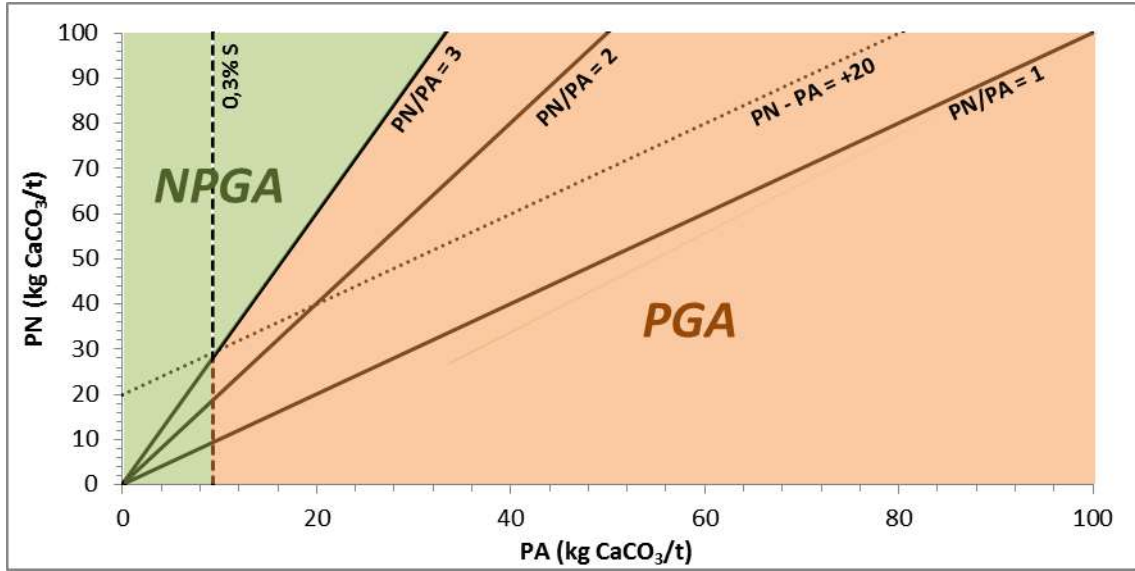


Figure 2 - Potentiel de génération d'acide selon les critères de la D019

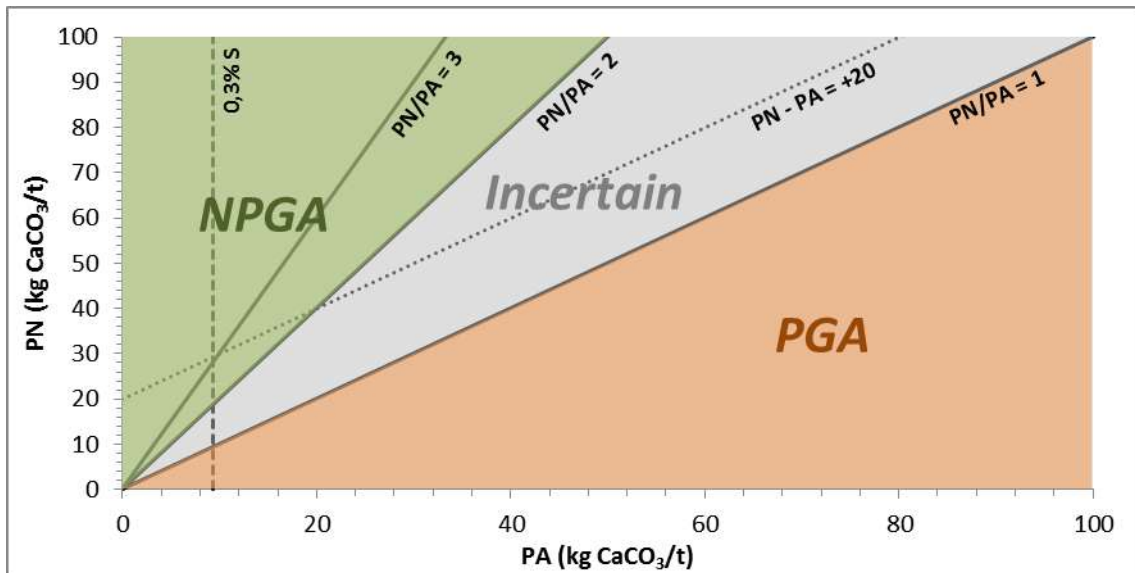


Figure 3 - Potentiel de génération d'acide selon le critère de Price

5. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

5.1. RÉSIDUS MINIERS

À l'automne 2016, Métanor a procédé à l'échantillonnage des résidus miniers dans le parc à résidus. Une foreuse a été mobilisée et un total de 9 forages a été réalisé. Le but était d'échantillonner les résidus miniers pour évaluer leur potentiel de génération d'acide. Des échantillons ont été prélevés à 8 endroits différents et à une ou deux profondeurs par endroit. Le but était d'obtenir une bonne distribution spatiale à l'intérieur des 3 cellules de résidus miniers. Rappelons que le parc à résidus contient des résidus miniers des mines Barry et Bachelor qui remontent aux années '80. Il n'est pas possible d'identifier quel secteur du parc entreposerait quels résidus miniers. Les résultats des essais de potentiel de génération d'acide sont montrés au tableau 3 pour les 15 échantillons de résidus miniers testés. On retrouve aussi la profondeur où l'échantillon a été prélevé dans ce tableau. Les journaux de sondage sont présentés dans le rapport de GHD (2016) et les profondeurs des échantillons ont été fournies par Métanor. Le plan de localisation des échantillons prélevés est montré dans le rapport de GHD (2016).

Tableau 3 - Résultats du potentiel de génération d'acide pour les échantillons de résidus miniers

Échantillon	Prof. (m)	PN (kg CaCO ₃ /t)	PA (kg CaCO ₃ /t)	S _{total} (%)	S _{sulfates} (%)	S _{sulfures} (%)	PN-PA (kg CaCO ₃ /t)	PN/PA
ENV-F1A	1,2	74,8	25,3	0,856	0,045	0,811	49,5	2,95
ENV-F1B	4,9	52,2	26,5	0,853	0,005	0,848	25,7	2,03
ENV-F2A	2,5	135,0	22,9	0,734	<0,003	0,734	112,0	5,90
ENV-F2B	6,1	62,2	21,7	0,695	<0,003	0,695	40,5	2,87
ENV-F4A	2,5	115,0	40,7	1,310	0,009	1,301	74,0	2,82
ENV-F4B	4,8	6,6	0,6	0,022	0,003	0,019	6,0	11,0
ENV-F5A	2,5	93,9	24,3	0,777	<0,003	0,777	69,6	3,80
ENV-F6A	1,6	68,8	23	0,760	0,025	0,735	45,8	2,99
ENV-F6B	5,3	84,3	19,3	0,634	0,015	0,619	65,0	4,36
ENV-F7A	1,8	91,7	27,2	0,897	0,026	0,871	64,5	3,37
ENV-F7B	4,3	117,0	21,3	0,704	0,024	0,680	96,0	5,49
ENV-F8A	2,2	110,0	24,2	0,785	0,011	0,774	86,0	4,55
ENV-F8B	4,7	90,3	4,5	0,156	0,013	0,143	85,3	20,07
ENV-F9A	1,2	78,6	31,7	1,040	0,027	1,010	47,2	2,48
ENV-F9B	4,3	73,3	23,2	0,778	0,035	0,743	50,1	3,14

Les résultats montrent que seulement deux échantillons ont des concentrations en S_{total} inférieures à 0,3% (ENV-F4B et ENV-F8B) qui est un critère de la D019 sous lequel les échantillons ne seraient pas PGA. Ces deux échantillons ont été prélevés dans les cellules 3 et 2 respectivement du parc à résidus. Pour les autres échantillons, pour qu'un résidu soit classé NPGA, il faut que le potentiel de neutralisation net (PN - PA) soit supérieur à 20 kg CaCO_3/t et que le rapport PN/PA soit supérieur à 3. Bien que le potentiel de neutralisation net soit supérieur à 20 kg CaCO_3/t pour tous les échantillons dont la teneur en soufre est de plus de 0,3 %, 8 échantillons ont un rapport PN/PA compris entre 2 et 3. Par conséquent, selon les critères de la D019, ces 8 échantillons sont classés PGA.

Les résultats ont aussi été comparés au critère de Price qui est recommandé dans le Global Acid Rock Drainage Guide (GARD Guide). Selon ce critère, des résidus miniers dont le rapport PN/PA est supérieur à 2 sont NPGA, et ceux entre 1 et 2 sont dans une zone d'incertitude. En comparant les résultats des résidus miniers de la mine Bachelor avec ce critère, aucun des 15 échantillons de résidus miniers ne serait générateur d'acide.

Par conséquent, bien que les critères de la D019 montrent que les résidus miniers pourraient générer de l'acide, la comparaison avec le critère de Price vient infirmer cette conclusion. Dans le cas des résidus miniers entreposés au site de la mine Bachelor, le potentiel de neutralisation des résidus miniers est significatif pour contrer l'acidité libérée par l'oxydation de la pyrite dans les résidus miniers. Il est donc peu probable que les résidus en profondeur dans le parc à résidus produisent de l'acidité. De plus, il est aussi important de mentionner que pour que les résidus miniers s'oxydent, il faut que l'oxygène puisse pénétrer. Or, à plus de 1,2 m de profondeur, alors que les résidus sont pratiquement saturés, l'oxydation par l'oxygène est à toutes fins pratiques négligeable.

Cependant, il est important de noter que cette conclusion n'est valide que pour les résidus qui ont été testés et aucun échantillon n'a été prélevé près de la surface. Les conclusions s'appliquent pour les résidus miniers sous les 1,2 m de profondeur. Si des zones minéralisées différentes ont été exploitées récemment, aucune information n'est disponible quant aux résidus entreposés récemment de la surface à 1,2 m de profondeur.

5.2. STÉRILES MINIERS

Le tableau 4 résume les résultats obtenus pour le potentiel de génération d'acide avec les échantillons de stériles. Les résultats complets sont présentés en annexe. Les stériles ont été caractérisés selon les différentes zones de la mine Bachelor (Principale, B ou H) et pour la mine Barry. Il est important de mentionner que les stériles de la mine Barry sont entreposés au site Barry et n'ont pas été utilisés pour la construction d'aucune infrastructure au site de la mine Bachelor.

Toutes zones confondues, les résultats démontrent que 9 échantillons sur 78 sont classés PGA selon les critères de la D019. En comparant avec le critère de Price, ces 9 échantillons se situent dans les zones d'incertitude ou NPGA, soit respectivement 5 échantillons incertains et 4 NPGA. Il n'y a aucun échantillon de stériles PGA selon le critère de Price.

Tableau 4 - Sommaire du potentiel de génération d'acide des échantillons de stériles miniers

Année de la campagne de caractérisation	Mine Bachelor				Mine Barry
	Zone Principale	Zone B	Zone H		
2008	Total	-	-	-	15
	PGA (D019)	-	-	-	0
	PGA (Price)	-	-	-	0
	Incertain (Price)	-	-	-	0
2009	Total	2	-	-	-
	PGA (D019)	0	-	-	-
	PGA (Price)	0	-	-	-
	Incertain (Price)	0	-	-	-
2010A	Total	3	3	-	-
	PGA (D019)	0	0	-	-
	PGA (Price)	0	0	-	-
	Incertain (Price)	0	0	-	-
2010B	Total	-	-	-	40
	PGA (D019)	-	-	-	3
	PGA (Price)	-	-	-	0
	Incertain (Price)	-	-	-	1
2016A	Total	2	1	2	-
	PGA (D019)	0	0	0	-
	PGA (Price)	0	0	0	-
	Incertain (Price)	0	0	0	-
2016B	Total	2	-	3	-
	PGA (D019)	2	-	3	-
	PGA (Price)	0	-	0	-
	Incertain (Price)	2	-	1	-
2017B	Total	5	-	-	-
	PGA (D019)	1	-	-	-
	PGA (Price)	0	-	-	-
	Incertain (Price)	1	-	-	-

5.3. MINERAL

Le tableau 5 résume les résultats obtenus pour le potentiel de génération d'acide avec les échantillons de minerai, dont les résultats complets sont présentés en annexe. Les minerais sont divisés selon les différentes zones de la mine Bachelor (Principale, A, B, C, E ou H) et la mine Barry. Pour la mine Bachelor, toutes zones confondues, les résultats montrent que 44 échantillons sur 65 sont classés PGA selon les critères de la D019. En comparant avec le critère de Price, 19 échantillons sont PGA, 18 sont dans la zone d'incertitude et 28 sont NPGA. Pour la

mine Barry, les résultats démontrent que 4 échantillons sur 43 sont classés PGA selon les critères de la D019. À la mine Barry, il n'y a aucun échantillon de minerai PGA ou incertain selon le critère de Price.

Le traitement du minerai au concentrateur de Bachelor n'implique que de la cyanuration pour l'or. Par conséquent, le potentiel de génération d'acide du minerai est jugée représentatif de celui des résidus miniers entreposés dans le parc à résidus.

Tableau 5 - Sommaire du potentiel de génération d'acide des échantillons de minerai

Campagne	Zone	Mine Bachelor						Mine Barry
		Principale	A	B	C	E	H	
2008	Total	-	-	-	-	-	-	3
	PGA (D019)	-	-	-	-	-	-	1
	PGA (Price)	-	-	-	-	-	-	0
	Incertain (Price)	-	-	-	-	-	-	0
2009	Total	2	2	2	-	-	-	-
	PGA (D019)	0	0	0	-	-	-	-
	PGA (Price)	0	0	0	-	-	-	-
	Incertain (Price)	0	0	0	-	-	-	-
2010A	Total	8	-	9	2	-	-	-
	PGA (D019)	2	-	5	1	-	-	-
	PGA (Price)	1	-	0	0	-	-	-
	Incertain (Price)	0	-	3	0	-	-	-
2010B	Total	-	-	-	-	-	-	40
	PGA (D019)	-	-	-	-	-	-	3
	PGA (Price)	-	-	-	-	-	-	0
	Incertain (Price)	-	-	-	-	-	-	0
2016A	Total	10	-	2	-	1	7	-
	PGA (D019)	10	-	2	-	1	6	-
	PGA (Price)	8	-	0	-	1	4	-
	Incertain (Price)	2	-	2	-	0	2	-
2016B	Total	10	-	3	-	1	6	-
	PGA (D019)	8	-	3	-	1	5	-
	PGA (Price)	3	-	1	-	1	0	-
	Incertain (Price)	4	-	2	-	0	3	-

6. QUALITÉ DE L'EAU SUR LE SITE

En plus des analyses de caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers, des analyses de qualité de l'eau sur le site ont également été fournies à Lamont afin de vérifier l'évolution de la qualité au fil des années d'arrêt et d'opération du site. Les points d'échantillonnage sont l'effluent final du site minier Bachelor de 2007 à 2016, et l'eau du parc à résidus de 2008 à 2016. Ces données permettent ainsi de suivre l'évolution du pH. Plus précisément, les mesures de pH sont disponibles pour les échantillons d'eau du parc à résidus

depuis 2008, et pour les échantillons de l'effluent final depuis 2015. Ces données sont respectivement présentées aux figures 4 et 5. Pour les deux points d'échantillonnage, le pH est stable aux environs de 8,0 et il y a de légères variations demeurant dans l'intervalle d'un pH de 7,0 à 9,0, ce qui indique que le pH de l'eau à ces endroits est neutre.

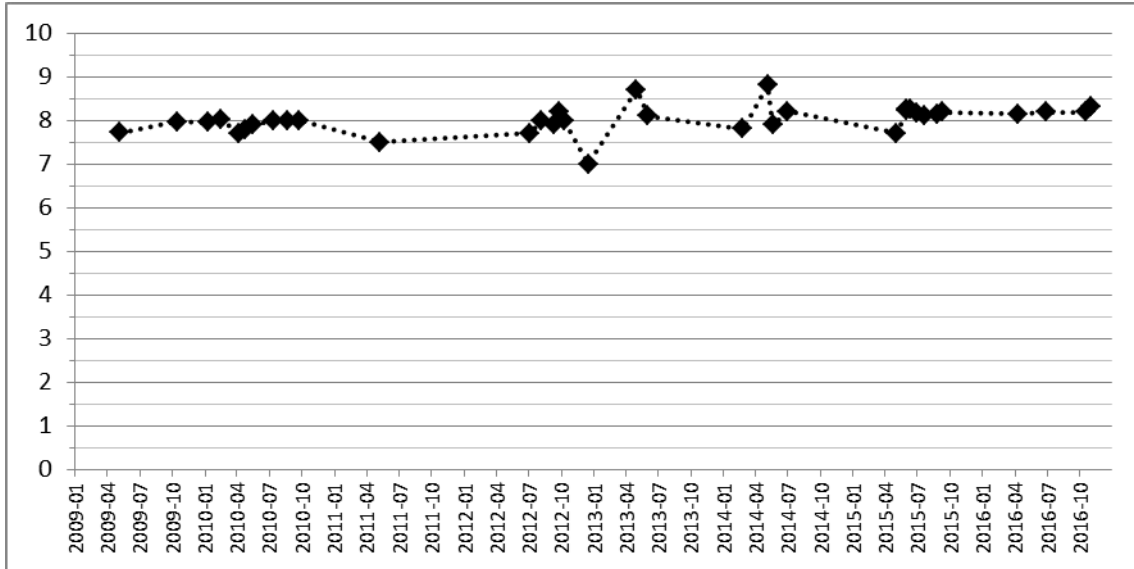


Figure 4 - Variations du pH dans les échantillons d'eau du parc à résidus

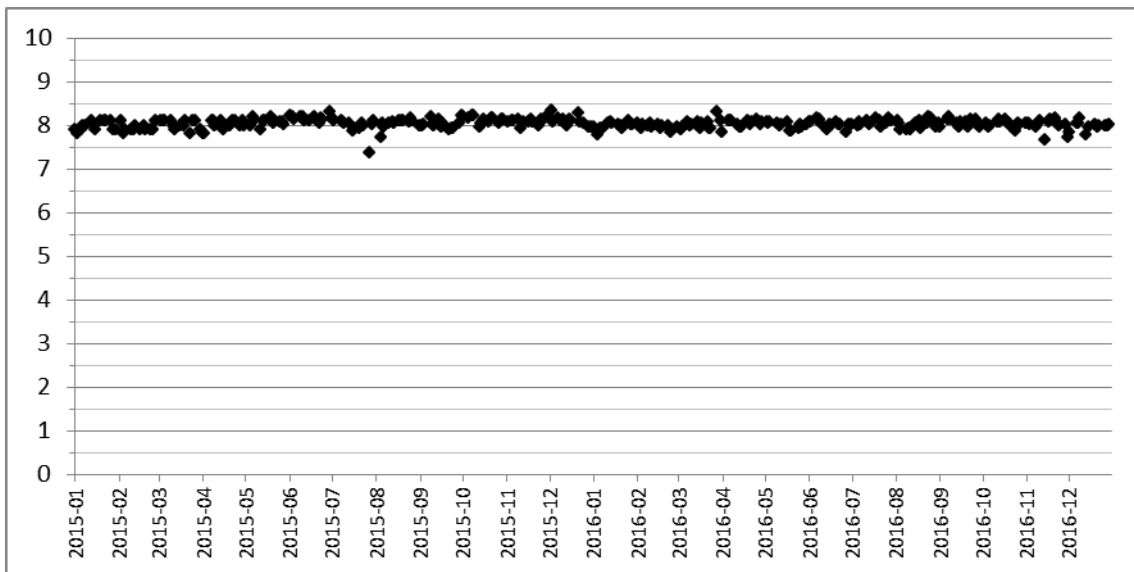


Figure 5 - Variations du pH à l'effluent final

7. ANALYSE DES RÉSULTATS

7.1. STÉRILES MINIERS

7.1.1. STÉRILES DE LA MINE BACHELOR

Les résultats du potentiel de génération d'acide pour les stériles de la mine Bachelor proviennent de 5 différentes campagnes d'échantillonnage (2009, 2010A, 2016A, 2016B et 2017). Les résultats sont présentés dans le graphique de la figure 6 (les campagnes 2009 et 2010A sont combinées ensemble). Le tableau A-1 en annexe présente la description des échantillons, l'année de prélèvement et la localisation des échantillons.

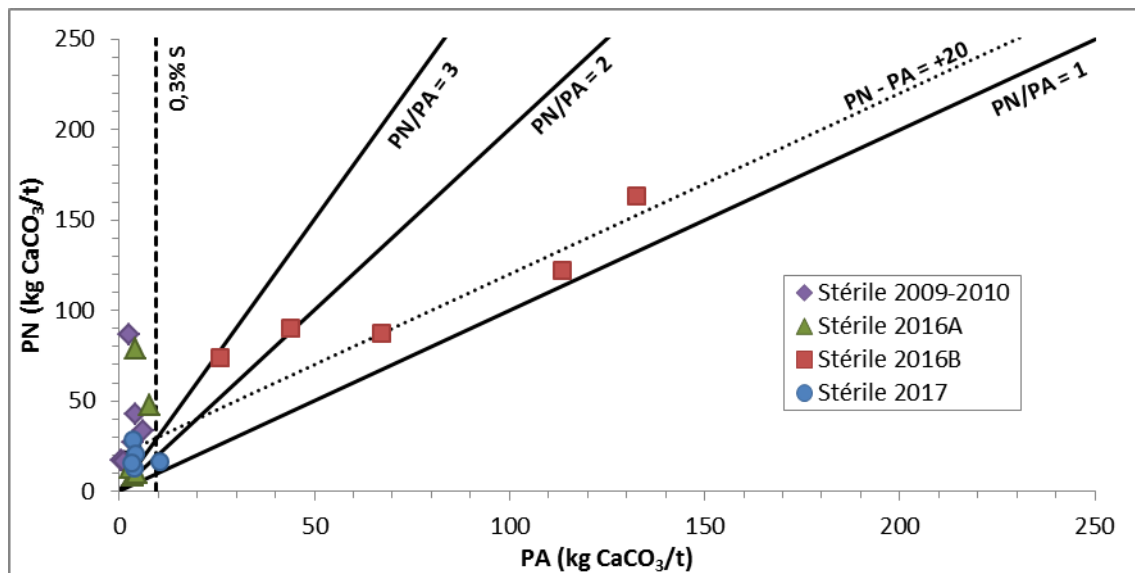


Figure 6 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles de la mine Bachelor

Comme le montre les données du tableau 4, peu d'échantillons ont été prélevés pour caractériser les stériles comparativement à ce qui est requis pour bien évaluer le potentiel acidogène ou lixiviable des roches. Par conséquent, l'analyse des résultats doit être faite avec prudence et en considérant ce contexte.

En 2009 et en 2010, 5 échantillons de roches stériles ont été prélevés à partir des carottes de forage d'exploration. Les échantillons ont été choisis pour représenter les stériles ramenés en surface et qui sont associés aux stériles du développement. Les 5 échantillons représentaient donc des échantillons d'andésite, de basalte et de tuf intermédiaire. Ces types de roche seraient représentatifs de la roche stérile, selon le personnel de la mine, et correspondraient à ce qui est entreposé en surface. Les 5 échantillons étaient NPGA et de fait, le personnel de la mine confirme que le suivi de la qualité de l'eau sur le site n'a jamais démontré une acidification au cours des ans.

Un autre échantillonnage a été fait en 2016 et pour une raison inconnue de Lamont, l'échantillonnage de 2016 (A et B) a été fait à même les chantiers en opération plutôt que dans les carottes de forage. Un premier échantillonnage a été fait en juillet et les échantillons ont été analysés chez AGAT puis un second échantillonnage a été fait en août et les échantillons ont été envoyés chez Actlabs. Au niveau des stériles, les échantillons prélevés en juillet (2016A) n'étaient pas PGA et on peut constater qu'ils ont été prélevés plutôt en bout de chantier et pas trop près de la minéralisation. Selon notre compréhension, lors de la campagne du mois d'août (2016B), les échantillons auraient été prélevés plus près de la minéralisation et auraient été identifiés comme des stériles. Ce protocole d'échantillonnage est, à notre avis, peu représentatif des stériles ramenés en surface et les résultats le confirment. En effet, les roches près de la minéralisation sont généralement associées à du minerai de basse teneur qu'il n'est pas économique de miner. Les roches ont été identifiées par les géologues et la description qu'ils en ont faite correspond exactement à celle de la roche minéralisée. Les résultats des roches prélevées en 2016B montrent des roches PGA au sens de la D019. Pour vérifier la corrélation entre ces roches et le minerai, les graphiques mettant en relation les échantillons de stériles (ou minerai de basse teneur) et de minerai exploité ont donc été comparés pour chaque campagne (2009-2010, 2016A et 2016B) et les résultats sont présentés dans les figures 7 à 9.

Pour les campagnes 2009-2010 et 2016A, il y a nettement une distinction entre les stériles et le minerai. Quant à la campagne 2016B, les résultats montrent que les « stériles » et le minerai ne peuvent pas être catégoriquement différenciés. Cela vient supporter l'hypothèse que les échantillons de « stériles » de la campagne 2016B sont davantage représentatifs du minerai de basse teneur et devraient plutôt être classés dans cette catégorie.

À la suite des résultats de la campagne de 2016B, un autre échantillonnage a été réalisé par le personnel de la mine. Cette fois, le protocole a encore été de récolter des échantillons sous terre mais ce sont des échantillons provenant de la rampe qui ont été prélevés donc représentatifs des roches stériles ramenées en surface. Cette campagne, identifiée 2017B, a démontré qu'un seul des 5 échantillons prélevés avait un potentiel de génération d'acide selon les critères de la D019 mais n'était pas PGA selon le critère de Price.

En conclusion, si on élimine les échantillons de la campagne de 2016B qui étaient, à notre avis, associés à du minerai de basse teneur et non pas des stériles, un seul échantillon de stériles sur les 18 prélevés dans les secteurs Principale, B et H serait PGA. Il y en a en effet peu de pyrite associé à ce type de roche et donc, si les roches entreposées en surface au site Bachelor correspondent aux échantillons prélevés, il ne devrait pas y avoir de génération d'acide même si elles sont exposées aux conditions atmosphériques, donc à l'oxygène.

