



**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**

**RÉPONSES À LA 2<sup>e</sup> SÉRIE DE QUESTIONS**

**ENV0784-1501-00**



No de référence GCM : 21-0696-0784  
No de référence COMEX : 3214-14-027

*Valérie Fortin* 2022.11.01

Préparé par :

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

*Karine Gauthier-Hétu* 2022.11.01

Vérifié par :

Karine Gauthier-Hétu, M.Env. et M.É.I.  
GCM Consultants

Révision  
**00**

Émission  
**FINALE**

Date  
**2022.11.01**

**ÉQUIPE DE RÉALISATION – GCM CONSULTANTS**

Valérie Fortin, ing.	Directrice de projet
Nicolina D’Agosto, ing.	Collaboratrice
Marie-Claude Dion-St-Pierre, ing. M.Sc.A.	Collaboratrice et révision
Karine Gauthier-Hétu, M.Sc, M. Env.	Collaboratrice et révision
Stephany Paquin Desjardins, biol. M. Env.	Rédaction
Isabelle Boily, ing.	Bilan des gaz à effet de serre
Mélanie Côté, ing.	Collaboratrice à la rédaction
Olivier Bouffard, CPI	Collaborateur à la rédaction
Jessica Morin, B.Sc.	Caractérisation des sols
Josée Zalewski, secrétaire de projets	Édition

**ÉQUIPE DE RÉALISATION – COLLABORATEURS**

Yves Leblanc, ing. géo., M. Sc. Hydrogéologue	Support technique en hydrogéologie, Richelieu Hydrogéologie
Éric Lauzé, ing.	Modélisation atmosphérique, Imausar Environnement
Michel Forest, ing.	Étude des risques technologiques, MF Environnement
Martin Boucher	Consultant indépendant, Envirofor & Développement

**ÉQUIPE DE RÉALISATION – RESSOURCES BONTERRA INC.**

Marc-André Pelletier, ing.	Président et chef de la direction
Gilles Landry	Directeur général
Mélissa Karen Bruneau, B. Sc., MGP	Surintendante environnement et relations avec les communautés

## **AVANT-PROPOS**

Le présent document présente les réponses à la deuxième série de questions et commentaires adressés à Ressources Bonterra inc. (ci-après Bonterra) en date du 2 novembre 2021 et formulés dans le cadre de l'analyse de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social du projet de traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage de l'usine à 2 400 tonnes par jour au site de la mine Bachelor (V/Réf : 3214-14-027).

Afin de faciliter la compréhension, les questions complémentaires sont reprises intégralement dans le document et sont suivies des réponses. Celles-ci sont également regroupées par thématique. Lorsqu'une référence est faite à propos d'une question ou d'un commentaire du premier document de questions et commentaires, elle est indiquée « QC-X ». Une référence à une question ou un commentaire du deuxième document de questions est indiquée « QC2-X ».

## **SOMMAIRE DU PROJET TEL QUE DÉFINI DANS L'ÉTUDE D'IMPACT**

Les premières activités d'exploitation et de production commerciales sur le site de la mine Bachelor se sont déroulées de 1982 à 1989. Une autorisation, en vertu de l'article 164 de la Loi sur la qualité de l'environnement, a été délivrée le 4 juillet 2012 pour l'exploitation et le traitement de minerai d'or à un taux de production maximal de 800 tonnes par jour. Depuis l'autorisation du projet en 2012, le certificat d'autorisation a fait l'objet de cinq modifications. Une nouvelle demande de modification du certificat d'autorisation a été déposée le 26 mars 2018 puis retirée le 28 septembre 2018.

Le projet soumis par Bonterra succède donc aux phases antérieures d'exploitation et de traitement du site minier Bachelor.

Le projet initial était de traiter à l'usine de traitement de la mine Bachelor 4 000 000 tonnes métriques de minerai d'or provenant du gisement Moroy situé à environ 600 mètres au sud de la mine Bachelor et 5 000 000 tonnes métriques de minerai d'or d'un gisement situé au site minier Barry (le gisement Barry étant situé à l'extérieur du territoire d'application du régime de protection de l'environnement prévu au chapitre 22 de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois). De plus, il y aurait eu une poursuite d'extraction souterraine du minerai à la mine Bachelor à un taux inférieur (600 tonnes par jour (t/j)). Ainsi, afin de traiter le minerai en provenance des deux sites miniers, la capacité actuelle (800 t/j) de traitement de l'usine devait être augmentée à 2 400 t/j.

En phase de construction, le projet incluait l'aménagement de nouvelles haldes à minerai et l'agrandissement du parc à résidus pour contenir 8 Mt de résidus miniers provenant des sites Barry et Bachelor ainsi que le remplacement des équipements à l'usine de traitement permettant d'augmenter sa capacité. Le promoteur prévoyait aussi effectuer des travaux d'amélioration de la route existante entre les sites miniers de Bachelor et de Barry (110 km) et la construction d'un nouvel accès de 1,2 km vers le sud du complexe Bachelor pour relier l'usine de traitement de minerai Bachelor à la route existante. En phase d'exploitation, le projet incluait les activités d'extraction au gisement Moroy du site minier Bachelor. Il incluait aussi le transport du minerai provenant du gisement Barry à l'usine de traitement du site Bachelor.

Cependant, dans les derniers mois, Bonterra a procédé à une analyse économique interne sur le gisement Moroy et a conclu que les ressources connues de ce gisement sont insuffisantes et non rentables économiquement.

Ainsi, à la lumière de ces nouvelles informations, Bonterra a pris la décision de retirer l'extraction et le traitement du gisement Moroy de l'étude d'impact présentement en cours d'analyse par le Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social (COMEX). Plusieurs modifications au projet initial en découlent. Celles-ci sont énumérées ci-dessous.

### **MODIFICATIONS APPORTÉES AU PROJET DEPUIS LE DÉPÔT DE L'ÉTUDE D'IMPACT INITIALE**

Tel qu'introduit ci-haut, des modifications et optimisations ont été apportées au projet depuis le dépôt de l'étude d'impact par Wood (2019) pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et l'augmentation du taux d'usinage. La modification principale consiste au retrait du projet Moroy, de laquelle découle plusieurs autres modifications. Ensuite, des optimisations ont aussi été effectuées afin d'améliorer le contrôle environnemental et technique des opérations et dépendent de l'avancement des étapes d'ingénierie de concept. Les changements apportés permettront notamment de réduire les émissions de poussières associées aux activités de concassage et de transport du minerai concassé. Bonterra entend aussi poursuivre ce processus d'amélioration en continu à l'étape de l'ingénierie de détail, et ce, dans l'objectif d'assurer l'efficacité de ses opérations et de contribuer à limiter les impacts environnementaux de son projet.

Voici quelques modifications et optimisations apportées au projet qui ont été intégrées dans la révision des études sectorielles et dans les réponses aux questions :

- À la suite de la première série de questions, la route du nouvel accès au sud devait être déviée étant donné la présence de deux espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables. Un tracé alternatif avait été proposé. Ce tracé ne sera pas retenu et le tracé initial sera conservé pour des raisons opérationnelles. Par contre, des mesures de mitigations seront mises en place afin d'atténuer l'impact sur ces espèces.
- Abandon de l'agrandissement projeté dans le secteur nord-ouest du site minier Bachelor (aire d'entrepôt). Les superficies déjà impactées seront utilisées pour l'aménagement des infrastructures dans ce secteur.
- Construction d'un nouveau bâtiment afin d'abriter le futur concasseur primaire. Le bâtiment sera fermé et un dépoussiéreur équivalent à celui utilisé pour le bâtiment de concassage actuel y sera rattaché. Le bâtiment du concasseur actuel ne sera plus utilisé à cette fin.
- Ajout d'un épaisseur à l'extérieur, près des trois cuves et réservoirs, lesquels partageront le même bassin de rétention.
- Construction d'un dôme, fermé sur trois côtés, sur le site à proximité du futur bâtiment de concassage afin de stocker temporairement le matériel concassé. Un système de convoyeurs fermés transportera le matériel concassé vers ce dôme. Un autre système de convoyeurs fermés acheminera le matériel du dôme vers l'usine.
- Optimisation et reconfiguration du plan d'aménagement du parc à résidus de manière à augmenter la stabilité des digues, ce qui agrandit légèrement la surface impactée.
- Optimisation et reconfiguration de la halde à mort-terrain engendrant une réduction de superficie de 0,29 hectare.

- Abandon du projet d'extraction et de traitement du gisement Moroy entraînant les modifications suivantes :
  - Diminution de la quantité de produits chimiques et explosifs utilisés et entreposés.
  - Diminution du nombre de travailleurs (le nombre de travailleurs passera de 190 pour la situation actuelle à 45 dans la situation projetée<sup>1</sup> à 1 800 t/j avec le retrait de Moroy).
  - Arrêt du système de ventilation et de chauffage permettant une diminution significative des types énergies liées à une opération souterraine (propane, diesel, électricité, air comprimé).
  - Arrêt des opérations de maintien à sec des galeries de la mine souterraine.
- Élimination de la halde à minerai pour Moroy.
- Reconfiguration des haldes à minerai. Les trois haldes à minerai seront remplacées par une seule halde à minerai séparée en deux, de chaque côté du nouveau bâtiment de concassage primaire.
- Élimination de la halde à minerai secondaire.
- Élimination de la halde à stériles de Moroy.
- Traitement exclusif du minerai en provenance du site Barry et diminution du taux d'usage journalier total à 1 800 t.
- Amélioration de la ventilation du bâtiment où se trouvent actuellement les cuves de cyanuration. Trois ventilateurs de toit seront ajoutés afin d'assurer un changement d'air à l'heure, comme exigé par le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST).
- Tous les équipements de chauffage au propane seront convertis à l'électricité (hormis le chauffage souterrain qui ne sera plus requis avec le retrait de Moroy).
- Changement de la fournaise au propane pour une fournaise à induction électrique.

Les plans des infrastructures modifiées sont présentés à l'annexe 1. On y retrouve un plan d'aménagement général du site ainsi qu'un plan d'aménagement de l'usine révisés.

Certaines autres modifications ont été apportées suite à la révision des intrants des études sectorielles. En effet, une revue en profondeur des données d'opération pour la situation actuelle et la situation projetée a été effectuée par GCM Consultants (GCM) dans le cadre de la mise à jour complète du bilan de gaz à effet de serre (GES).

De cette révision ont découlé les modifications suivantes :

- Les études antérieures considéraient que le transport serait effectué par cycles de 30 jours suivis d'une interruption de transport de 10 jours. Ceci était basé sur l'hypothèse que le traitement du minerai se fera de manière séquentielle avec 30 jours de traitement de minerai en provenance du site minier Barry et 10 jours de traitement de minerai en provenance du gisement Moroy. Or, le transport sera effectué en continu tout au long de l'année. Cette hypothèse a donc été modifiée dans les études sectorielles (modélisation atmosphérique et bilan des GES).

---

<sup>1</sup> Il est à noter que dans le document, la situation actuelle réfère à la situation actuellement autorisée à 800 t/j.

- Il est toutefois à noter que le transport du minerai sera interrompu pour une période de deux semaines lors de la période de la chasse à l'oie au printemps et qu'une réduction d'au moins 25 % sera effectuée pendant deux semaines lors de la chasse à l'original à l'automne, et ce, afin de réduire les nuisances pour les utilisateurs du territoire. Cependant, les discussions avec les communautés se poursuivront et Bonterra pourrait s'ajuster en fonction des besoins de l'usine.
- Les hypothèses considéraient que les camions de transport de minerai transporteraient environ 50 tonnes. Or, la capacité des camions est plutôt de l'ordre de 42 tonnes. Le nombre de voyages et la consommation de diesel associée ont donc été revus en conséquence.
  - De manière générale, le bilan des GES est beaucoup plus détaillé et documenté avec beaucoup plus de précision les différentes étapes du projet (construction, exploitation et fermeture) pour la situation actuelle et projetée. Il ne s'agit pas d'un changement de projet en soi, mais il est important de mentionner que le bilan est différent de la version initiale.

### **INCIDENCE DES MODIFICATIONS ET OPTIMISATIONS SUR L'ÉVALUATION DES IMPACTS**

Afin d'illustrer clairement l'incidence potentielle des modifications et optimisations apportées au projet sur l'évaluation des impacts, le Tableau 5-1 « Catégorisation des activités et des sources d'impact » de l'étude d'impact initiale (Wood, 2019) a été revu. Ainsi, pour chaque phase du projet (construction, exploitation et fermeture), une évaluation a été effectuée afin de préciser si des changements aux sources d'impact liées aux activités du projet étaient occasionnés par les modifications et optimisations. Ce tableau est présenté à l'annexe 2 et documente la nature des changements par activité et l'ampleur de la modification, le cas échéant. De manière générale, il est à noter que l'ampleur des changements est jugée de nulle (0) à faible (2).

Le tableau 5-1 révisé synthétise également les études sectorielles et informations qui devaient être mises à jour afin d'évaluer l'incidence du changement sur les impacts du projet. Parmi celles-ci, notons :

- Bilan des gaz à effet de serre (GES) (QC2-18 à 21).
- Modélisation de la dispersion atmosphérique (QC2-1 à 4).
- Superficies de déboisement.
- Superficies de milieux humides et hydriques impactés (QC2-39).
- Carte des micromammifères mise à jour avec le nouveau tracé et revue des mesures d'atténuation proposées (QC2-7).
- Tableau des matières dangereuses (QC2-32).
- Tableaux des matières résiduelles et résiduelles dangereuses produites (QC2-31).
- Main d'œuvre et retombées socio-économiques.

Les résultats des études sectorielles et informations mises à jour sont présentés dans les sections pertinentes ici-bas et/ou présentés dans le tableau synthèse des impacts résiduels du projet à l'annexe 2. Ce tableau a été adapté du Tableau 5-14 de l'étude d'impact initiale de Wood (2019) et présente la réévaluation des impacts du projet pour les composantes associées à un enjeu majeur. De manière générale, il est à noter que l'importance des impacts résiduels suite au retrait de Moroy demeure inchangée pour tous les enjeux de projet.

Toutefois, bien que l'importance de l'impact demeure inchangée, il est à noter que le retrait de l'exploitation du gisement Moroy permet de réduire les impacts négatifs du projet pour certains enjeux tels que les changements climatiques (notamment avec la réduction significative de la consommation de propane en élimant le chauffage sous terre).

Cet exercice a également permis de mettre à jour la liste des mesures d'atténuation en ajoutant celles associées à la première série de réponses aux questions du COMEX et en ajoutant de nouvelles mesures d'atténuation des impacts négatifs ou de bonification des impacts positifs lorsque requis. Celles-ci sont également présentées au Tableau 5-14 révisé à l'annexe 2.

### **COMMUNICATIONS AVEC LES PARTIES PRENANTES**

Il est à noter que Bonterra communique régulièrement avec ses parties prenantes afin de les informer de l'avancement de l'ensemble de ses activités et de les impliquer dans le processus d'optimisation du projet. Bonterra s'engage à continuer de consulter et communiquer régulièrement avec ses parties prenantes, notamment dans le cadre des comités d'harmonisation. Le registre des communications est présenté à l'annexe 3.

## TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	2
SOMMAIRE DU PROJET TEL QUE DÉFINI DANS L'ÉTUDE D'IMPACT .....	2
MODIFICATIONS APPORTÉES AU PROJET DEPUIS LE DÉPÔT DE L'ÉTUDE D'IMPACT INITIALE.....	3
INCIDENCE DES MODIFICATIONS ET OPTIMISATIONS SUR L'ÉVALUATION DES IMPACTS .....	5
COMMUNICATIONS AVEC LES PARTIES PRENANTES .....	6
1.0 2 <sup>e</sup> SÉRIE DE QUESTIONS .....	8
2.0 CONCLUSION.....	60
3.0 RÉFÉRENCES.....	61

## ANNEXES

Annexe 1. Plans des infrastructures modifiées

Annexe 2. Tableaux des impacts révisés

Annexe 3. Registre des communications et lettres d'appui au projet

Annexe 4. Tableau des engagements

QC2-1 : Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants Révision 1  
 (Imausar, 2022)

QC2-6 : Compte rendu de la rencontre du 12 juillet 2022 avec les maîtres de trappe

QC2-7 : Note technique – Projet chemin périphérique usine Bachelor et carte micromammifères

QC2-8 : Rapport – Inventaire des chiroptères – Période de reproduction (GCM, 2022)

QC2-11 : Plan flux d'eau no INF0784-55001 (GCM, 2022)

QC2-12 : Note technique – Assistance pour localiser les emplacements préférentiels de puits d'observation pour déterminer le bruit de fond des fluorures Projet Bachelor à Desmaraisville (Richelieu Hydrogéologie, 2021)

QC2-17 : Bonterra – Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor (BBA, 10 novembre 2020)

QC2-18 : Rapport sur les GES et les changements climatiques (Boily, 2022)

QC2-21 : Étude d'opportunité d'électrification (ASDR, 2022)

QC2-22 : Rapport de caractérisation des sols (GCM, 2022)

QC2-25 : Rapports de déversement 2018 à 2021 – Bonterra

QC2-31 : Aménagement entreposage matières ligneuses

QC2-32 : Tableau 7-2. Matières dangereuses (modifié)

QC2-33 : Rapport sur les risques technologiques (Forest, 2022)

QC2-34 : Plan des mesures d'urgence du site Barry (Bonterra, 2022)

QC2-37 : Permis d'explosifs Bachelor (Sûreté du Québec, s.d.)

QC2-38 : Texte – Archéo-Mamu (2018)

QC2-39 : Carte infrastructures projetées aux milieux humides et superficies de milieux humides

QC2-43 : Protocole d'évacuation et de transport des blessés (CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue et CRSSS de la Baie-James, 2018)



## 1.0 2<sup>e</sup> SÉRIE DE QUESTIONS

### 1.1 Émissions atmosphériques

#### 1.1.1 Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants – Annexe 12

**QC2-1.** La modélisation des émissions de cyanure d'hydrogène (HCN) de l'usine montre que le critère annuel est respecté à l'ensemble des récepteurs sensibles. En revanche, la modélisation montre également des dépassements du critère annuel, à une distance de plus de 300 mètres des installations du projet. La concentration maximale modélisée, à 300 mètres au nord de l'usine, serait de 0,32 µg/m<sup>3</sup>, ce qui correspond à un dépassement de 200 % du critère annuel applicable pour le HCN, qui est de 0,16 µg/m<sup>3</sup>.

Par conséquent, le promoteur doit présenter des mesures d'atténuation permettant de contrôler les émissions de HCN des huit événements de ventilation de l'usine et des trois réservoirs extérieurs de lixiviation, en plus des bassins de surnageant et de recirculation situés dans le parc à résidus. Les mesures proposées devront être intégrées à la modélisation afin de démontrer leur impact sur la diminution des concentrations de HCN dans l'air ambiant. Le promoteur doit également présenter dans son programme préliminaire de surveillance et de suivi comment il compte suivre et s'assurer de l'efficacité des mesures qui seront mises en place.

Réponse :

Tel que présenté à la section 1 du rapport Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants (IMAUSAR, 2022 ; annexe QC2-1), une réunion Teams a eu lieu le 9 mars 2022 à laquelle participaient Mme Martine Proulx et M. Jean-Sébastien Dupont, experts du MELCC à Québec. Puisque les dépassements modélisés sont limités à une zone restreinte au nord-ouest du site et qu'aucun dépassement du critère annuel du cyanure d'hydrogène n'a lieu à un récepteur sensible situé à l'extérieur de la zone de 300 mètres autour des limites du bail minier, Bonterra doit démontrer que des mesures d'atténuation de base ont été appliquées. Ainsi, Bonterra s'assurera d'effectuer un suivi rigoureux du procédé, notamment en ce qui concerne le pH maintenu dans les réservoirs extérieurs de lixiviation, ainsi que ceux situés dans l'usine, et ce, afin de s'assurer de limiter les émissions de cyanures à l'atmosphère. Par ailleurs, des optimisations sont prévues au niveau du système d'évacuation des gaz dans le bâtiment de l'usine de raffinage, ce qui permettra d'améliorer la dispersion des gaz.

Il est également important de rappeler que le scénario de modélisation utilisé, qui assume une concentration de 4 ppm de cyanures en tout temps dans l'usine, est très pessimiste et conservateur. Cette valeur se situe tout juste sous le seuil réglé de l'alarme dans l'usine de 5 ppm, concentration correspondant à la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) pour les cyanures selon le *Règlement sur la santé et la sécurité au travail* (RSST), ne représente pas les conditions normales d'opérations.

Une mise à jour du programme préliminaire de surveillance et de suivi sera effectuée dans le cadre de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 et documentera les mesures d'instrumentation et de contrôle qui seront mises en place afin de s'assurer de l'efficacité du contrôle du procédé, notamment en ce qui concerne le pH.

**QC2-2.** Le promoteur présente la période de fonctionnement de chaque source seulement dans le fichier de calcul des taux d'émission annexé au rapport de modélisation, sans spécifier si ce sont les conditions qui ont été retenues dans la modélisation. Aussi, les sources S1 (Cheminée de la raffinerie), S2 (Cheminée du four à charbon), S4 (Cheminée du silo à chaux), S6A à S6C (Activité d'empilage nouvelle halde de minerai 1A, 1B 1C), S7 (Activité d'empilage halde de minerai secondaire), S131 (Émissions chargeurs liés à Halde Minerai 1), S131A à S131C (Émissions chargeurs liés à nouvelle halde de minerai 1A, 1b et 1C), S132 (Émissions chargeurs liés à Halde Minerai 2), TBB1 (Émissions des camions liées à minerai Barry (1.04 km sur site actif)) et TBB2 (Émissions des camions liées à minerai Barry (5.92 km hors site actif)) n'émettent pas de façon continue des particules à l'atmosphère.

Pour les besoins de la modélisation, il faut considérer une émission maximale et continue de chacune de ces sources, soit de 24 heures par jour, 7 jours par semaine, 52 semaines par année, si l'horaire quotidien de celles-ci n'est pas fixe, afin d'être en mesure de déterminer les concentrations maximales susceptibles de se produire dans le cas où toutes les sources possibles de poussières seraient en fonction simultanément.

Sinon, le promoteur doit ajuster la modélisation en fonction de l'horaire de fonctionnement journalier et annuel de chaque source. Plus spécifiquement, le promoteur doit préciser certaines informations présentées dans les feuilles de calcul Excel GI-IBTER-01 - Calcul taux emission\_2021-01-19 et tenir compte des éléments ci-dessous :

**Source S1 :**

Le promoteur indique que le four est alimenté une fois par semaine et fonctionne durant une période de 6 heures à un moment non spécifique. Le promoteur doit préciser comment les taux d'émission ont été appliqués dans le modèle.

**Source S2 :**

L'horaire d'opération pour la cheminée du four à charbon fournie dans la feuille de calcul est de 24 heures par semaine, jusqu'à 3 jours par semaine, à des moments non spécifiques. Il n'est pas possible de vérifier, à partir de l'information fournie, que c'est le taux d'émission maximum de particules par jour qui a été considéré dans le modèle. Le promoteur doit préciser le fonctionnement du four à charbon, notamment si le four est utilisé pendant 8 heures consécutives par jour et comment les taux d'émission ont été appliqués dans le modèle.

**Source S4 :**

Le promoteur utilise comme hypothèse que cette source émet de jour, soit de 7h à 17h, durant la semaine. Le taux d'émission a toutefois été pondéré sur une période de 24 heures. Tel qu'indiqué à la question QC2-2, le taux d'émission aurait dû être pondéré sur une période de 10 heures, plutôt que 24 heures, et appliqué dans le modèle durant les heures concernées, 7 jours par semaine. Le promoteur doit expliquer son choix de pondérer sur une période de 24 heures et préciser si le remplissage du silo à chaud peut être effectué à n'importe quel moment de la journée.

**Sources S6A, S6B et S6C :**

Le promoteur doit indiquer comment les taux d'émission ont été appliqués dans la modélisation; selon notre compréhension, les taux d'émission ont été appliqués à chacune des haldes de minerai, ce qui signifie que les trois haldes reçoivent du matériel tous les jours.

**Sources S9A, S9B, S9C, S10, S19 et S26 :**

Les calculs des taux d'émission engendrés par l'érosion éolienne des particules lors de l'entreposage en pile doivent être réalisés comme spécifié à la section 3.10.2.5 du *Guide d'instructions – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers*<sup>2</sup>. L'équation découlant de la méthode préconisée par le ministère précise que le facteur d'émission horaire obtenu est en  $g/m^2.s$  [ $FE (g/m^2.s) = 1,52 \times 10^{-5} \times J \times s$ ]. Il n'y a donc pas de pondération à faire avec le temps. Or, selon les indications de la feuille de calcul, le promoteur a plutôt utilisé les unités  $kg/m^2$ . Le promoteur doit corriger les taux d'émission pour toutes les sources concernées et reprendre la modélisation.

**Source S13A :**

Pour le calcul des taux d'émission reliés au routage, le promoteur a appliqué successivement deux facteurs d'ajustements pour les segments non pavés, soit l'atténuation reliée à l'arrosage régulier des routes (70 %) et une atténuation de 44 % reliée à une limitation de la vitesse à 40 km/h de tous les camions de transport. Cette façon de faire n'est pas acceptée par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Il est considéré qu'une réduction de vitesse engendre une réduction des émissions atmosphériques, mais elle sera nécessairement moindre que la valeur avancée (44 %) lorsque la réduction de vitesse s'effectue sur un segment routier sur lequel il y a eu de l'épandage d'eau ou d'abat-poussière. Une seule atténuation peut être considérée dans la modélisation. À titre de référence, le document *National Pollutant Inventory (NPI), Emission Estimation Technique Manual for Mining, Version 3.1* (Gouvernement australien, janvier 2012) indique une réduction de 75 % des émissions pour un arrosage avec un débit supérieur à 2 litres/m<sup>2</sup>/h au tableau 4 - *Estimated control factors for various mining operations*. Dans l'éventualité où le promoteur choisirait d'appliquer ce taux d'atténuation, il devra s'engager à maintenir cette efficacité en tout temps. Il doit également corriger les taux d'émission et reprendre la modélisation.

Il est considéré que, même en hiver, différentes matières seront déposées sur les segments routiers même si les sols sont gelés. Des particules seront alors remises en suspension lors du passage des véhicules miniers. L'hypothèse posée par le promoteur, soit que les émissions de contaminants à l'atmosphère sont nulles pour la période de novembre à avril, n'est pas représentative. Le promoteur doit considérer les émissions reliées au routage avec un taux d'atténuation semblable à celui lié à l'épandage d'eau ou d'abat-poussière afin d'avoir une approche plus conservatrice.

---

<sup>2</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2017. Guide d'instructions – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers. 34 p et annexes. Disponible en ligne : [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur\\_minier.pdf](https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur_minier.pdf)

#### **Sources S13B et S27B :**

Il est indiqué à l'annexe H du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA)* : « Les scénarios de modélisation doivent permettre de reproduire les pires concentrations de contaminants attendues en fonction de la période d'application de la valeur limite. (...) ». Ainsi, le scénario choisi pour vérifier la conformité des normes d'émission basées sur des durées de 24 heures ou moins doit tenir compte du cycle qui aura les pires concentrations de contaminants attendues. Selon ce raisonnement, cela devrait être durant le cycle de 30 jours. La consommation de diesel utilisée pour calculer les taux d'émission de contaminants doit être basée sur la consommation journalière pour les conditions d'opération qui ont lieu durant le cycle de 30 jours plutôt que sur la consommation annuelle. Le même raisonnement s'applique pour le calcul des émissions reliées à la consommation d'essence. Le promoteur doit donc recalculer les taux d'émission avec la consommation journalière de diesel et d'essence. Le promoteur montre dans sa feuille de calcul qu'il a considéré trois différentes sources pour établir les taux d'émission de contaminants provenant de la combustion du diesel et de l'essence. Il est à noter que le comparatif 1 et le comparatif 3 proviennent de la même source puisque l'INRP utilise les taux de la section 3.3 de l'AP-42 (Stationary Internal Combustion Sources, Gasoline and Diesel Industrial Engines). Le choix des taux d'émission de contaminants pour le diesel est conservateur. En effet, la section 3.3 de l'EPA, datée de 1996, réfère à des taux d'émission plus élevés que ceux de la seconde référence (Comparatif 2), datée de 2016.

À titre d'information, les taux d'émission provenant de cette référence (Comparatif 2) pour la combustion du diesel sont considérés comme étant représentatifs pour une certaine période d'utilisation, comme mentionnée à la note b du document. Dans le volume I du rapport principal de l'étude d'impact du projet, il est indiqué que le projet vise à traiter les minerais au complexe Bachelor sur une période de 10 ans. Il existe une autre référence de l'US EPA, qui propose une méthode qui tient compte de l'utilisation des moteurs en régime transitoire et de l'hypothèse d'une détérioration des émissions dans le temps (US EPA, *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling – Compression Ignition*, Report no NR-009d, July 2010).

#### **Source S14 :**

Ce sont les taux d'émission obtenus sur une base horaire qui doivent être utilisés dans la modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants. Le promoteur doit se référer à l'annexe H du RAA pour la vérification de la conformité aux normes d'émission basées sur différentes périodes. Le promoteur doit fournir les deux références citées dans la feuille de calculs concernant les données sur les émissions de silice cristalline générées par les opérations souterraines.

#### **Sources S15 et S16 :**

Le calculateur développé par le Colorado, disponible sous forme de fichier Excel, n'est pas une publication officielle. Il n'a pas été possible de vérifier la provenance de toutes les informations contenues dans celui-ci, notamment, le pourcentage massique des contaminants contenus dans les émissions de l'évent des réservoirs d'essence et de diesel. Le promoteur doit fournir la provenance de ces pourcentages ou référer à une autre publication.

**Sources S20A à S20G :**

Le premier seuil d’alarme pour la concentration de cyanures étant à 5 ppm, une concentration de cyanures de 4 ppm devrait être considérée (au lieu de 1 ppm) afin d’obtenir le scénario le plus conservateur.