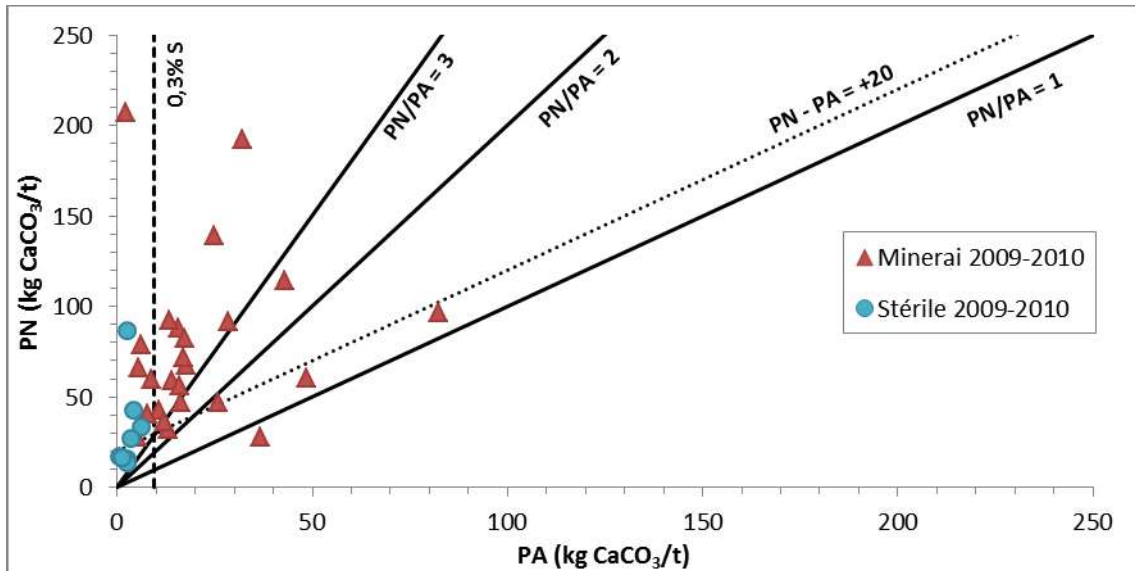


Figure 7 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles et du minerai de la mine Bachelor échantillonnés lors des campagnes 2009 et 2010

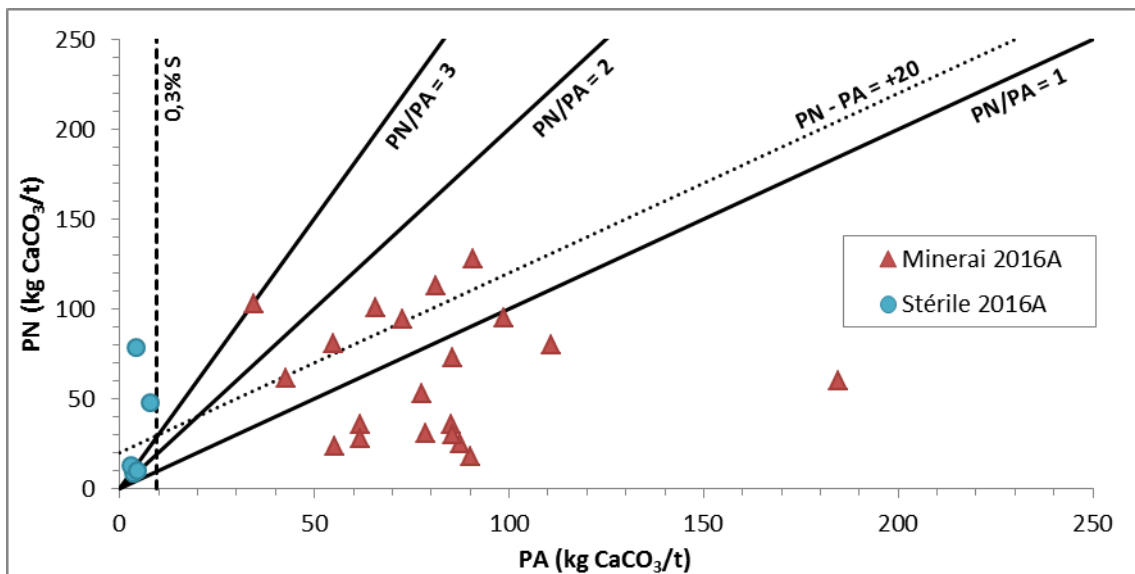


Figure 8 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles et du minerai de la mine Bachelor échantillonnés lors de la campagne 2016A

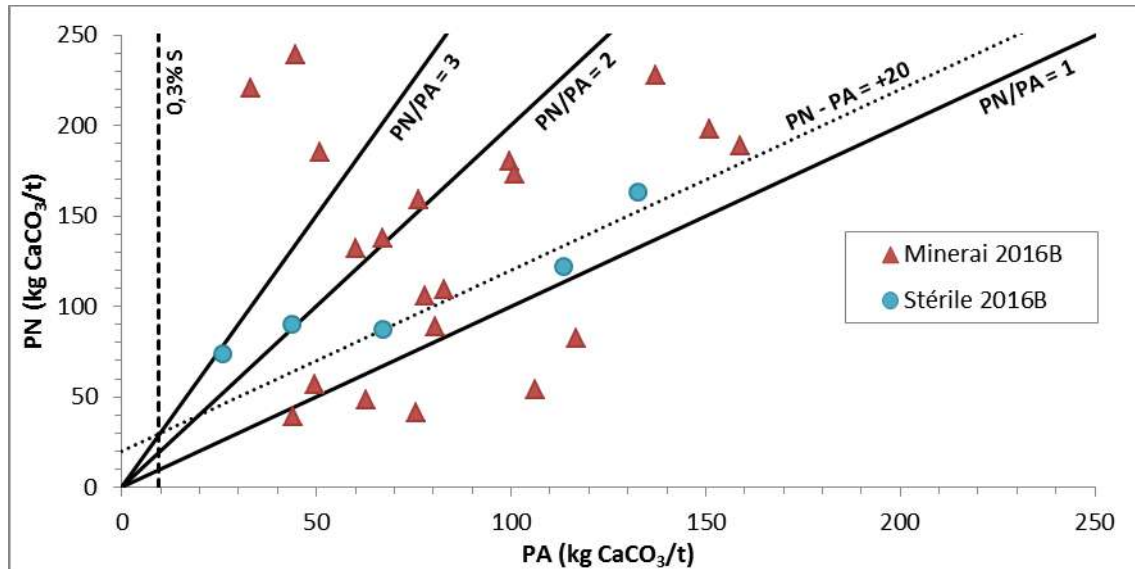


Figure 9 - Résultats du potentiel de génération d'acide des stériles et du minerai de la mine Bachelor échantillonnés lors de la campagne 2016B

7.1.2. STÉRILES DE LA MINE BARRY

Pour les échantillons de la mine Barry, les concentrations en S_{total} varient entre 0,072 et 1,27 %. Le PN varie entre 22,9 et 173 kg $CaCO_3/t$. Les stériles possèdent donc une bonne capacité pour neutraliser l'acide générée par l'oxydation des sulfures. La géologie fait référence à des veinules de quartz-carbonates dans le basalte pouvant être la source du pouvoir neutralisant de ces roches. Selon les critères de la D019, il a seulement 3 échantillons PGA sur les 55 échantillons et ces derniers donnent un rapport PN/PA de 2,73, 2,95 et 1,56. La valeur médiane du rapport PN/PA est de 13,60 et la moyenne est de 23,42. Les 3 échantillons PGA sur les 55 prélevés, ce qui représente seulement 5,5 % des échantillons, sont marginaux et sont balancés par la présence de stériles avec un potentiel de neutralisation nettement plus élevé dans l'ensemble de ces unités. Compte tenu des résultats des essais statiques, il est possible de considérer que l'ensemble des stériles de la mine Barry est NPGA.

7.2. RÉSIDUS MINIERS ET MINERAI

Les résidus dans le parc ont été échantillonnés par forages à des profondeurs variant entre 1,25 et 7,3 m. Ils sont donc représentatifs des résidus produits dans les années 1980 et des dernières années de production de l'usine de traitement au site Bachelor qui a traité du minerai provenant de la mine Barry et de la mine Bachelor. Cependant, ils ne sont pas représentatifs des résidus miniers produits au cours des derniers mois d'opération car aucun résultat n'est disponible pour des résidus issus des nouvelles zones exploitées et qui auraient été plus près de la surface. L'analyse porte donc sur les résidus échantillonnés et Lamont ne peut se prononcer sur l'ensemble du parc à résidus. La figure 10 présente les résultats des résidus prélevés dans le parc et des échantillons de minerai provenant des anciennes campagnes de caractérisation (2008 à 2010). On remarque que le comportement des résidus (en termes de PN et PA) est

relativement semblable aux échantillons de minerais prélevés à l'époque quoiqu'ayant un PA en moyenne un peu plus élevé.

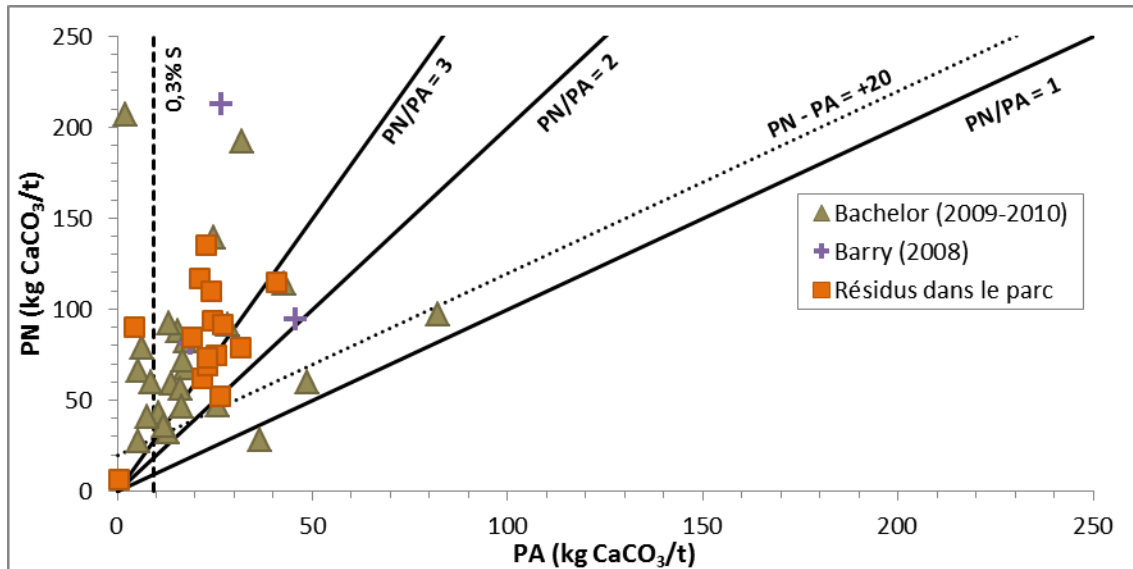


Figure 10 - Relation PN-PA des résidus miniers et du minerai exploité de la mine Bachelor et de la mine Barry

Bien que la concentration en S_{total} dépasse généralement 0,3 % (seuil de la D019) dans les résidus, le PN est suffisamment élevé afin de neutraliser l'acide qui pourrait être généré par l'oxydation des sulfures. Tous les échantillons classés PGA selon les critères de la D019 sont classés NPGA selon le critère de Price car le rapport PN/PA est supérieur à 2. Le site est en opération depuis plusieurs années, et aucun pH acide n'a été observé dans les eaux du parc ou à l'effluent final. Il est bon de rappeler que l'oxydation de la pyrite est limitée à la partie superficielle du parc à résidus, puisque l'apport d'oxygène est limité en profondeur. Compte tenu des résultats des essais statiques, il est raisonnable de considérer que les résidus miniers compris entre le terrain naturel et sous les 1,2 m de profondeur (environ) seraient NPGA. Tel que mentionné, les résidus déposés en surface et correspondant aux derniers mois d'opération n'ont pas été échantillonnés par Métanor. Seul le minerai a été échantillonné.

Des échantillons de minerai ont été caractérisés et les résultats sont montrés à la figure 10. Il s'agit de la campagne d'échantillonnage effectué en 2010 au site Barry (J. Raiche, communication personnelle, 9 février 2017), et des deux campagnes d'échantillonnage effectuées à la mine Bachelor en 2016.

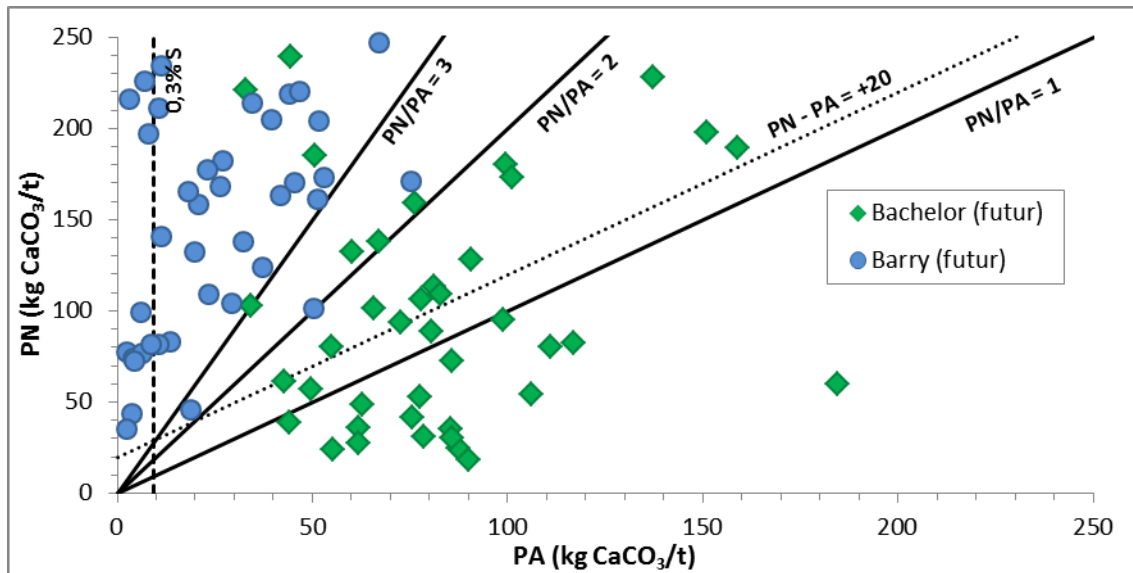


Figure 11 - Résultats du potentiel de génération d'acide du minerai de la mine Bachelor et de la mine Barry

Pour le minerai de la mine Barry, 3 échantillons sur 40 sont classés PGA selon les critères de la D019 mais NPGA selon le critère de Price. Le potentiel de neutralisation de ce minerai est élevé, atteignant parfois des valeurs supérieures à 200 kg CaCO₃/t. Le minerai provenant de la mine Barry est donc NPGA et par conséquent les résidus produits au concentrateur seraient NPGA.

Toutefois, les échantillons de minerai de la mine Bachelor prélevés en 2016 sont plus riches en sulfures et le potentiel de neutralisation ne permettrait pas de neutraliser complètement l'acide potentiellement généré par ces échantillons. Les concentrations en S_{total} varient de 1,07 à 5,93 %. Les concentrations en sulfates sont négligeables et la majorité du S_{total} est contenu dans les sulfures dont majoritairement la pyrite. Le tableau 6 présente les concentrations en pyrite correspondantes à des concentrations en S. Le critère de 0,3 % S (seuil de la D019) correspond donc à une concentration de 0,56 % de pyrite dans la roche.

Tableau 6 - Concentrations en soufre et en pyrite

Soufre (%)	Pyrite (%)
0,1	0,19
0,2	0,37
0,3	0,56
0,5	0,94
1	1,87
2	3,74
3	5,61
5	9,35

La différence entre des échantillons NPGA et PGA peut donc être subtile lors d'observations minéralogiques, autant à l'œil nu qu'au microscope, lorsqu'il s'agit de zones de pyrite disséminée. Étant donné les résultats des essais statiques, il faut considérer que le minerai de la mine Bachelor est PGA et par conséquent, les résidus miniers en résultant seraient également PGA. Métanor devra prendre en considération cette nouvelle situation puisque selon les informations actuellement disponibles, le site Bachelor n'était pas connu pour exploiter du minerai potentiellement générateur d'acide. Des options quant à la gestion et le traitement du minerai devraient être envisagées afin de s'assurer de gérer adéquatement les résidus miniers qui seront issus des nouvelles zones exploitées.

8. CONCLUSIONS

L'interprétation d'environ 200 analyses de potentiel de génération d'acide des stériles, du minerai et des résidus provenant de la mine Bachelor et de la mine Barry a été complétée afin d'émettre un avis technique sur le potentiel de génération d'acide de ces matériaux.

Rappelons que selon les plans de Métanor, les stériles seront soit laissés sous terre dans d'anciens chantiers ou ramenés en surface pour être utilisés comme matériaux de construction tandis que le minerai sera traité à l'usine et les résidus miniers issus du traitement seront entreposés en surface dans le parc existant. Il a été démontré que les échantillons de stériles prélevés dans la mine Bachelor ou dans les carottes de forage et ceux prélevés dans les carottes de forage de la mine Barry ne présentent pas de problématique quant à la génération d'acide. Si ces stériles sont représentatifs des stériles en surface, alors il n'y a pas de risque de génération d'acide pour les haldes et les matériaux utilisés aux fins de construction. Lamont n'a pas été impliqué au niveau du protocole d'échantillonnage et d'essais de laboratoire. Par conséquent, les conclusions ne peuvent se rapporter qu'aux échantillons testés. De plus, les essais quant au potentiel de lixiviation n'ont pas été réalisés systématiquement sur tous les échantillons et selon les protocoles de la D019. Lamont ne peut donc pas donner un avis technique sur le potentiel de drainage neutre contaminé.

Les résidus miniers présents en profondeur dans le parc à résidus et échantillonnés en 2016 à l'aide de forages ne présentent également pas de problématique quant à la génération d'acide, car leur potentiel de neutralisation est suffisamment élevé. Par contre, aucune information n'est disponible pour le premier mètre de résidus miniers déposés dans le parc. Par conséquent, Lamont ne peut se prononcer quant au potentiel acidogène des résidus miniers traités au cours des derniers mois d'opération et donc du comportement de l'ensemble du parc à résidus miniers.

Finalement, le minerai de la mine Barry est NPGA tandis que les échantillons de minerai de la mine Bachelor prélevés en 2016 sont PGA et contiennent tous des concentrations en soufre supérieures à 1 %. Le minerai issu des zones minéralisées prélevées lors de ces campagnes est plus riche en pyrite par rapport au minerai provenant des zones exploitées antérieurement. Par conséquent, il est à prévoir que les nouveaux résidus miniers provenant du traitement de ces zones seront PGA.

La géologie et la minéralogie composant les roches du site minier Bachelor permettent de faire un lien direct entre les concentrations en soufre total et la pyrite, ainsi qu'entre les concentrations en carbone total et les carbonates. Les analyses en soufre et carbone totaux permettent donc d'obtenir une bonne estimation du potentiel de génération d'acide à ce site. Puisque la mine est en production depuis déjà plusieurs années, il est également possible de prélever des échantillons d'eau sur le site correspondant aux lixiviats produits le parc à résidus. Les données de pH à l'effluent final et dans l'eau du parc à résidus se situent aux environs de 8 et démontre donc que le pH à ces points d'échantillonnage est neutre.

9. RÉFÉRENCES

- Chown, E.H., Daigneault, R., Mueller, W., Mortensen, J.K., 1992. Tectonic evolution of the northern volcanic zone, Abitibi belt, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 29, p. 2211-2225.
- Demaude, N., 2014. Géologie de la Mine Bachelor, Abitibi, Canada. Présentation dans le cadre du 12^e Forum technologique Consorem-Divex tenu à Rouyn-Noranda le 17 septembre 2014, 22 pages.
- GENIVAR, 2008. Mise en exploitation du site minier Barry pour un tonnage de 500 000 tonnes. Demande de certificat d'autorisation en vertu de la Directive 019 de la Loi sur la Qualité de l'Environnement. Rapport de GENIVAR à Ressources Métanor Inc., 41 pages + annexes.
- GENIVAR, 2011. Projet d'exploitation et de traitement de 900 000 tonnes de minerai d'or du site minier Bachelor. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport final. Rapport de GENIVAR à Ressources Métanor Inc., 290 pages + annexes.
- Global Acid Rock Drainage Guide, Publié par INAP : The International Network for Acid Prevention, Disponible en ligne : http://www.gardguide.com/index.php?title=Main_Page
- GoldMinds Geoservices, 2016. NI 43-101 Technical Report, Preliminary Economic Assessment (PEA), Barry Gold Project, Quebec, Canada. Rapport de GoldMinds Geoservices Inc. Métanor Resources Inc., 206 pages.
- GHD, 2017. Investigation environnementale. Préparée pour Ressources Métanor, 15 pages.
- Lawrence, R. W., Wang, Y., 1997. Determination of neutralization potential in the prediction of acid rock drainage. Paper presented at the Proceedings of the fourth international conference on acid rock drainage (ICARD).
- MDDEP, 2012. Directive 019 sur l'industrie minière, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 105 pages.
- MRNF, 2010. Cartes géologiques du SIGEOM – Feuillet 32F. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Gouvernement du Québec, 64 plans.
- Price, W.A., 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.
- Ressources Métanor, 2017. Accueil – Métanor Resources. www.metanor.ca
- Stantec Consulting Ltd., 2011. Technical Report on the Bachelor Lake Gold Project. Prepared for Métanor Resources, NI 43-101 Technical Report, 117 pages + plans + annexes.

ANNEXE A

TABLEAUX DES DESCRIPTIONS ET DES RÉSULTATS D'ANALYSE

Tableau A-1 – Description des échantillons de stériles miniers

Tableau A-2 – Résultats d'analyse des échantillons de stériles miniers

Tableau A-3 – Description des échantillons de minerai

Tableau A-4 – Résultats d'analyse des échantillons de minerai

Tableau A-5 – Description des échantillons de résidus miniers

Tableau A-6 – Résultats d'analyse des échantillons de résidus miniers

Tableau A-1 – Description des échantillons de stériles miniers

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
53608	2008	stérile	Barry	166 (6,6m)	Porphyre
53609	2008	stérile	Barry	162 (24m)	Andésite
53610	2008	stérile	Barry	163 (11m)	Andésite
117776	2008	stérile	Barry	MB-06-214 (4m)	Basalte/Andésite
117786	2008	stérile	Barry	MB-06-214 (24m)	Basalte/Andésite
117918	2008	stérile	Barry	MB-06-215 (8m)	Basalte/Andésite
117963	2008	stérile	Barry	MB-06-218 (4m)	Basalte/Andésite
186308	2008	stérile	Barry	MB-06-191 (11m)	Basalte/Andésite
187563	2008	stérile	Barry	MB-06-173 (8m)	Basalte/Andésite
187869	2008	stérile	Barry	MB-06-181 (13m)	Basalte/Andésite
187894	2008	stérile	Barry	MB-06-181 (38m)	Basalte/Andésite
187983	2008	stérile	Barry	MB-06-184 (15m)	Basalte/Andésite
250415	2008	stérile	Barry	MB-41 (43m)	Basalte/Andésite
250427	2008	stérile	Barry	MB-63 (9m)	Andésite
250452	2008	stérile	Barry	MB-63 (35m)	Andésite
Sample #4	2009	stérile	Principale	12-72 (93,35-98,35m)	Andésite/Basalte, massif, peu altéré, modérément carbonatisé.
Sample #6	2009	stérile	Principale	12-74 (101,9-107,35m)	Andésite peu altérée, peu Hémathisée ,peu silicifié. Mur de zone Main.
13020	2010	stérile	Principale	12-53 (150,3-162m)	Éponte inférieure de la zone Principale. Andésite massive, moyennement silicifiée. Trace de pyrite disséminée.
13021	2010	stérile	B	12-60 (43-89m)	Éponte supérieure de la zone B. Basalte coussinée. Trace de Pyrite.
13022	2010	stérile	B	12-57 (115,81-121,65m)	Entre les zones B et Principale. Andésite massive, moyennement silicifiée.
13023	2010	stérile	B	12-54 (47,1-51,9m)	Éponte supérieure de la zone B. Tuf intermédiaire, faiblement hémathisé. Forte silicification.
13024	2010	stérile	Principale	12-52 (97,2-110,5m)	Éponte supérieure de la zone Principale. Intrusion felsique.
13025	2010	stérile	Principale	12-52 (125,5-166,5m)	Éponte inférieure de la zone Principale. Rhyolite, trace de pyrite.
16822	2010	stérile	Barry	MB-09-435 (84,5-86m)	Granodiorite
16850	2010	stérile	Barry	MB-09-488 (131,5-144m)	Basalte
18820	2010	stérile	Barry	MB-09-437 (7-8,5m)	Basalte
22114	2010	stérile	Barry	MB-09-386 (87,5-89m)	Basalte
22117	2010	stérile	Barry	MB-09-372 (42-43,5m)	Basalte
22119	2010	stérile	Barry	MB-09-372 (66-68,5m)	Basalte
22121	2010	stérile	Barry	MB-09-372 (109-110,5m)	Basalte
22123	2010	stérile	Barry	MB-09-383 (114,5-116m)	Basalte

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
22124	2010	stérile	Barry	MB-09-383 (119-120,5m)	Basalte
22126	2010	stérile	Barry	MB-09-382 (90-91m)	Basalte
22128	2010	stérile	Barry	MB-09-384 (112,44-114m)	Basalte
22130	2010	stérile	Barry	MB-09-384 (155-156,5m)	Basalte
22132	2010	stérile	Barry	MB-09-371 (39,3-41m)	Granodiorite/Basalte
22134	2010	stérile	Barry	MB-09-386 (109,1-111m)	Basalte
22136	2010	stérile	Barry	MB-09-386 (122-123,5m)	Basalte
22501	2010	stérile	Barry	MB-09-439 (18-19,5m)	Basalte
22502	2010	stérile	Barry	MB-09-428 (40-41,5m)	Basalte
22505	2010	stérile	Barry	MB-09-446 (90-91,5m)	Granodiorite
22506	2010	stérile	Barry	MB-09-459 (21-22,5m)	Basalte
22507	2010	stérile	Barry	MB-09-495 (67,5-69m)	Basalte
22511	2010	stérile	Barry	MB-09-434 (78-79,5m)	Granodiorite
22513	2010	stérile	Barry	MB-09-348 (16-17,5m)	Granodiorite
22514	2010	stérile	Barry	MB-09-388 (60-61,5m)	Basalte
22515	2010	stérile	Barry	MB-09-363 (4-5,5m)	Basalte
22516	2010	stérile	Barry	MB-09-363 (61-62,5m)	Basalte
22517	2010	stérile	Barry	MB-09-357 (10-11,5m)	Basalte
22518	2010	stérile	Barry	MB-09-359 (49-50,5m)	Basalte
22519	2010	stérile	Barry	MB-09-465 (5-6,5m)	Basalte
22520	2010	stérile	Barry	MB-09-401 (125-127m)	Basalte
22521	2010	stérile	Barry	MB-09-338 (27-28,5m)	Basalte
22522	2010	stérile	Barry	MB-09-484 (48-49,5m)	Basalte
22523	2010	stérile	Barry	MB-09-369 (41,5-43m)	Basalte
22524	2010	stérile	Barry	MB-09-443 (34,5-36m)	Basalte
22525	2010	stérile	Barry	MB-09-440 (77,5-79m)	Granodiorite
22526	2010	stérile	Barry	MB-09-386 (9,5-11m)	Basalte
22527	2010	stérile	Barry	MB-09-384 (65-66,5m)	Basalte
22528	2010	stérile	Barry	MB-09-452 (8-9,5m)	Basalte
22529	2010	stérile	Barry	MB-09-499 (49-50,5m)	Basalte
22545	2010	stérile	Barry	MB-09-354 (18,5-20m)	Basalte
22546	2010	stérile	Barry	MB-09-339 (20-21,5m)	Granodiorite
18473	2016	stérile	H	8-H-14 SN2	Tuf intermédiaire massif, très faiblement hématisée, trace de pyrite fine disséminée
18474	2016	stérile	B	11-B-02	Roche volcanique intermédiaire massive avec très rare trace de pyrite fine disséminée
18485	2016	stérile	Principale	14-00-02	Roche volcanique intermédiaire massive avec trace de pyrite fine disséminée et veine de quartz.

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
18486	2016	stérile	Principale	14-00-02	Roche volcanique intermédiaire massive avec trace de pyrite fine disséminée
18487	2016	stérile	H	8-H-14 SN2	Roche volc. Inter. (lave, tuff), légère hématisé et silicification trace de pyrite fine disséminée. Veine de calcite avec carbonate
28982	2016	stérile	Principale	15-00-03 SN1 EST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé, silicifié, séricifié, 5 % de pyrite
28983	2016	stérile	Principale	15-00-03 SN1 EST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé, silicifié, séricifié, 3-5 % de pyrite
28994	2016	stérile	H	6-H-04 PS 24	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé, silicifié, séricifié, 3-5% pyrite fine à grossière. Veine de carbonate
28995	2016	stérile	H	6-H-04 PS 26	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé, silicifié, 3% de pyrite
28996	2016	stérile	H	8-H-14 SN1 PS 82	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé, silicifié, séricifié, 3-5% pyrite fine à grossière.
218451	2017	stérile	Principale	Accès 15-00-03 SN2	Volcanite intermédiaire fortement silicifiée
218452	2017	stérile	Principale	Rampe 15-00-03 SN2	Volcanite intermédiaire fortement silicifiée, avec faible altération hématite localement
218453	2017	stérile	Principale	Accès 15-00-03 SN3	Volcanite intermédiaire silicifiée, avec séricitisation faible localement
218454	2017	stérile	Principale	Rampe 15-00-03 SN1-SN2	Volcanite intermédiaire fortement silicifiée
218455	2017	stérile	Principale	Rampe 15-00-03 SN1-SN2	Volcanite intermédiaire silicifiée

Tableau A-2 – Résultats d'analyse des échantillons de stériles miniers

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
53608	43,6	2,75	0,09	-	-	40,9	15,85	-
53609	94,1	12,6	0,41	-	-	81,5	7,47	-
53610	149,9	9,18	0,30	-	-	140,7	16,33	-
117776	27,1	3,1	0,184	< 0,4	0,1	24,0	8,70	0,135
117786	92	6,6	0,359	< 0,4	0,21	85,4	13,90	0,892
117918	47,6	0,31	0,086	< 0,4	0,01	47,3	153,00	0,408
117963	79,5	15,3	0,785	< 0,4	0,49	64,2	5,20	0,795
186308	39,2	4,4	0,159	< 0,4	0,14	34,8	8,90	0,296
187563	135	14,4	0,596	< 0,4	0,46	121,0	9,30	1,480
187869	68	1,2	0,09	< 0,4	0,04	66,8	56,70	0,757
187894	117	2,5	0,198	< 0,4	0,08	115,0	47,00	1,240
187983	124	2,8	0,162	< 0,4	0,09	121,0	44,20	1,450
250415	116	0,62	0,086	< 0,4	0,02	115,0	187,00	1,290
250427	22,9	0,62	0,082	< 0,4	0,02	22,2	36,90	0,180
250452	32,4	0,31	0,072	< 0,4	< 0,01	32,0	104,00	0,235
Sample #4	86,6	2,5	0,143	0,07	0,08	84,1	34,60	0,950
Sample #6	33,2	6,2	0,312	0,11	0,2	27,0	5,35	0,356
13020	17,4	0,65	0,06	0,04	0,02	16,8	26,90	0,120
13021	15,8	2,37	0,121	0,05	0,08	13,4	6,66	0,060
13022	27,3	3,44	0,204	0,09	0,11	23,9	7,94	0,241
13023	13,3	2,39	0,149	0,07	0,08	10,9	5,56	0,066
13024	42,9	4,18	0,187	0,05	0,13	38,7	10,30	0,432
13025	16,8	1,12	0,108	0,07	0,04	15,7	15,00	0,122
16822	76	4,45	0,263	0,12	0,14	71,6	17,10	0,716
16850	166	25	0,849	0,05	0,8	141,0	6,66	1,960
18820	61,8	2,55	0,173	0,09	0,08	59,2	24,20	0,608
22114	158	18,7	0,78	0,18	0,6	139,0	8,44	1,790
22117	87,7	22,8	0,838	0,11	0,73	64,9	3,85	0,928
22119	145	38,1	1,27	0,05	1,22	107,0	3,80	1,620
22121	50,1	1,49	0,148	0,1	0,05	48,6	33,60	0,315
22123	64,1	7,68	0,344	0,1	0,25	56,4	8,34	0,827