**Sources S21A à S21C :**

Le ratio des masses molaires (MWCN/MWHCN) semble avoir été appliqué deux fois, plutôt qu’une, dans l’équation. Si ce n’est pas le cas, le promoteur doit fournir plus de détail concernant son calcul.

**Source S27A :**

Même en hiver, différentes matières seront déposées sur les segments routiers même si les sols sont gelés. Des particules seront alors remises en suspension lors du passage des véhicules miniers. L’hypothèse posée par le promoteur, soit que les émissions de contaminants à l’atmosphère nulles pour la période de novembre à avril ne sont pas représentatives. Le promoteur doit considérer les émissions reliées au routage avec un taux d’atténuation semblable à celui lié à l’épandage d’eau ou d’abat-poussière afin d’avoir une approche plus conservatrice.

Réponse :

Tel que présenté à la section 1 du rapport Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants (IMAUSAR, 2022 ; annexe QC2-1), une réponse est exposée ci-dessous pour chacun des éléments :

- Source S1 :  
Le taux appliqué dans le modèle correspond au taux maximal possible sur 24 heures, appliqué 24h/24h, 365 jours/année dans le modèle. Le taux est calculé en divisant la quantité maximale de particules émises durant les 6 heures de fonctionnement du four par 24 heures et en rapportant le tout en g/s. Les quantités de matières alimentées à la fois dans le four seront diminuées par rapport à la précédente version de l’étude.
- Source S2 :  
Le taux d’émission est appliqué 24h/24h, 365 jours/année dans le modèle. Il est à noter que l’horaire d’opération du four sera de 2 jours par semaine.
- Source S4 :  
Les taux d’émission ont été corrigés en les pondérant sur 10 heures au lieu de 24 heures et ont été appliqués entre 7h00 et 17h00, 365 jours/année dans le modèle. De plus, en examinant la référence de l’EPA utilisée pour approximer l’efficacité du dépoussiéreur, celle d’un dépoussiéreur du même type que celui utilisé (« fabric filter ») est d’un minimum de 99 %. Pour cette raison, cette efficacité a été appliquée au calcul des taux d’émissions. La modélisation de cette source a été reprise. L’horaire d’opération sera de 2 fois par mois plutôt que 3.
- Sources S6A, S6B et S6C :  
Le promoteur a changé l’aménagement prévu pour le stockage de minerai brut. Celui-ci sera plutôt entreposé dans une halde séparée en deux, un tiers d’un côté et deux tiers de l’autre.

Les taux d'émission ont été appliqués à chacune des deux piles, ce qui signifie qu'il est présumé que les deux piles reçoivent du matériel tous les jours proportionnellement à leur taille. Il y aura donc dorénavant deux sources, soit S6A et S6B.

- Sources S9A, S9B, S9C, S10, S19 et S26 :

Une erreur s'était glissée dans les calculs pour les taux d'émission de ces sources ; les calculs ont été corrigés et la modélisation de ces sources a été reprise. En effet, cette erreur découlait de la première étude de modélisation où les résultats en kg/m<sup>2</sup> étaient convertis en g/m<sup>2</sup>-s alors qu'il s'agissait d'une erreur d'unité puisque les résultats étaient déjà en g/m<sup>2</sup>-s. Le facteur de correction se retrouvait donc à être appliqué deux fois inutilement. Cette erreur a été corrigée dans la nouvelle modélisation. Puisqu'il y aura dorénavant deux piles de minerai brut, la source S9C n'existe plus. De plus, la source S26 n'existera plus, car l'abandon de l'exploitation du gisement Moroy signifie qu'il n'y aura plus de génération de stériles.

- Source S13A :

Les corrections suivantes ont été appliquées dans les calculs des taux d'émission de ces sources :

- Un facteur d'ajustement de 25 % (réduction de 75 %) a été appliqué aux segments routiers des chargeurs, entre mai et octobre. Le même facteur d'ajustement a été appliqué entre novembre et avril afin de tenir compte de la période hivernale, à la suggestion du MELCC. Le promoteur s'engage à maintenir cette efficacité en tout temps sur ces segments, avec l'application d'un débit supérieur à 2 litres/m<sup>2</sup>/h.
- Aucune limitation de vitesse n'est nécessaire sur le segment routier TBB1 dû à des optimisations au niveau des activités de transport. Le facteur d'ajustement de 56 % (réduction de 44 %) entre mai et octobre a donc été retiré. Toutefois, un facteur d'ajustement de 25 % (réduction de 75 %) a été appliqué entre novembre et avril afin de tenir compte de la période hivernale, à la suggestion du MELCC.

Lors de l'appel Teams avec les représentants du MELCC, le statut du segment routier TBB2 qui avait été inclus dans le modèle a été clarifié. Puisqu'il s'agit d'un segment de route d'une route publique, malgré le fait que le promoteur entretienne ce segment afin de le rendre sécuritaire pour les camions de halage de minerai, il a été retiré du modèle en raison de son statut de route publique.

Le réaménagement des piles de minerai brut a provoqué des changements dans les trajets des camions et de la chargeuse sur le site. De plus, le trajet du segment routier TBB1 a légèrement changé.

La modélisation de ces sources a été reprise avec ces modifications.

- Sources S13B et S27B :

Pour la source S13B, comme mentionné pour la source S13A, le segment de route TBB2 a été retiré du modèle, car celui-ci fait partie d'une route publique. Les calculs d'émission de gaz de combustion de diesel ont donc été ajustés en conséquence pour tenir compte de ce retrait.

Pour les sources S13B et S27B, la modélisation initiale considérait des cycles de 30 jours suivis d'une interruption de 10 jours, ce qui n'était pas réaliste au niveau du transport. Le transport du minerai sera donc effectué en continu à un tonnage journalier inférieur à ce qui était prévu dans la modélisation initiale. De plus, le poids maximal du minerai transporté par camion a été réduit de 50 à 42 tonnes.

Enfin, une erreur qui s'était glissée dans l'étude précédente a été corrigée. En effet, bien que la production maximale prévue était auparavant de 2 400 tonnes/jour, le tonnage maximal provenant de Barry a toujours été de 1 800 tonnes/jour. Les calculs de taux d'émission dus au routage du segment TBB1 ont donc été corrigés pour un tonnage maximal transporté de 1 800 tonnes/jour. Les calculs de taux d'émission reliés à la combustion du diesel ont été modifiés pour tenir compte de ceci. La consommation d'essence a également été répartie équitablement sur 365 jours/année.

En ce qui a trait aux facteurs d'émission, les trois références ont été conservées. Nous avons ajouté le facteur à la 2<sup>e</sup> référence pour tenir compte du régime transitoire et de la détérioration avec le temps. Le facteur d'émission retenu pour les calculs de taux d'émission est le plus conservateur des trois.

Comme mentionné précédemment, le réaménagement des piles de minerai brut a provoqué des changements dans les trajets des camions et de la chargeuse sur le site. De plus, le trajet du segment routier TBB1 a légèrement changé.

La modélisation de ces sources a été reprise avec les nouveaux taux d'émission calculés.

- Source S14 :

Cette source n'existera plus pour ce projet, car l'exploitation du gisement Moroy est abandonnée.

- Sources S15 et S16 :

Un lien internet existe afin de télécharger le calculateur :

<https://oitco.hylandcloud.com/POP/DocPop/DocPop.aspx?docid=7055891>

Une copie de celui-ci est disponible à l'annexe G de l'Étude de modélisation (IMASAR, 2022 ; annexe QC2-1).

Il s'avère que la référence utilisée pour ce calculateur provient de la base de données AP-42 de l'EPA, tableau 5.2-5. Aucune modification n'a été apportée aux taux d'émission déjà calculés.

- Sources S20A à S20G :

À la suite de l'appel Teams avec les experts du MELCC, la modélisation a été effectuée en présumant une concentration de 4 ppm dans l'air ambiant de l'usine, autant pour la vérification du respect du critère sur 4 minutes que du critère annuel du cyanure d'hydrogène. Il s'agit d'une valeur très conservatrice, puisque le seuil d'alarme est fixé à 5 ppm, ce qui correspond à la valeur d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures (VEMP) à l'annexe 1 du *Règlement sur la santé et la sécurité au travail* (RSST). La modélisation de cette source a été reprise avec les nouveaux taux d'émission calculés.

- Sources S21A à S21C :

Effectivement, celui-ci avait été appliqué deux fois par erreur. Le calcul a été corrigé et la modélisation de ces sources a été reprise.

- Source S27A :

Un facteur d'ajustement de 25 % (réduction de 75 %) a été appliqué sur le segment routier entre novembre et avril, semblable à celui lié à l'épandage d'eau ou d'abat-poussière. Aucun facteur d'ajustement n'a été utilisé entre mai et octobre.

Tel que mentionné précédemment, des modifications ont été apportées pour le calcul des taux d'émission du segment routier TBB1 afin de refléter le maximum de tonnage provenant de Barry qui a toujours été de 1 800 tonnes/jour.

Les calculs ont été corrigés et la modélisation de cette source a été reprise.

- QC2-3.** Au tableau 5.2.1 de l'étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants (Annexe 12), les hauteurs d'émission des événements de toit de l'usine (S20A à S20G), de la cheminée du dépoussiéreur du laboratoire (S22) et de la cheminée du foyer de brûlage des emballages d'explosifs (S23) diffèrent des informations présentées dans le fichier de calcul des taux d'émission annexé au rapport. Ces éléments doivent être vérifiés et corrigés, s'il y a lieu. De plus, dans le cas de la source S23, étant donné qu'elle est positionnée sur la halde à résidus secs recouverts de stériles (S26), il faut inclure à l'élévation de base, la hauteur correspondant à la pile de matériaux qui seront entreposés sous celle-ci.

Réponse :

Tel que présenté à la section 1 du rapport Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants (IMAUSAR, 2022 ; annexe QC2-1), des erreurs de transcription se sont glissées dans le tableau 5.2.1. Elles ont été corrigées dans ce rapport révisé. De plus, la source S23 ne sera plus utilisée, car l'abandon de l'exploitation du gisement Moroy signifie l'abandon de l'utilisation d'explosifs. Comme mentionné précédemment, la source S26 n'existera plus également, car il n'y aura plus de génération de stériles.

- QC2-4.** Étant donné que la demande d'autorisation vise une augmentation de la capacité de production de l'usine de traitement du minerai de 800 à 2 400 tonnes par jour ainsi que l'agrandissement du parc à résidus, le respect de l'article 197 du RAA doit être démontré. Ainsi, si la situation projetée montre toujours des dépassements de la norme pour les particules totales et du critère annuel de qualité de l'atmosphère pour le cyanure d'hydrogène (HCN) à la suite de la révision de la modélisation, le promoteur devra présenter un scénario de modélisation correspondant à la situation actuellement autorisée et un scénario de la situation projetée. Les scénarios devront être réalisés en utilisant la même méthodologie.

Notamment, le promoteur devra s'assurer que la version du modèle AERMOD, les données météorologiques et les caractéristiques de chaque source qui ne sont pas affectées par le projet sont identiques. Ceci doit permettre d'apprécier l'impact du nouveau projet sur la qualité de l'air ambiant, et de déterminer s'il entraîne une augmentation de la concentration des contaminants pour lesquels des dépassements étaient observés dans la situation actuellement autorisée.



Réponse :

Tel que présenté à la section 1 du rapport Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants (IMAUSAR, 2022 ; annexe QC2-1), dans le fichier de calcul révisé des taux d'émission en annexe, les taux d'émission de particules totales et de HCN ont été calculés selon la situation actuelle, avec une production de l'usine de traitement du minerai de 800 tonnes par jour. Les détails ont été ajoutés en vert à chaque onglet du fichier. Afin de pouvoir bien représenter les sources d'émission actuelles et calculer leurs taux, les deux documents suivants ont servi de références :

- Genivar, Modélisation de la dispersion atmosphérique des particules dans l'air ambiant, rapport daté de novembre 2011.
- Wood, Étude des impacts, Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec, TX17021601-000-REI-0001-0, 26 septembre 2019.

La modélisation de ces deux paramètres, selon les taux d'émission équivalents à la production actuelle de traitement de 800 tonnes/jours, a été effectuée.

Enfin, nous rappelons que la production maximale visée passe maintenant de 2 400 à 1 800 tonnes/jour.

### 1.1.2 Plan de gestion des poussières – Annexe 7

**QC2-5.** À la section 5.2.6 (Réactivation du charbon) du Plan de gestion des poussières (annexe 7), le promoteur indique que les émissions de particules à la cheminée du four seront suivies par un échantillonnage triennal de la cheminée. Le promoteur devra s'assurer de transmettre les résultats de ces échantillonnages au MELCC ainsi que les informations requises pour vérifier le respect de la norme d'émission.

Réponse :

Dans le cadre du Plan de gestion des poussières, le promoteur s'engage à réaliser un programme d'échantillonnage des émissions de particules à la cheminée du four aux trois ans. L'échantillonnage des émissions dans l'atmosphère est requis pour vérifier le respect des normes applicables à ce type d'activité et sera effectué selon les méthodes de référence prescrites par le Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 4 – Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Les résultats d'analyse de ces campagnes feront l'objet d'un rapport d'échantillonnage effectué selon les modalités prescrites au Cahier no 4 du CEAEQ. Ce rapport contiendra toutes les informations requises afin de vérifier le respect de la norme d'émission de particules en vertu du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA). Le rapport sera transmis au MELCC, sur papier et support électronique, dans les 120 jours suivant la fin de la campagne d'échantillonnage. Enfin, si l'analyse révèle un dépassement d'une valeur limite ou d'une autre norme d'émission fixée par règlement, une mention sera faite dans le rapport et des mesures correctives seront prises pour y remédier.

Tel que mentionné à la section sur les modifications apportées au projet depuis le dépôt de l'étude d'impact initiale, un nouveau bâtiment sera construit afin d'abriter le futur concasseur primaire. Le bâtiment sera fermé et un dépoussiéreur équivalent à celui utilisé pour le bâtiment de concassage actuel y sera rattaché.

Comme pour les autres dépoussiéreurs du site, les mesures d'atténuation courantes prévues au plan de gestion des poussières seront appliquées afin de s'assurer du fonctionnement optimal de ce nouveau dépoussiéreur.

Le plan de gestion des poussières sera mis à jour dans le cadre de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 qui sera déposée au MELCC afin d'inclure l'engagement à remettre le rapport d'échantillonnage de la cheminée du four au MELCC et les modalités de suivi du bon fonctionnement du nouveau dépoussiéreur.

- QC2-6.** Plusieurs milieux sensibles ont été identifiés par le promoteur au *Tableau 1. Localisation des récepteurs sensibles près du site Bachelor* de l'annexe 7 du document « Addendum–réponses aux questions et commentaires du COMEX » (Bonterra, 2021). Le promoteur doit identifier les méthodes de suivi des poussières qu'il compte mettre en place au niveau de ces milieux sensibles.

Réponse :

La modélisation a démontré qu'il n'y avait pas de dépassement aux récepteurs sensibles (voir l'annexe QC2-1). Le promoteur utilisera des abat-poussières sur le site minier (en incluant le campement).