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
22124	63,8	9,03	0,403	0,11	0,29	54,8	7,06	0,829
22126	51	32,6	1,07	0,02	1,04	18,4	1,56	0,499
22128	106	16,4	0,562	0,04	0,52	89,7	6,48	1,450
22130	51,8	3,82	0,231	0,11	0,12	48,0	13,60	0,529
22132	123	5,29	0,238	0,07	0,17	118,0	23,20	1,290
22134	118	14,6	0,605	0,14	0,47	103,0	8,04	1,480
22136	154	14,7	0,547	0,08	0,47	140,0	10,50	1,810
22501	60,3	8,67	0,351	0,07	0,28	51,6	6,96	0,554
22502	173	7,02	0,333	0,11	0,22	166,0	24,60	1,890
22505	75,5	3,37	0,17	0,06	0,11	72,1	22,40	1,000
22506	52,2	2,86	0,151	0,06	0,09	49,3	18,30	0,418
22507	51,7	3,38	0,228	0,12	0,11	48,3	15,30	0,506
22511	67,1	2,82	0,142	0,05	0,09	64,3	23,80	0,804
22513	80,5	3,18	0,215	0,11	0,1	77,3	25,40	1,110
22514	44,6	7,26	0,276	0,04	0,23	37,3	6,14	0,403
22515	87	6,25	0,286	0,09	0,2	80,8	13,90	0,970
22516	34,1	3,54	0,159	0,05	0,11	30,6	9,62	0,210
22517	44	0,93	0,095	0,06	0,03	43,1	47,10	0,418
22518	26,9	7,16	0,275	0,05	0,23	19,7	3,76	0,152
22519	77,7	2,78	0,172	0,08	0,09	74,9	27,90	0,712
22520	114	32,9	1,09	0,03	1,05	80,7	3,45	1,240
22521	140	8,76	0,375	0,09	0,28	131,0	16,00	1,520
22522	43,8	3,59	0,204	0,09	0,11	40,2	12,20	0,343
22523	32,7	8,22	0,478	0,21	0,26	24,5	3,98	0,245
22524	57,6	21,1	0,742	0,07	0,67	36,5	2,73	0,596
22525	133	9,47	0,398	0,1	0,3	124,0	14,10	1,490
22526	60	1,47	0,1	0,05	0,05	58,5	40,80	0,798
22527	33,1	1,04	0,076	0,04	0,03	32,1	31,70	0,227
22528	34,3	10,7	0,377	0,03	0,34	23,6	3,19	0,263
22529	54,5	18,5	0,657	0,07	0,59	36,0	2,95	0,509
22545	117	13,2	0,598	0,17	0,42	103,0	8,81	1,230
22546	49,1	4,03	0,238	0,11	0,13	45,1	12,20	0,550
18473	48	7,81	0,26	0,01	0,25	40,2	6,14	-
18474	8,4	3,44	0,12	0,01	0,11	5,0	2,44	-

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
18485	12,6	2,81	0,11	0,02	0,09	9,8	4,48	-
18486	10,1	4,38	0,15	0,01	0,14	5,7	2,31	-
18487	78,8	4,06	0,14	0,01	0,13	74,7	19,40	-
28982	163	132,56	4,27	0,028	4,242	30,4	1,23	2,140
28983	122	113,53	3,66	0,027	3,633	8,5	1,07	1,620
28994	90	43,75	1,4	<0,003	1,4	46,3	2,06	1,310
28995	73,7	25,75	0,824	<0,003	0,824	48,0	2,86	1,070
28996	87,2	67,19	2,15	<0,003	2,15	20,0	1,30	1,310
218451	28,3	3,5	0,171	0,058	0,113	24,8	8,08	0,280
218452	21	4,3	0,16	0,023	0,137	16,7	4,90	0,150
218453	13,2	3,9	0,171	0,046	0,125	9,3	3,40	0,140
218454	15,9	3,2	0,108	0,006	0,102	12,7	4,96	0,150
218455	16,3	10,3	0,361	0,031	0,33	6,0	1,58	0,110

Tableau A-3 – Descriptions des échantillons de minerai

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
53607	2008	minerai	Barry	162 (9m)	Minerai 4-6 g/t
53611	2008	minerai	Barry	162 (15m)	Minerai 2-3 g/t
53612	2008	minerai	Barry	MB-31 (6,3m)	Minerai 6-8 g/t
Sample #1	2009	minerai	B	12-38 (29-40,4m)	Andésite, Silicifiée, hématisée, carbonatisée en veinules, avec réseau de Veines de quartz
Sample #2	2009	minerai	A	12-40 (50,6-56,1m)	Rhyolite, modédément cisaillée, très altérée en hématite, 2-10% de pyrite locale
Sample #3	2009	minerai	B	12-40 (41,4-50,6m)	Rhyolite, fortement hématisée, silicifiée, bréchifiée avec réseau de veines de Quartz, 1-5% pyrite.
Sample #5	2009	minerai	Principale	12-74 (110,2-115,35m)	And/basalte, Fortement hématisé, avec réseau de Qz-Hé et/ou brèche de Qz à fragments de volcanite.
Sample #7	2009	minerai	A	12-80 (67,3-74,45m)	Intrusif intermédiaire cisaillé, chloritisé, carbonatisé, peu hématisé, 1-2% py.
Sample #8	2009	minerai	Principale	12-76 (95,55-101m)	Andésite silicifiée, hématisée, très fracturée, avec 3% pyrite.
13001	2010	minerai	B	12-114 (120,4-126m)	Basalte andésitique, massif, silicifié, hématisé, carbonatisé. 3 à 5% pyrite.
13002	2010	minerai	Principale	12-114 (143-148m)	Basalte andésitique, massif, silicifié, hématisé, carbonatisé. 4 à 5% pyrite disséminée.
13003	2010	minerai	Principale	12-89 (174-179,8m)	Tuf mafique, fortement silicifié, moyennement hématisée. 2 à 3% pyrite.
13004	2010	minerai	Principale	12-49 (174-177m)	Basalte massif, silicifié et hématisé. 3 à 4% Pyrite.
13005	2010	minerai	B	12-55 (96-101,65m)	Andésite, hématisation, carbonatisation et silicification. 3 à 4% pyrite.
13006	2010	minerai	Principale	12-55 (104-125m)	Andésite altérée. Carbonatisation, hématisation et silicification. 3 à 4% pyrite.
13007	2010	minerai	C	12-55 (142,3-145,8m)	Andésite altérée. Carbonatisation, hématisation et silicification. 0,5% pyrite.
13008	2010	minerai	B	12-68 (33,35-48m)	Andésite massive, silicifiée, hématisée et carbonatisée. 3 à 5% pyrite.
13009	2010	minerai	Principale	12-68 (65,2-75,9m)	Andésite massive, silicifiée, hématisée et carbonatisée. 3 à 4% pyrite.
13010	2010	minerai	B	12-69 (121,85-124,5m)	Andésite silicifiée. Plus de 3% pyrite.
13011	2010	minerai	B	12-52 (81,3-87m)	Basalte altéré, fortement silicifié et hématisé. 1% pyrite.
13012	2010	minerai	B	12-53 (117,85-125,25m)	Andésite altérée. 4 à 5% pyrite.
13013	2010	minerai	Principale	12-60 (102,9-118,15m)	Tuf felsique hématisé.
13014	2010	minerai	B	12-57 (98,75-104,25m)	Andésite bréchique. 5 à 7% fine pyrite.
13015	2010	minerai	B	12-57 (110,2-112,35m)	Andésite bréchique, hématisée. 5 à 7% fine pyrite.
13016	2010	minerai	Principale	12-57 (123,1-126,95m)	Andésite bréchique. 5% pyrite disséminée.
13017	2010	minerai	C	12-57 (141,2-143,95m)	Andésite bréchique. 6% pyrite disséminée.
13018	2010	minerai	B	12-54 (59,15-69,7m)	Basalte altéré et bréchique. 5 à 6% pyrite.
13019	2010	minerai	Principale	12-54 (110,75-115,15m)	Tuf mafique, carbonatisé et hématisé. Trace à 3% Pyrite.
16821	2010	minerai	Barry	MB-09-437 (20,5-22m)	Basalte
16823	2010	minerai	Barry	MB-09-435 (29-30,5m)	Granodiorite
22113	2010	minerai	Barry	MB-09-386 (86-87,5m)	Basalte

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
22115	2010	mineral	Barry	MB-09-372 (36-37m)	Basalte
22116	2010	mineral	Barry	MB-09-372 (40-41m)	Granodiorite
22118	2010	mineral	Barry	MB-09-372 (68,5-69,5m)	Basalte
22120	2010	mineral	Barry	MB-09-372 (110,5-112m)	Granodiorite
22122	2010	mineral	Barry	MB-09-383 (117,5-119m)	Basalte
22125	2010	mineral	Barry	MB-09-382 (91-92,5m)	Basalte
22127	2010	mineral	Barry	MB-09-384 (110,38-112,44m)	Granodiorite/Basalte
22129	2010	mineral	Barry	MB-09-384 (153,5-155m)	Basalte
22131	2010	mineral	Barry	MB-09-371 (38,25-39,3m)	Granodiorite/Basalte
22133	2010	mineral	Barry	MB-09-386 (107-109,1m)	Basalte
22135	2010	mineral	Barry	MB-09-386 (120,5-122m)	Basalte
22137	2010	mineral	Barry	MB-09-372 (37-39m)	Basalte
22138	2010	mineral	Barry	MB-09-488 (134,5-135,5m)	Granodiorite/Basalte
22503	2010	mineral	Barry	MB-09-428 (58-59,5m)	Basalte
22504	2010	mineral	Barry	MB-09-446 (22,5-24m)	Basalte
22508	2010	mineral	Barry	MB-09-459 (39-40,5m)	Basalte
22509	2010	mineral	Barry	MB-09-495 (63-64,5m)	Basalte
22510	2010	mineral	Barry	MB-09-439 (36-37,5m)	Basalte
22512	2010	mineral	Barry	MB-09-434 (54-55,5m)	Basalte
22530	2010	mineral	Barry	MB-09-348 (5,5-7m)	Basalte
22531	2010	mineral	Barry	MB-09-363 (14,5-16m)	Basalte
22532	2010	mineral	Barry	MB-09-363 (41,5-43m)	Granodiorite
22533	2010	mineral	Barry	MB-09-357 (38,5-40m)	Basalte
22534	2010	mineral	Barry	MB-09-359 (29,5-31m)	Basalte
22535	2010	mineral	Barry	MB-09-465 (18,5-20m)	Basalte
22536	2010	mineral	Barry	MB-09-401 (54,5-56m)	Basalte
22537	2010	mineral	Barry	MB-09-338 (95,5-96,5m)	Basalte
22538	2010	mineral	Barry	MB-09-484 (38,4-39,6m)	Basalte
22539	2010	mineral	Barry	MB-09-369 (82-83,5m)	Granodiorite
22540	2010	mineral	Barry	MB-09-443 (31,5-33m)	Basalte
22541	2010	mineral	Barry	MB-09-440 (28-29,5m)	Basalte
22542	2010	mineral	Barry	MB-09-452 (32-33,5m)	Basalte
22543	2010	mineral	Barry	MB-09-499 (35,5-36,4m)	Basalte
22544	2010	mineral	Barry	MB-09-354 (44-45,5m)	Basalte
22547	2010	mineral	Barry	MB-09-339 (99,5-101m)	Granodiorite

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
22548	2010	minerais	Barry	MB-09-384 (128-129,5m)	Granodiorite
22549	2010	minerais	Barry	MB-09-386 (117,65-119,25m)	Granodiorite
18463	2016	minerais	Principale	14-00-02	Tuf intermédiaire, massif, silicifié, hématisé, 2% pyrite dissiminée fine à grossière.
18464	2016	minerais	H	6-H-12 SN1	Tuf intermédiaire, bréchique, silicifié, faiblement hématisé, faiblement séricitisée, 3% pyrite dissiminée fine.
18465	2016	minerais	H	8-H-14 SN2	Tuf intermédiaire, faiblement silicifié, faiblement hématisé, très faiblement séricitisée, 2-3% pyrite dissiminée fine.
18466	2016	minerais	H	8-H-10 SN3	Tuf intermédiaire, massif, silicifié, fortement hématisé, 2-3% pyrite dissiminée fine à grossière.
18467	2016	minerais	B	13-B-4 SN3	Tuf intermédiaire, massif, silicifié, fortement hématisé, 4-5% pyrite dissiminée fine à grossière.
18468	2016	minerais	H	8-H-14 SN2	Tuf intermédiaire, faiblement silicifié, moyennement hématisé, très faiblement séricitisée, 2-3% pyrite dissiminée fine.
18469	2016	minerais	E	15-E-01	Tuf intermédiaire, massif, silicifié, fortement hématisé, 4-5% pyrite dissiminée fine à grossière.
18470	2016	minerais	H	8-H-14 SN2	Tuf intermédiaire, moyennement silicifié, faiblement hématisé, très faiblement séricitisée, 2-3% pyrite dissiminée fine.
18471	2016	minerais	B	13-B-02	Tuf intermédiaire, moyennement silicifié, fortement hématisé, 2-3% pyrite dissiminée fine.
18472	2016	minerais	H	8-H-14 SN2	Tuf intermédiaire, moyennement silicifié, faiblement hématisé, faiblement séricitisée, 2% pyrite dissiminée fine.
18475	2016	minerais	H	8-H-14 SN2	Tuf intermédiaire, massif, fortement silicifié, fortement hématisé, 2-3% pyrite dissiminée fine à grossière.
18476	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié 1 à 3 % de pyrite, veine de quartz
18477	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié 3-5% pyrite fine à grossière.
18478	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé 3-5% pyrite fine à grossière.
18479	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé 1-5% pyrite dissiminée fine à grossière.
18480	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié 5 % de pyrite
18481	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé 1 à 3 % de pyrite, veinule de quartz
18482	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié 3-5% pyrite fine à grossière.
18483	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié 1-5% pyrite dissiminée fine à grossière.
18484	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié 3-5% pyrite fine à grossière, veinule de carbonate
28972	2016	minerais	E	15-00-01 SN1	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié, 3 à 3 % de pyrite.
28973	2016	minerais	B	08-B-04 SN1	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié, 3-10 % de pyrite, veine de quartz
28974	2016	minerais	B	08-B-04 SN1	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié, 3 % de pyrite
28975	2016	minerais	B	11-B-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 1 à 3 % de pyrite, veine de quartz
28976	2016	minerais	Principale	15-00-03 SN1 OUEST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), silicifié, séricite, 5 % de pyrite, veine de quartz
28977	2016	minerais	Principale	15-00-03 SN1 OUEST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, avec veine de carbonate 2% pyrite.

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
28978	2016	minerais	Principale	15-00-03 SN1 OUEST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 4-5% pyrite dissiminée fine à grossière. Quartz bréchique
28979	2016	minerais	Principale	15-00-03 SN1 EST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, séricitisée, 2-3% pyrite, qtz.
28980	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 2-3% pyrite.
28981	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 2% pyrite, qtz.
28984	2016	minerais	Principale	15-00-03 SN1 EST	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 5% pyrite dissiminée fine à grossière.veine de carbonate
28985	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 3 % de pyrite.
28986	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé,silicifié, séricifié, 3% de pyrite
28987	2016	minerais	Principale	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé et silicifié, 3-5% pyrite fine à grossière.
28988	2016	minerais	H	14-00-02	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé, 1-2% pyrite dissiminée fine à grossière.
28989	2016	minerais	H	8-H-14 SN1 PS 84	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé,silicifié, séricifié, 3% de pyrite
28990	2016	minerais	H	8-H-14 SN1 PS 80	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé,silicifié, séricifié, 3-5% pyrite fine à grossière. Veine de carbonate
28991	2016	minerais	H	6-H-04 SN 2 tir #2 PS 22	Roche volc. Inter. (lave, tuff),silicifié, séricifié, 3% de pyrite,veinule de carbonate
28992	2016	minerais	H	6-H-04 SN 2 tir #1 PS 20	Roche volc. Inter. (lave, tuff), fortement hématisé et silicifié, 3% de pyrite,veinule de carbonate
28993	2016	minerais	H	8-H-14 SN1 PS 81	Roche volc. Inter. (lave, tuff), hématisé,silicifié, séricifié, 3% de pyrite,veinule de carbonate

Tableau A-4 – Résultats d'analyse des échantillons de minerai

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
53607	94,6	45,6	1,49	-	-	49,0	2,07	-
53611	212,5	26,6	0,87	-	-	185,9	7,99	-
53612	80,8	19	0,62	-	-	61,8	4,25	-
Sample #1	43	10,6	0,456	0,11	0,34	32,4	4,06	0,570
Sample #2	27,6	5,3	0,261	0,09	0,17	22,3	5,21	0,278
Sample #3	67,4	17,5	0,783	0,23	0,56	49,9	3,85	0,770
Sample #5	91,8	28,4	1,14	0,23	0,91	63,4	3,23	1,220
Sample #7	207	2,2	0,144	0,08	0,07	204,0	94,00	2,650
Sample #8	88,1	15,6	0,648	0,15	0,5	72,5	5,65	1,110
13001	96,8	82,3	2,99	0,36	2,64	14,5	1,18	1,170
13002	139	24,8	0,927	0,13	0,79	114,0	5,60	1,600
13003	192	32	1,24	0,22	1,02	160,0	6,00	1,710
13004	82,3	17,4	0,636	0,08	0,56	64,9	4,73	1,050
13005	59	13,9	0,457	0,01	0,44	45,1	4,25	0,710
13006	71,9	16,9	0,573	0,03	0,54	55,0	4,26	0,799
13007	32,4	13	0,528	0,11	0,42	19,4	2,48	0,320
13008	36,1	12,1	0,451	0,06	0,39	24,0	2,98	0,386
13009	92,5	13,4	0,55	0,12	0,43	79,1	6,88	1,170
13010	60,1	48,6	1,71	0,16	1,56	11,5	1,24	0,683
13011	66,4	5,41	0,244	0,07	0,17	61,0	12,30	0,818
13012	56,2	16,1	0,57	0,05	0,52	40,1	3,48	0,695
13013	28	36,6	1,3	0,13	1,17	-8,6	0,76	0,298
13014	78,8	6,25	0,255	0,05	0,2	72,5	12,60	0,990
13015	114	42,9	1,54	0,17	1,37	71,5	2,66	1,510
13016	40,8	7,62	0,392	0,15	0,24	33,2	5,36	0,434
13017	59,9	8,83	0,351	0,07	0,28	51,1	6,79	0,653
13018	47,3	25,7	0,943	0,12	0,82	21,6	1,84	0,538
13019	46,8	16,4	0,652	0,13	0,53	30,4	2,85	0,469
16821	211	10,5	0,466	0,13	0,34	200,0	20,10	2,380
16823	104	29,5	1,02	0,08	0,94	74,5	3,53	1,440
22113	182	27,1	1,08	0,22	0,87	155,0	6,73	2,080

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
22115	101	50,3	1,61	< 0,01	1,61	50,3	2,00	1,140
22116	124	37,2	1,28	0,09	1,19	86,8	3,33	1,480
22118	83,4	13,7	0,51	0,07	0,44	69,7	6,09	0,892
22120	158	20,7	0,762	0,1	0,66	137,0	7,62	1,750
22122	77,7	2,62	0,156	0,07	0,08	75,1	29,60	1,030
22125	168	26,4	0,975	0,13	0,85	141,0	6,35	1,950
22127	161	51,4	1,68	0,04	1,65	109,0	3,13	2,120
22129	43,6	3,93	0,182	0,06	0,13	39,7	11,10	0,439
22131	74	4,06	0,219	0,09	0,13	69,9	18,20	0,738
22133	170	45,5	1,51	0,05	1,46	124,0	3,73	2,280
22135	138	32,4	1,07	0,03	1,04	106,0	4,27	1,540
22137	163	41,9	1,35	0,01	1,34	121,0	3,88	1,880
22138	177	23	0,873	0,14	0,74	154,0	7,71	2,000
22503	204	51,6	1,85	0,2	1,65	152,0	3,95	2,540
22504	226	7,19	0,338	0,11	0,23	218,0	31,40	2,680
22508	35,1	2,47	0,179	0,1	0,08	32,6	14,20	0,395
22509	197	8,06	0,459	0,2	0,26	189,0	24,40	2,130
22510	219	44,1	1,53	0,12	1,41	175,0	4,96	2,580
22512	205	39,5	1,28	0,01	1,27	166,0	5,19	2,380
22530	220	46,6	1,57	0,08	1,49	173,0	4,72	2,560
22531	247	67,2	2,44	0,29	2,15	180,0	3,67	2,830
22532	45,6	18,8	0,703	0,1	0,6	26,8	2,42	0,608
22533	165	18,3	0,716	0,13	0,59	147,0	9,00	1,930
22534	132	20	0,721	0,08	0,64	112,0	6,57	1,530
22535	141	11,3	0,544	0,18	0,36	129,0	12,40	1,560
22536	214	34,7	1,44	0,33	1,11	179,0	6,17	2,530
22537	173	53,1	1,81	0,11	1,7	120,0	3,26	2,440
22538	216	3,07	0,178	0,08	0,1	212,0	70,20	2,290
22539	76,4	6,42	0,284	0,08	0,21	70,0	11,90	0,924
22540	348	50,3	1,64	0,03	1,61	298,0	6,93	4,310
22541	234	11,2	0,48	0,12	0,36	222,0	20,80	2,690
22542	81,6	10,8	0,485	0,14	0,35	70,8	7,54	0,885
22543	171	75,4	2,46	0,05	2,41	95,7	2,27	2,160
22544	99,5	5,98	0,312	0,12	0,19	93,5	16,70	1,090

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
22547	81,7	8,61	0,357	0,08	0,28	73,1	9,49	1,080
22548	72,5	4,36	0,181	0,04	0,14	68,1	16,60	0,944
22549	109	23,5	0,862	0,11	0,75	85,9	4,65	1,310
18463	35,9	61,88	2,07	0,09	1,98	-26,0	0,58	-
18464	27,7	61,88	2	0,02	1,98	-34,2	0,45	-
18465	103	34,38	1,12	0,02	1,1	68,6	3,00	-
18466	80,2	110,94	3,57	0,02	3,55	-30,7	0,72	-
18467	113	81,25	2,61	0,01	2,6	31,8	1,39	-
18468	128	90,63	2,92	0,02	2,9	37,4	1,41	-
18469	60,1	184,69	5,93	0,02	5,91	-124,6	0,33	-
18470	95,2	98,75	3,16	<0,01	3,16	-3,6	0,96	-
18471	80,4	55	1,78	0,02	1,76	25,4	1,46	-
18472	93,9	72,5	2,33	0,01	2,32	21,4	1,30	-
18475	72,5	85,625	2,74	<0,01	2,74	-13,1	0,85	-
18476	61,3	42,81	1,37	<0,01	1,37	18,5	1,43	-
18477	35,5	85,31	2,98	0,25	2,73	-49,8	0,42	-
18478	30,8	78,44	2,54	0,03	2,51	-47,6	0,39	-
18479	23,9	55,31	2,21	0,44	1,77	-31,4	0,43	-
18480	18,2	90	3,37	0,49	2,88	-71,8	0,20	-
18481	101	65,63	2,12	0,02	2,1	35,4	1,54	-
18482	53	77,5	2,5	0,02	2,48	-24,5	0,68	-
18483	24,9	87,5	3,03	0,23	2,8	-62,6	0,28	-
18484	30	85,63	2,94	0,2	2,74	-55,6	0,35	-
28972	82,7	116,91	3,78	0,039	3,741	-34,2	0,71	1,170
28973	109	82,84	2,67	0,019	2,651	26,2	1,32	1,450
28974	48,6	62,75	2,03	0,022	2,008	-14,2	0,77	0,660
28975	56,8	49,75	1,62	0,028	1,592	7,1	1,14	0,780

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
28976	198	150,97	4,86	0,029	4,831	47,0	1,31	2,490
28977	221	33,09	1,07	0,011	1,059	187,9	6,68	3,070
28978	189	158,97	5,13	0,043	5,087	30,0	1,19	2,380
28979	41,4	75,66	2,45	0,029	2,421	-34,3	0,55	0,610
28980	180	99,69	3,22	0,03	3,19	80,3	1,81	2,420
28981	39,1	44,03	1,43	0,021	1,409	-4,9	0,89	0,530
28984	54,2	106,13	3,42	0,024	3,396	-51,9	0,51	0,830
28985	138	67	2,17	0,026	2,144	71,0	2,06	1,920
28986	228	137,31	4,44	0,046	4,394	90,7	1,66	3,070
28987	239	44,56	1,43	0,004	1,426	194,4	5,36	3,290
28988	185	50,84	1,64	0,013	1,627	134,2	3,64	2,540
28989	88,6	80,41	2,58	0,007	2,573	8,2	1,10	1,300
28990	106	77,91	2,5	0,007	2,493	28,1	1,36	1,470
28991	173	101,06	3,24	0,006	3,234	71,9	1,71	2,280
28992	132	60,13	1,93	0,006	1,924	71,9	2,20	1,550
28993	159	76,13	2,44	0,004	2,436	82,9	2,09	2,310

Tableau A-5 – Descriptions des échantillons de résidus miniers

Échantillon	Année	Type	Zone	Chantier/forage	Description
ENV-F1 A	2016	résidus	parc	ENV-F1 (1,25-2,45m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris, très humide, très lâche, devenant gris-brun
ENV-F1 B	2016	résidus	parc	ENV-F1 (4,9-6,1m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris-brun, saturé, très lâche
ENV-F2 A	2016	résidus	parc	ENV-F2 (2,45-3,65m)	Résidus miniers, silt, gris, saturé, très lâche, devenant avec traces de sable, puis devenant gris-brun
ENV-F2 B	2016	résidus	parc	ENV-F2 (6,1-7,3m)	Résidus miniers, silt, un peu de sable, gris, saturé, très lâche
ENV-F4 A	2016	résidus	parc	ENV-F4 (1,85-3,05m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris, très lâche, saturé
ENV-F4 B	2016	résidus	parc	ENV-F4 (4,3-5,5m)	Résidus miniers, silt, un peu d'argile, gris, saturé, ferme, puis traces de sable, gris-brun, saturé, compact
ENV-F5 A	2016	résidus	parc	ENV-F5 (2,45-3,65m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris-brun, saturé, très lâche
ENV-F6 A	2016	résidus	parc	ENV-F6 (2,5-3,7m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris, très humide à saturé, très lâche
ENV-F6 B	2016	résidus	parc	ENV-F6 (5,5-6,7m)	Résidus miniers, silt, un peu de sable, gris-brun, saturé, très lâche
ENV-F7 A	2016	résidus	parc	ENV-F7 (1,8-3,0m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris, très humide à saturé, très lâche
ENV-F7 B	2016	résidus	parc	ENV-F7 (4,3-5,5m)	Résidus miniers, silt, un peu de sable, gris-brun, saturé, très lâche
ENV-F8 A	2016	résidus	parc	ENV-F8 (1,8-3,0m)	Résidus miniers, silt, un peu de sable, gris, saturé, très lâche
ENV-F8 B	2016	résidus	parc	ENV-F8 (4,3-5,5m)	Résidus miniers, silt argileux, traces de sable et de gravier, gris, saturé, raide
ENV-F9 A	2016	résidus	parc	ENV-F9 (1,25-2,45m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris, très humide à saturé, très lâche
ENV-F9 B	2016	résidus	parc	ENV-F9 (3,7-5,5m)	Résidus miniers, silt, traces de sable, gris, saturé, très lâche

Tableau A-6 – Résultats d'analyse des échantillons de résidus miniers

Échantillon	PN	PA	S _{total}	S _{sulfates}	S _{sulfures}	PN-PA	PN/PA	C _{total}
	(kg CaCO ₃ /t)	(kg CaCO ₃ /t)	(%)	(%)	(%)	(kg CaCO ₃ /t)		(%)
ENV-F1 A	74,8	25,3	0,856	0,045	0,811	49,5	2,95	1,040
ENV-F1 B	52,2	26,5	0,853	0,005	0,848	25,7	2,03	0,630
ENV-F2 A	135	22,9	0,734	<0,003	0,734	112,0	5,90	1,540
ENV-F2 B	62,2	21,7	0,695	<0,003	0,695	40,5	2,87	0,730
ENV-F4 A	115	40,7	1,31	0,009	1,3	74,0	2,82	1,340
ENV-F4 B	6,6	0,6	0,022	0,003	0,019	6,0	11,00	0,230
ENV-F5 A	93,9	24,3	0,777	<0,003	0,777	69,6	3,80	1,090
ENV-F6 A	68,8	23	0,76	0,025	0,735	45,8	2,99	1,090
ENV-F6 B	84,3	19,3	0,634	0,015	0,619	65,0	4,36	1,000
ENV-F7 A	91,7	27,2	0,897	0,026	0,871	64,5	3,37	1,060
ENV-F7 B	117	21,3	0,704	0,024	0,68	96,0	5,49	1,350
ENV-F8 A	110	24,2	0,785	0,011	0,774	86,0	4,55	1,280
ENV-F8 B	90,3	4,5	0,156	0,013	0,143	85,3	20,07	1,540
ENV-F9 A	78,6	31,7	1,04	0,027	1,01	47,2	2,48	0,940
ENV-F9 B	73,3	23,2	0,778	0,035	0,743	50,1	3,14	0,960

ANNEXE 4

RAPPORT FINAL – ESSAI CINÉTIQUE SUR RÉSIDUS DE CONCENTRATEUR DE LA MINE BACHELOR
(URSTM 2019)

Rapport final
PU-2017-08-1151

***Essai cinétique
sur résidus
de concentrateur
de la mine Bachelor***

Pour :

**M. Steve Gaudreault
Ressources Métafor
200, chemin de la mine
Desmaraisville (Québec) J0Y 1H0**

Par :

**Mathieu Villeneuve, M.Sc.A.
Benoît Plante, Ph.D.**



Unité de recherche et de service en technologie minérale

445, boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4
Téléphone : 819-762-0971, poste 2558 Télécopieur : 819-797-6672

MARS 2019

Table des matières

	Page
1. Mandat	1
2. Contexte	1
3. Objectifs	1
4. Échantillons	2
5. Méthodes	2
5.1 Caractérisation physique des matériaux	2
5.2 Caractérisations chimique et minéralogique des matériaux.....	3
5.3 Essais statiques de prédiction du PGA.....	3
5.4 Essais cinétiques en colonne	3
6. Résultats.....	5
6.1 Caractérisation physique des matériaux	5
6.2 Caractérisations chimique et minéralogique des matériaux.....	6
6.3 Essais statiques de prédiction du PGA.....	7
6.4 Essai cinétique en colonne.....	8
6.4.1 Notes sur la présentation des résultats	8
6.4.2 Paramètres physicochimiques	9
6.4.3 Évolution des concentrations en métaux.....	11
6.4.4 Évolution des éléments reliés au drainage minier acide ou neutre	14
7. Conclusions	18
8. Recommandations	19
9. Références.....	19

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristique physique des Résidus Frais	5
Tableau 2 : Résultats des analyses chimiques des Résidus Frais et du Mélange (ICP-AES)	6
Tableau 3 : Composition minéralogique des Résidus Frais (DRX)	7
Tableau 4 : Résultats des essais statiques de détermination du PGA.....	8

Liste des figures

Figure 1 : Essai en colonne sur les Résidus frais.....	4
Figure 2 : Distribution granulométrique des Résidus Frais.....	5
Figure 3 : Évolution du pH dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	9
Figure 4 : Évolution de la conductivité électrique dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	10
Figure 5 : Évolution du potentiel d'oxydoréduction (Eh) dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	10
Figure 6 : Évolution de l'acidité et de l'alcalinité dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	11
Figure 7 : Évolution des concentrations en As, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	12
Figure 8 : Évolution des concentrations en Al, Ba, Cd, Co, Cr, Mn, Sb et Se dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	13
Figure 9 : Évolution des concentrations en S_{total} dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	14
Figure 10 : Évolution des concentrations en Ca, Mg et Mn dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	15
Figure 11 : Évolution des charges cumulées en S_{total} dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	16
Figure 12 : Évolution des charges cumulées en Ca, Mg et Mn additionnées dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	16
Figure 13 : Évolution des charges cumulées en Ca, Mg et Mn additionnées en fonction des charges cumulées en S_{total} dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais.....	17
Figure 14 : Résultats de la démarche Benzaazoua <i>et al.</i> (2004) pour la prédiction du PGA à long terme	18

1. Mandat

M^{me} Julie Raiche de Ressources Métanor inc. (ci-après nommée le « client ») a mandaté l'Unité de recherche et de service en technologie minérale (URSTM) de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) pour la réalisation d'essais statiques et cinétiques de détermination du potentiel de génération d'acide (PGA) sur des résidus de concentrateur de la mine Bachelor.