Le promoteur est conscient de l'importance de la réduction des nuisances. Le système de gestion des plaintes du promoteur sera à l'affût des préoccupations des usagers. Advenant le cas qu'il y aurait des plaintes des différents utilisateurs sur la route publique, des mesures supplémentaires pourraient être prises, telle l'application d'abat-poussières.

Puisque l'utilisation du territoire est susceptible de varier dans le temps pour un territoire donné, Bonterra a effectué des consultations avec le fils (M. Matthew Blacksmith) de l'ancien maître de trappe du lot W24A (Frank Blacksmith maintenant décédé), et avec un des principaux utilisateurs du territoire (M. Allan Saganash), de même que Joshua Blacksmith de la communauté de Waswanipi. La rencontre a permis de confirmer qu'aucun nouveau campement permanent n'est présent dans la zone d'étude restreinte et que certains campements sont inoccupés. Selon l'information recueillie, aucun nouveau campement ne serait par ailleurs présent le long de la route Bachelor-Barry. Le contre rendu de la réunion du 12 juillet 2022 avec les maîtres de trappe et les utilisateurs du lot de trappe W24A est joint à l'annexe QC2-6.

## 1.2 Reptiles, amphibiens et mammifères

### 1.2.1 Rapport d’inventaire des reptiles, des amphibiens et de mammifères – Annexe 3

**QC2-7.** À la réponse à la QC-57, il est mentionné qu’un rapport sera produit ultérieurement afin de documenter la méthodologie utilisée pour l’inventaire des micromammifères, les résultats d’inventaires, ainsi que les mesures d’évitement, d’atténuation ou de compensation qui seront appliquées. Le document « Addendum– réponses aux questions et commentaires du COMEX » (Bonterra, 2021) met de l’avant des recommandations sur les évitements à réaliser pour limiter les impacts sur l’habitat des campagnols à statut qui ont été confirmés. Ce document mentionne entre autres qu’il faudra relocaliser la route d’accès projetée en périphérie de la construction des digues afin de minimiser l’impact à l’intérieur des domaines vitaux des deux espèces recensées sur le transect MM02 et dans une mosaïque de peuplements présentant un grand intérêt pour la faune, considérant la diversité d’espèces végétales et la diversité d’éléments naturels (chicots, arbres morts en décomposition, bois mort sur le sol, cap rocheux avec anfractuosités).

Il est ensuite mentionné que la carte 3 de l’annexe 1 du Rapport d’inventaire des reptiles, des amphibiens et de mammifères présente un tracé alternatif pour la route d’accès à partir de la route au sud du parc à résidus et une proposition d’emplacement pour la halde à mort terrain. Le tracé suggéré pour l’accès sud minimise l’impact sur les espèces à statut tout en limitant la fragmentation des peuplements puisqu’il longe les fossés prévus et se rapproche du parc à résidus. La note technique (annexe 5 du Rapport d’inventaire des reptiles, des amphibiens et de mammifères) sur le tracé de la route d’accès sud présente les scénarios envisagés. Une série d’autres recommandations sont présentées dans ce document.

Le promoteur doit présenter le tracé officiellement retenu (tracé, empreinte des travaux, largeur de la route, élévation de la route, etc.) et les mesures d’atténuation qui seront mises de l’avant pour éviter ou réduire la perte de milieux humides et d’habitats préférentiels pour les micromammifères. Il doit également présenter l’argumentaire du tracé retenu (impacts environnementaux, coûts, sécurité du tracé, etc.).

Réponse :

Bonterra avait choisi de retenir le tracé 2 présenté dans l’étude des tracés envisagés pour la route d’accès sud, présentée dans la note technique de l’annexe 5 du Rapport d’inventaire des reptiles, des amphibiens et des mammifères (GCM, 2021). Cependant, lors des études complémentaires pour le chemin d’accès et de l’ingénierie de détail du parc à résidus (ci-après PAR), le choix a basculé à nouveau vers le tracé original. Ce choix s’appuie sur la sécurité du transport et des besoins des opérations minières. En effet, avec sa nouvelle empreinte, les tracés 1, 2 entrent en conflit avec les infrastructures du PAR. Le tracé 3, quant à lui, possède des pentes élevées qui pourraient causer d’importants problèmes de sécurité en conditions hivernales. Il a donc été exclu rapidement. De plus, contrairement aux tracés 1 et 2, le tracé Original ne comporte pas de contraintes avec différents fossés de collecte des eaux projetés en périphérie du parc à résidus. Il permet également une circulation à double sens puisqu’il est le seul ayant l’espace suffisant pour accueillir un chemin de classe 1. Cet avantage opérationnel est non négligeable.

Le tracé Original est le deuxième tracé le moins coûteux parmi les options évaluées, en excluant les coûts reliés au roc présent dans le tiers intermédiaire des tracés Original, 1 et 2 (voir le tableau QC2-7-1). Le tracé Original est à flanc de montagne, ce qui implique potentiellement l'excavation du roc afin d'aménager le chemin. Il est aussi le tracé avec le plus grand niveau de sécurité hivernale au niveau des pentes.

**Tableau QC2-7-1. Estimation des coûts par tracé (GCM, 2021)**

Tracés	Longueur du tracé (m)	Coût (\$)¹
Tracé 1	900	687 900
Tracé 2	815	621 100
Tracé 3	1 075	663 450
Tracé original	1 000	641 400

¹ Précision de 50 %

Une optimisation du tracé est en cours dans l'ingénierie de détail. Ainsi, un tracé Original-révisé est en cours d'élaboration. Selon les dernières informations, ce tracé aurait une longueur de 1 175 mètres. Les coûts pour le tracé Original-révisé sont présentement à l'étude, mais devraient être similaires au tracé Original. Pour le tracé Original-révisé retenu, un chemin de classe 1 est considéré pour lequel une surface de roulement de 8,5 à 9,1 mètres, un accotement de 1 mètre ainsi qu'un fossé sont prévus. L'emprise maximale de déboisement pour le chemin sera de 35 mètres. L'élévation du chemin variera quant à elle entre 330 et 350 mètres environ. Le tracé et les emprises des infrastructures sont illustrés à la carte de l'annexe QC2-7.

Bien que Bonterra aurait souhaité éviter les zones d'activités restreintes suggérées par GCM (2021) pour les micromammifères à statut, ce tracé ne permet pas de les éviter. Dans un souci de restreindre au maximum les impacts sur le Campagnol-lemming de Cooper et le Campagnol des rochers, deux espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, un avis a été demandé au Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (ci-après MFFP). Des mesures particulières ont été suggérées et sont présentées à la section suivante.

Des efforts seront aussi déployés afin de minimiser les impacts sur le Campagnol-lemming de Cooper dans le secteur de la halde à mort terrain. La largeur de celle-ci a notamment été réduite et s'éloigne davantage de la zone d'activités restreintes suggérée par GCM (2021) que par rapport à l'aménagement initial. Le changement peut être visualisé à la carte de l'annexe QC2-7. De plus, des mesures particulières seront prises afin de limiter les impacts au pourtour de la halde pendant sa construction. Elles sont listées à la section suivante.

#### **Mesures d'évitement et d'atténuation**

Bonterra s'engage à suivre les recommandations du MFFP et les recommandations générales de GCM (2021) afin de limiter les pertes et les perturbations de la végétation puisque ceux-ci ont un lien direct avec les habitats fauniques disponibles. Ainsi, les recommandations générales suivantes seront appliquées :

- Favoriser le maintien des débris ligneux de faible diamètre (ex. : branches) au sol dans l'emprise de la route où le couvert arbustif aura été supprimé par les travaux, puisque cette pratique permet de conserver ou de créer des habitats de qualité qui sont utilisés par ces espèces et qui contribueront à leur protection (GCM et MFFP).
- Éviter le compactage des sols et l'orniérage autant que possible lors des travaux.

- Limiter la mise en place de chemin dans les zones d'activité restreintes définies pour les occurrences de micromammifères à statut en fonction des domaines vitaux des espèces (voir la carte à l'annexe QC2-7) (GCM et MFFP). Appliquer les meilleures pratiques pour limiter les risques et atténuer les conséquences d'un déversement de produits pétroliers et chimiques ou d'agent de déglacage dans le milieu naturel (GCM).
- Délimiter physiquement les zones de déboisement, les aires de circulation et les aires d'entreposage des matériaux afin de limiter le déplacement de la machinerie dans le secteur, de limiter l'orniérage et de conserver un couvert forestier arbustif et ainsi minimiser la perte d'habitat pour ces espèces (GCM et MFFP).
- S'assurer du respect des limites de déboisement préalablement identifiées par un surveillant de chantier (GCM).
- Éviter le compactage des sols et l'orniérage des sols lors des travaux autant que possible (MFFP).
- Effectuer les travaux en période hivernale (lorsque le sol est gelé ou en présence d'un couvert de neige de 30 cm et plus) (MFFP).
- Respecter les lisières boisées par rapport aux cours d'eau et milieux humides tel que prévu par le Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (RADF) (MFFP).
- Préconiser les scénarios évitant ou minimisant la perte de milieux humides (GCM).
- Favoriser l'utilisation de surfaces déjà perturbées pour l'entreposage de bois de coupe et de débris ligneux (GCM).

La localisation de la halde à mort-terrain retenue permettra également de respecter les recommandations spécifiques proposées par GCM Consultants (2021) relativement aux espèces de micromammifères à statut recensés dans le secteur, soit :

- Minimiser les perturbations du milieu naturel dans un rayon de 100 m autour de chaque mention de campagnol-lemming de Cooper et favoriser des secteurs adjacents à une surface déjà perturbée pour éviter de fragmenter son habitat.
- Minimiser les perturbations du milieu naturel dans un rayon de 120 m autour de chaque mention de campagnol des rochers et favoriser des secteurs adjacents à une surface déjà perturbée pour éviter de fragmenter son habitat.

**QC2-8.** Le promoteur doit poursuivre en 2021 un inventaire complet des chiroptères. Cet inventaire devra être basé sur le *Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec*<sup>3</sup>. Également, tel que spécifié dans l'annexe 3 de l'addendum, des visites des bâtiments devraient permettre de déceler des signes d'utilisation par les chiroptères, s'il y en a. Un des objectifs principaux de l'inventaire en période de reproduction est de déceler la présence de zones de concentration d'individus, qui pourrait constituer des maternités, par exemple.

Advenant le cas où des zones de concentration seraient retrouvées sur le site minier Bachelor (ex. : maternité, bâtiment utilisé comme gîte, etc.), le promoteur devra identifier des mesures de protection et d'atténuation ainsi que prévoir un suivi à long terme.

Réponse :

Un inventaire durant la période de reproduction des chiroptères a été réalisé en juin et juillet 2022 afin de bonifier l'étude réalisée en 2020 durant la période de migration. Tout comme l'inventaire précédent, celui-ci était basé sur le *Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec*<sup>4</sup>. De plus, lors de cet inventaire de 2022, des visites des bâtiments ont été effectuées afin de déceler des signes d'utilisation par les chiroptères. Les résultats de cette étude sont présentés dans le rapport de l'annexe QC2-8.

### 1.3 Volet sonore

**QC2-9.** À la section 8.4.1.8 du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019), le promoteur indique : « L'Attestation ne contient aucune exigence sur le bruit. Néanmoins, Métanor se conforme aux articles pertinents du Règlement sur la santé et la sécurité du travail et de la Loi sur la santé et sécurité du travail ». Bien que l'attestation ne le spécifie pas, il est de l'obligation du promoteur de respecter la note d'instructions *Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent* (NI 98-01). À titre d'information, cette obligation sera incluse à l'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

En lien avec la note d'instruction citée ci-haut, le promoteur doit prendre en considération des mesures d'atténuation du bruit en ce qui concerne les équipements et les véhicules utilisés pendant la construction et s'assurer du respect des mesures qu'il a identifiées dans l'étude d'impact.

Réponse :

Le promoteur s'engage à respecter la note d'instruction *Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent* (NI 98-01). Il s'engage également à prendre en considération les mesures d'atténuation du bruit pendant la construction et à respecter les mesures identifiées dans l'étude d'impact.

<sup>3</sup> Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008. Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec. 10 p et 1 annexe. Disponible en ligne : <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/protocole-chauves-souris.pdf>

<sup>4</sup> Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008. Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec. 10 p et 1 annexe. Disponible en ligne : <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/protocole-chauves-souris.pdf>

Il est également important de rappeler que l'usine de traitement du minerai proposée sera moins bruyante que celle actuellement en place en raison notamment du remplacement des convoyeurs.

**QC2-10.** Le promoteur a établi que sa zone d'étude biophysique (ZEB) comprend la route de transport, les bancs d'emprunt, le site Bachelor ainsi que le ruisseau récepteur et le lac Bachelor dans son entièreté et qu'il considère que la nuisance causée par le bruit de la route sera limitée en deçà d'un rayon de 500 m.

L'article 2.4.1 de la Directive 019 sur l'industrie minière (Directive 019) stipule que : « Le niveau acoustique d'évaluation d'une source fixe associée à une activité minière doit être évalué selon les prescriptions de la Note d'instructions 98-01 (traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent). Les niveaux sonores mesurés doivent respecter les niveaux sonores établis dans cette note d'instructions ». L'article 3.3.4.1 de la Directive 019 stipule que : « Lorsque le bruit peut constituer un problème important (zone d'impact située à moins de 600 m des sources de bruit) pour les points d'évaluation du bruit décrit à la section 2.4.1 ou relativement au niveau sonore établi en fonction des zonages voisins ou en fonction du bruit ambiant, une évaluation du niveau sonore comprenant les niveaux sonores ambiants et ceux qui sont générés par les activités minières doit être faite selon les dispositions décrites dans la Note d'instructions 98-01. Les moyens d'atténuation envisagés sont présentés ainsi que le niveau anticipé de réduction du bruit ».

Enfin, le point d'évaluation du bruit est défini dans la Directive 019 comme étant : « Une habitation à vocation résidentielle, un établissement, un terrain de camping, un lieu récréatif, y compris les pourvoiries, un terrain agricole, industriel ou un terrain destiné à l'un de ces usages par règlement municipal et qui sont exposés à une source de bruit ».

En application de la Directive 019, le promoteur doit faire une évaluation du niveau sonore en y incluant, sans s'y restreindre :

- la détermination des sources de bruit fixes et mobiles, qu'elles soient temporaires ou permanentes;
- l'emplacement des sources de bruit;
- la durée d'utilisation de chacune des sources (par jour, par semaine ou par année) ainsi que les heures d'utilisation.