Deux rapports intermédiaires ont été produits en mars et en août 2018 et faisaient état des résultats alors disponibles. Ce rapport présente les résultats complets des essais prévus au mandat. Les parties suivantes présentent donc le contexte de l'étude, les objectifs visés, les matériaux étudiés, les méthodes expérimentales utilisées, ainsi qu'une interprétation des résultats obtenus.

2. Contexte

Le client exploite depuis plusieurs années un minerai menant à un résidu de concentrateur, non générateur d'acidité, qui est déposé dans un parc à résidus miniers (PARM) comportant trois cellules. Depuis peu, une nouvelle zone minéralisée est exploitée à la mine Bachelor et les résultats des essais statiques préliminaires réalisés sur les échantillons de ce minerai satisfaisaient à la définition de « Résidus miniers acidogènes » selon les critères de la *Directive 019*, principalement en raison du rapport entre son potentiel de neutralisation (PN) et son potentiel de génération d'acidité (PA) (PN/PA) moyen de 1,9.

Une certaine quantité de résidus issus du traitement de la nouvelle zone minéralisée a été déposée sur la Cellule 2 du PARM avant que les résultats des essais statiques ne soient disponibles ; cette pratique est arrêtée depuis. Pour le reste de l'exploitation de la nouvelle zone minéralisée, il est planifié d'excaver la Cellule 2 et d'y déposer au fond les nouveaux résidus potentiellement générateurs d'acidité. Ceux-ci seraient ensuite recouverts des résidus historiques excavés de la Cellule 2. Ces remaniements mèneront aussi à un certain volume d'un matériel mélangé entre les résidus historiques et la fine couche de nouveaux résidus qui a été déposée sur la Cellule 2 jusqu'à maintenant.

3. Objectifs

Les principaux buts du projet sont de :

- vérifier, par un essai cinétique en colonne, si les résidus de concentrateur (Résidus Frais) issus de l'exploitation de la nouvelle zone minéralisée de la mine Bachelor sont acidogènes;
- procéder à des essais statiques de prédiction du PGA sur un mélange de Résidus Frais avec les résidus de la Cellule 2 du PARM actuellement en place sur le site.

4. Échantillons

Les échantillons ont été réceptionnés à l'URSTM sous forme de deux seaux de 20 l identifiés « Résidus Frais » et « Résidus Cellule 2 ».

- **Résidus Frais** : Échantillonnés à même la sortie de l'usine de traitement ; ils représentent les résidus issus du traitement minéralurgique (chaulage, cyanuration, épaissement, charbon activé) du minerai de la nouvelle zone minéralisée de la mine Bachelor;
- **Résidus Cellule 2** : Échantillonnés par forage sur l'ensemble de l'épaisseur de la Cellule 2 du PARM; ils représentent l'ensemble des résidus actuellement en place dans cette cellule de la mine Bachelor (de 1980 à aujourd'hui).

Un sous-échantillon représentatif de chacun des résidus a d'abord été séché pour en déterminer la teneur en eau, puis homogénéisé et ensaché pour les différentes caractérisations à réaliser. Le reste des échantillons a été conservé à leur teneur en eau de réception dans des seaux fermés hermétiquement.

Un mélange (ci-après nommé simplement « Mélange ») de ces deux résidus secs a été créé avec des proportions représentatives (fournies par le client) du mélange qui aura lieu lors de l'excavation de la cellule 2, soit 17 % en masse de Résidus Frais et 83 % en masse du Résidus Cellule 2.

5. Méthodes

5.1 Résumé du programme de caractérisation

Le tableau 1 résume le programme de caractérisation entendu avec le client. Prendre note que le Résidus de la Cellule 2 n'a servi essentiellement qu'à produire le Mélange et n'a pas été caractérisé seul.

Tableau 1 : Résumé du programme de caractérisation des échantillons

Analyse	Résidus Bachelor Frais	Bachelor résidus cellule 2	Mélange Frais- Cellule 2
Teneur en eau	✓	✓	-
Densité relative	✓	-	-
Distribution granulométrique	✓	-	-
Surface spécifique	✓	-	-
ICP-AES	✓	-	✓
Bilan des essais statiques	✓	-	✓
DRX semi-quantitative	✓	-	-
Essai cinétique en colonne	✓	-	-

5.2 Caractérisation physique des matériaux

Les paramètres physiques suivants ont été caractérisés sur les Résidus Frais seulement :

- Distribution granulométrique des grains par granulomètre laser (ISO 13320:2009);
- Densité relative par pycnomètre à hélium (ASTM D5550-06);
- Surface spécifique par adsorption de gaz (ASTM C1069-09(2014)).

5.3 Caractérisations chimique et minéralogique des matériaux

Les Résidus Frais et le Mélange ont été soumis à une analyse chimique par ICP-AES suite à une digestion complète par $\text{HNO}_3/\text{Br}_2/\text{HF}/\text{HCl}$ au laboratoire de l'URSTM. Cette analyse comprend les éléments suivants : Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, S, Sn, Ti, Zn. Les métaux plus volatils (As, Be, Bi, Sb, Se, Te) ont aussi été analysés par ICP-AES suite à une digestion acide adaptée.

Une analyse minéralogique semi-quantitative par diffraction des rayons X (DRX) couplée à la méthode Rietveld (1993) a été réalisée sur les Résidus Frais. Une bonne connaissance des phases minéralogiques principales des matériaux permet une meilleure interprétation des résultats des essais cinétiques. Pour un meilleur résultat, la semi-quantification a été réconciliée avec les résultats des analyses chimiques. Cette technique est cependant limitée aux phases minérales présentant une bonne cristallinité et d'abondances supérieures à environ 0,5 % massique.

5.4 Essais statiques de prédiction du PGA

Des essais statiques de détermination du potentiel de génération d'acide (PGA) ont été réalisés sur les Résidus Frais ainsi que sur le Mélange. Ces essais dressent le bilan entre le potentiel de génération d'acidité (PA) d'un matériel (relié aux minéraux sulfureux) et son potentiel de neutralisation de l'acidité (PN - relié principalement aux minéraux carbonatés et à certains silicates). Ces essais incluent :

- la détermination du soufre et du carbone totaux (S_{total} , C_{total}) par fournaise à induction;
- la détermination du soufre sous forme sulfate (S_{sulfates}) par extraction acide diluée et lecture ICP-AES;
- le calcul du potentiel de génération d'acidité ($\text{PA} = 31,25 \times \%S_{\text{sulfures}}$, où $\%S_{\text{sulfures}} = \%S_{\text{total}} - \%S_{\text{sulfates}}$);
- la détermination du potentiel de neutralisation (PN) par la méthode de Sobek *et al.* (1978) modifiée par Lawrence et Wang (1997);
- la détermination du PN par la méthode modifiée de Bouzahzah (2013) pour les échantillons qui dépassent la limite de l'essai de Lawrence et Wang (1997);
- le calcul de potentiel net de neutralisation ($\text{PNN} = \text{PN} - \text{PA}$) et le calcul du ratio PN/PA.

5.5 Essais cinétiques en colonne

Les résultats obtenus des essais cinétiques permettent d'évaluer les taux de largage de différents éléments reliés au drainage minier acide (DMA) (p. ex. : S, Ca, Mg, Mn, Na, K) et des contaminants potentiels pour l'environnement (p. ex. : As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn). Plusieurs protocoles d'essais cinétiques sont disponibles dans la littérature et le choix du protocole utilisé dépend de plusieurs

facteurs : la nature de l'échantillon, son caractère acidogène, la dimension des ouvrages d'entreposage à simuler, la taille des particules du matériel, les buts spécifiques de l'étude, etc.

Le type d'essai cinétique à privilégier lorsque l'on veut simuler des conditions d'altération proches des conditions naturelles d'un parc à résidus miniers (PARM) en laboratoire est celui en colonne. Cet essai, largement utilisé en Amérique du Nord, est réalisé dans une colonne de plastique spécialement conçue, de 14 cm de diamètre, dont la hauteur peut être adaptée aux besoins spécifiques du test.

Une masse humide de 9,13 kg (équivalent en masse sèche de 6,78 kg) de Résidus Frais a été mise en place à une teneur en eau réceptionnée de $w = 34,6\%$ (*tableau 1*), par déposition de couches successives de 10 cm et pilonnées jusqu'à une porosité type pour un PARM, soit un indice des vides $e = 0,83$. L'épaisseur finale de matériel est de 30 cm. La *figure 1* montre l'essai en colonne sur les Résidus Frais tout de suite après sa mise en place.



Figure 1 : Essai en colonne sur les Résidus frais

Les rinçages des essais en colonnes ont été réalisés mensuellement avec 2 l (équivalent environ à une fois le volume des vides) d'eau déminéralisée, et les lixiviats sont analysés pour les paramètres suivants : pH, Eh, conductivité, acidité, alcalinité et éléments par ICP-AES (Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, S_{tot} , Sb, Se, Si, Sr, Te, Ti, Zn) et ICP-MS (As, Cd, Pb, Sb, Se). Entre les rinçages, la succion matricielle est ajustée à 2 m en-dessous des colonnes de manière à favoriser une désaturation des matériaux. Le sommet de la colonne est laissé exposé à l'air du laboratoire (température de 20-25°C et humidité à 40-75 %) entre les rinçages, de manière à favoriser les interactions entre l'air et les matériaux (p. ex. : évapotranspiration, apport en oxygène, etc.). La durée totale de l'essai a été d'une année (12 rinçages mensuels).

6. Résultats

6.1 Caractérisation physique des matériaux

La figure 2 présente la distribution granulométrique des Résidus Frais. Le tableau 2 liste, quant à lui, les paramètres clés de la distribution granulométrique, ainsi que la densité relative et la surface spécifique des grains composant les Résidus Frais.

On observe que les Résidus Frais ont une granulométrie typique des mines des roches dures, avec un passant 80 μm (P_{80}) de 88 %. Ces résidus ont une densité relativement faible (2,69), tributaire à sa nature peu sulfureuse et l'absence d'oxydes (tableau 4). La teneur en eau (w) de réception et celle utilisée lors de la mise en place de l'essai en colonne est de 34,6 % (équivalent à un % solide de 74,3 %) (tableau 2).

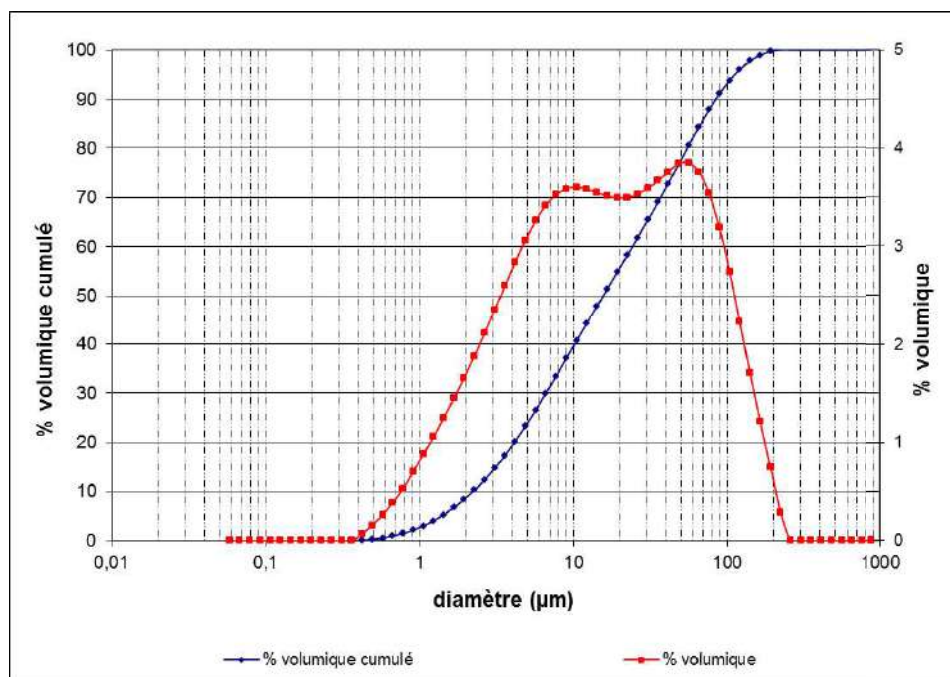


Figure 2 : Distribution granulométrique des Résidus Frais

Tableau 2 : Caractéristique physique des Résidus Frais

Paramètres	Unités	Résidus Frais
Densité relative (Gs)	-	2,69
S.S.	m^2/g	1,90
D_{10}	μm	2,2
D_{60}	μm	24,3
D_{90}	μm	84,7
P_{80}	%	88,0
Teneur en eau (w)	%	34,6
Pourcentage solide	%	74,3

6.2 Caractérisations chimique et minéralogique des matériaux

Les résultats des analyses chimiques ICP-AES post-digestion totale (tableau 3) et la minéralogie semi-quantitative en DRX (tableau 4) montrent des matériaux principalement composés de silicates (Albite, Quartz, Chlorite, Muscovite), peu sulfureux (~0,8 % S_{total} et seule la Pyrite a été identifiée en DRX) et comportant de bonnes concentrations en carbonates (Calcite, Dolomite).

Tableau 3 : Résultats des analyses chimiques des Résidus Frais et du Mélange (ICP-AES)

Éléments	Unité	LDM	Résidus Frais	Mélange
Al	mg/kg	60	54240	54220
As	mg/kg	5	<5	<5
Ba	mg/kg	5	130	166
Be	mg/kg	5	<5	<5
Bi	mg/kg	5	<5	<5
Ca	mg/kg	60	44730	32110
Cd	mg/kg	5	<5	<5
Co	mg/kg	5	<5	<5
Cr	mg/kg	5	15	<5
Cu	mg/kg	10	<10	<10
Fe	mg/kg	10	41320	39380
K	mg/kg	1	13400	15500
Li	mg/kg	5	<5	<5
Mg	mg/kg	15	10630	8108
Mn	mg/kg	5	668	579
Mo	mg/kg	5	<5	<5
Na	mg/kg	1	32900	30900
Ni	mg/kg	5	<5	<5
Pb	mg/kg	5	<5	<5
S _{total} (ICP)	mg/kg	200	7284	7973
Ti	mg/kg	25	2825	2374
Zn	mg/kg	55	<55	<55

Tableau 4 : Composition minéralogique des Résidus Frais (DRX)

Minéraux	Formules	Unité	Résidus Frais
Quartz	SiO ₂	%	19,6
Albite	NaAlSi ₃ O ₈	%	39,6
Calcite	CaCO ₃	%	10,2
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	%	3,1
Pyrite	FeS ₂	%	1,3
Chlorite	(Fe,Mg,Al) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	%	12,0
Muscovite	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂	%	13,7
Rutile	TiO ₂	%	0,4
Anhydrite	CaSO ₄	%	0,2
Total	-	%	100,0

6.3 Essais statiques de prédiction du PGA

Le *tableau 5* présente le bilan des essais statiques réalisés sur les échantillons Résidus Frais et le Mélange 17 % Frais/83 % Cellule 2. Les deux matériaux sont peu sulfureux et possèdent un bon PN (provenant de la Calcite et la Dolomite). Puisque la limite de l'essai Lawrence et Wang (1997) (125 kg CaCO₃/t) a été atteinte, une méthode adaptée (Bouzahzah, 2013) a été utilisée pour trouver un meilleur estimé du PN réel dans les Résidus Frais (133 kg CaCO₃/t). Cependant, pour les interprétations, c'est le résultat de Lawrence et Wang (1997) qui a été utilisé, puisque cette méthode est reconnue par le MDDELCC, tandis que la méthode Bouzahzah est issue de travaux de recherche récents à l'UQAT et son utilisation est non répandue.

Selon les critères de l'Annexe 2 de la *Directive 019*, ni les Résidus Frais, ni le Mélange Frais/Cellule 2 ne doivent être considérés acidogènes, puisque les PNN dépassent 20 kg CaCO₃/t et les rapports PN/PA sont supérieurs à 3.

Tableau 5 : Résultats des essais statiques de détermination du PGA

Paramètres	Unités	LDM	Résidus Frais	Mélange
S_{total}	%S	0,009	0,695	0,829
S_{sulfates}	%S	0,01	<0,1	<0,1
S_{sulfures}	%S	0,1	0,695	0,829
C_{total}	% p/p	0,05	2,07	1,51
PN¹	kg CaCO ₃ /t	0,01	125	89
PN^{Bouzahzah} ²	kg CaCO ₃ /t	n/d	133	-
PA	kg CaCO ₃ /t	0,01	21,7	25,9
PNN³	kg CaCO ₃ /t	-	103,3	63,1
PN/PA³	-	-	5,76	3,44
Acidogène⁴	-	-	Non	Non

¹: Méthode Lawrence et Wang (1997) (limite à 125 kg CaCO₃/t)

²: La méthode de Bouzahzah (2013) est utilisée dans les cas de plafonnement de celle de Lawrence et Wang (1997)

³: Le PN de Lawrence et Wang (1997) est utilisé pour les calculs PNN et PN/PA, car reconnu par le MDDELCC

⁴: Critères de la Directive 019

6.4 Essai cinétique en colonne

6.4.1 Notes sur la présentation des résultats

Il est très important d'interpréter les résultats des premiers rinçages avec beaucoup de prudence. En effet, les premiers rinçages des essais cinétiques sont souvent une période transitoire où l'eau de procédé et les produits d'altération déjà présents dans le matériel soumis à l'essai sont lessivés (Villeneuve, 2004; Villeneuve *et al.*, 2009). Ce n'est généralement que plus tard que les qualités d'eau de rinçage commencent à représenter les réactions géochimiques qui se produisent à l'intérieur de l'essai.

À titre indicatif seulement et lorsque disponibles, les résultats des analyses de qualité des eaux de rinçage de l'essai en colonne sont comparés aux critères environnementaux suivants :

- Critères de qualité des eaux souterraines applicables à l'eau de consommation (EC) de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (PPSRTC - Beaulieu, 2016);
- Critères de qualité des eaux souterraines applicables aux cas de Résurgence dans l'eau de surface (RES) de la PPSRTC;
- Exigences au point de déversement de l'effluent final (concentration moyenne acceptable) de la Directive 019 (D019);
- Limites permises pour certaines substances nocives (concentration moyenne mensuelle) du Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM).

Ces comparaisons se trouvent dans ce rapport à titre indicatif seulement, puisque les qualités d'eau obtenues en colonne ne représentent pas nécessairement celles qui seront obtenues sur site. En effet, bien que l'essai en colonne est l'essai de laboratoire le mieux adapté pour tenter de reproduire les conditions de terrain, il existe des facteurs d'échelle importants et impossibles à quantifier sur le terrain vs en laboratoire (p. ex. : épaisseur totale du PARM, position de la nappe, conditions météorologiques, rapport liquide/solide, etc.).

Quand les paramètres analysés se situent sous la limite de détection de la méthode (LDM) analytique utilisée, c'est la moitié de cette limite de détection qui est rapportée graphiquement et utilisée pour les calculs (approche conservatrice).

6.4.2 Paramètres physicochimiques

Après une période de fortes variations lors des deux premiers rinçages, les pH (*figure 3*) se stabilisent aux environs de pH 7,8. L'hypothèse est que lors des deux premiers rinçages, la libération des réactifs de traitement minéralurgique (chaux, eau alcaline) et ensuite de produits d'altération (p. ex. : oxydation/dissolution des sulfures) mènerait aux variations observées. Les autres rinçages représenteraient plutôt les réactions qui ont lieu à l'intérieur de l'essai en colonne.

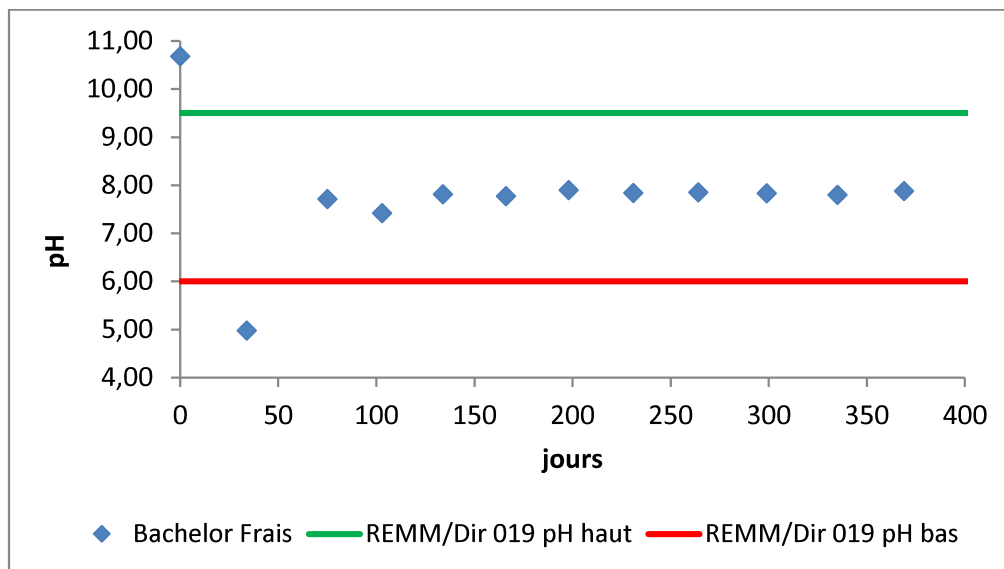


Figure 3 : Évolution du pH dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

La conductivité électrique (*figure 4*) est généralement élevée, on peut donc s'attendre à voir des concentrations élémentaires élevées dans les rinçages. On observe une valeur anormalement basse au quatrième rinçage (103 jours) et on remarque plus loin que ce rinçage est généralement beaucoup moins chargé que les autres rinçages de l'essai. Malgré les fortes fluctuations, il semble que la tendance générale soit à la baisse pour la conductivité.

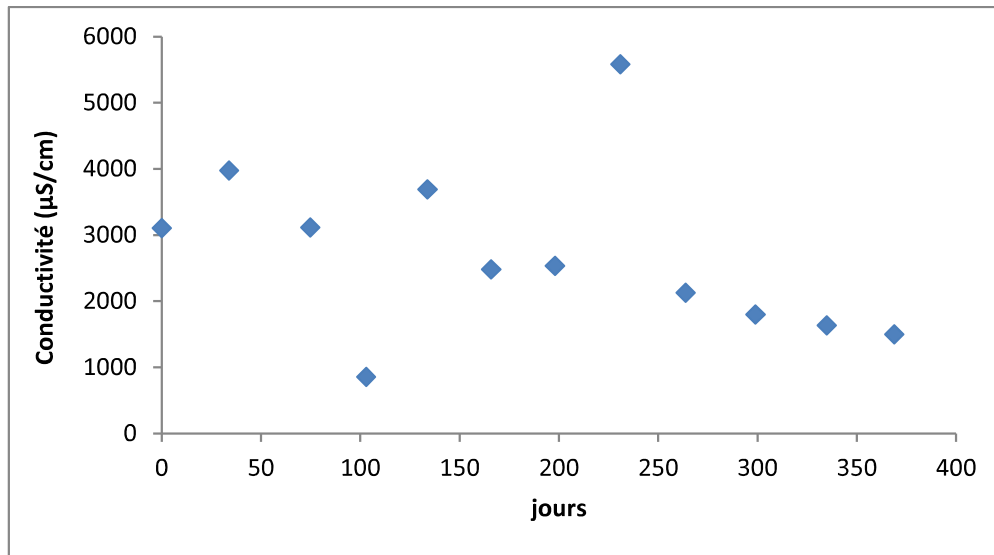


Figure 4 : Évolution de la conductivité électrique dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

L'évolution du potentiel d'oxydoréduction (Eh – *figure 5*) montre une augmentation dans les premiers temps suivie d'un plateau entre 500 et 600 mV. Ceci montre qu'après une période d'acclimatation, les conditions géochimiques dans l'essai en colonne deviennent bien oxydantes (c'est d'ailleurs un des objectifs de l'essai).

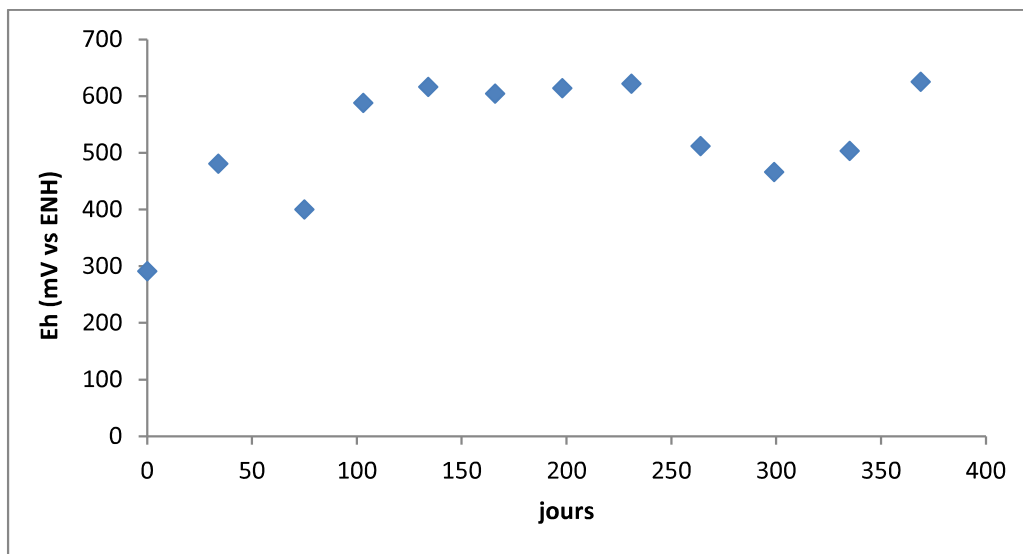


Figure 5 : Évolution du potentiel d'oxydoréduction (Eh) dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

L'alcalinité est généralement plus élevée que l'acidité, sauf pour le deuxième rinçage (figure 6); le seul à avoir retourné un pH acide (figure 3). Ces résultats sont en accord avec les mesures de pH (figure 3) ainsi que la nature globalement neutralisante du matériel (tableau 4).

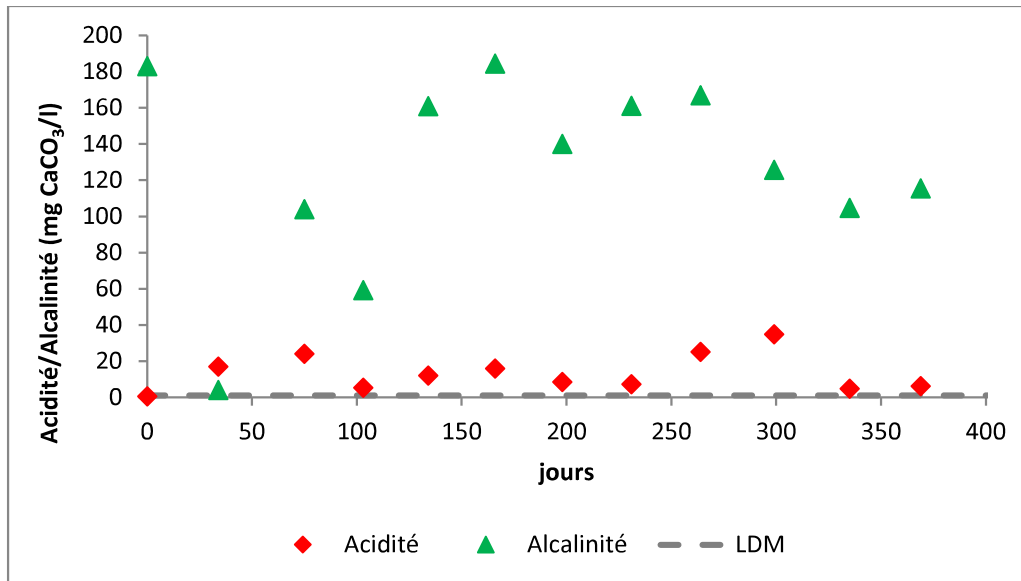


Figure 6 : Évolution de l'acidité et de l'alcalinité dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

6.4.3 Évolution des concentrations en métaux

La figure 7 présente l'évolution des métaux normés par le REMM et la Directive 019 à l'effluent final d'un site minier (As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn). D'ordre général, les concentrations sont plus élevées dans le premier rinçage, puis diminuent par la suite. Le zinc présente cependant une tendance claire à la hausse durant les six premiers rinçages, puis un plateau de valeurs près ou dépassant la limite à l'effluent final de la Directive 019 (0,5 mg Zn/l). Les concentrations en Cu dans les rinçages, bien que sous la limite à l'effluent final, dépassent souvent le critère de qualité des eaux souterraines pour le cas de résurgence dans l'eau de surface (RES = 0,0073 mg Cu/l). À partir du 8^e rinçage, les concentrations en As dans les rinçages dépassent (à titre indicatif) le critère de qualité d'eau souterraine aux fins de consommation (0,3 µg As/l), mais n'atteignent pas la limite à l'effluent final de la Directive 019 (200 µg As/l).

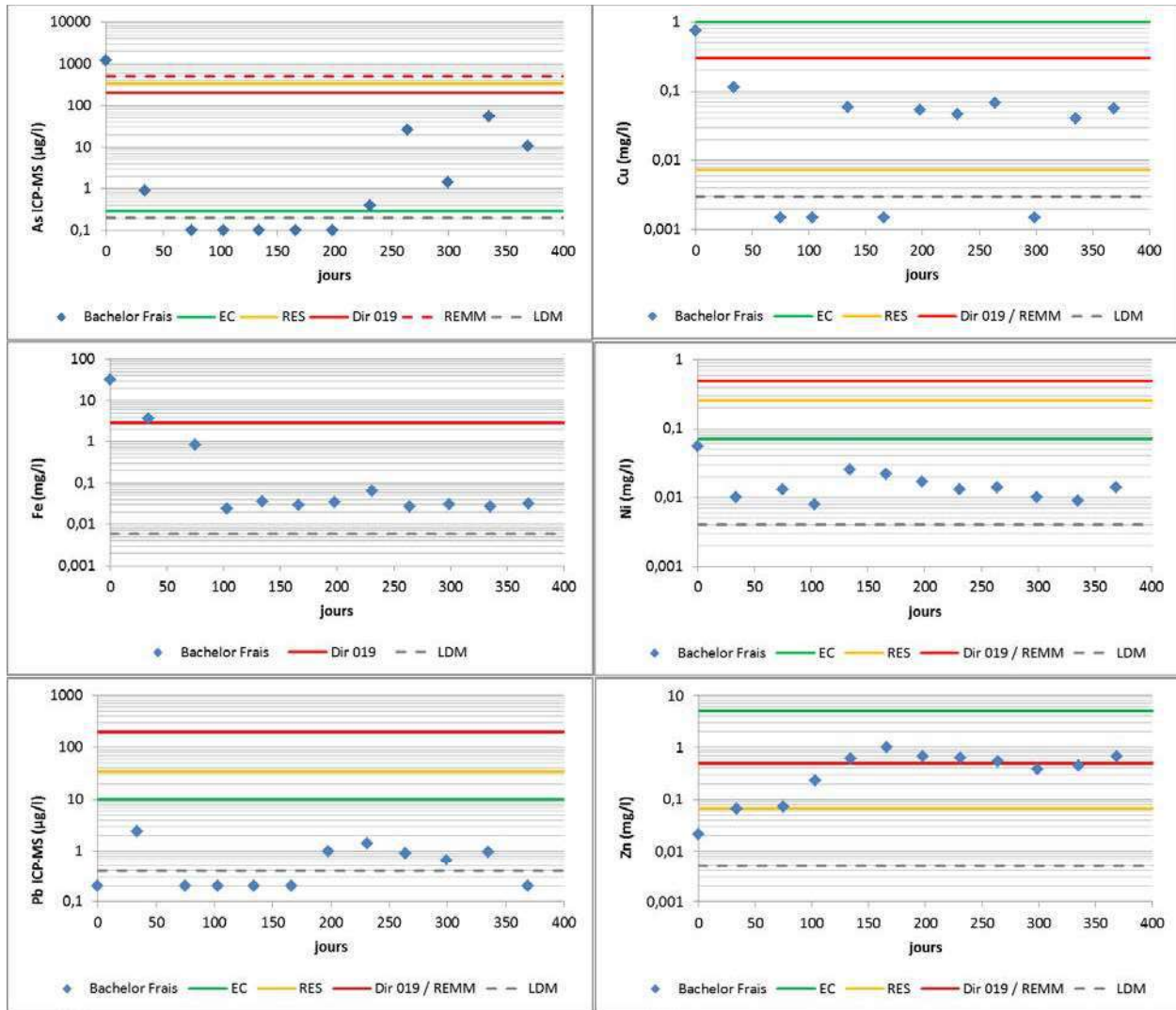


Figure 7 : Évolution des concentrations en As, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

La figure 8 montre l'évolution d'autres métaux, principalement ceux pour lesquels il existe un ou des critères dans la PPSRTC. Les éléments surveillés étaient le Mn et le Se qui présentaient une tendance graduellement à la hausse. Le Mn se trouve généralement en inclusion dans les carbonates, tels que la dolomite que l'on retrouve dans les rejets étudiés. On observe que les concentrations en Mn ont dépassé les critères de qualité pour les eaux aux fins de consommation (0,05 mg Mn/l). Aussi, les concentrations en Mn sont restées inférieures au critère de résurgence (2,3 mg Mn/l). Le sélénium est, pour sa part, généralement associé aux sulfures dans les contextes géologiques qu'on retrouve en Abitibi-Témiscamingue. Les concentrations en sélénium ont monté à des concentrations près du critère EC (10 µg Se/l) avec un seul dépassement au dernier rinçage. On observe également des concentrations en Co de l'ordre de 0,1 mg Co/l en début d'essai, mais les concentrations se résorbent durant la période d'essai.

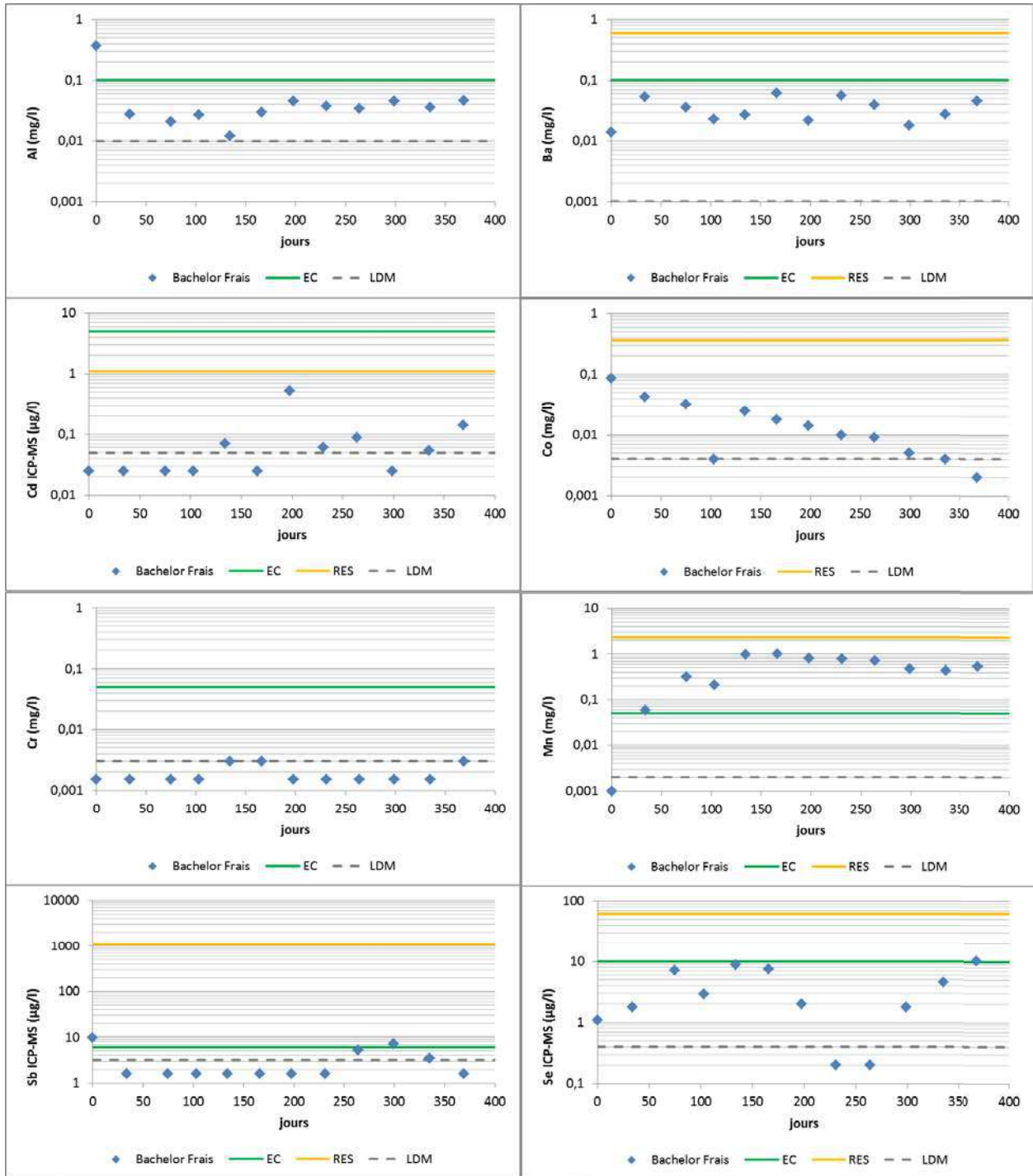
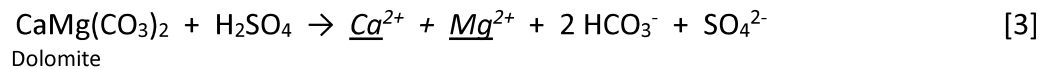
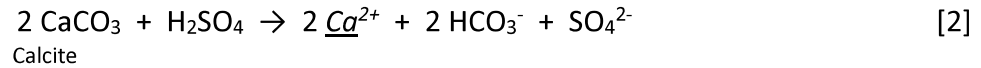
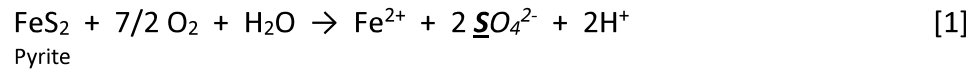


Figure 8 : Évolution des concentrations en Al, Ba, Cd, Co, Cr, Mn, Sb et Se dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

6.4.4 Évolution des éléments liés au drainage minier acide ou neutre

Dans les investigations du potentiel de génération d'acide à long terme, on utilise les concentrations en S_{total} déterminées en ICP-AES comme témoins de l'oxydation des sulfures, selon l'équation 1. Les concentrations en Ca, Mg et Mn (souvent en inclusion dans la dolomite) sont, pour leur part, utilisées comme traceurs pour représenter la neutralisation par les carbonates, tel que représenté aux équations 2 et 3.



La figure 9 présente l'évolution de la concentration en S_{total} dans les rinçages. On observe un pic à 1 580 mg S_{total}/l au deuxième rinçage. Ceci vient appuyer l'hypothèse de la dissolution des produits d'oxydation des sulfures déjà présents dans l'échantillon. On observe également un minima au quatrième rinçage, tel qu'observé dans la conductivité (figure 4). Les concentrations ensuite obtenues (après 134 jours) ont une tendance à la baisse de 750 à 354 mg S_{total}/l .

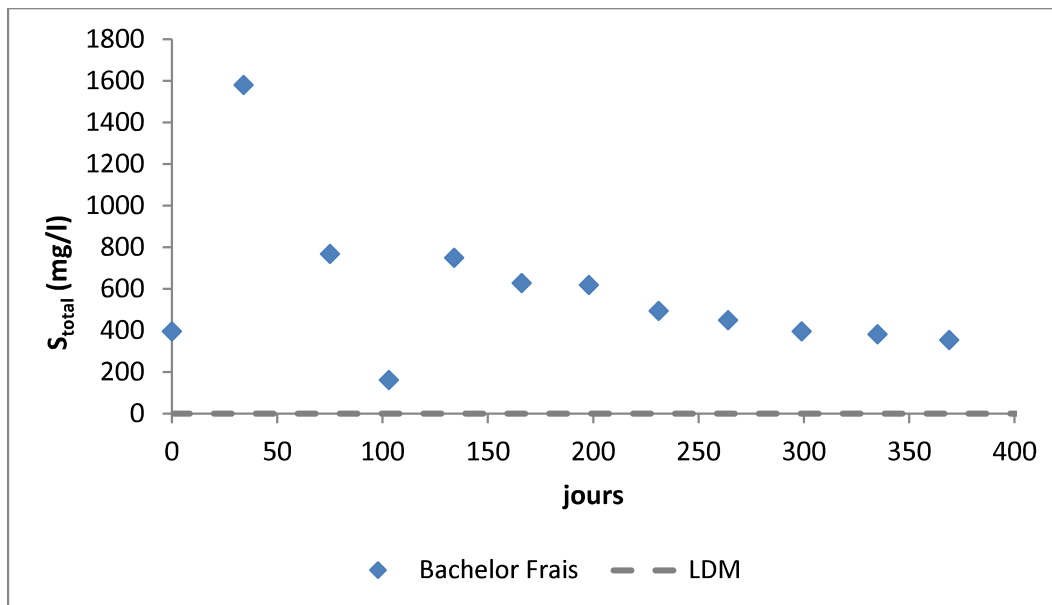


Figure 9 : Évolution des concentrations en S_{total} dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

Les évolutions des concentrations en Ca, Mg et Mn sont présentées à la figure 10. Sans être des copies conformes, on observe que les évolutions des concentrations en Ca et Mg suivent les grandes lignes de ce qui a été observé pour le S_{total} (figure 9). La mobilisation du Mn est, pour sa part, modeste.

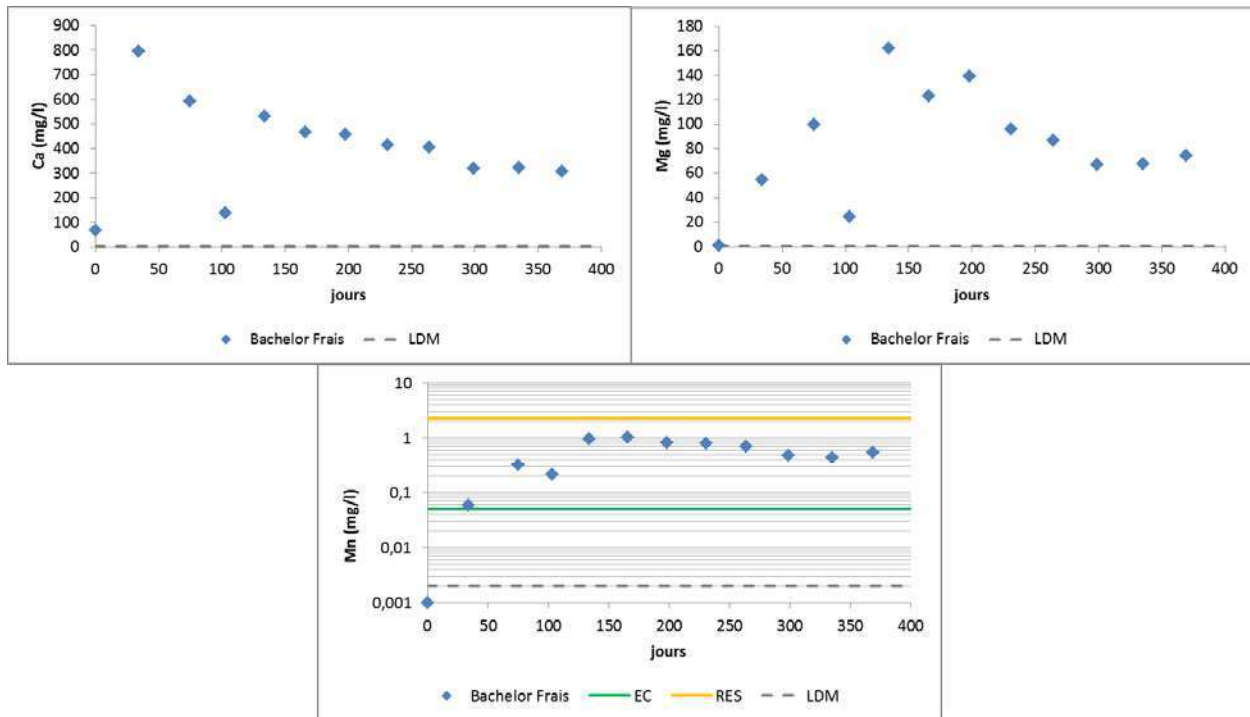


Figure 10 : Évolution des concentrations en Ca, Mg et Mn dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

La représentation graphique des charges élémentaires cumulées de rinçage en rinçage permet d'obtenir une appréciation des taux de production des éléments. De telles représentations sont présentées aux figures 11 et 12. Dans ces diagrammes, on additionne les charges en Ca, Mg et Mn comme étant des produits totaux de la neutralisation, c'est ce qui est présenté à la figure 12. La pente de ces graphes représente le taux de réaction d'oxydation (production d'acidité) et de neutralisation (en mg/kg•jour).

Dans une approche proposée par Benzaazoua *et al.* (2001), on trace ce que les auteurs ont nommé les courbes d'oxydation-neutralisation :

- On place en abscisse les charges cumulées et normalisées en S_{total} (ou sulfates) : traceur de l'oxydation;
- On place en ordonnée les charges cumulées et normalisées en Ca, Mg et Mn additionnées : traceurs de la neutralisation par les carbonates ;
- Si la libération de Ca, Mg et Mn est bien reliée à la neutralisation de l'acidité produite par l'oxydation, on obtient une droite ;
- Si la relation obtenue est plutôt tortueuse, il y a un débalancement entre l'oxydation et la neutralisation dans l'essai.

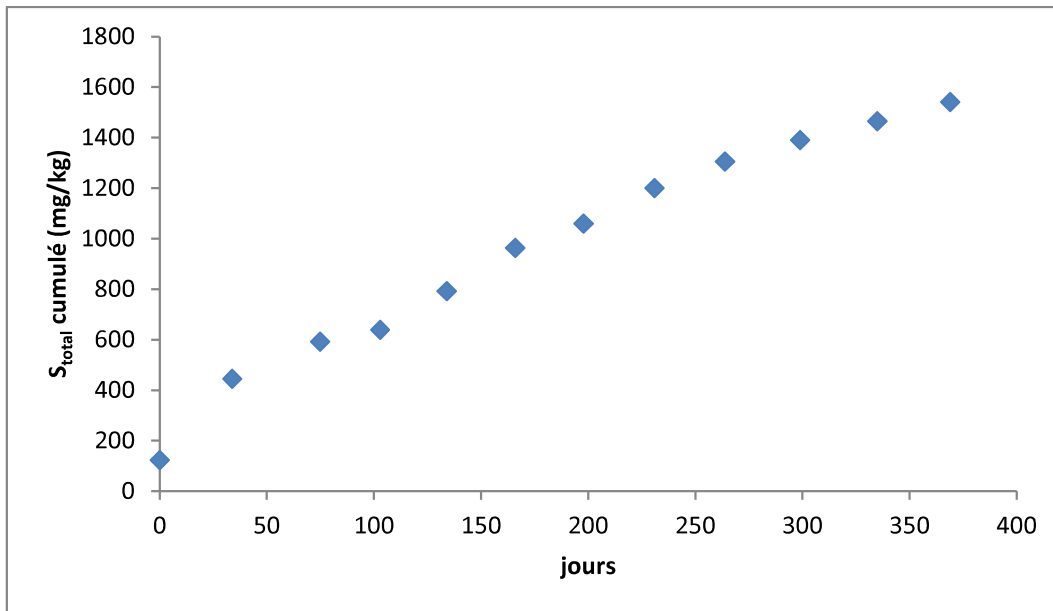


Figure 11 : Évolution des charges cumulées en S_{total} dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

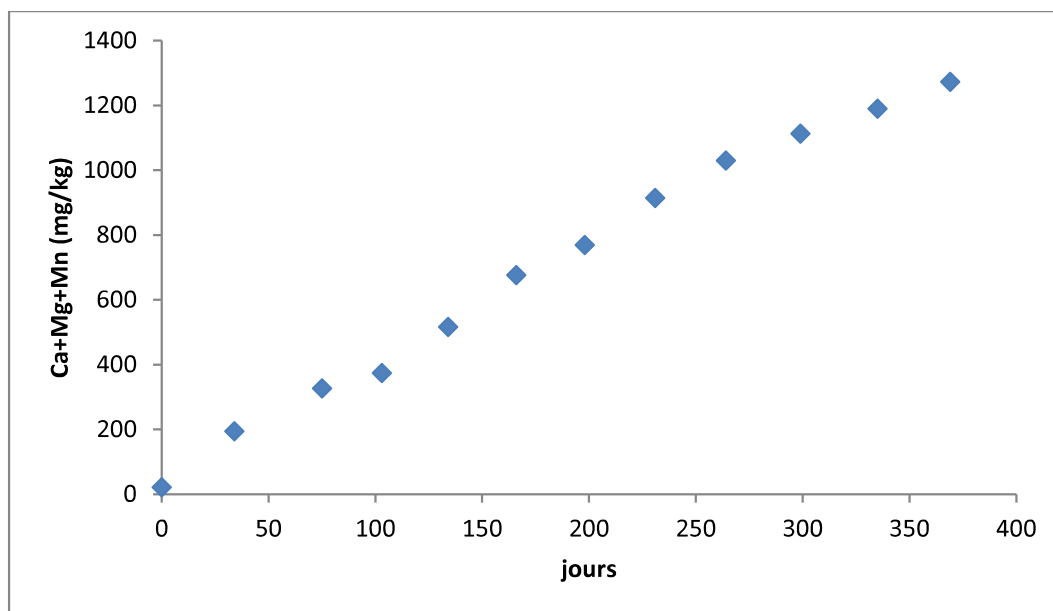


Figure 12 : Évolution des charges cumulées en Ca, Mg et Mn additionnées dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

La figure 13 présente donc la courbe d'oxydation-neutralisation pour l'ensemble des rinçages de la colonne Résidus Frais. La relation obtenue est linéaire ; c'est donc de dire que la libération de Ca, Mg et Mn est bel et bien liée à la production d'acidité par l'oxydation des sulfures pendant l'essai.

Benzaazoua *et al.* (2004) vont d'ailleurs plus loin en utilisant les courbes d'oxydation-neutralisation pour la prédiction du potentiel de génération d'acide (PGA) à long terme. Un point représentant les teneurs initiales de l'échantillon en S_{sulfures} et en Ca, Mg et Mn additionnées est représenté dans le plan Ca+Mg+Mn vs S_{total} en même temps qu'un prolongement de la courbe d'oxydation-neutralisation, à l'aide de l'équation de la droite sur la *figure 13*. Un point situé au-dessus de la courbe d'oxydation-neutralisation représente un matériel qui a un surplus de minéraux neutralisants par rapport à la quantité requise pour neutraliser l'acidité qui serait produite par l'oxydation de tout le S_{sulfure} dans l'échantillon, donc un matériel non-générateur de DMA à long terme. À l'inverse, un point situé sous la courbe représente un matériel qui présente un déficit en minéraux neutralisants, donc un matériel acidogène à long terme.

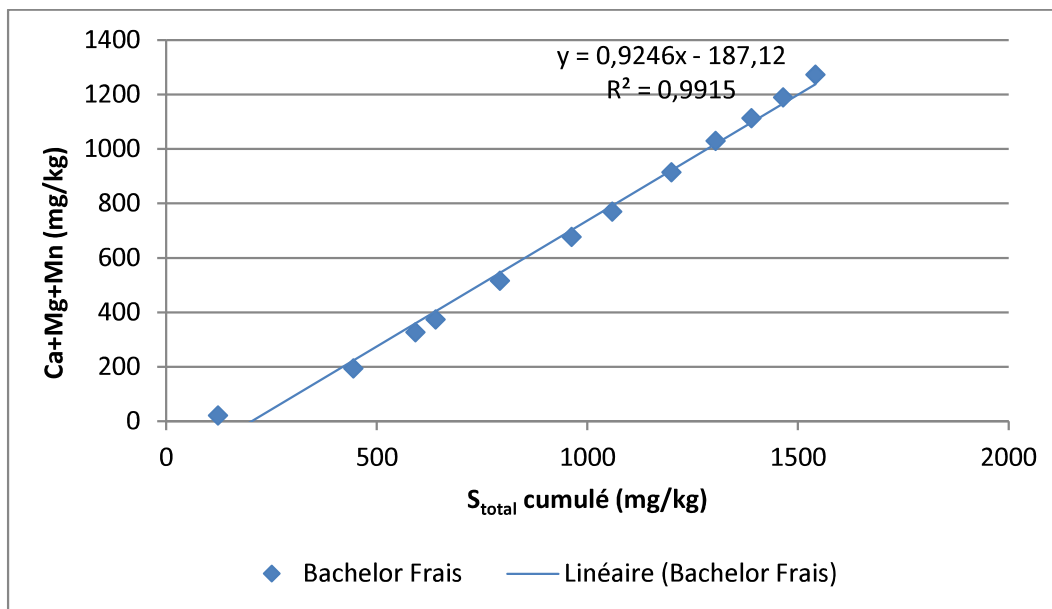


Figure 13 : Évolution des charges cumulées en Ca, Mg et Mn additionnées en fonction des charges cumulées en S_{total} dans les rinçages de l'essai en colonne sur les Résidus Frais

Les résultats de l'approche Benzaazoua *et al.* (2004) de détermination du PGA à long terme sont présentés à la *figure 14*. Les teneurs totales en Ca, Mg et Mn (carré bourgogne dans le graphe) ont été calculées à partir des analyses chimiques (*tableau 2*), ainsi qu'à partir des résultats de l'analyse minéralogique en ne considérant que les carbonates (*tableau 3*) (losange vert). On démontre donc, que dans les conditions de l'essai en colonne, les Résidus Frais ne seraient pas acidogènes à long terme, puisqu'il existe un large excédent de matériaux neutralisants par rapport à la quantité requise (estimée à 6238 mg/kg de Ca+Mg+Mn) pour neutraliser l'acidité produite par l'oxydation complète des sulfures. Cette conclusion est en accord avec les résultats des essais statiques qui démontrent un large excès du PN par rapport au PA (*tableau 4*).

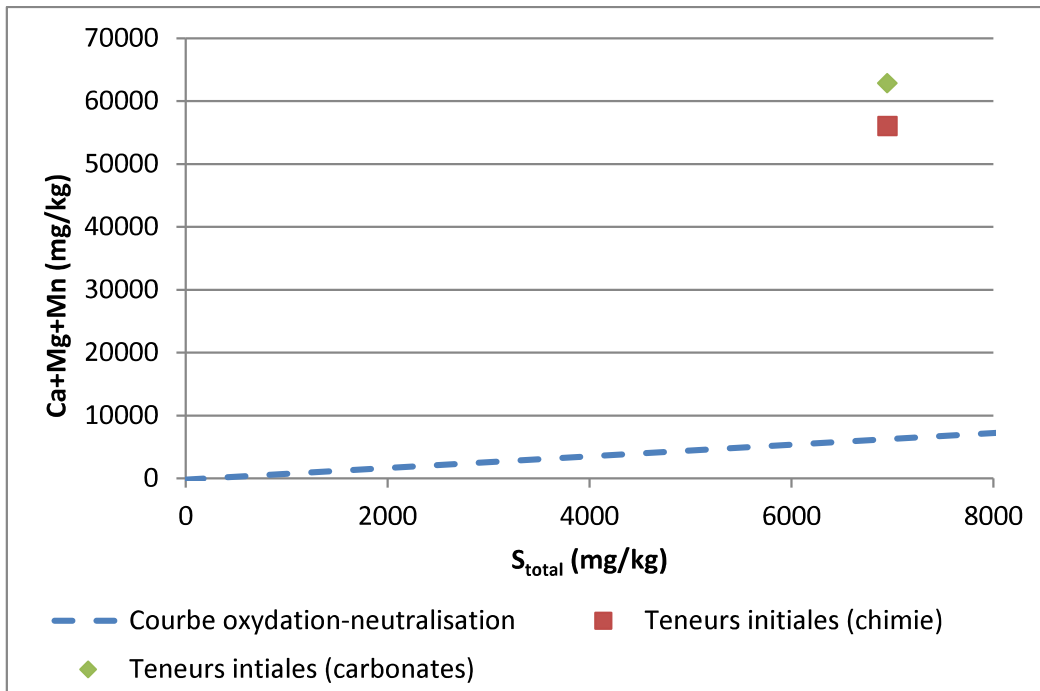


Figure 14 : Résultats de la démarche Benzaazoua *et al.* (2004) pour la prédiction du PGA à long terme

7. Conclusions

Les conclusions suivantes ne s'appliquent qu'aux échantillons soumis par le client, placés dans les conditions des essais décrits précédemment.