Réponse :

Le promoteur s'engage à réaliser une étude afin d'évaluer le niveau sonore en vertu de l'article 2.4.1. de la Directive 019 sur l'industrie minière (Directive 019) et de la même façon, selon les prescriptions de la Note d'instructions 98-01. Cette étude comprendra, sans s'y limiter, la détermination des sources de bruits fixes, mobiles, permanents et temporaires, leur emplacement ainsi que leur durée et heures d'utilisation. L'étude sera présentée lors de la demande d'autorisation de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

#### 1.4 Hydrogéologie

**QC2-11.** À la section 3.8.2.2.7 du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019), le promoteur s’est engagé à imperméabiliser les portions du parc à résidu qui ne respecteront pas le critère du flux de percolation de 3,3 L/m<sup>2</sup>/jour (art. 2.9.4 – Directive 019) et mentionne qu’il « tapissera les zones où la couverture d’argile est insuffisante à l’aide d’une couche d’argile ou d’une géomembrane de type « Bentoflix » destinée à augmenter le degré d’imperméabilité du sol dans le secteur ». Afin de respecter cet engagement, le promoteur doit considérer les résultats de la modélisation en conditions pessimistes afin de compenser pour les sources d’incertitude de la modélisation hydrogéologique (délimitation des dépôts meubles, conductivités hydrauliques basées sur une moyenne géométrique, etc.) lors des travaux d’imperméabilisation des zones où la couverture d’argile s’avère insuffisante.

Réponse :

La modélisation hydrogéologique incluant les résultats en condition pessimiste a été transmise à BBA et fera partie de l’ingénierie de détail.

À titre indicatif, afin de considérer les résultats de la modélisation en condition pessimiste, la carte des flux a été utilisée afin de localiser la superficie du terrain à tapisser d’une géomembrane. Tel qu’il est possible de le voir sur le plan INF0784-55001 à l’annexe QC2-11, la zone qu’il est planifié d’imperméabiliser est beaucoup plus grande que la seule zone à l’intérieur de laquelle des flux supérieurs à 0,5 l/m<sup>2</sup>/jour sont prévus.

**QC2-12.** Le promoteur doit aménager des puits d’observation minimalement aux sites des puits virtuels OBS-1, OBS-3 et OBS-5. Ces nouveaux puits devront être à double niveau (aménagés dans les dépôts meubles et dans le socle rocheux) et ajoutés aux puits retenus dans le programme de suivi environnemental. Une fiche d’information intitulée : Analyse des résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines, portant sur le suivi de la qualité des eaux souterraines est disponible sur le site Web du Ministère<sup>5</sup> et devra être considérée pour l’interprétation des données du suivi environnemental.

Réponse :

Six nouveaux puits d’observation (PO22-01 à PO-22-06) ont été aménagés du 11 au 21 juillet 2022 dans les dépôts meubles. Ces puits ont été ajoutés dans le programme de suivi environnemental.

Bonterra s’engage à aménager trois puits d’observation supplémentaires à double niveau (aménagés dans les dépôts meubles et dans le socle rocheux) aux sites des puits virtuels OBS-1, OBS-3 et OBS-5 et à ajouter les nouveaux puits retenus au programme de surveillance et de suivi environnemental.

<sup>5</sup> Ministère de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2019. Fiche d’information : Analyse des résultats de suivi de la qualité des eaux souterraines. Disponible en ligne : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/fiche-info-analyse-resultats-suivi-qualite.pdf>



Les spécifications recommandées dans la note technique de Richelieu Hydrogéologie (2021) (Annexe QC2-12) en ce qui concerne la localisation et l'aménagement des puits d'observation dans le socle rocheux seront respectées. Les puits additionnels seront ajoutés au réseau de surveillance des eaux souterraines déjà présent sur le site.

Enfin, l'analyse des résultats sur la qualité des eaux souterraines dans le cadre du suivi environnemental sera basée sur le contenu de la fiche d'information « Analyse des résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines, portant sur le suivi de la qualité des eaux souterraines » disponible sur le site Web du Ministère, ainsi que sur le Cahier 3 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du CEAÉQ. Les résultats seront également publiés au MELCC dans le cadre du rapport annuel exigé en vertu de la Directive 019 sur l'industrie minière.

- QC2-13.** En respect de l'article 2.3.2.3 de la Directive 019, le promoteur doit s'engager à déterminer la teneur de fond des eaux souterraines circulant dans l'emprise du site à l'étude. Ces teneurs de fond devront avoir été établies et devront être détaillées dans la version finale du programme de suivi environnemental qui sera déposé lors de la première demande d'autorisation ministérielle requise en vertu de l'article 22 de la LQE.

À titre d'information, un Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des eaux souterraines avant l'implantation d'un projet industriel est en préparation et sa publication est prévue prochainement. Ce guide viendra préciser la méthode préconisée pour le calcul des teneurs de fond des substances dans les eaux souterraines. Dans la mesure où le guide est rendu disponible, le promoteur devra utiliser la méthodologie préconisée dans ce guide pour la mise à jour et le traitement statistique de ses données.

Réponse :

Le suivi des teneurs de fond sera détaillé dans la version finale du programme de suivi environnemental qui sera déposé lors de la première demande d'autorisation ministérielle requise en vertu de l'article 22 de la LQE. De plus, l'échantillonnage sera réalisé conformément au Cahier 3 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du CEAÉQ. Finalement, le promoteur s'engage à utiliser la méthode préconisée pour le calcul des teneurs de fond des substances dans les eaux souterraines, « *Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des eaux souterraines avant l'implantation d'un projet industriel* ».

## 1.5 Parc à résidus

**QC2-14.** L'annexe 9 « Programme préliminaire de surveillance et de suivi » du document « Addendum réponses aux questions et commentaires du COMEX » (GCM Consultants, 2021) est insuffisant en regard des risques et conséquences d'une rupture. Cet aspect doit être révisé par le promoteur.

L'Association minière du Canada a publié, en mars 2019, un *Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux*<sup>6</sup>. Ce document en est à sa deuxième édition et la section 3.5 traite spécifiquement de cet aspect. Ce document pourrait orienter la préparation d'un programme de surveillance et de suivi approprié pour les infrastructures qui devra être présenté lors de la demande d'autorisation ministérielle pour la construction des infrastructures minières.

Réponse :

Tel que mentionné dans les réponses aux questions précédentes, une version finale du programme de surveillance et de suivi sera remise lors de la demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE auprès du MELCC. Celui-ci sera révisé afin d'inclure les modalités de suivi supplémentaires auxquelles Bonterra s'est engagé dans le cadre de la 2<sup>e</sup> série de réponses aux questions du COMEX et de bonifier les éléments en lien avec le contrôle des risques et conséquences d'une rupture de digue.

Le programme de surveillance et de suivi final intégrera la rédaction d'un Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux basé sur le Guide de l'Association minière du Canada. Ce manuel conforme aux exigences du Guide sera prêt pour le jour 1 de la reprise des opérations.

---

<sup>6</sup> Association minière du Canada. 2019. Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux. 2e édition. Disponible en ligne : [https://mining.ca/wp-content/uploads/2019/03/Guide-dOES\\_2019.pdf](https://mining.ca/wp-content/uploads/2019/03/Guide-dOES_2019.pdf)

**QC2-15.** Un rapport de caractérisation géochimique du minerai et des stériles des deux sites miniers ainsi que des résidus miniers de Bachelor a été réalisé par Wood en 2019. Selon ce rapport, des volumes limités de résidus produits lors de l'usinage des minerais de Bachelor et Moroy pourraient avoir un rapport du potentiel de neutralisation (RPN) entre 1,5 et 3. Wood recommande donc de réaliser un suivi géochimique des résidus miniers à leur sortie de l'usine pour vérifier le RPN du résidu minier. Le promoteur doit s'engager à respecter cette recommandation et à réaliser un suivi géochimique des résidus miniers.

Réponse :

En 2017, à la suite de l'évaluation du COMEX, le promoteur a reçu une modification d'autorisation<sup>7</sup> à son Certificat d'Autorisation (CA)<sup>8</sup> pour son projet d'exploitation et de traitement de 600 000 tonnes de minerai d'or supplémentaire au site minier Bachelor. La condition 1 de cette modification précisait que le promoteur devait entreprendre un programme de caractérisation géochimique en continu pour toute nouvelle zone minéralisée qui serait découverte lors des activités d'exploration qui serait exploitée ou traitée, après autorisation de l'Administrateur, sur le site minier Bachelor.

Or, le promoteur s'est engagé à analyser, sur une base hebdomadaire, les résidus miniers à la sortie du concentrateur afin de déterminer leur teneur en soufre (S) et en carbone (C). Dans le cas du site Bachelor, le soufre est pratiquement entièrement associé à la pyrite, tandis que le carbone est majoritairement 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 à résidus, le promoteur est en mesure d'évaluer la qualité des résidus miniers entreposés. L'ensemble des données hebdomadaires sont colligées dans une base de données, que le promoteur 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, à partir de janvier 2018, près de 26 échantillons de résidus miniers ont été recueillis de l'usine Bachelor jusqu'en octobre 2018.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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.

Il est à noter qu'à partir de mai 2018, en raison du manque de rentabilité de l'exploitation du gisement Bachelor, les opérations d'extraction et de traitement du minerai ont graduellement ralenti pour cesser en octobre 2018. Ceci explique la diminution de l'échantillonnage en 2018 et l'absence d'échantillons entre 2019 et 2022. Bonterra est présentement en attente des autorisations requises afin de pouvoir procéder au traitement du minerai Barry sur une base de 1 800 t/j à l'usine Bachelor. Le promoteur s'engage à reprendre ce programme de suivi géochimique dès la reprise des opérations de l'usine Bachelor.

- QC2-16.** L'annexe QC-51 traite notamment de la caractérisation du minerai du site Barry et du gisement Moroy. Cependant, aucune caractérisation des résidus miniers issus de traitement du gisement Moroy n'est présentée dans ce rapport. Étant donné que le projet vise l'exploitation de 4 Mt du minerai de Moroy et de 5 Mt de minerai en provenance du site Barry ainsi que leur traitement à l'usine Bachelor, les rapports de caractérisation fournis à l'annexe QC-51 ne permettent pas de déterminer si les résidus produits dans le futur seront acidogènes ou non, et si le concept de restauration présenté est recevable. Le promoteur doit fournir la caractérisation complète d'échantillons de résidus miniers issus du traitement du minerai Moroy et Barry. Ce rapport devra également être fourni en addenda au plan de réaménagement et de restauration soumis au MERN en mars 2021.

Réponse :

Les autorisations pour traiter 550 000 t de minerai Barry au site Bachelor ont d'abord été obtenues en 2008 (N° 3214-14-027 et 7610-10-01-70018-27/200207917). Puis, en 2009, les autorisations pour augmenter le taux d'opération de l'usine de traitement Bachelor de 800 à 1 200 tonnes par jour afin de traiter 1,2 Mt de minerai du site minier Barry (N° 3214-14-027 et 7610-10-01-70018-29 /200242770) ont été obtenues. Or, depuis 2008, environ 606 000 tonnes de minerai en provenance du site Barry ont été traitées au concentrateur et entreposées dans le parc à résidus Bachelor. Tel que détaillé dans le rapport d'interprétation des résultats de l'étude géochimique (GCM, 2020), les résidus présents dans le parc à résidus Bachelor ont été caractérisés à plusieurs reprises en 2016, 2018 et en continu.

Selon le Guide de caractérisation (MELCC, 2020), l'ensemble des résidus miniers échantillonné en 2016 sont considérés comme étant non-PGA. Les résultats des essais en colonne (2018) démontrent qu'autant les résidus frais que le mélange de résidus sont non-PGA à long terme (URSTM, 2019). Quant à l'échantillonnage en continu, Bonterra s'est engagé auprès du COMEX à analyser, de 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 presque tout associé à des carbonates. Cela permet le calcul du potentiel d'acidification (PA) et de neutralisation (PN). Le PA et le PN permettent ainsi la détermination du potentiel de génération d'acide (PGA) des résidus.

Lorsque comparés aux critères de Price (2009)<sup>9</sup> et du MELCC (2020)<sup>10</sup>, les résidus caractérisés en continu depuis 2018, 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 CaCO<sub>3</sub> (GCM, 2020).

De plus, il faut noter que depuis 2008, soit lors d'échantillonnages en vrac du gisement Barry ou lors des opérations d'extraction de minerai tel qu'autorisé dans l'autorisation pour l'Exploitation minière-Site minier Barry datée du 26 avril 2011 (N°7610-08-01-70172-24-400807257) et de la modification d'autorisation datée du 25 janvier 2018 (N°7610-08-01-70172-24-401656138), le promoteur a recueilli un total de 103 échantillons de minerai au site Barry.

Selon les résultats recueillis des 103 échantillons de minerai Barry, détaillés dans le rapport d'interprétation (GCM, 2020) présenté à l'annexe 5 du plan de réaménagement et de restauration (GMC, 2021), 17 % des échantillons sont considérés comme PGA selon les critères de la D019 et 6 % 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 avec un rapport PN/PA (RPN) inférieur à 2 comme étant PGA.

Il est important de se rappeler que la zone minéralisée principale du gisement Barry est liée par :

- Des veines de quartz, carbonate et albite recoupant des intrusions (porphyres) au sud et;
- Des veinules/veines de quartz, carbonate et albite situées dans des zones de cisaillements altérées dans un basalte, au Nord.

En surface, l'or est associé à la proximité d'une intrusion granodioritique et en profondeur (>100 mètres), l'or est contrôlé par des zones de cisaillement étroites (0,5 mètre à 4 mètres) suivant une direction identique à celle observée en surface. Cela signifie qu'en surface, il est possible d'observer très clairement que la zone de cisaillement aurifère suit le contact de l'intrusion, mais l'or se situe dans des zones de cisaillements du basalte. Les intrusions sont des marqueurs géologiques cibles pour l'interprétation du gisement et parfois présentent des valeurs aurifères issues des veines les recoupant.

Donc, les échantillons analysés dans les études antérieures réalisées dans le cadre de l'exploitation du gisement à ciel ouvert à moins de 100 m de profondeur, sont représentatifs du matériel qui sera extrait à plus de 100 m de profondeur lors de l'exploitation souterraine, puisqu'il s'agit du même système minéralogique, soit des veines de quartz, carbonate et albite des zones de cisaillements du basalte.

Or, considérant que le traitement du minerai Barry au concentrateur Bachelor a été autorisé par le passé (2008-2009), des résidus issus du traitement de minerai Barry sont déjà présents dans le parc à résidus Bachelor. Tel que mentionné ci-dessus et détaillé dans le rapport d'interprétation des résultats de l'étude géochimique (GCM, 2020), les résidus présents dans le parc à résidus Bachelor ont été caractérisés à plusieurs reprises en 2016, 2018 et en continu.

<sup>9</sup> Price, W.A, 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND report 1.20.1, December 2009.

<sup>10</sup> MELCC, 2020. Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai

De plus, considérant que le minerai Barry est uniforme, que les résidus issus du traitement de minerai Barry ont déjà fait l'objet de caractérisation géochimique, et qu'ils continueront d'être échantillonnés en bout de tuyau (point de rejet des résidus miniers dans le parc à résidus), le promoteur considère qu'une nouvelle caractérisation ponctuelle des résidus issus du traitement de minerai Barry n'est pas requise.

En ce qui concerne le gisement Moroy, il ne sera finalement pas exploité et donc plus d'actualité.

À titre informatif, malgré le retrait de l'exploitation de Moroy, un échantillon en vrac d'environ 15 000 tonnes de minerai Moroy a été réalisé à l'automne 2020 et a été traité au concentrateur de Bachelor.

Ainsi, des échantillons de résidus ont été collectés et un rapport de caractérisation géochimique est en cours de préparation.