On observe que les Résidus Bachelor Frais (issus du traitement du minerai de la nouvelle zone minéralisée) sont principalement composés de silicates (Albite, Quartz, Chlorite, Muscovite), sont peu sulfureux (0,695 % $S_{sulfures}$, principalement sous forme de Pyrite, PA de 21,7 kg $CaCO_3/t$) et possèdent un bon potentiel neutralisant (entre 125 et 133 kg $CaCO_3/t$), ce qui les classe comme non acidogènes, selon les critères de la *Directive 019* (PNN de 103 kg $CaCO_3/t$ et PN/PA de 5,76). Le mélange des nouveaux résidus avec les résidus déjà en place dans la Cellule 2 du PARM (rapport Frais/Cellule 2 de 17%/83 %) a aussi retourné une faible teneur en sulfures (0,829 % $S_{sulfures}$, PA de 25,9 mg $CaCO_3/t$) et un PN de 89 kg $CaCO_3/t$. Selon les critères de la *Directive 019*, le mélange se classe également comme non acidogène en raison de son PNN de 63,1 kg $CaCO_3/t$ et de son PN/PA de 3,44.

On observe que le lessivage de l'eau de procédé et des produits d'altération de l'échantillon initial semble se produire au cours des trois premiers rinçages et affecte grandement la qualité d'eau dans ces derniers. Les résultats des rinçages subséquents (jour 134 et suivants) représenteraient mieux les réactions qui ont eu lieu dans l'essai en colonne.

Les concentrations en Zn dans les rinçages de l'essai en colonne dépassent la limite à l'effluent final de la *Directive 019* (0,5 mg Zn/l) pour plusieurs rinçages et les concentrations se stabilisent aux alentours (tantôt au-dessus, tantôt au-dessous) de cette limite en fin d'essai. Les concentrations des autres métaux normés par la *Directive 019* ou la *PPSRTC* montrent généralement des concentrations faibles. Celles en Mn et Se approchent leur critère de qualité

des eaux souterraines aux fins de consommation (EC), mais ce critère ne s'applique peut-être pas au site étudié. Aussi, les concentrations en Cu dépassent souvent le critère de qualité des eaux souterraines pour le cas de *Résurgence dans les eaux de surface* ($RES = 0,0073$ mg Cu/l).

L'essai en colonne a produit des rinçages neutres (pH moyen des rinçages de 7,79 et stables après 134 jours), mais contaminés en Zn et légèrement en Cu et Co. De plus, les extrapolations à long terme à partir des résultats obtenus en colonne démontrent un matériel non acidogène à long terme dans les conditions de réalisation de l'essai. Ces résultats viennent donc appuyer les résultats des essais statiques.

À la lumière de l'essai en colonne, les nouveaux résidus produits lors de l'exploitation de la nouvelle zone minéralisée de Bachelor pourraient occasionner une problématique de drainage neutre contaminé (DNC) en Zn et, dans une mesure moindre, en Cu et Co.

Au moment d'écrire cette version préliminaire, une réanalyse est en cours sur l'échantillon Résidus Frais, puisque les analyses initiales en Zn, Cu et Co étaient sous les limites de détection analytique.

8. Recommandations

Bien que le mandat de la présente étude ait été complété, il demeure certaines interrogations qui pourraient être étudiées.

Les techniques d'investigations minéralogiques utilisées dans la présente étude n'ont pas permis de déterminer la provenance du Zn et du Cu dans les eaux de rinçages. L'hypothèse est que les résidus Bachelor contiennent de la sphalérite et de la chalcopryrite, mais à des concentrations non détectables en DRX (technique limitée, voir section 5.2). Une investigation par microscopies optique et électronique, voir même analyse minéralogique automatisée (p. ex. : QEMSCAN) permettrait d'identifier les minéraux porteurs de Zn et Cu.

Des essais cinétiques à échelle intermédiaire et aux conditions climatiques du site (p. ex. : des essais en baril ou parcelle *in situ*) permettraient de valider si, dans des conditions réelles de terrain, la problématique de drainage neutre contaminé apparaîtrait, comme ce fut le cas dans les conditions de l'essai en colonne au laboratoire.


Il serait aussi intéressant de vérifier en laboratoire, voire sur site, des techniques de restauration qui permettraient d'atténuer la problématique de DNC observée. On peut penser à des technologies de recouvrement en matériaux d'ingénierie ou naturels dans le but de contrôler le mouvement des fluides (eau, oxygène).


9. Références

ASTM C1069-09(2014). Standard Test Method for Specific Surface Area of Alumina or Quartz by Nitrogen Adsorption.

ASTM D5550 – 06. Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Gas Pycnometer. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006.

- BEAULIEU, M. (2016). *Guide d'intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ISBN 978-2-550-76171-6, 210 p.
- BENZA AZOUA, M., BUSSIÈRE, B. and DAGENAIS, A.M. (2001). Comparison of kinetic tests for sulphide mine tailings. *Tailings and Mine Waste '01*, Balkema, Rotterdam.
- BENZA AZOUA, M., BUSSIÈRE, B., DAGENAIS, A.M. and ARCHAMBAULT, M. (2004). Kinetic tests comparison and interpretation for prediction of the Joutel tailings acid generation potential. *Environmental Geology*, 46:1086–1101.
- BOUZHACH, H. (2013) *Modification et amélioration des tests statiques et cinétiques pour une prédiction fiable du drainage minier acide*, Thèse de doctorat, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.
- BOUZHACH H., BENZA AZOUA M., PLANTE B. and BUSSIÈRE B. (2015). A quantitative approach for the estimation of the "fizz rating" parameter in the acid-base accounting tests: A new adaptations of the Sobek test. *Journal of Geochemical Exploration*. 153C : 53-65.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2012). *Directive 019 sur l'industrie minière*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Mars.
- ISO 13320:2009. *Particle size analysis -- Laser diffraction methods*.
- LAWRENCE, R.W. and WANG, Y. (1997). Determination of Neutralization Potential for Acid Rock Drainage Prediction, MEND report 1.16.3.
- Règlement sur les effluents des mines de métaux. DORS/2002-222, version 2008. (<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2002-222/20080619/P1TT3xt3.html>)
- RIETVELD, H.M. (1993). *The Rietveld Method*. Ed. R.A. Young, Oxford University Press, 298 p.
- SOBEK, A.A., SCHULLER, W.A., FREEMAN, J.R. and SMITH, R.M. (1978). *Field and Laboratory Methods Applicable to Overburdens and Minesoils*. EPA-600/2-78-054.
- VILLENEUVE, M. (2004). *Évaluation du comportement géochimique à long terme de rejets miniers à faible potentiel de génération d'acide à l'aide d'essais cinétiques*. Mémoire de maîtrise en génie minéral, École Polytechnique de Montréal.
- VILLENEUVE, M., BUSSIÈRE, B., BENZA AZOUA, M., AUBERTIN, M. (2009). Assessment of interpretation methods for kinetic tests performed on low acid generating potential tailings. Paper presented at Securing the Future and 8th ICARD, June 23-26, Skellefteå, Sweden.


Mathieu Villeneuve
OCQ n° 2000-121


Benoît Plante, Ph.D.
OCQ n° 2002-147

ANNEXE 5

**TABLEAU RÉSULTATS DE LA DÉTERMINATION DU PGA DES ÉCHANTILLONS DE RÉSIDUS SECS ISSUS D'UNE
INVESTIGATION TECHNIQUE MENÉE PAR BBA EN 2019**

Résultats du PGA des échantillons de résidus secs issus d'une investigation technique menée par BBA en 2019

Échantillon	Année	Localisation	PN	PA	PNN (PN net)	NPR (PN/PA)	Total soufre
			(kg CaCO ₃ /t)			ratio	(%)
BH-BBA-19-23	2019	Cellule 1	111	22,2	88,8	5,00	0,71
BH-BBA-19-24	2019	Cellule 1	88	19,7	68,3	4,47	0,63
BH-BBA-19-25	2019	Cellule 1	85	26,3	58,7	3,23	0,84
BH-BBA-19-26	2019	Cellule 1	95	21,3	73,7	4,46	0,68
BH-BBA-19-27	2019	Cellule 1	78	19,1	58,9	4,08	0,61
BH-BBA-19-28	2019	Cellule 1	101	22,20	78,8	4,55	0,71
BH-BBA-19-29	2019	Cellule 1	118	19,7	98,3	5,99	0,63

Source : BBA, 2019.

PN = Potentiel de neutralisation

PA = Potentiel d'acide basé sur le sulfure de soufre

PNN = Net PN = PN – PA

ANNEXE 6

ÉTUDES DE CONCEPTION DU PARB

A. RÉVISION DU CONCEPT DE GESTION DU PARC À RÉSIDUS DU SITE MINIER BACHELOR
DESMARAVISVILLE (QC) (AMEC, 2018)

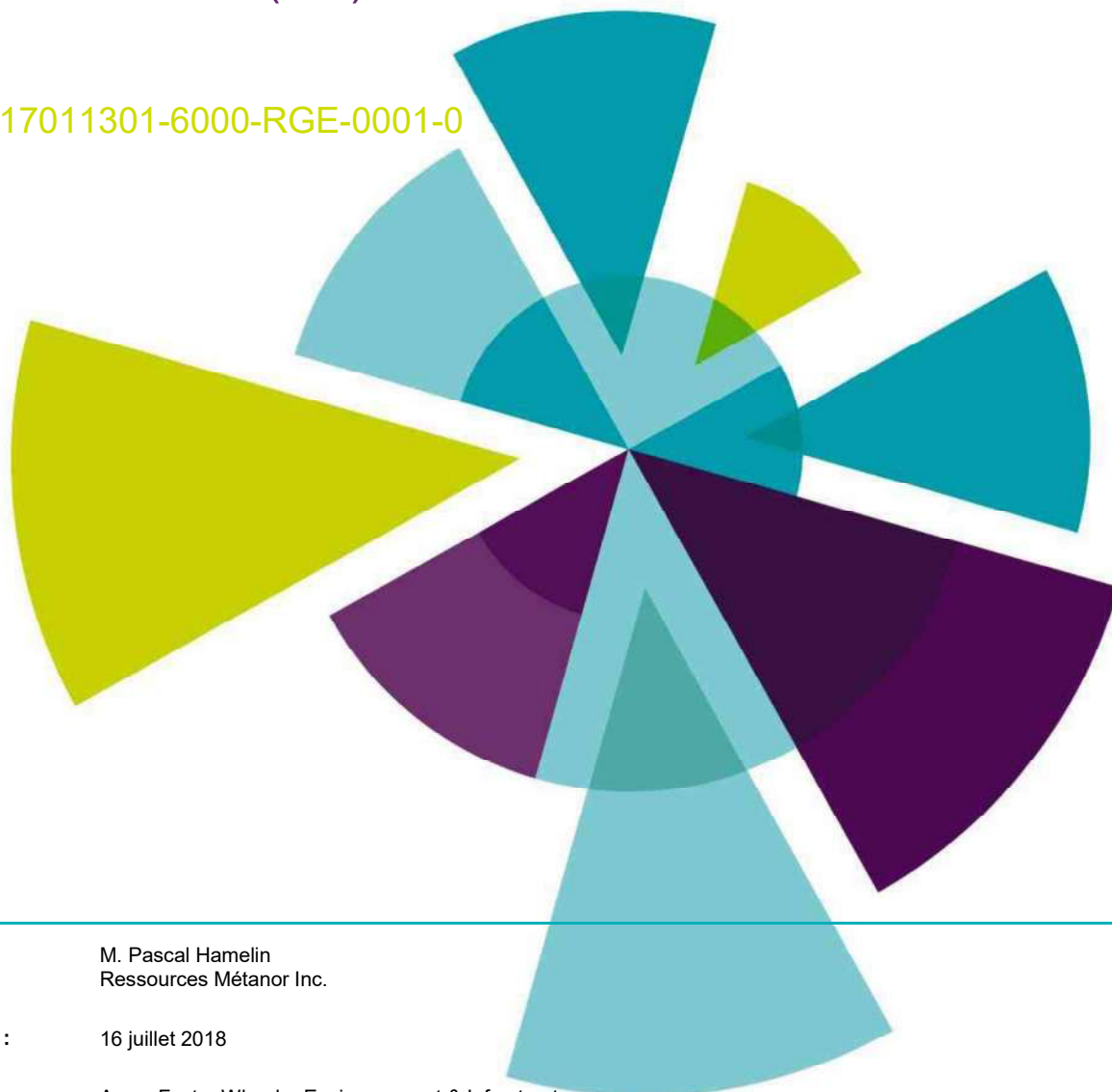


Révision du concept de gestion des résidus et de l'eau du parc à résidus du site minier

Bachelor

Desmaraisville (QC)

TX17011301-6000-RGE-0001-0



À : M. Pascal Hamelin
Ressources Métanor Inc.

Date : 16 juillet 2018

De : Amec Foster Wheeler Environnement & Infrastructure
Une division d'Amec Foster Wheeler Amériques Limitée

Présenté à

Pascal Hamelin
Président et Chef de l'exploitation
Ressources Métanor Inc.
200, chemin de la Mine
Desmaraisville (QC) J0Y 1H0

Équipe de réalisation

Ressources Métanor Inc.

Chargé de projet : Pascal Hamelin
Président et Chef de l'exploitation

Amec Foster Wheeler

Coordonnatrice de projet : Brigitte Masella, M.E.S.
Ingénieurs : Vu Tran, ing.
Desheng Deng, ing., PhD
Carlos Contreras, ing., M.Sc.A.
Donstin Dontsi, ing.jr
Cartographie et dessins : Imène Djermouni

Réalisé par

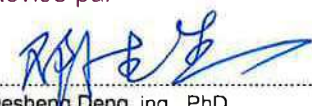


Vu Tran, ing.
Chargé de projet principal
Gestion minière



Donstin Dontsi, ing.jr
Chargé de projet junior
Gestion minière

Révisé par



Desheng Deng, ing., PhD
Ingénieur concepteur principal
Conception minière

N/Réf. : TX17011301-6000-RGE-0001-0

P:\Project\2017\TX 17 0113 01 Metanor\5.0 Rapport et
calculs\5.3 Rapport\Rapports draft\Ph 6000 Bache Parc
residus\TX17011301-6000-RGE-0001-0.doc

Droit d'auteur

Le contenu et la mise en page du présent rapport sont visés par un droit d'auteur dont © Amec Foster Wheeler 2017 est titulaire, sauf dans la mesure où nous avons valablement cédé ce droit à une autre partie ou si ce droit est utilisé sous licence par Amec Foster Wheeler.

Avis de non-responsabilité à l'égard d'un tiers

Le fait que le présent rapport soit utilisé par un tiers ou lui soit communiqué est soumis au présent avis de non-responsabilité. Le présent rapport a été préparé par Amec Foster Wheeler à la demande et à l'usage exclusif de la partie à laquelle il s'adresse, sauf indication contraire clairement énoncée dans le rapport ou le contrat. Le présent rapport ne sera pas utilisé par un tiers ni mis à sa disposition pour quelque raison que ce soit sans le consentement écrit préalable d'Amec Foster Wheeler. Amec Foster Wheeler ne sera pas tenue responsable de l'utilisation non autorisée du présent rapport par un tiers, peu importe la façon dont le tiers a obtenu le rapport. Toute partie qui permet la divulgation non autorisée du rapport à un tiers, qui lui l'utilise sans avoir obtenu le consentement écrit préalable d'Amec Foster Wheeler convient de défendre, d'indemniser et de dégager de toute responsabilité Amec Foster Wheeler à l'égard de l'ensemble des réclamations, demandes ou actions découlant de la violation du présent avis de non-responsabilité.

Méthode

La méthode (le cas échéant) proposée dans le présent rapport vous est transmise à titre confidentiel, et ne doit pas être communiquée ni reproduite à l'intention des tiers sans avoir obtenu le consentement écrit préalable d'Amec Foster Wheeler. La divulgation de ces renseignements peut constituer un abus de confiance donnant ouverture à des poursuites ou porter préjudice à nos intérêts commerciaux.

Suivi des révisions

N°	Description	Date
A	Version A	29-03-2018
B	Version B	24-05-2018
0	Version Finale	16-07-2018

Amec Foster Wheeler

Environnement & Infrastructure
Une division d'Amec Foster Wheeler Amériques Limitée
1425, route Transcanadienne, bureau 400
Dorval (Québec) H9P 2W9
CANADA
(514) 684-5555
1 866 943-2632

Table des matières

	Page
1. Introduction	1
1.1 Mandat	1
1.2 Description des sites miniers Barry et Bachelor	1
2. Données de base et hypothèses et critères de conception	2
2.1 Données d'arpentage et bathymétries	3
2.2 Données géotechniques	3
2.3 Rapports et documents techniques	3
2.4 Propriétés des résidus miniers	3
2.5 Données de production des résidus	4
2.6 Données climatologiques	4
2.7 Bilan d'eau de conception	5
2.8 Infrastructures de retenue/rétention	6
3. Mode de gestion actuel des résidus et d'eau au parc à résidus Bachelor	7
4. Scénarios de gestion de l'eau et des résidus	9
4.1 Analyse comparative des options	15
5. Optimisation des Options 2 et 6	16
5.1 Option 2 : Empilement des résidus à sec	16
5.2 Option 6 : Déposition conventionnelle	17
6. Option de gestion des résidus proposée	17
6.1 Stratégie de gestion des résidus et de l'eau	17
6.2 Bilan d'eau	18
6.3 Plan de remplissage long terme	19

7.	Limites du projet et recommandations	19
7.1	Étude géotechnique et hydrogéologique, et analyses de stabilité	19
7.2	Évaluation de la stabilité des piliers de surface	20
7.3	Matériaux de construction	20
7.4	Mise à jour du bilan d'eau de conception	20
7.5	Conception des déversoirs d'opération et d'urgence	20
7.6	Plans de remplissage détaillés (court et long terme)	21
7.7	Optimisation de l'option choisie	21

8.	Conclusion	21
-----------	-------------------	-----------

Table des matières (suite)

Page

Liste des figures

Figure 1-1 : Plan de localisation des sites miniers Bachelor et Barry	2
Figure 3-1 : Aménagement du parc à résidus actuel Bachelor	8
Figure 4-1 : Option 1 - Déposition conventionnelle et expansion des côtés Ouest et Est et vers le Nord	10
Figure 4-2 : Option 2 - Empilement des résidus à secs, sans aucun agrandissement de l'empreinte actuelle	11
Figure 4-3 : Option 3 - Empilement des résidus à sec et expansion vers le Nord	12
Figure 4-4 : Option 4 - Déposition conventionnelle, expansion du parc à résidus des cotés Est et Ouest et vers le Sud	13
Figure 4-5 : Option 5 - Déposition conventionnelle, expansion cotés Est et Ouest et vers le Sud	14
Figure 4-6 : Option 6 - Déposition conventionnelle, expansion des côtés Est et Ouest et vers le Sud	15
Figure 6-1 : Flux d'eau proposé pour le parc à résidus Bachelor	18

Liste des tableaux

Tableau 2-1 : Propriétés des résidus miniers provenant des sites miniers Barry et Bachelor	4
Tableau 2-2 : Stations météorologiques de la zone d'étude exploitées par Environnement et Changement climatique Canada	4
Tableau 2-3 : Averse de durée 24 h et de récurrence 1000 ans, 2000 ans et PMP	5
Tableau 2-4 : Équivalent en eau de la couverture de neige de récurrence centennale et extrême	5
Tableau 2-5 : Évaluation de la crue de projet	6
Tableau 2-6 : Contraintes de base pour la gestion de l'eau	6
Tableau 2-7 : Facteurs de sécurité pour la stabilité des ouvrages, Directive 019	6
Tableau 6-1 : Bilan d'eau pour le parc à résidus du site Bachelor (6 mois)	19

Liste des annexes

Annexe 1	Restrictions s'appliquant au présent rapport
Annexe 2	Options d'entreposage des résidus proposés
Annexe 3	Matrice décisionnelle
Annexe 4	Plans de remplissage optimisés – Option 2
Annexe 5	Plan de remplissage long terme
Annexe 6	Coupes conceptuelles des nouvelles infrastructures à construire et du rehaussement de la digue médiane
Annexe 7	Analyses de stabilité pour l'optimisation de l'Option 2
Annexe 8	Analyses de stabilité pour le rehaussement des digues, Option 6

1. Introduction

La compagnie minière Ressources Métanor (« Métanor ») prévoit redémarrer l'exploitation de la mine Barry, située à une centaine de kilomètres à l'est de Lebel-sur-Quévillon, pour une période de 10 ans, soit de 2019 à 2029. Le taux d'extraction du minerai prévu sera de 1 800 tonnes par jour (« t/j ») par voie souterraine. Étant donné que la mine Barry ne possède pas d'usine de traitement, le minerai sera transporté quotidiennement par camion sur des chemins forestiers existants jusqu'à l'usine de traitement de la mine Bachelor située à 3,5 kilomètres à l'est de Desmaraisville, et à 95 km au nord-est de Lebel-sur-Quévillon. Le trajet de la mine Barry à la Bachelor s'étire sur environ 110 km.

Parallèlement à l'exploitation du site minier Barry, Métanor poursuivra l'extraction du minerai actuellement en cours à la mine Bachelor, à un taux maximal de 600 t/j. Ainsi, afin de traiter le minerai en provenance des deux sites miniers (Barry et Bachelor), la capacité de traitement actuelle de l'usine Bachelor (800 t/j) devra être augmentée à 2 400 t/j. Pour ce faire, de nouveaux équipements devront être ajoutés dans l'usine de traitement, et le parc à résidus miniers Bachelor (« PAR Bachelor ») devra être agrandi, pour qu'il puisse contenir au minimum 8 millions de tonnes (« Mt ») de résidus.

Selon les informations qui ont été transmises à Amec Foster Wheeler, le minerai provenant de la mine Bachelor est potentiellement générateur d'acide, mais celui provenant de la mine Barry n'a pas démontré de drainage minier acide dans le passé.

1.1 Mandat

Métanor a mandaté Amec Foster Wheeler pour effectuer une révision du concept de gestion des résidus et de l'eau du PAR Bachelor, en considérant un tonnage de résidus projeté de 2 400 t/j, pour un total d'environ 8 Mt de résidus à entreposer pour les dix prochaines années. Tel que présenté dans la proposition QP-7980, le mandat inclut les activités suivantes :

- ▶ La révision du concept du PAR Bachelor afin de contenir au minimum 8 Mt de résidus;
- ▶ La planification du remplissage long terme, incluant la préparation du bilan d'eau préliminaire de conception;
- ▶ La préparation des plans conceptuels des infrastructures requises (à construire ou à rehausser) pour la gestion des résidus et de l'eau du site;
- ▶ La préparation d'un rapport technique résumant les critères et les hypothèses formulés, de même que les résultats et les recommandations.

Ce rapport présente une description sommaire des sites miniers Bachelor et Barry, les données de base et hypothèses utilisées dans le cadre de cette étude, ainsi que les différents scénarios de gestion des résidus miniers et de l'eau. Une matrice décisionnelle a également été préparée, afin de sélectionner l'option la plus avantageuse pour Métanor. Le rapport présente également une description détaillée de l'option choisie, incluant le bilan d'eau de conception préliminaire et les plans conceptuels des infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau.

1.2 Description des sites miniers Barry et Bachelor

La mine Barry est localisée dans la partie Nord-Ouest du Canton de Barry, à environ 90 km à l'est de la ville de Lebel-sur-Quévillon et à environ 65 km au sud-est du village de Desmaraisville.

Le site de la mine Bachelor est situé au nord-est de Lebel-sur-Quévillon dans le canton de Le Sueur, à près de 4 km de Desmaraisville, dans le territoire du gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie-James, au Québec. La Figure 1-1 illustre l'emplacement des deux sites miniers.

Le site Bachelor comprend un parc à résidus, un bassin de polissage, les bâtiments administratifs et l'usine. Des résidus silteux non générateurs d'acide, mais contaminés par des cyanures provenant du moulin, sont produits à des taux variables et sont déposés dans le parc à résidus. Ce dernier, d'une superficie d'environ 67 ha, comprend plusieurs cellules, soient les cellules 1 à 4 et le bassin d'eau. Les digues existantes sont la digue Nord et la digue Ouest (les deux étant imperméables) et plusieurs digues internes. La déposition des résidus est présentement réalisée au secteur Ouest du PAR Bachelor, près de l'usine.

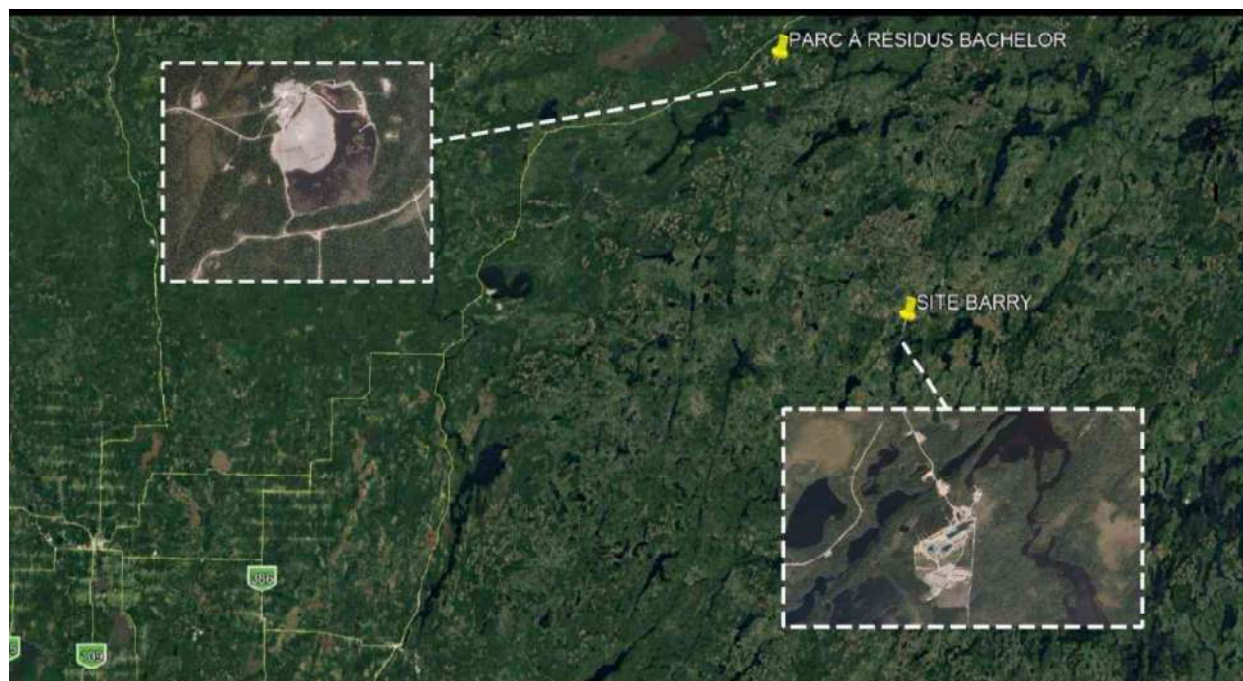


Figure 1-1 : Plan de localisation des sites miniers Bachelor et Barry

2. Données de base et hypothèses et critères de conception

Les sections qui suivent présentent les données et les informations opérationnelles fournies par Métanor, ainsi que les données déjà existantes disponibles dans les anciens rapports d'Amec Foster Wheeler. Ces informations ont été utilisées dans la présente étude. Par ailleurs, certaines hypothèses ont été émises par Amec Foster Wheeler, en fonction des contraintes et des exigences opérationnelles de Métanor.

2.1 Données d'arpentage et bathymétriques

Les relevés d'arpentage et de bathymétrie utilisés dans cette étude ont été fournis par Métanor. Il s'agit notamment de :

- ▶ Topographie à l'extérieur du parc : fichier *Plan pour AMEC Avril 2015.dwg*;
- ▶ La bathymétrie du parc telle qu'effectuée les 24 et 25 août 2017 par EnviroCri Services Environnementaux : fichier *5-GeniArp_ENV_172038-1.dwg*.

2.2 Données géotechniques

Les données géotechniques considérées dans le cadre de cette étude proviennent des rapports suivants :

- ▶ « Étude géotechnique et hydrogéologique et conception du parc à résidus de la mine du lac Bachelor » (2007), Golder Associés;
- ▶ « Investigation géotechnique : Rehaussement de la cellule no 1 du parc à résidus Mine Bachelor » (Février 2017), GHD.

2.3 Rapports et documents techniques

Les rapports et documents techniques préparés par Amec Foster Wheeler et par d'autres consultants ont été consultés et utilisés dans le cadre de cette étude. Il s'agit notamment de :

- ▶ GENIVAR. (2011). Projet d'exploitation et de traitement de 900 000 tonnes de minerai d'or du site minier Bachelor. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport final. Rapport de GENIVAR à Ressources Métanor inc. 290 p. et annexes;
- ▶ AMEC. (Novembre 2011). *Vérification et suivi du plan de remplissage*. TX 11 1584 03;
- ▶ MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC - MDDEP. (Mars 2012). *Directive 019 sur l'industrie minière*. Gouvernement du Québec, Québec;
- ▶ AMEC. (Décembre 2011). *Vérification et suivi du plan de remplissage – Analyse de Stabilité*. TX 11 1584 03;
- ▶ LAMONT INC. (Mars 2017). Avis technique sur le potentiel acidogène des stériles, du minerai et des résidus miniers. Desmaraisville, Québec;
- ▶ WSP. (Avril 2017). Demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE : Gestion des résidus miniers révisée au site minier Bachelor, Desmaraisville, Québec.

2.4 Propriétés des résidus miniers

Les hypothèses suivantes ont été utilisées dans la présente étude comme référence pour les propriétés des résidus miniers qui seront entreposés dans le PAR Bachelor :

- ▶ En l'absence de nouvelles informations mesurées, le pourcentage de solides dans la pulpe en poids estimé à 37,5% par Golder en 2007 a été conservé;
- ▶ Selon les informations fournies par Métanor, la densité des résidus est égale à 1,44 t/m³;
- ▶ À partir des données bathymétriques disponibles, la pente de déposition mesurée hors de l'eau est de 1,12%, et celle sous l'eau est de 2,20%. Ces valeurs ont été utilisées dans le cadre de cette étude.

Les propriétés des résidus miniers provenant des sites miniers Barry et Bachelor sont résumées dans le Tableau 2-1.

Tableau 2-1 : Propriétés des résidus miniers provenant des sites miniers Barry et Bachelor

Paramètres	Unité	Valeur	Référence
Densité des résidus	t/m ³	1,44	Métanor
Pourcentage de solides dans la pulpe en poids	%	37.5	Golder (2007)
Pente des résidus hors de l'eau	%	1.12	Amec Foster Wheeler
Pente des résidus sous l'eau	%	2.20	Amec Foster Wheeler

2.5 Données de production des résidus

Comme mentionné à la Section 1 du présent rapport, le tonnage projeté des résidus miniers provenant des mines Barry et Bachelor est de 8 Mt, pour une période de 10 ans. En utilisant la masse volumique présentée à la Section 2.4 (1.44 t/m³), les données fournies par Métanor permettent de prévoir la déposition d'un volume total des résidus d'environ 5,6 Mm³ dans le PAR Bachelor.

2.6 Données climatologiques

Les données météorologiques des stations énumérées au Tableau 2-2 ont été considérées. Les données historiques des précipitations des stations Chibougamau, Lebel-sur-Quévillon et Matagami ont été utilisées pour l'estimation de la couverture de neige. Les courbes intensité-durée-fréquence (IDF) disponibles aux stations Chibougamau et Matagami ont été utilisées.

Tableau 2-2 : Stations météorologiques de la zone d'étude exploitées par Environnement et Changement climatique Canada

Nom	Numéro fédéral	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Distance (*) (km)	Période (**)
Lebel-sur-Quévillon	7094275	49°03'00" N	76°58'00" O	304.5	78	1967-2004
Chibougamau	7091401	49°49'00" N	74°25'00" O	401.7	122	1971-1982
Chibougamau-Chapais	7091404	49°46'00" N	74°32'00" O	387,1	122	1982-1992
Chapais 2	7091305	49°47'00" N	74°51'00" O	396,2	98	1981-2004
Matagami	7094638	49°46'00" N	77°49'00" O	256,0	120	1963-1974
Matagami A	7094639	49°44'00" N	77°38'00" O	281,3	120	1973-1991

* : Distance par rapport au site de la mine

** : Intervalle d'années couvert par les mesures disponibles

Les averses de durée 24 heures pour les récurrences de 1000 ans, 2000 ans et la pluie maximale probable (« PMP »), de même que les valeurs de la couverture de neige de récurrence centennale et extrême ont été

évaluées et utilisées pour l'estimation du bilan critique. Les valeurs sont résumées aux Tableau 2-3 et Tableau 2-4.

Tableau 2-3 : Averse de durée 24 h et de récurrence 1000 ans, 2000 ans et PMP

Nom	1 : 1000 ans (mm)	1 : 2000 ans (mm)	PMP (mm)
Chibougamau	121	130	231
Matagami	111	119	219
Moyenne de deux stations	116	124	225

Tableau 2-4 : Équivalent en eau de la couverture de neige de récurrence centennale et extrême

Nom	Neige 1 : 100 ans* (mm)	Neige Extrême (mm)	Nombre d'années utilisées pour le calcul
Lebel-sur-Quévillon	323	599	23
Chibougamau	423	701	20
Matagami	391	766	24
Moyenne de trois stations	379	689	

* Équivalent en eau de la couverture de neige de récurrence centennale considérant une période d'accumulation de neige entre novembre et avril.

2.7 Bilan d'eau de conception

La conception pour le rehaussement des ouvrages de rétention d'eau et/ou de gestion des résidus miniers doit respecter les critères énoncés dans la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2012) et ceux recommandés par l'Association canadienne des barrages (ACB, CDA, 2007, 2013, 2014), ainsi que les exigences opérationnelles adoptées par Métanor pour le PAR Bachelor.

Conformément aux exigences de la Directive 019, le bassin d'eau du PAR Bachelor devra donc être conçu pour contenir et gérer la crue de conception/de projet sans déversement dans l'environnement.

La crue de projet à considérer dans le cas du PAR Bachelor est l'averse de pluie critique de récurrence 2000 ans d'une durée de 24 heures combinée à une fonte de neige de récurrence 100 ans, et d'une durée de 30 jours.

Sur la base de l'interpolation des données de pluie et de précipitations enregistrées aux trois stations climatologiques d'Environnement et Changement climatique Canada situées à proximité de la mine, la crue de projet a été établie à 505 mm, comme montré au Tableau 2-5.

Tableau 2-5 : Évaluation de la crue de projet

Précipitation	Période de récurrence	Durée	Hauteur d'eau (mm)
Pluie	1 : 2000 ans	24 heures	124
Fonte de neige	1 : 100 ans	30 jours	381
Crue de projet			505

Le bilan de conception devra prendre en considération les contraintes liées à la gestion de l'eau au PAR Bachelor, telles qu'énumérées au Tableau 2-6.

Tableau 2-6 : Contraintes de base pour la gestion de l'eau

Item	Valeur	Unité	Source/référence
Capacité de l'usine de traitement de l'eau	72 000	m ³ /mois	Métanor
Volume d'eau d'exhaure	623	m ³ /j	Métanor

2.8 Infrastructures de retenue/rétention

Les ouvrages de rétention doivent rester stables lorsqu'ils sont sollicités par les chargements statiques et dynamiques à court et à long termes. Conformément aux recommandations de la Directive 019, les facteurs de sécurité minimaux sont présentés au Tableau 2-7.

Tableau 2-7 : Facteurs de sécurité pour la stabilité des ouvrages, Directive 019

Zone	Conditions de chargement	Facteur de sécurité minimal
Amont et aval	Stabilité de pentes, fin de chaque étape de construction (court terme)	1.3 à 1.5
Amont et aval	Stabilité de pentes en présence de la crue de projet (court terme)	1.3
Amont et aval	Stabilité de pentes en conditions stationnaires (long terme)	1.5
Amont	Vidange rapide	1.3
Amont et aval	Analyse pseudo statique ou dynamique pour le cas de chargement sismique, avec bassin rempli et propriétés réduites si liquéfaction possible (valeur post-sismique)	1.1 (1.3)
Centrale	Glissement horizontal de la digue sous chargement statique	1.5
Centrale	Glissement horizontal de la digue pour des pressions générées lors d'une liquéfaction	1.3
Centrale	Capacité portante du sol sous le remblai	1.5

La conception des ouvrages de rétention requis pour la gestion de 8 Mt de résidus ne fait pas partie du mandat actuel. Des coupes typiques conceptuelles des ouvrages requis sont par contre proposées et présentées dans les prochaines sections de ce rapport.

3. Mode de gestion actuel des résidus et d'eau au parc à résidus Bachelor

Anciennement, le mode de gestion des résidus en place au PAR Bachelor était la déposition conventionnelle. Les résidus étaient déposés du secteur Ouest vers l'Est en pulpe. Le bassin d'eau de surnageant était situé dans le secteur Est du PAR. Avec le temps, plusieurs cellules internes avaient été mises en place, soit les cellules 1 à 4. Ces cellules permettaient la déposition des résidus tout en limitant le remplissage du bassin de surnageant par lesdits résidus.

La gestion de l'eau du site Bachelor se fait principalement au niveau du bassin d'eau (surnageant) et du bassin de sédimentation localisé au pied aval du PAR. L'eau de pulpe et l'eau de ruissellement des cellules 1 à 4 se drainent vers le bassin de surnageant. Les eaux de ruissellement, de fonte de neige ainsi que l'eau de pulpe sont collectées dans le bassin surnageant. Une station de pompage permet de recycler l'eau vers l'usine. L'excédent d'eau ainsi que les eaux de mine sont transférés au bassin de sédimentation avant d'être évacués dans l'environnement, lorsque leur qualité environnementale le permet.

Une usine de traitement d'ozone permettant de détruire les cyanures disponibles a été installée au PAR Bachelor. La capacité de traitement de l'usine est d'environ 100 m³/h, soit 2 400 m³/jour ou environ 72 000 m³/mois. L'usine est en fonction de mai à novembre. Toutefois, il sera possible de traiter de l'eau cyanurée 365 jours par année.

La Figure 3-1 présente l'aménagement du PAR actuel.



Figure 3-1 : Aménagement du parc à résidus actuel Bachelor

(Source : Rapport WSP. (Avril 2017). Demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE : Gestion des résidus miniers révisée au site minier Bachelor, Desmaraisville, Québec).

En 2017, un nouveau concept de gestion des résidus a été mis en place au PAR Bachelor. Ce concept, développé par WSP, comprend la mise en place d'un empilement de résidus secs dans une des cellules. Les résidus sont déposés hydrauliquement dans l'une des cellules. Ils sont par la suite excavés et empilés dans une autre cellule. Ce concept de gestion des résidus permettait à Metanor de déposer des résidus, tout en maintenant la même empreinte du PAR à court terme.

Cependant, cette approche est seulement possible à faible tonnage. En augmentant le tonnage de 800 à 2 400 t/j, plusieurs problématiques se présenteront :

- À 2 400 t/j, les résidus ne seront pas assez consolidés et drainés pour être excavés et empilés de façon rapide;
- Avec conséquemment des teneurs en eau plus élevées, les résidus ne pourront pas être compactés à un niveau raisonnable; des problèmes de stabilité et de tassement surviendront;
- La mise en place et le transport desdits résidus seront également problématiques, car les camions ne pourront pas circuler sur des surfaces molles ou boueuses;

- Avec 8 Mt de résidus de plus à entreposer, la zone d'empilement devra être agrandie significativement. Une expansion substantielle du parc sera inévitable afin d'éviter d'affecter le mode de gestion de l'eau du site.

Dans le cadre de ce mandat, afin d'entreposer 8 Mt de résidus sur 10 ans, une révision du concept de gestion de l'eau et des résidus sera nécessaire.

4. Scénarios de gestion de l'eau et des résidus

En général, il est possible d'entreposer les résidus sous forme de pulpe (déposition conventionnelle), sous forme de pâte/épaissis ou encore en empilement à sec. La gestion des résidus en pulpe est relativement similaire à la celle des résidus en pâte/épaissis sur les plans de l'opération et de la gestion de l'eau. Toutefois, les coûts d'investissement en capital (associés à l'épaississement des résidus et à l'achat des pompes volumétriques requises pour pomper les résidus) pour les résidus épaissis sont significativement plus élevés que ceux des résidus en pulpe.

D'autre part, l'empilement des résidus à sec pourrait s'avérer une alternative intéressante pour Métanor, dans la mesure qu'il permet de diminuer les risques géotechniques en érigeant des résidus stables et non liquéfiables. De plus, cette alternative facilite la réclamation progressive et la gestion de l'eau du site, tout en minimisant l'empreinte du PAR.

Au vu de ce qui précède, la déposition des résidus en pulpe et l'empilement des résidus à sec ont été considérés dans le cadre cette étude. La gestion des résidus en mode épaissi est semblable à la gestion des résidus en pulpe avec un investissement plus élevé. Par conséquent, ce mode de gestion ne sera pas considéré dans cette analyse.

Les paragraphes qui suivent présentent chacun des scénarios proposés par Amec Foster Wheeler.

► Option 1 : Déposition conventionnelle, et expansion des côtés Ouest et Est et vers le Nord

La première option consiste à déposer les résidus sous forme de pulpe à l'intérieur des cellules 1, 2 et 3, et du bassin d'eau actuel. La nouvelle cellule proposée pour la gestion des résidus sera agrandie à l'Ouest et à l'Est, afin de pouvoir contenir le tonnage projeté de résidus (8 Mt).

La gestion de l'eau sera réalisée à l'extérieur de la zone d'entreposage des résidus pour maximiser l'espace disponible pour les résidus, le bassin d'eau actuel sera déplacé vers le Nord et un bassin de surnageant de faible envergure sera maintenu. Comme pour la gestion et le traitement de l'eau actuelle, les eaux de ruissellement, de fonte de neige ainsi que l'eau de pulpe seront collectées premièrement dans le bassin surnageant du PAR, qui sert exclusivement à la décantation et comme barrière hydraulique. Cette barrière hydraulique permet d'éviter que les résidus se déplacent vers le bassin de sédimentation. L'eau sera transférée par la suite par gravité au bassin de sédimentation, et déchargée à l'environnement une fois que les critères de qualité requise seront rencontrés.

Cette option a l'avantage d'être simple à opérer et peu dispendieuse. De plus, étant donné que les résidus de la mine Bachelor sont potentiellement générateurs d'acide, la déposition conventionnelle et la construction de nouvelles digues périphériques permettront de maintenir une nappe phréatique élevée et de garder les résidus saturés, limitant ainsi les risques de génération d'acide. Toutefois, l'agrandissement de l'empreinte vers le Nord, où le nouveau bassin de sédimentation sera relocalisé, interceptera des milieux humides comportant possiblement une présence de poisson. Ceci pourra occasionner des délais importants pour l'obtention de permis et autorisations environnementaux, et donner lieu à un projet de compensation.

La Figure 4-1 présente l'Option 1 pour l'agrandissement du PAR, incluant les nouvelles infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau.

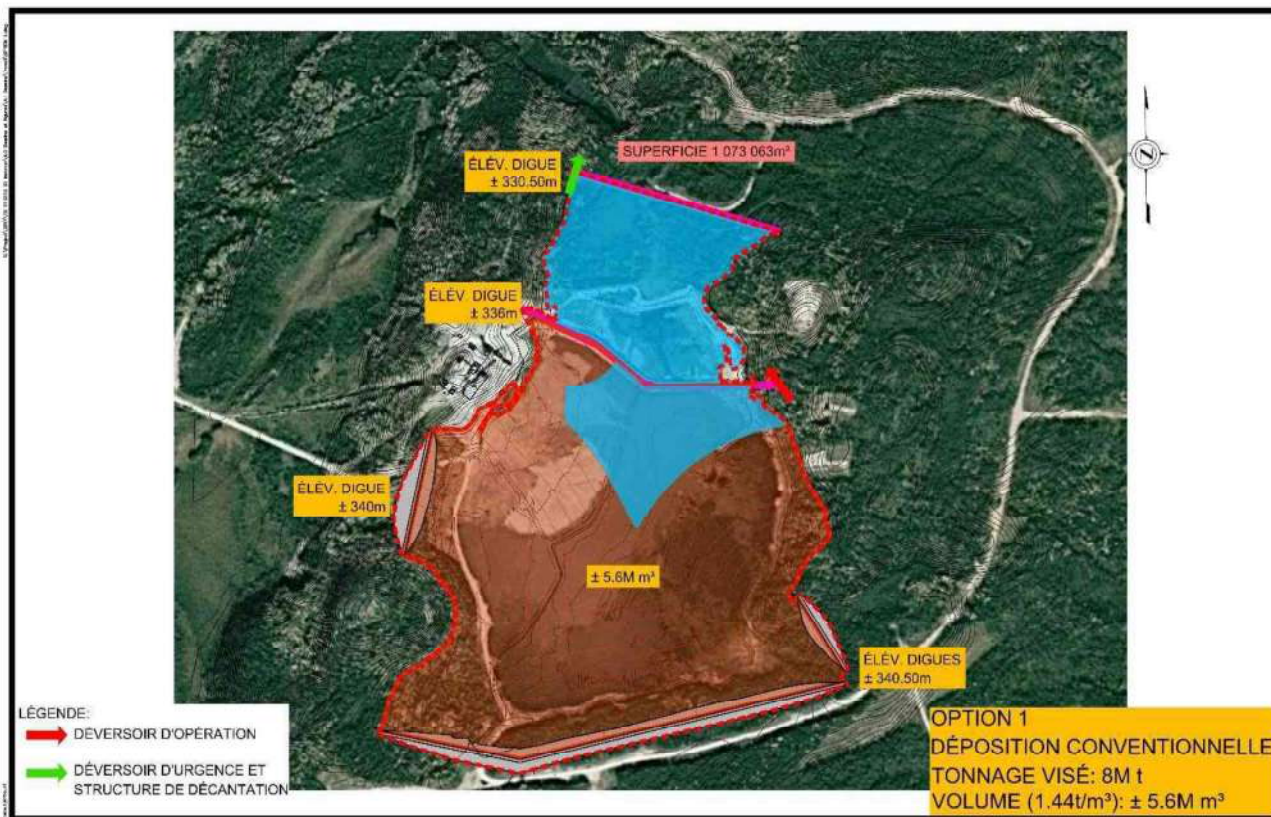


Figure 4-1 : Option 1 - Déposition conventionnelle et expansion des côtés Ouest et Est et vers le Nord

► **Option 2 : Empilement des résidus à sec, sans aucun agrandissement de l'emprise actuelle**

L'Option 2 consiste à modifier considérablement l'opération du site en allant vers l'empilement à sec des résidus. Ce scénario, relativement différent du concept de WSP (pas de déposition hydraulique et excavation), nécessitera un investissement considérable en capital pour les achats des équipements requis.

L'empilement des résidus sera réalisé aux secteurs Ouest et Sud, tout en maintenant le bassin d'eau de sédimentation actuel pour la gestion de l'eau. Afin de donner plus de flexibilité pour la gestion et le traitement de l'eau, le bassin de sédimentation existant sera rehaussé.

Les résidus seront empilés jusqu'à une élévation approximative de 350 mètres. La gestion de l'eau du site se fera principalement via le bassin d'eau (surnageant), tandis que le bassin de sédimentation localisé au pied aval du PAR servira comme bassin de gestion de l'eau complémentaire.

Cette option a l'avantage de ne pas augmenter l'emprise du PAR et permettra la réclamation progressive. Toutefois, plusieurs défis techniques se présenteront en raison de la hauteur élevée de l'empilement des résidus à secs, de la mise en place des résidus dans une zone saturée d'eau, des problèmes potentiels de stabilité et de l'espace restreint d'empilement. La poussière générée par les travaux de placement et par les vents devra également être considérée et gérée. Les coûts d'investissement en capital et les coûts d'opération sont également significatifs.

La Figure 4-2 présente l'Option 2 incluant les nouvelles infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau.

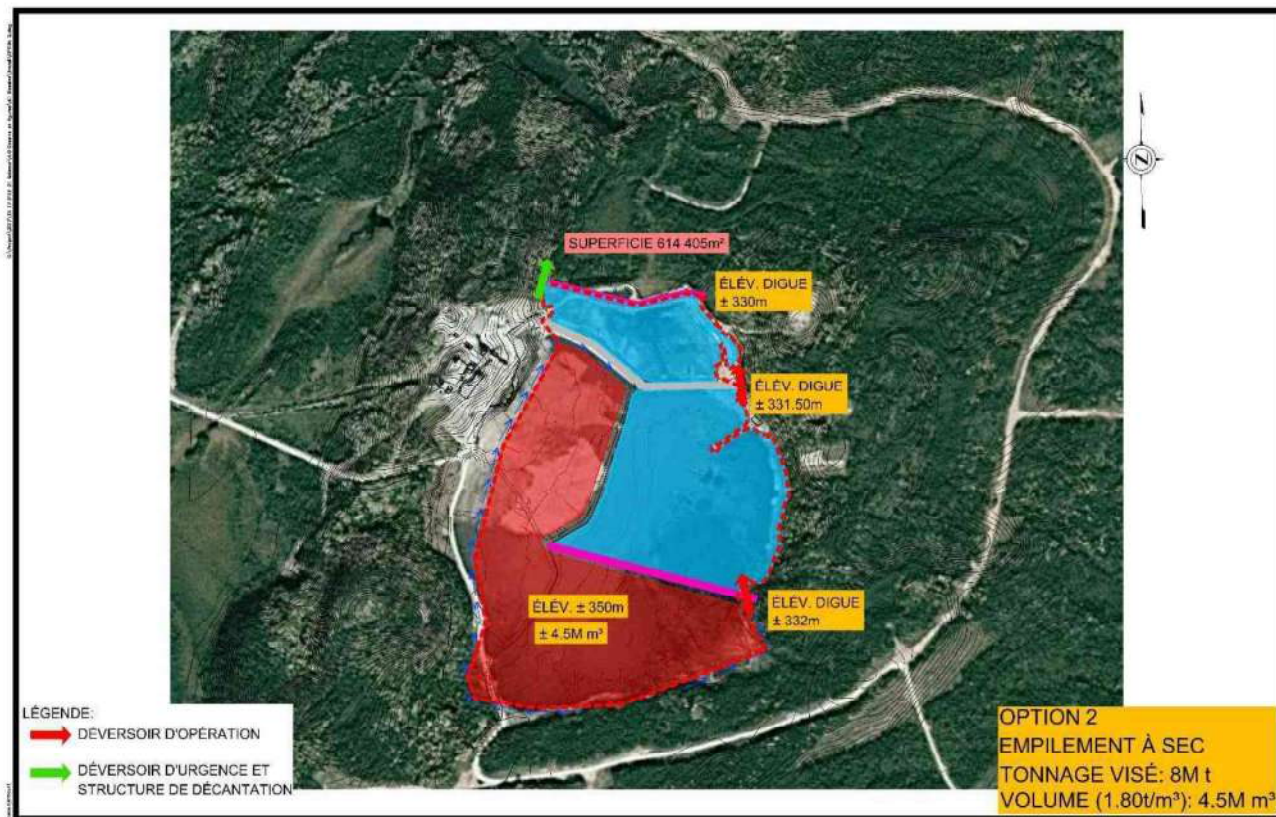


Figure 4-2 : Option 2 - Empilement des résidus à secs, sans aucun agrandissement de l'emprise actuelle

► Option 3 : Empilement des résidus à sec, et expansion vers le Nord

L'Option 3 est similaire à l'Option 2 décrite dans la rubrique précédente. Cependant, toute l'emprise du PAR actuel sera utilisée. Les résidus secs seront empilés dans les cellules et le bassin d'eau actuels du PAR jusqu'à une élévation approximative de 340 m. Le bassin d'eau sera déplacé vers le Nord pour la gestion de la crue de projet et pour le traitement de l'eau.

Cette option procure les mêmes avantages que l'Option 2, en plus d'être plus facile à opérer, car la zone d'empilement des résidus n'est pas restreinte. Elle comporte les mêmes inconvénients que l'Option 2 sur les plans des coûts et de la génération des poussières. De plus, comme pour l'Option 1, l'agrandissement de l'emprise vers le Nord interceptera des milieux humides, avec la présence possible de poisson.

La Figure 4-3 présente l'Option 3 incluant les nouvelles infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau.

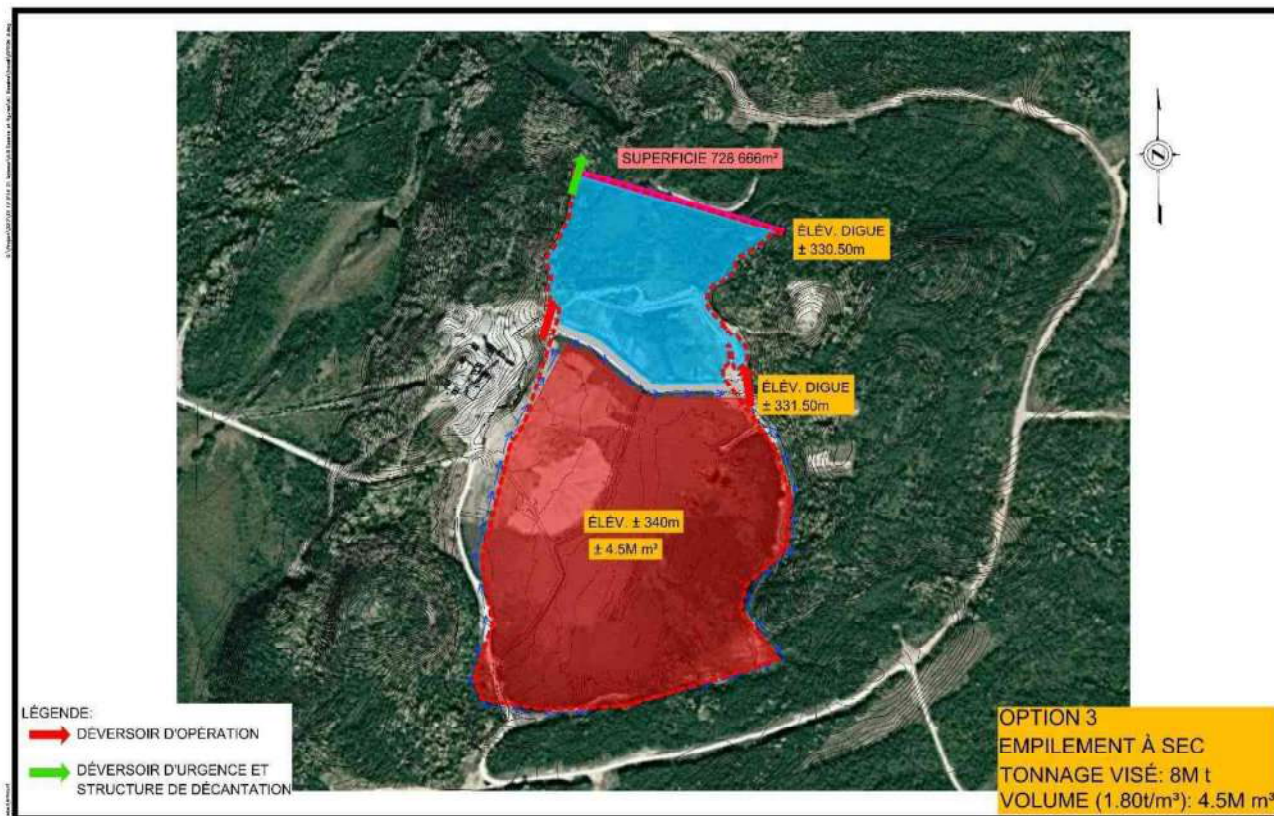


Figure 4-3 : Option 3 - Empilement des résidus à sec et expansion vers le Nord

► **Option 4 : Déposition conventionnelle, expansion du parc à résidus des cotés Est et Ouest et vers le Sud**

L'Option 4 est similaire à l'Option 1 en ce qui concerne la gestion des résidus. Concernant la gestion de l'eau, afin d'éviter l'élargissement du PAR vers le Nord, le bassin d'eau du PAR sera rehaussé significativement, le bassin de sédimentation actuel sera également rehaussé, et la gestion de la crue de projet et du traitement de l'eau sera réalisée par la combinaison de ces deux bassins.

Cette option comporte les mêmes avantages que l'Option 1, en plus de pouvoir éviter le secteur Nord. Cependant, un rehaussement significatif de la digue médiane engendra la construction de bermes de stabilité majeures qui risqueront de remplir le bassin de sédimentation et réduire l'espace disponible pour l'entreposage de l'eau. La gestion de l'eau du site sera impactée.

Des analyses de stabilité préliminaires ont été effectuées, dans le but d'estimer la largeur de la berme requise. Ces résultats montrent qu'une berme significative sera requise, et que le bassin de sédimentation n'aura pas la capacité suffisante pour gérer la crue de projet. Cette option n'est donc pas viable et ne sera pas considérée dans le cadre de l'étude comparative des options. La Figure 4-4 illustre l'Option 4.