## 1.6 Changements climatiques et émissions de gaz à effet de serre

**QC2-17.** À la réponse QC-94, le tableau Q94-1 présente, de façon satisfaisante, les aléas affectés par les changements climatiques et les mesures d'adaptation proposées. Cependant, il est à noter que la Directive 019 ne prend pas en compte les changements climatiques, de même que, en ce qui concerne les bâtiments, les codes et règlements en vigueur. Le promoteur doit indiquer si une majoration des critères de la Directive 019 ainsi que des codes et règlements en vigueur s'avère nécessaire pour assurer la résilience de son projet en climat futur, tant pour les éléments du tableau Q94-1 que pour les critères de conception présentés à l'annexe Q42.

De plus, puisque les aléas présentés dans le tableau concernent la phase d'opération uniquement, le promoteur doit compléter le tableau avec les aléas susceptibles d'affecter le projet dans sa phase de restauration, de même que les mesures d'adaptation proposées, et ce, pour l'ensemble des composantes du projet qui seront en place à long terme (ex. : parc à résidus, haldes, fosses, etc.).

Réponse :

Les changements climatiques constituent un nouvel enjeu qui doit être pris en compte lors de la conception des projets. C'est notamment le cas lors de l'élaboration des plans de gestion des eaux et de la conception de bâtiments ou d'infrastructures hydrauliques tels que les fossés, les ponceaux, les bassins et les déversoirs d'urgence. Des mesures de mitigation des risques et des mesures d'adaptation peuvent toutefois être considérées.

Les changements climatiques pouvant avoir un impact sur les opérations minières se manifestent essentiellement par une augmentation des températures et par une augmentation des précipitations (pluie et/ou neige).

Dans le contexte nordique, l'augmentation des températures pourrait se traduire par une fonte plus ou moins rapide du pergélisol qui mettrait à risque les fondations des infrastructures et de leur stabilité. La mine Bachelor et son parc à résidus sont situés dans une zone qui n'est pas connue comme étant une zone de pergélisol. Par conséquent ce risque n'est pas présent. De plus, l'analyse de stabilité démontre que les facteurs de sécurité à court terme, long terme et pseudo statique respectent les facteurs de sécurité exigés par la Directive 019 et le *Guide de préparation du plan de restauration* (annexe QC-15b).

L'augmentation potentielle de précipitations se traduit sur les quantités d'eau à gérer (volumes) et sur les débits de crues extrêmes (débits de conception). Pour la conception du bassin de rétention d'eau du parc à résidus de Bachelor et de ses ouvrages annexes, une augmentation des précipitations extrêmes a été prise en considération moyennant une majoration de 20 %. Les éléments de conception sont détaillés dans le rapport préparé par BBA (Réf. : 6098002-000000-4G-ERA-0001-R03; annexe QC-42).

Les risques liés aux changements climatiques au niveau de la gestion de l'eau pour les phases de construction et d'opération ont été analysés par BBA sur la base des données scientifiques disponibles et plus particulièrement des projections climatiques produites par le consortium de recherche Ouranos pour l'ensemble du Québec.

Selon (Ouranos, 2018), pour la région de l'Abitibi et pour la ville de Val-d'Or, les variations des températures et des précipitations à l'horizon 2041-2070 seront telles que présentées au Tableau (<https://portclim.ouranos.ca/#/>).

Ces prévisions sont basées sur un scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre (GES). Plusieurs simulations ont été réalisées et la simulation médiane en termes de variations a été retenue (50<sup>e</sup> percentile). Comme la mine sera vraisemblablement restaurée avant 2041, la prise en compte de ces données est jugée conservatrice pour une gestion sécuritaire des surplus d'eau qui devront être gérés dans les prochaines décennies.

**Tableau QC2-17-1 : Projections des variations de température et de précipitations à Val-d'Or pour l'horizon 2041-2070 selon Ouranos (2018)**

Période	Température		Précipitations		
	Valeur moyenne actuelle (°C)	Variation projetée (°C)	Valeur moyenne actuelle (mm)	Variation projetée (mm)	Variation projetée (%)
Année	2,0	+3,2	900	+85	+9
Hiver	-14,0	+3,8	161	+30	+19
Printemps	1,4	+2,6	188	+32	+17
Été	16,3	+3,1	295	-5	-17
Automne	4,2	+2,9	261	+25	+10

Ainsi, la conception des fossés de drainage et des bassins de rétention d'eau a été réalisée en considérant une majoration de 20 % des volumes et/ou des débits ce qui revient à faire une majoration du même ordre sur les précipitations des stations de référence utilisées soit : Matagami; Lebel-sur-Quévillon et Chibougamau.

En ce qui concerne la phase post-opération, le concept de restauration du PARB a pour objectif de permettre l'évacuation de l'eau (voir la section 4.6.4 du plan de restauration et de réhabilitation). Le concept sélectionné considère l'impact des changements climatiques puisqu'il permettra de ne plus avoir de gestion d'ouvrages de rétention d'eau dans le PARB suite à la restauration. En effet, le déversoir d'opération du bassin de surnageant sera réaménagé (si requis) afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau sur les résidus.

Une brèche sera réalisée dans la digue médiane du bassin de recirculation afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau dans le bassin. Il en sera de même pour le bassin de sédimentation en remplaçant le déversoir d'opération de la digue nord par une brèche. De plus, l'ensemble des calculs en lien avec la gestion considère une provision pour les changements climatiques.

De plus, la superficie de tous les bassins (surnageant, recirculation et sédimentation) du PARB sera recouverte de matières organiques pour être ensuite être mises en végétation par ensemencement hydraulique.

Finalement, en ce qui concerne la conception des bâtiments, le design détaillé des futurs bâtiments qui seront requis pour le développement du projet tiendra compte de l'impact anticipé des changements climatiques sur les bâtiments. En ce sens, les diverses recommandations émises par les autorités gouvernementales en matière de bâtiments dont le *Climate-Resilient Buildings and Core Public Infrastructure Report*<sup>11</sup> émis par Environnement et Changements climatiques Canada seront prises en compte.

Ces modifications ont été ajoutées à la révision du Tableau QC-94 des aléas associés aux changements climatiques présenté à la page suivante.

---

<sup>11</sup> Climate-resilient buildings and core public infrastructure 2020 : an assessment of the impact of climate change on climatic design data in Canada / Authors: Alex J. Cannon, Dae Il Jeong, Xuebin Zhang, and Francis W. Zwiers.



Tableau QC-94 (révisé). Tableau des aléas associés aux changements climatiques

Aléas associés par les changements climatiques	Risques de modification	Mesures d'adaptation proposées	Commentaires
Phase d'opération			
<p>Phénomènes météorologiques extrêmes :            (tempêtes, inondations, tornades, vents violents, précipitations extrêmes et verglas)</p>	<p>Augmentation des risques d'inondation</p>	<p>La conception du parc à résidus PARB prend en considération les changements climatiques ainsi que la crue de projet afin de gérer adéquatement les risques associés avec l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes (pluies et fonte des neiges).</p> <p><b>Pour la conception du bassin de rétention d'eau du parc à résidus de la mine Bachelor et de ses ouvrages annexes, une augmentation des précipitations extrêmes a été prise en considération moyennant une majoration de 20 %.</b></p>	<p>Le site l'usine Bachelor est dans un secteur peu propice aux inondations étant situé sur le haut d'une colline. Se situant dans une vallée, le parc à résidus est quant à lui plus propice aux inondations.</p> <p>Le PARB est situé en tête de bassins versants ce qui limite le risque d'être affecté par la crue de ruisseau. Aussi, des fossés de déviation des eaux propres limitent l'apport d'eau dans le PARB.</p>

Aléas associés par les changements climatiques	Risques de modification	Mesures d'adaptation proposées	Commentaires
	<p>Pannes électriques plus fréquentes dues à l'augmentation des tempêtes, vents violents et verglas.</p>	<p>Déboisement, nettoyage et débroussaillage plus fréquent du corridor électrique. Génératrices en cas de panne.</p>	
	<p>Augmentation des risques pour les bâtiments</p>	<p>Les bâtiments et les équipements déjà en place au site Bachelor, et les nouveaux qui seront bâtis, sont conformes aux codes et règlements en vigueur afin de résister aux surcharges créées par les conditions météorologiques extrêmes. <b>L'impact anticipé des changements climatiques sera également considéré dans la conception des futurs bâtiments et les recommandations émises par les autorités gouvernementales en matière de bâtiment seront suivies.</b> De plus, les accumulations excessives de neige et de glace seront enlevées au besoin.</p>	<p><b>Parmi les exemples de recommandations gouvernementales, on retrouve celles contenues dans le rapport <i>Climate-Resilient Buildings And Core Public Infrastructure Report</i> émis par Environnement et Changements climatiques Canada.</b></p>

Aléas associés par les changements climatiques	Risques de modification	Mesures d'adaptation proposées	Commentaires
Instabilité du terrain	L'augmentation de la quantité d'eau dans les sols lors de précipitations extrêmes les rend plus susceptibles à l'instabilité. Risque de rupture de digue en cas de mauvaise conception.	Des analyses de sensibilité de la stabilité ont été effectuées afin de s'assurer de la stabilité des digues du PARB même en période où la nappe phréatique serait plus élevée.	
Augmentation des périodes de sécheresse	Augmentation des risques de feux de forêt	Les employés seront sensibilisés à ce risque lors de la formation d'accueil. Ce risque sera aussi mentionné lors des réunions santé sécurité lorsque l'indice de prévision d'incendie sera modéré à extrême.  Construction de barrières coupe-feu autour du site du projet (au besoin).	Tel que discuté à la réponse à la question QC-93, les changements climatiques font en sorte que les saisons seront marquées par des croissances plus longues et plus chaudes augmentant ainsi le risque de sécheresse et d'incendie.
	Diminution de la qualité de l'air en lien avec l'augmentation de l'empatement de poussières associé aux vents plus violents ou plus fréquents et aux températures plus élevées.	Utilisation d'abats poussières (eau ou produit conforme à la Norme BNQ 2410-300) sur les routes et application selon les meilleures pratiques recommandées par Environnement Canada (2007).	

Aléas associés par les changements climatiques	Risques de modification	Mesures d'adaptation proposées	Commentaires
		<p>Surveillance active des surfaces susceptibles à l'emportement éolien et applications de mesures d'atténuation, au besoin.</p> <p>Restauration progressive des surfaces dénudées, lorsque possible.</p>	
<b>Phase de restauration</b>			
<p>Phénomènes météorologiques extrêmes :            (tempêtes, inondations, tornades, vents violents, précipitations extrêmes et verglas)</p>	<p>Augmentation des risques d'inondation</p>	<p>Le concept de restauration du PARB a pour objectif de permettre l'évacuation de l'eau.</p> <p>Le concept sélectionné considère l'impact des changements climatiques, car il permettra de ne plus avoir de gestion d'ouvrages de rétention d'eau dans le PARB suite à la restauration. Le déversoir d'opération du bassin de surnageant sera réaménagé (si requis) afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau sur les résidus. Une brèche sera réalisée dans la digue médiane du bassin de recirculation afin d'assurer en tout temps qu'il n'y ait aucune accumulation d'eau dans le bassin.</p>	<p>Tous les bassins (surnageant, recirculation et sédimentation) du PARB seront recouverts de matières organiques pour être ensuite mis en végétation par ensemencement hydraulique.</p>

Aléas associés par les changements climatiques	Risques de modification	Mesures d'adaptation proposées	Commentaires
		<p>Il en sera de même pour le bassin de sédimentation en remplaçant le déversoir d'opération de la digue nord par une brèche.</p> <p>De plus, l'ensemble des calculs en lien avec la gestion considère une provision pour les changements climatiques.</p>	

**QC2-18.** À la page 18 du rapport « Analyse de l'impact des changements climatiques et des émissions de GES » (ACS, 2019), il est mentionné que 4 824 t.éq.CO<sub>2</sub> par année seront émises pour le transport par camion du minerai entre les sites Barry et Bachelor. Selon le rapport, 48 voyages par jour sont prévus pour transporter le minerai vers l'usine, ce qui représentera un total de 316 800 km parcourus par mois, soit 3 801 600 km par année. Parallèlement, la consommation des camions a été estimée 0,625 l/km. Or, selon nos calculs, les émissions directes de GES associées au transport du minerai seraient plutôt 6 483,5 t.éq.CO<sub>2</sub> par année. Le promoteur doit donc corriger la valeur présentée, ou mieux justifier les calculs et les résultats obtenus.

Réponse :

Tel que décrit dans l'étude d'impact, l'utilisation prévue de la route de transport était fondée sur la séquence envisagée de l'usinage, soit 30 jours consécutifs du minerai du site Barry, suivi d'une interruption de 10 jours durant laquelle le minerai du site Bachelor sera usiné (Wood, 2019, vol. I, p. 1-3). Au cours d'une année, on obtenait donc 9 cycles de 30 jours de transport de minerai suivi de 10 jours d'arrêt, pour un total de 270 jours de transport au cours d'une année d'exploitation. Or, tel que mentionné précédemment dans le présent rapport, il a été constaté que l'hypothèse selon laquelle le transport suivrait les cycles d'usinage était erronée, puisqu'il y aura du transport en continu, sauf pendant deux semaines lors de la chasse à l'oie au printemps où le transport sera interrompu et deux semaines lors de la chasse à l'original où le transport sera réduit d'au moins 25%.

Par ailleurs, le calcul des émissions de GES associées au transport du minerai considérait un chargement de 50 tonnes. Cette hypothèse a dû être révisée en raison de la capacité réelle des camions de transport et des limitations de charge associées au dégel. Ainsi, le chargement moyen a plutôt été estimé à 42 tonnes par voyage.

Les émissions de GES attribuables au transport de minerai ont donc été revues dans le cadre de la mise à jour du bilan des GES par GCM Consultants (2022) présentée à l'annexe QC2-18.

Le bilan des GES révisé considère donc que le camionnage du minerai sera effectué 365 jours par année. Pour un taux d'usinage de 1 800 tm par jour, cela représentera 43 allers-retours par jour en période normale de transport. Ce nombre passera à 32 allers-retours pour les deux semaines de la chasse à l'original à l'automne, soit une réduction de 25 % du transport; et à zéro (0) pendant les deux semaines de la chasse à l'oie au printemps. La distance annuelle parcourue révisée sera donc de 3 286 580 km. La consommation de diesel des camions de transport du minerai est évaluée à 0,625 L/km, ce qui porterait la consommation annuelle à 2 054 113 L/an, pour un total de 5 560 tonnes de CO<sub>2</sub>eq par année.

- Consommation de carburant : 0,625 L/km
- Distance entre Barry et Bachelor = 110 km.
- (110 km pour l'aller + 110 km pour le retour) x ((337 jours x 43 transports par jour) + (14 jours x 32 transports par jour (transport réduit))) = 3 286 580 km par an.
- 0,625L/km\*3 286 580 km/an = 2 054 113 litres de diesel par an.
- 2 054 113 L \* 2 706,6 g éq CO<sub>2</sub>/litre /1 x 10<sup>6</sup> g/tonne= 5 560 tonnes de CO<sub>2</sub> éq.