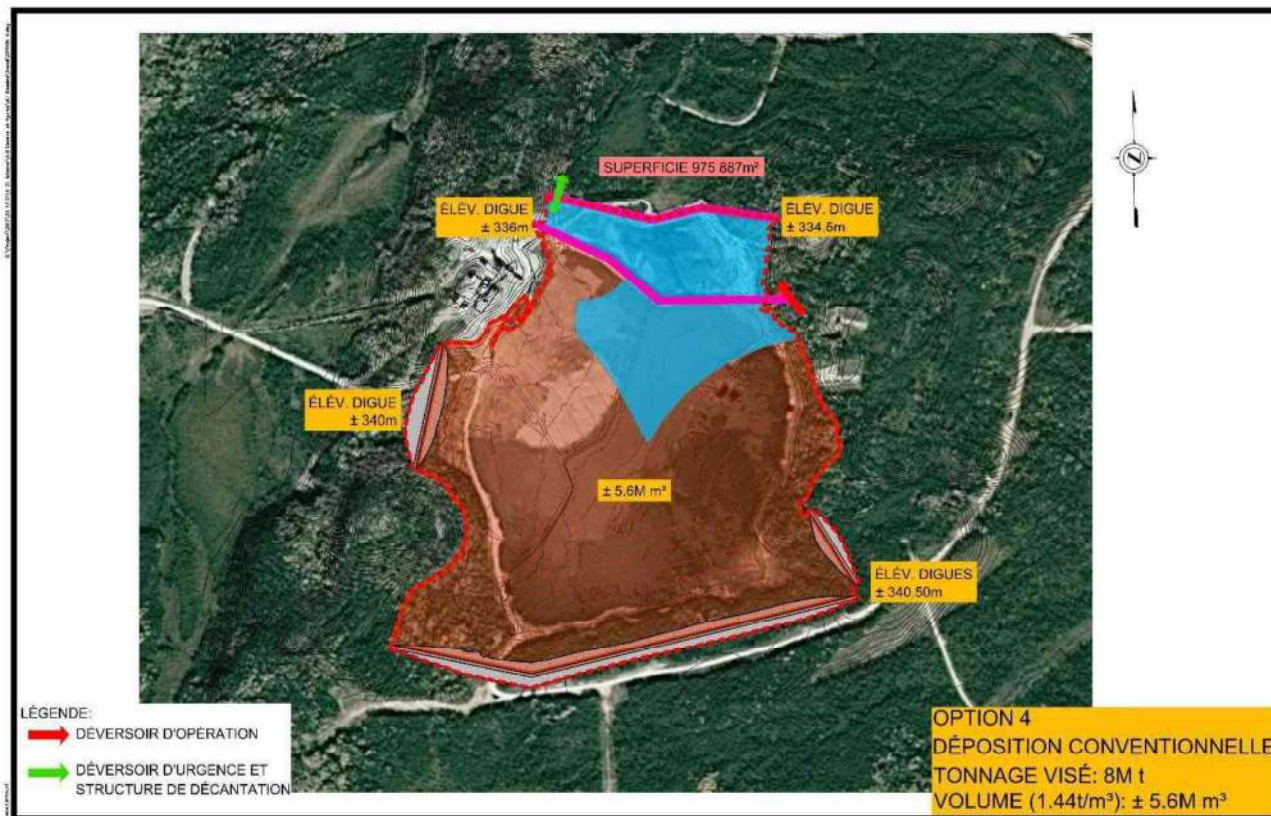


Figure 4-4 : Option 4 - Déposition conventionnelle, expansion du parc à résidus des cotés Est et Ouest et vers le Sud

► **Option 5 : Déposition conventionnelle, expansion des cotés Est et Ouest et vers le Sud**

L'Option 5 consiste à élargir le PAR des cotés Est et Ouest, et vers le Sud. Des nouvelles cellules seront construites à l'intérieur de l'emprise existante pour la gestion des résidus et de l'eau. Deux cellules situées au Sud serviront à l'entreposage des résidus, tandis que la cellule située au Nord servira à gérer l'eau du site. Cette option comporte les mêmes avantages que l'Option 1, en plus de pouvoir éviter le secteur Nord. De plus, cette option procure plus de flexibilité que les options précédentes pour les expansions futures vers le Sud. Toutefois, les défis techniques associés à la construction de la digue interne requise dans le cadre de cette option seront importants, étant donné que cette dernière sera construite à l'intérieur du bassin d'eau actuel.

La Figure 4-5 présente l'Option 5 pour l'agrandissement du PAR, incluant les nouvelles infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau.

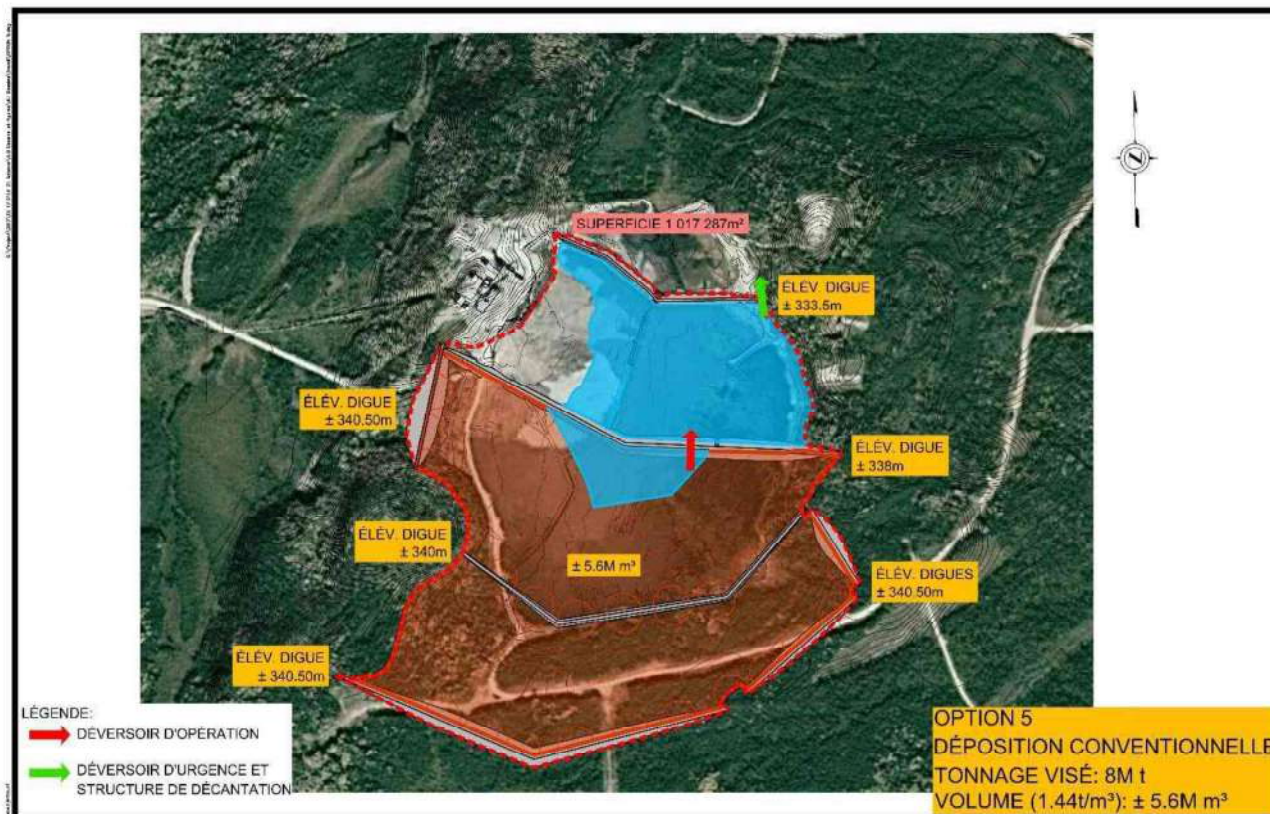


Figure 4-5 : Option 5 - Déposition conventionnelle, expansion cotés Est et Ouest et vers le Sud

► **Option 6 : Déposition conventionnelle, expansion des cotés Est et Ouest**

L'Option 6 consiste à élargir le PAR des cotés Est et Ouest, et vers le Sud. Des nouvelles cellules seront construites à l'intérieur de l'empreinte existante pour la gestion des résidus et de l'eau. Cette option est très similaire à l'Option 5 et comporte les mêmes avantages. Cependant, la gestion de l'eau est relativement plus compliquée à cause de la gestion de plusieurs bassins d'eau. Le rehaussement de la digue médiane existante et la berme requise réduiront également la capacité d'entreposage du bassin de sédimentation au Nord, réduisant ainsi la flexibilité pour la gestion de l'eau (le bassin de sédimentation ne peut être rehaussé significativement sans impact sur le secteur Nord, présentant un milieu humide).

La Figure 4-6 présente l'Option 6 pour l'agrandissement du PAR, incluant les nouvelles infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau.

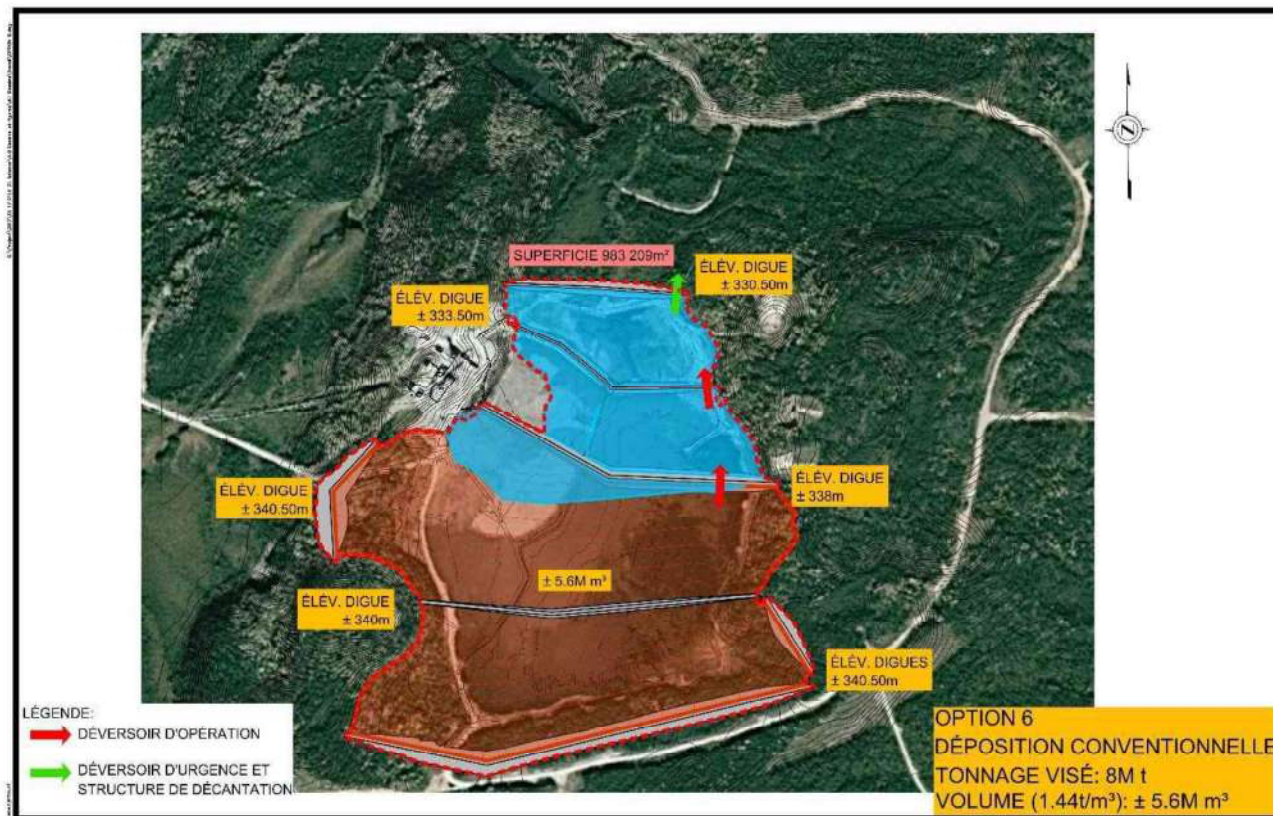


Figure 4-6 : Option 6 - Déposition conventionnelle, expansion des côtés Est et Ouest et vers le Sud

Les six (6) options présentées ci-dessus sont également illustrées à l'Annexe 2 du présent rapport.

4.1 Analyse comparative des options

Afin de déterminer l'option qui convient le mieux pour l'agrandissement du PAR, une analyse comparative des options présentées a été réalisée à l'aide d'une matrice décisionnelle, fondée sur le Guide d'Environnement Canada. L'analyse a été menée dans le cadre d'une réflexion de groupe qui a impliqué plusieurs réunions.

Cette matrice a été réalisée à l'aide d'une analyse des comptes multiples (« ACM »). L'ACM est un outil conçu pour déterminer l'aménagement optimal pour la déposition de résidus et la gestion des effluents de l'usine de traitement et de l'eau d'exhaure de façon transparente et défendable. Les comptes et les sous-comptes individuels sont tous choisis selon les meilleures pratiques de l'industrie et les contraintes spécifiques du site.

L'ACM impliquait la création de comptes primaires et de sous-comptes secondaires reflétant les impacts sur les composantes individuelles. Un facteur de pondération a été attribué à chaque compte pour refléter le fait que les différents impacts ont des sévérités globales différentes.

À la suite de l'attribution d'un facteur de pondération pour chaque sous-compte, une valeur (cote numérique), comprise entre un et cinq, a été attribuée à chacune des options. Typiquement, pour tout sous-compte donné, une option recevra la cote la plus élevée, en tant que meilleure option disponible, avec des cotes pour les options restantes attribuées selon leur comparaison à la meilleure option.

La matrice décisionnelle de sélection a été complétée par l'équipe technique d'Amec Foster Wheeler et l'équipe d'opération de Métanor. L'échelle de valeurs pour les pondérations et les cotes, les critères d'évaluation et la matrice de sélection de l'option d'entreposage sont présentés à l'Annexe 3 du présent document.

En considérant les aspects économiques, réglementaires, techniques, environnementaux et socio-économiques et basé sur les résultats de l'ACM, les Options 2, 5 et 6 recevaient les meilleurs pointages pour la gestion à long terme des résidus miniers et pour l'expansion du PAR Bachelor.

Le 6 avril 2018, une rencontre a eu lieu entre Métanor et le MDDELCC, afin de présenter les différentes options de gestion de l'eau et des résidus proposées par Amec Foster Wheeler, ainsi que l'analyse comparative des options énoncée ci-dessus.

À la suite de cette rencontre, trois (3) options ont été éliminées, notamment : les Options 1 et 3, en raison de l'agrandissement de l'empreinte actuelle vers le Nord, l'empiètement des milieux humides et la possible présence de poisson; et l'Option 4, en raison de la capacité insuffisante que procure cette option pour la gestion de la crue de projet. Quant à l'Option 5, elle a été mise de côté en raison de l'empiètement de milieux humides et d'une légère empreinte sur un autre bassin versant causés par un agrandissement de l'empreinte actuelle vers le Sud plus important qu'en vertu de l'Option 6.

Les deux (2) autres options, soit les Options 2 et 6, ont été retenues pour une analyse plus approfondie, particulièrement en vue de respecter les critères suivants :

- ▶ Minimiser l'agrandissement de l'empreinte actuelle du PAR Bachelor;
- ▶ Minimiser la quantité d'eau à gérer au PAR;
- ▶ Éviter ou minimiser la perturbation des milieux humides et possiblement de poisson;
- ▶ Éviter ou minimiser la perturbation d'un autre bassin versant;
- ▶ Garder le même point de rejet, sans en ajouter un autre.

5. Optimisation des Options 2 et 6

Plusieurs optimisations ont été réalisées par Amec Foster Wheeler, pour chacune des deux (2) options retenues par le MDDELCC, soient les Options 2 et 6. Les résultats des optimisations effectuées ont été présentés et discutés le 3 mai 2018 lors d'une rencontre à Rouyn-Noranda entre le MDDELCC, Métanor et Amec Foster Wheeler.

5.1 Option 2 : Empilement des résidus à sec

Tel que mentionné à la Section 4.1, l'Option 2 proposée précédemment dans le cadre de cette étude présente plusieurs défis techniques, notamment en raison de la hauteur élevée de l'empilement des résidus à secs, des problèmes potentiels de stabilité, et enfin l'espace restreint d'empilement. Des analyses de stabilité complémentaires ont été réalisées pour obtenir la pente optimale de l'empilement afin de respecter les facteurs de sécurité requis par la Directive 019.

Une première mise à jour du plan de remplissage de l'Option 2 a été développée à l'aide du logiciel Civil 3D, pour l'entreposage d'environ 8 Mt de résidus à l'intérieur du PAR Bachelor, en considérant des pentes plus douces de 8H : 1V. La mise à jour de ce plan de remplissage est illustrée à l'Annexe 4 du présent rapport. Des analyses de stabilité préliminaires ont été réalisées pour cette option selon les données géotechniques disponibles du site. Leurs résultats sont présentés à l'Annexe 7 du présent rapport. Ces analyses ont permis

d'établir que les facteurs de sécurité obtenus (considérant une pente moyenne de 8H : 1V) sont en-dessous des critères minimums spécifiés par la Directive 019 en condition statique (drainée et non drainée), et en condition pseudo-statique.

Une deuxième simulation avec des pentes plus douces, soit de 10H : 1V, a donc été réalisée. La mise à jour du plan de remplissage avec ces pentes est illustrée à l'Annexe 4 du présent rapport. Les résultats des analyses de stabilité obtenus (voir Annexe 7) ont permis de démontrer que les critères minimums spécifiés par la Directive 019 en condition statique (drainée et non drainée) et en condition pseudo-statique sont à peine atteints avec des pentes de 10H : 1V. Toutefois, en évitant une expansion vers le Nord (pour éviter les zones humides et possiblement le poisson) et vers le Sud (pour éviter l'empiètement d'un autre bassin versant), cette option réduit considérablement l'espace disponible pour l'entreposage de l'eau. Une augmentation de la capacité d'entreposage des bassins d'eau, par un rehaussement significatif des bassins d'eau existants, sera nécessaire pour la gestion de la crue de projet. Cependant, cette augmentation aura les impacts suivants : augmentation de la nappe phréatique de l'empilement à sec, et réduction des facteurs de sécurité à un niveau non acceptable. Compte tenu de ce qui précède, l'optimisation de l'Option 2 avec des pentes de 10H : 1V n'est pas viable sans une expansion vers le Nord ou vers le Sud. L'Option 2 a donc été éliminée.

5.2 Option 6 : Déposition conventionnelle

Comme mentionné précédemment, l'Option 6 consiste à élargir le PAR des côtés Est et Ouest. Une optimisation supplémentaire de cette option avait été réalisée afin de minimiser l'agrandissement vers l'Ouest.

Des simulations ont été effectuées avec le logiciel Civil 3D afin d'optimiser l'Option 6 et des analyses de stabilité préliminaires ont permis de démontrer que cette option sera adéquate sur les plans de la stabilité et de la gestion de la crue de projet, tout en évitant la perturbation des milieux humides et possiblement le poisson du secteur Nord. Les résultats des analyses de stabilité mentionnées sont présentées à l'Annexe 8.

L'Option 6 serait la meilleure option pour l'entreposage d'environ 8 Mt de résidus dans le PAR Bachelor pour les dix prochaines années. Une description plus détaillée de cette option est présentée dans la section suivante.

6. Option de gestion des résidus proposée

La section qui suit présente une description détaillée de l'option de gestion choisie (Option 6), comprenant : la stratégie de gestion des résidus et de l'eau, le bilan d'eau préliminaire de conception, et enfin le plan de remplissage long terme.

6.1 Stratégie de gestion des résidus et de l'eau

L'Option 6 choisie consiste à élargir le PAR des côtés Est et Ouest. Des nouvelles cellules seront construites à l'intérieur de l'empreinte existante pour la gestion des résidus et de l'eau. Deux cellules situées au Sud serviront à l'entreposage des résidus, tandis que la cellule située au Nord servira à gérer l'eau du site. Les résidus seront déposés du Sud vers le Nord, par spigottage. Les cellules et les rehaussements de digues seront réalisés progressivement avec l'avancement des résidus.

La stratégie de gestion d'eau proposée au PAR Bachelor est représentée à la Figure 6-1.

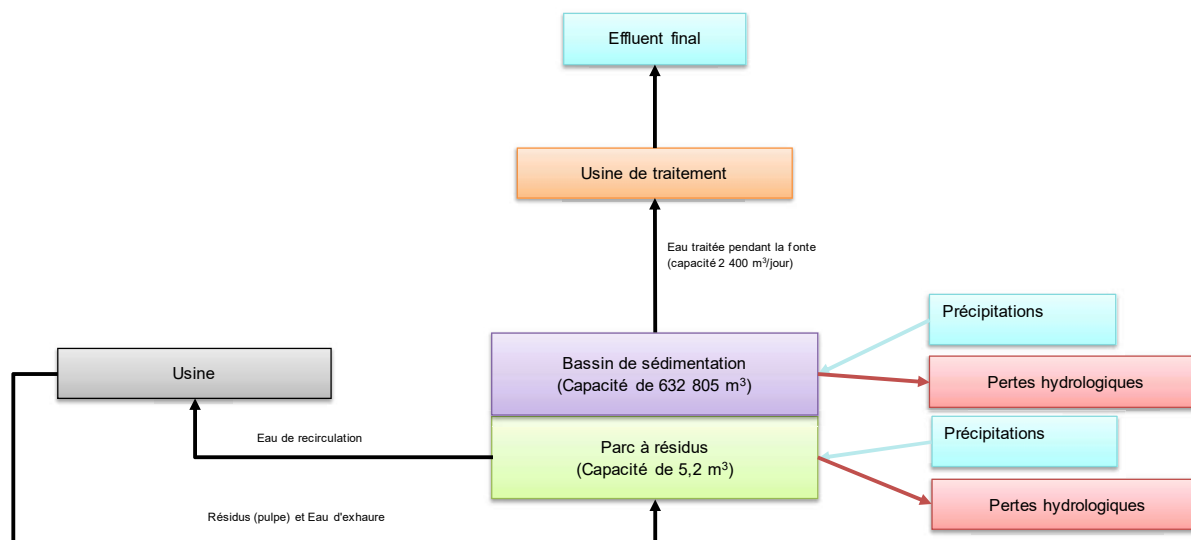


Figure 6-1 : Flux d'eau proposé pour le parc à résidus Bachelor

6.2 Bilan d'eau

L'estimation des volumes d'eau à gérer pendant la crue de conception a été faite en tenant compte d'une crue de projet établie à 505 mm (voir Section 2.7 du rapport) et des paramètres hydrologiques du bassin versant à l'étude. La configuration proposée du bassin versant à l'étude a une superficie totale de 963 ha, incluant les zones extérieures du PAR dont le ruissellement d'eau pourrait se déposer à l'intérieur du parc.

Les hypothèses suivantes ont été considérées pour le calcul du bilan d'eau :

- ▶ Les pertes par sublimation n'ont pas été considérées;
- ▶ Le taux de recirculation des eaux du PAR vers l'usine est de 90%;
- ▶ Le coefficient de ruissellement du bassin versant du PAR lors de la fonte printanière est estimé à 0,95;
- ▶ L'usine de traitement est en opération durant toute l'année;
- ▶ La crue de conception basée sur la fonte printanière tiendra compte d'un volume d'eau de réserve pour l'opération hivernale qui équivaut à une (1) semaine d'opération;
- ▶ L'eau d'exfiltration est négligeable et donc n'est pas considérée dans le calcul.

Le Tableau 6-1 résume les calculs du bilan d'eau.

Tableau 6-1 : Bilan d'eau pour le parc à résidus du site Bachelor (6 mois)

Volume d'eau		Unit	Value
Intrants	Pluie	m ³	107 107
	Crue printanière (fonte neige)	m ³	328 548
	Eau de pulpe	m ³	666 667
	Eau d'exhaure	m ³	112 147
	Total Intrants	m³	1 214 468
Sortie	Eau de recirculation	m ³	600 000
	Eau retenue dans les résidus	m ³	83 333
	Eau traitée par l'usine durant la fonte	m ³	72 000
	Total Sortie	m³	755 333
Volume d'eau à entreposer (Directive 019, 2012)		m ³	459 135
Reserve d'eau équivalent à 1 semaine d'opération (volume mort)		m ³	27 778
Volume total à entreposer		m³	486 913

La capacité minimale nécessaire du bassin surnageant est de 486,913 m³, pour que la gestion de l'eau soit conforme aux exigences de la Directive 019.

6.3 Plan de remplissage long terme

Basé sur la stratégie de gestion des résidus et de l'eau présentée à la Section 6.1, un plan de remplissage long terme a été développé pour l'entreposage d'environ 8 Mt de résidus à l'intérieur du PAR Bachelor, pour une période de 10 ans. Ce plan de remplissage a été réalisé à l'aide du logiciel Civil 3D. Le modèle présente la progression de la déposition des résidus du Sud vers le Nord en imposant des points de déposition fixes. Le plan de déposition à long terme est illustré à l'Annexe 5 du présent rapport.

Des coupes types conceptuelles des nouvelles digues à construire et à rehausser ont également été proposées. Des analyses de stabilité préliminaires en conditions statiques ont été réalisées selon les données géotechniques limitées du site pour avoir une appréciation des dimensions des bermes requises. Les analyses ont été réalisées pour la digue médiane, à une élévation de 333,5 m. Les coupes conceptuelles des nouvelles infrastructures à construire et du rehaussement de la digue médiane sont présentées à l'Annexe 6 du rapport. Les résultats des analyses de stabilité préliminaires sont présentés à l'Annexe 8 du rapport.

7. Limites du projet et recommandations

Les sections suivantes détaillent les nombreuses limitations, concernant la conception ou la construction, qui peuvent avoir un impact sur les conclusions tirées dans le cadre de cette étude.

7.1 Étude géotechnique et hydrogéologique, et analyses de stabilité

Des vérifications devront être réalisées afin de s'assurer que l'expansion du PAR Bachelor et ses infrastructures de gestion des résidus et de l'eau respecteront les normes et les critères de sécurité actuellement applicables, notamment :

- ▶ Directive 019 sur l'industrie minière, MDDEP, 2012.
- ▶ Loi sur la sécurité des barrages (S-3.1.01), MDDELCC, 2016.

- ▶ *Loi sur les mines* (M-13.1), Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2016.
- ▶ *Règlement sur les effluents des mines de métaux* (DORS/2002-222), Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), 2016.
- ▶ *Guide de gestion des parcs à résidus miniers*, Association minière du Canada (AMC), 2011.
- ▶ *Recommandation de sécurité des barrages*, Association canadienne des barrages (ACB), 2007.
- ▶ *Technical Bulletin: Mining Dams*, Association canadienne des barrages (ACB), 2013.

Afin de pouvoir valider les critères de stabilité des ouvrages de rétention du PAR Bachelor conformément aux recommandations de la Directive 019 et de l'ACB, et pour appuyer le choix des paramètres utilisés dans les modélisations, une investigation géotechnique sera nécessaire. Il convient de noter qu'une investigation géotechnique est présentement en cours au PAR Bachelor, et est réalisée par un autre consultant.

De plus, il est également important de démontrer que la fondation du PAR est suffisamment étanche pour éviter une dégradation importante de la qualité de l'eau souterraine et que le débit de percolation quotidien au fond de l'aire d'accumulation respecte le critère énoncé dans la Directive 019. Une étude hydrogéologique, comprenant une simulation hydrogéologique, sera également nécessaire. Une investigation hydrogéologique est également en cours au PAR Bachelor, et est réalisée par un autre consultant.

7.2 Évaluation de la stabilité des piliers de surface

L'entreposage de 8 Mt de résidus sur 10 ans au PAR Bachelor implique un rehaussement significatif de celui-ci. Une évaluation de la stabilité des piliers de surface sous le parc ou à proximité devra être réalisée afin de s'assurer qu'ils ne seront pas impactés par le rehaussement du PAR.

7.3 Matériaux de construction

L'agrandissement du PAR Bachelor nécessitera des quantités importantes de matériel de construction, soit : de la moraine, de l'enrochement, et du sable et gravier. Les coûts de construction et la conception des infrastructures de retenue sont directement liés à la disponibilité des matériaux mentionnés. Une campagne d'investigation pour la localisation des bancs d'emprunt potentiels devra être planifiée avant la phase d'ingénierie détaillée.

7.4 Mise à jour du bilan d'eau de conception

Une mise à jour du bilan hydrique est requise avant l'ingénierie détaillée, afin de confirmer et de valider toutes les hypothèses émises dans le cadre de cette étude et de mettre à jour le bilan d'eau de conception.

7.5 Conception des déversoirs d'opération et d'urgence

La gestion et le transfert de l'eau sont des éléments importants pour la gestion adéquate d'un parc à résidus. La conception des déversoirs d'opération et d'urgence et de nouvelles structures de décantation devra être réalisée dans les phases subséquentes de l'étude conformément à la Directive 019. Les déversoirs d'urgence sont nécessaires afin de pouvoir évacuer de façon sécuritaire une crue maximale probable, dépassant la crue de conception du site, pour éviter que l'intégrité de l'ouvrage soit compromise.

7.6 Plans de remplissage détaillés (court et long terme)

Des plans de remplissage détaillés pour le court et le long terme devront être réalisés avant l'ingénierie détaillée. Ces plans permettront de séquencer les étapes de construction requises, ainsi que l'estimation des coûts d'investissement selon les étapes de construction. Ces plans permettront également de faciliter les activités de planification des opérateurs du site pour la gestion des résidus et de l'eau.

7.7 Optimisation de l'option choisie

Une optimisation de l'option choisie sera réalisée lors de l'ingénierie détaillée, afin d'éviter qu'aucune infrastructure de retenue n'interfère avec le chemin d'accès à l'usine situé à l'Ouest du PAR Bachelor.

8. Conclusion

Amec Foster Wheeler a été mandatée par Métanor pour effectuer une révision du concept de gestion des résidus et de l'eau du PAR Bachelor, en considérant un tonnage de résidus projeté de 2 400 t/j, pour un total d'environ 8 Mt de résidus à entreposer pour les 10 prochaines années.

Afin d'entreposer le tonnage projeté des résidus, des options d'agrandissement du PAR Bachelor ont été développées en considérant le mode de gestion des résidus en pulpe et l'empilement à sec. Étant donné que la gestion des résidus épais est semblable à celle des résidus en pulpe, et qu'elle requiert un investissement plus élevé, ce mode de gestion (résidus épais) n'a pas été considéré dans le cadre de cette étude.

Dans le but de sélectionner l'option d'agrandissement du PAR Bachelor la plus avantageuse pour Métanor, une matrice décisionnelle tirée du guide d'Environnement Canada a été adaptée et remplie par l'équipe technique d'Amec Foster Wheeler et l'équipe d'opération de Métanor. Basé sur les résultats des analyses comparatives et les simulations complémentaires, l'Option 6 a été retenue comme la meilleure option, en tenant compte des aspects économiques, réglementaires, techniques, environnementaux et socio-économiques étudiés, tout en minimisant l'empreinte de l'agrandissement, et en évitant la perturbation de milieux humides et possiblement de poisson, ou encore l'empiètement sur un autre bassin versant.

Une stratégie de gestion des résidus et de l'eau, incluant un bilan d'eau de conception préliminaire de l'option de gestion choisie, a été réalisée dans le cadre de cette étude. Des plans conceptuels des infrastructures requises pour la gestion des résidus et de l'eau sont également présentés dans ce rapport.