**QC2-19.** Selon l'étude produite par S&P Global Market Intelligence<sup>12</sup>, qui a recueilli les émissions de GES de plus de 90 mines d'or au monde, les émissions moyennes des mines d'or seraient de 0,4 tonne d'équivalent CO<sub>2</sub> par once d'or, soit 14,1 t.éq.CO<sub>2</sub> par kg d'or. L'article souligne également que les mines canadiennes, en raison de la teneur plus élevée en or du minerai, auraient des émissions plus faibles que la moyenne. D'autre part, la base de données « Ecoinvent » version 3.7.1 présente également les émissions de GES moyennes des mines d'or canadiennes par kg d'or produit : elles sont de 11,9 t.éq.CO<sub>2</sub> par kg d'or. Or, selon le document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019), la production de minerai du site sera de 2 400 tonnes métriques par jour et, en fonction de l'information présentée à la section 1.4 du rapport principal de l'étude, la teneur en or moyenne des différentes gîtes serait de 5,33 grammes d'or par tonne de minerai (moyenne pondérée). Selon ces données, la production annuelle d'or équivaldrait à :

$$2\ 400\ t \times 365 \times 0,00533\ \text{kg d'or} / t = 4\ 669\ \text{kg} / \text{année.}$$

Pour cette production d'or, l'étude produite par S&P Global Market Intelligence estime des émissions d'exploitation de 65 897 t.éq.CO<sub>2</sub> par année, tandis que la base de données « Ecoinvent » estime des émissions d'exploitation de 55 674 t.éq.CO<sub>2</sub> par année. Le promoteur du projet a estimé que les émissions annuelles d'exploitation du projet seraient de 6 181 t.éq.CO<sub>2</sub>.

Étant donné l'écart par rapport aux données de la littérature, le promoteur doit réaliser une révision complète du calcul des émissions de GES en phase d'exploitation du projet, ou présenter une explication pour justifier l'écart significatif entre les émissions du projet et les émissions moyennes d'autres projets aurifères (données de la littérature).

Réponse :

Afin de valider la réponse à cette question, nous avons repris les calculs ci-haut. En effet, selon l'étude produite par S&P Global Market Intelligence, les mines souterraines émettent en moyenne 0,4 tonne de CO<sub>2</sub>/oz d'or produit. En considérant que l'unité de mesure de l'or est l'Once Troy, qui équivaut à 31,103 grammes, les émissions sont de 12,86 tonnes de CO<sub>2</sub>e/kg d'or produit. Selon le NI 43-101, la teneur moyenne pondérée en or des ressources indiquées et inférées pour le gisement Barry serait de 5,44 g/tonne de minerai, tandis que la teneur moyenne pondérée en or des ressources indiquées et inférées pour le gisement Moroy serait de 4,85 g/tonne de minerai. Sur la base d'une production journalière de 2 400 t/j et d'une séquence d'usinage de 30 jours de minerai de Barry suivies de 10 jours de minerai de Moroy et des teneurs moyennes en or pour l'ensemble des ressources mesurées, inférées et indiquées contenues dans le NI-43-101, la production annuelle approximative d'or serait de 2 400 t. x 270 j x 0,00544 kg d'or/t pour Barry et de 2 400 t. x 95 j. x 0,00485 kg d'or/t. pour Moroy, pour un total de 4 631 kg d'or. Si on évalue les émissions à l'aide de la valeur moyenne, elles seraient de 4 631 kg d'or x 12,86 tonnes de CO<sub>2</sub>/kg d'or produit = 59 556 tonnes de CO<sub>2</sub>e. Cette valeur diffère de celle calculée dans la question, mais demeure dans le même ordre de grandeur.

<sup>12</sup> S&P Global Market Intelligence, 2020. Metals and Mining Research. Greenhouse gas and gold mines: Nearly 1 tCO<sub>2</sub> per ounce of gold produced in 2019. Disponible en ligne : <https://www.ecovoice.com.au/wp-content/uploads/2020/08/SP-Global-Market-Intelligence-Greenhouse-gas-and-gold-mines-Part-1.pdf>

Avec le retrait de Moroy, ces chiffres doivent être revus afin de ne considérer que le site Barry et une production de 1 800 t/j.  $1\,800\text{ t.} \times 365\text{ j} \times 0,00544\text{ kg d'or/t} = 3\,574\text{ kg d'or}$ . Si on évalue les émissions à l'aide de la valeur moyenne, elles seraient de  $3\,574\text{ kg d'or} \times 12,86\text{ tonnes de CO}_2/\text{kg d'or produit} = 45\,962\text{ tonnes de CO}_2\text{e}$ .

Le bilan des GES révisé a permis de revoir l'ensemble des sources d'émission de GES aux différentes phases du projet (construction, exploitation, fermeture) (voir l'annexe QC2-18). La valeur annuelle moyenne d'émission de gaz à effet de serre révisée est maintenant de 7 307 tonnes de CO<sub>2</sub>e, avec une valeur annuelle variant de 2 291 tonnes de CO<sub>2</sub>e en période de fermeture à 12 369 tonnes de CO<sub>2</sub>e en période de construction.

Bien que les émissions de gaz à effet de serre soient inférieures à ce qui pourrait être attendu selon les facteurs de calcul de l'étude de S&P Global Market Intelligence, il est important de mentionner que tel que mentionné dans ladite étude, plusieurs facteurs influençant les émissions de GES dont notamment la source de la production d'électricité et la teneur en or du minerai. Il semble donc difficile de faire une bonne approximation des émissions à l'aide de cette valeur qui évalue de manière globale la production aurifère des mines souterraines dans le monde. En effet, le promoteur utilise comme source d'alimentation en électricité le réseau électrique d'Hydro-Québec qui a un faible taux d'émission. Le bilan des GES révisé considère d'ailleurs que la fournaise et les unités de chauffage au propane seront converties à l'électricité. De plus, le projet ne considère plus l'exploitation du gisement Moroy et les opérations au site Barry sont exclues de l'étude d'impact et du bilan des GES. Finalement, le fait de retirer l'exploitation de Moroy du projet implique que le système de chauffage souterrain, le principal consommateur de propane pour le site, n'est plus requis. Tous ces facteurs contribuent à réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre du projet.



- QC2-20.** Il est mentionné que la capacité de l'usine de traitement du minerai devrait être augmentée de 800 t/j jusqu'à 2 400 t/j. Toutefois, il n'est pas clair si cette augmentation du tonnage à l'usine de traitement est prise en considération dans le calcul des émissions d'exploitation du projet. Le promoteur doit détailler le calcul des émissions de GES dues à l'augmentation du tonnage à traiter à l'usine.

Réponse :

Afin de permettre d'illustrer clairement de quelle façon l'augmentation du traitement du minerai à l'usine a été prise en compte dans le calcul des émissions de GES du projet en phase d'exploitation, une nouvelle quantification détaillée des GES a été réalisée par GCM Consultants en 2022 (annexe QC2-18). Celle-ci décrit les changements associés à l'augmentation du taux d'usinage pour chacune des sources émettrices, et ce, pour chacune des phases du projet (construction, exploitation et fermeture).

Le rapport détaille les calculs et présente un tableau des émissions annuelles pour l'ensemble du projet, incluant l'agrandissement du parc à résidus et l'augmentation du taux d'usinage, ainsi qu'un tableau représentant uniquement la contribution de l'agrandissement et de l'augmentation de traitement (obtenue en soustrayant les GES associés aux opérations actuellement autorisées). Ceci permet de visualiser l'impact du traitement du minerai de Barry et de l'augmentation du traitement du minerai sur le bilan global des émissions de GES. En effet, l'agrandissement du site et l'augmentation du minerai occasionneront une augmentation de 69 661 tonnes de CO<sub>2</sub>e sur l'ensemble du cycle de vie de la mine.

En incluant les activités associées au taux d'usinage déjà autorisé, ceci porte le bilan global d'émission des GES à 94 994 tonnes de CO<sub>2</sub>e pour la durée de vie du projet.

- QC2-21.** Certaines mesures d'atténuation en lien avec la qualité de l'air sont présentées aux pages 5-181 et 5-182 du document « Étude des impacts – Volume I : Annexes » (Wood, 2019) ainsi que des actions de réduction d'émissions prévues à la page 23 de l'annexe 4-1 du volume 2 de l'étude d'impact, « Étude des impacts – Volume II : Rapport principal » (Wood, 2019). Ces mesures d'atténuation des émissions de GES proposées sont considérées comme étant insuffisantes dans un cadre de réduction des GES.

Le promoteur doit présenter une étude d'opportunité d'électrification de ses activités minières. Cette étude précisera les équipements électriques déjà prévus pour le projet ainsi qu'une étude détaillée des possibilités d'électrification d'autres activités du projet. Le promoteur doit également démontrer et justifier quelles sont les activités minières qui ne seront pas ou qui ne pourront pas être électrifiées.

Réponse :

ASDR a été mandaté par Bonterra afin de réaliser une étude d'opportunité d'électrification de ses activités. Le rapport d'étude d'ASDR (2022) est présenté à l'annexe QC2-21. Cette étude visait à détailler les opportunités d'électrification des activités minières du site minier Bachelor en lien avec le projet de traitement du minerai de Barry et d'augmentation du taux d'usinage.

Deux sphères d'opportunité ont été identifiées comme représentant le meilleur potentiel d'électrification des activités minières puisqu'elles représentaient les deux principales sources de consommation d'énergie fossile, soit le remplacement des systèmes de chauffage au propane et le transport du minerai. L'électrification de la flotte de camionnette légère a également fait l'objet d'une analyse. Voici les principaux constats de l'étude (QC2-21) :

- Les sites Bachelor/Moroy et Barry présentent effectivement certaines opportunités d'électrification réalisables à moyen-long terme, bien que dans tous les cas, la capacité de la ligne d'alimentation électrique représente une contrainte majeure.
- Une entente a été conclue entre Minière Osisko et la Première Nation des Cris de Waswanipi (PNCW) pour la construction et l'exploitation d'une ligne électrique de 120 kV, qui sera raccordée au réseau d'Hydro-Québec, pour alimenter le projet Windfall. L'ajout d'une ligne à 120 kV dans les environs du site Barry permettrait de donner à Bonterra davantage d'alternatives, mais un tel ajout n'améliorera par les possibilités d'électrification du site minier Bachelor. Le tracé de cette nouvelle ligne n'est pas finalisé au moment de la rédaction de ce document.
- Au site Bachelor, certaines charges de chauffage au propane pourront être remplacées par des charges électriques dès que la nouvelle ligne d'alimentation électrique du client sera en place.
- Le remplacement du chauffage souterrain par du chauffage électrique est irréalisable et n'est pas économique pour des raisons d'efficacité, mais aussi de capacité électrique. *Toutefois, avec le retrait du projet Moroy, ce système de chauffage ne sera plus opérationnel, ce qui contribuera à réduire significativement la consommation de propane.*
- En ce qui a trait au transport par camions de 50 tonnes entre les sites, l'électrification de ce secteur est irréaliste pour le moment en raison du manque d'options disponibles sur le marché et du danger que représente le trajet sur des routes isolées réalisé par les travailleurs.

Certains intervenants travaillent actuellement à développer des camions électriques, mais ces changements ne sont pas pour un futur rapproché.

- Pour ce qui est de la flotte de véhicules légers, comme les camionnettes, la technologie commence tout juste à faire ses preuves dans les localisations urbaines, démontrant déjà des défaillances telle que la perte de charge drastique en hiver. De plus, pour une région isolée comme celle où sont localisés les sites du client, où les infrastructures sont très limitées, le remplacement des véhicules à essence par des véhicules électriques représente un énorme risque au niveau de la sécurité des utilisateurs de ces véhicules et de la viabilité de ce changement.

Aussi, l'entretien spécialisé de ces véhicules requiert une main-d'œuvre qualifiée qui n'est pas présente dans la région, donc les véhicules devront être envoyés à l'extérieur pour effectuer cet entretien.

- Finalement, le site de Barry ne dispose pas pour le moment d'une alimentation électrique, ce qui rendrait difficiles les déplacements sécuritaires entre les deux sites.

En conclusion, en attendant que les technologies s'améliorent et la construction d'une nouvelle ligne électrique dans les environs des sites du client, lorsque la nouvelle ligne d'alimentation électrique 6,4 MW au site Bachelor sera en place, certains équipements au propane seront remplacés par des équipements électriques. Ceux-ci concernent toutes les unités de chauffage au propane, hormis celle pour le chauffage souterrain, de même que la fournaise qui sera remplacée par une fournaise à induction (électrique). Avec le retrait de Moroy, le système de chauffage souterrain au propane ne sera plus opérationnel, ce qui réduira considérablement la consommation de propane du site. L'électrification des autres activités minières n'est pas pour l'instant envisageable, mais pourra être reconsidérée dans le futur lorsqu'il y aura la nouvelle ligne électrique, des bornes de recharges autour des sites, une main-d'œuvre spécialisée en véhicules électriques et que la technologie se sera améliorée. Bonterra s'engage à demeurer également à l'affût des nouvelles technologies et des opportunités d'électrification qui en découleront.

## 1.7 Terrains contaminés

- QC2-22.** À la réponse de la QC-53, le promoteur s'engage à transmettre le rapport de caractérisation au MELCC dans le cadre de la demande d'autorisation ministérielle requise en vertu de l'article 22 de la LQE. L'étude de caractérisation de terrain a pour objet la description du milieu (section 4.3 de la directive) laquelle fait partie du contenu de l'étude d'impact (section 4). Le promoteur doit indiquer, au moyen d'un plan de travail ou d'un échéancier, comment il compte respecter l'engagement à réaliser les travaux de caractérisation et en soumettre les résultats.

Réponse :

Les travaux de caractérisation des sols se sont déroulés entre le 9 et 11 novembre 2021. Selon l'annexe III du *Règlement sur la protection de la réhabilitation des terrains*, l'extraction de minerai d'or (code SCIAN 21222) est une activité susceptible de contaminer les sols et les eaux souterraines. Ainsi, lors des travaux de construction, d'aménagement et/ou de réfection des installations, la caractérisation environnementale des sols vise notamment à s'assurer de la gestion conforme des matériaux excavés (sols/mort-terrain). La caractérisation environnementale des sols est également requise afin de s'assurer que les sols soient gérés adéquatement et que les installations permanentes ne soient pas aménagées sur des sols contaminés au-delà des valeurs limites réglementaires applicables au terrain selon l'activité.

Un autre des objectifs de l'étude était de décrire la qualité des sols en périphérie des opérations avant l'agrandissement du site et l'augmentation du taux d'usage. Une attention particulière a également été portée à la validation des risques de contamination aéroportée.

Le rapport de caractérisation des sols présentant les travaux et les résultats est présenté à l'annexe QC2-22 et inclut une description de la stratégie d'échantillonnage et de la méthodologie utilisée, l'analyse des résultats et des conclusions.

Tous les échantillons de sols prélevés se sont avérés inférieurs au critère C du Guide d'intervention et à la valeur limite de l'annexe II du RPRT, soit la limite acceptable pour des terrains industriels.

En ce qui concerne les hydrocarbures pétroliers (C10-C50), HAP et COV, tous les échantillons prélevés présentaient des concentrations inférieures à la limite de détection. Aucun signe visuel et olfactif de contamination n'a été observé aux divers points de prélèvements.

**QC2-23.** À la réponse à la QC-54, le promoteur indique que si les sols doivent être excavés, il en fera évaluer la teneur en HP C10-C50. En l'absence d'hydrocarbures pétroliers, les sols seront acheminés dans le parc à résidus.

À moins qu'une justification soit fournie par le promoteur, les sols doivent être analysés non seulement pour les HP C10-C50, mais pour tous les contaminants qui, selon l'ÉES phase I, sont susceptibles d'être trouvés dans la zone d'excavation. Le promoteur doit présenter les mesures de gestion prévues en fonction de ces résultats.

Réponse :

Les résultats de caractérisation des sols (Rapport ENV0266-1514-00, annexe QC2-22) indiquent que pour tous les paramètres d'analyse, soit les métaux, soufre, HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> et le cyanure, les résultats sont inférieurs au critère C du *Guide d'intervention* et à la valeur limite de l'annexe II du RPRT, soit la limite acceptable pour des terrains à vocation industriels. Par conséquent, les sols n'ont pas à être acheminés à l'extérieur du site vers un site autorisé et seront acheminés au parc à résidus. Cependant, puisque certains paramètres présentent des résultats compris dans la plage B-C, ils ne pourront être réutilisés pour l'agrandissement des infrastructures.

De plus, advenant la découverte de signes olfactifs ou visuels de contamination lors des travaux d'excavation, Bonterra procédera à des analyses et disposera des sols contaminés en hydrocarbures vers un lieu autorisé. Bonterra s'assurera également que la réglementation en vigueur soit respectée tout au long du processus (déclaration, entreposage des sols contaminés, etc.).

- QC2-24.** À la section 3.1 de l'évaluation environnementale de site - Phase I (ÉES Phase I), il est mentionné que Bonterra détient une concession minière (CM-510) d'une superficie de 16,08 m<sup>2</sup> et un bail minier (BM-1025) d'une superficie de 83,44 m<sup>2</sup>. L'unité utilisée semble erronée. Le promoteur doit confirmer la superficie totale du terrain à l'étude ou selon chaque lot.

Réponse :

La superficie de la concession minière (CM-510) est de 16,08 ha. Pour ce qui est du bail minier BM-1025, celui-ci a une superficie de 83,44 ha. L'unité était en effet erronée. Une nouvelle version de l'évaluation environnementale est présentée à l'annexe A du rapport de caractérisation des sols joint à l'annexe QC2-22 et intègre la correction d'unité.

- QC2-25.** À la section 3.1 de l'ÉES Phase I, l'étude d'état de la situation des sols et des eaux souterraines réalisée en 2018 par Wood dans le cadre de l'attestation d'assainissement recommande d'obtenir des rapports de déversements accidentels s'ils existent. Le promoteur doit indiquer si cette recherche a été effectuée et, le cas échéant, présenter les résultats de la recherche.

Réponse :

Les rapports de déversements des années 2018, 2019 et 2021 sont présentés à l'annexe QC2-25. Aucun rapport n'a été complété en 2020 puisqu'il n'y a pas eu de déversement de rapporté au cours de cette année. Sur ces rapports, les volumes de déversement sont indiqués ou approximés.

- QC2-26.** À la section 6.0 de l'ÉES Phase I, évaluation environnementale de site - Phase I, il est mentionné que les contaminants potentiels associés à un risque de contamination aéroportée et à la présence des remblais sont des métaux. À moins qu'une justification sur la source des remblais soit fournie, ceux-ci doivent minimalement être analysés pour les métaux, HP C10-C50 et HAP. Pour la contamination aéroportée, considérant le processus du traitement de minerai, l'ajout minimalement des paramètres comme le soufre ou les cyanures au plan de caractérisation sont recommandés. Les zones à risque associées à la présence de remblai ou de contamination aéroportée doivent être indiquées sur le plan.

Réponse :

Une caractérisation des remblais a été réalisée dans le cadre de l'étude de caractérisation des sols (annexe QC2-22) afin de couvrir les risques de contamination du sol par les opérations minières. Les secteurs ciblés visaient principalement les secteurs visés par des agrandissements de bâtiment ou l'ajout d'infrastructures. Les métaux, les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, les HAP ont été analysés pour tous les échantillons de remblais.

De plus, des échantillons de surface ont été prélevés à différents endroits en périphérie du site afin d'évaluer les risques de contamination aéroportée. Les métaux, les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>, les HAP, le soufre et le cyanure ont été analysés.

Les résultats d'échantillonnage ne démontrent pas de zones à risque particulières associées à la présence de remblai ou de contamination aéroportée. Par conséquent, celles-ci n'ont pas eu à être incluses sur une carte dans le rapport.

- QC2-27.** L'ÉES Phase I recommande d'effectuer une caractérisation de l'état initial du site selon le Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des sols contaminés. À moins qu'il soit démontré par l'ÉES phase I que des zones n'ont jamais fait l'objet d'aucun risque associé à des activités anthropiques, incluant la contamination aéroportée, normalement la caractérisation de l'état initial n'est pas requise pour ce projet. Si la caractérisation de l'état initial du site est justifiée ou réalisée de façon volontaire, elle doit être réalisée conformément au Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel<sup>13</sup>.

Réponse :

Une caractérisation des sols a été réalisée et les résultats sont présentés au rapport ENV0266-1514-00 (annexe QC2-22). Puisqu'il s'agit d'un site industriel existant, il n'était pas possible d'exclure les risques de contamination en lien avec les activités anthropiques, incluant la contamination aéroportée. Par conséquent, la caractérisation des sols a été effectuée conformément au Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des sols contaminés, mais aucune caractérisation de l'état initial du site n'a été réalisée.

## 1.8 Gestion des matières résiduelles

- QC2-28.** À la section 3.6 du document « Étude des impacts – réponses aux questions et commentaires du COMEX » (GCM Consultants, 2020) (QC-28 à QC-36), le promoteur réfère aux Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille<sup>14</sup>. Or depuis le 31 décembre 2020, les débris de construction et de démolition constitués de pierres concassées, de béton, de brique ou d'asphalte peuvent être valorisés en vertu de l'article 284 du *Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement* (REAFIE) et conformément au *Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles* (RVMR).

<sup>13</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2015. Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel, Québec. Direction des lieux contaminés. 26 pages et 2 annexes. Disponible en ligne : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide/caracterisation-avant-projet-industriel.pdf>

<sup>14</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2009. Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques en milieu terrestre, ISBN 978-2-550-56288-7, 51 pages. Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille (gouv.qc.ca)

Réponse :

Les matières résiduelles granulaires seront valorisées d’abord sur le site de Bachelor selon les modalités autorisées par l’article 284 du *Règlement sur l’encadrement d’activités en fonction de leur impact sur l’environnement* (REAFIE) et conformément au *Règlement concernant la valorisation de matières résiduelles* (RVMR). S’il n’est pas possible de les valoriser selon ces règlements directement sur le site, les matériaux seront envoyés vers un centre de traitement dûment autorisé.

**QC2-29.** À la section 1.4.1.9 de l’annexe Q75, il est fait mention que le site de Bachelor possède un lieu de dépôt définitif pour l’entreposage de matières résiduelles (MR) non dangereuses. La notion de lieux de dépôt définitif ne se retrouve pas dans le *Règlement sur l’enfouissement et l’incinération de matières résiduelles* (REIMR). L’entreposage des matières résiduelles domestiques peut se faire dans des conteneurs avant d’être dirigées vers une installation d’élimination régie par le REIMR, mais les MR ne peuvent être éliminées directement sur les terrains de l’usine Bachelor.

De plus, le promoteur mentionne qu’aucune exigence supplémentaire à celles contenues dans le REIMR ne sera requise pour l’entreposage des matières résiduelles non dangereuses. Toutefois, il n’y a aucune norme d’entreposage dans le REIMR. Il est aussi fait mention du *Règlement sur les déchets solides*. Cette référence n’est plus valide puisque ce règlement a été remplacé par le REIMR.

Le promoteur doit préciser ce qu’il entend par lieu de dépôt définitif pour l’entreposage de matières résiduelles non dangereuses.

Réponse :

Le promoteur ne possède pas de lieu de dépôt définitif. Une confusion a pu se produire en voulant désigner le centre d’élimination des déchets de Lebel-sur-Quevillon.

La méthode de tri et d’entreposage avant l’acheminement aux différents lieux de valorisation ou d’enfouissement est la suivante.

Le tri des matières est réalisé à la source, directement sur les lieux de travail. Par exemple, sous terre, si un résidu de bois est désigné non conforme et doit être éliminé, il est analysé afin de vérifier s’il est exempt de contamination au non. Si une contamination est présente, le résidu est placé directement dans un bac dédié pour les matières dangereuses. Si une partie du résidu de bois est contaminé, la partie contaminée est retirée puis placée dans ce même bac. Pour les résidus non contaminés, ceux-ci sont placés dans un bac dédié à la récupération du bois. Il en est de même pour les autres matières (ordures, matières dangereuses, explosifs). Ils sont tous triés à la source. Le tout est remonté à la surface et est transporté aux lieux d’entreposage dédiés soient un conteneur pour les ordures, un conteneur à l’entrepôt de matières dangereuses, un conteneur pour les emballages d’explosifs, ou dans la pile de bois à récupérer avant d’être disposés vers un site autorisé.

La même procédure est appliquée à la surface; les matières résiduelles sont triées à la source (ordures, matières dangereuses, bois, emballages d’explosifs) et sont entreposées dans des conteneurs identifiés ou en pile en ce qui concerne le bois non contaminé.

Le bois non contaminé récupéré est acheminé vers l'usine de cogénération de Chapais, les matières résiduelles non dangereuses sont acheminées vers, le Centre d'élimination des déchets de Lebel-sur-Quévillon et les matières résiduelles dangereuses sont récupérées par une compagnie spécialisée telle que GFL Environnemental (Terrapure).

- QC2-30.** Contrairement à la section 1.4.1.9 qui est assez vague sur l'élimination des MR, la section 3.8.4 de l'annexe Q75 précise que les MR, soit les MR domestiques ne pouvant être valorisées, seront entreposées dans des conteneurs et acheminées mensuellement au lieu d'enfouissement en tranchée (LEET) de Lebel-sur-Quévillon. Cette gestion est conforme au REIMR. Le promoteur doit clarifier si les MR du site Bachelor sont déjà acheminées à ce LEET avec son accord. Sinon, le promoteur doit fournir un document confirmant l'accord du LEET à recevoir les MR non dangereuses des Projets Barry et Moroy.

Réponse :

Les MR domestiques du site Bachelor sont déjà acheminées au LEET de Lebel-sur-Quévillon avec son accord.

- QC2-31.** À la section 7.2 du document « Addendum– réponses aux questions et commentaires du COMEX » (GCM Consultants, 2021) et à la réponse à la QC-32 du document « Étude des impacts – réponses aux questions et commentaires du COMEX » (GCM Consultants, 2020), il est fait référence à de la valorisation de bois aux fins de restauration. Le promoteur indique que le bois qu'il utilisera ne sera pas contaminé. Il importe toutefois de préciser ce que le MELCC reconnaît comme étant du bois non contaminé. Le bois postconsommation non contaminé doit être exempt de bois verni, peint, teint, traité ou d'ingénierie, de bois provenant de panneaux à lamelles orientées, de contreplaqué ou de panneaux de particules. Sont également considérés comme non contaminés le bois de coupe, les branches, les souches, les écorces et les morceaux de bois nu. Le bois valorisable devra être trié préalablement à son stockage, puisque certains types de bois ne seront plus identifiables avec le temps. Les matières triées doivent être entreposées dans des espaces distincts clairement identifiés.

À titre d'information, la valorisation de MR ainsi que le stockage préalable à cette activité requièrent une autorisation en vertu de l'article 22, 8<sup>e</sup> paragraphe, de la LQE. Pour la valorisation d'autres types de bois, le demandeur devra s'adresser au MELCC pour valider les types de bois admissibles, le processus de tri, d'entreposage ainsi que les analyses supplémentaires requises en fonction des contaminants suspectés dans ces types de bois.

Réponse :

Il existe deux catégories de bois généré sur le site, soit le bois post-consommation et les matières ligneuses. Le bois post-consommation provenait principalement du bois utilisé au niveau de la galerie souterraine (ex. : plancher et palettes de bois), de l'entreposage des carottes et des campements (roulottes). Celui-ci peut être contaminé ou non. Les opérations minières souterraines ayant cessé, la quantité de bois post-consommation sera négligeable. La seconde catégorie concerne les matières ligneuses et est générée lors des opérations de déboisement ou de débroussaillage. De manière générale, le bois post-consommation est démantelé en vue d'être disposé temporairement dans une zone destinée à cette fin.



Par la suite, ce bois est examiné visuellement pour déceler la présence d’huile ou non. Cette étape d’inspection visuelle assure la ségrégation du bois post-consommation contaminé de celui non contaminé afin de diriger celui considéré contaminé vers la zone d’entreposage des matières résiduelles contaminées (débris huileux solides). Les matières contaminées sont regroupées dans un bac en vue d’être récupérées par la compagnie GFL Environmental (Terrapure). Quant au bois post-consommation non contaminé, ce dernier est entreposé dans la zone d’accumulation des matières ligneuses en vue d’être acheminé vers un lieu autorisé par le REIMR. Celles-ci sont généralement acheminées vers l’usine de cogénération de Chapais afin de les revaloriser.

Quant aux matières ligneuses, ces dernières sont généralement déchetées et réutilisées sur place. Cependant, il peut arriver que les volumes de bois commerciaux, selon les quantités et la grosseur, soient bûchés et mis en pile temporairement pour être récupérés par des compagnies forestières. L’annexe QC2-31 présente la localisation des lieux d’entreposage pour l’ensemble des matières générées sur le site Bachelor selon leur classification.

Finalement, il est à noter que Bonterra n’entrevoyait pas de mettre en place un processus de valorisation des résidus ligneux non contaminés, tel que défini par l’article 22, 8<sup>e</sup> paragraphe de la LQE.

Le tableau QC2-31-1 présente les différentes catégories de bois généré par les opérations et leurs modes de gestion.

**Tableau QC2-31-1. Valorisation du bois**

Matériau	Provenance	Quantité entreposée maximale	Localisation de l'entreposage	Méthode de valorisation
Matières ligneuses	Surface	Variable selon l’ampleur des travaux à réaliser (Estimation de l’ordre de 3000 m <sup>3</sup> /année)	Se référer à l’image présentée à l’annexe QC2-31, illustrant le nouveau lieu d’entreposage temporaire	Déchetage par une compagnie externe lorsque la quantité entreposée est près du maximum, réutilisation sur place ou transport vers une entreprise de valorisation : Entreprise Barette-Chapais ou autre lieu d’élimination autorisé
Bois post-consommation <u>non contaminé</u>	Palettes, bois de soutènement utilisé dans les galeries souterraines, etc. propres	Variable selon l’ampleur des travaux à réaliser (selon les rapports annuels produits au cours des trois dernières années, un volume maximal de l’ordre de 1000 m <sup>3</sup> /année est estimé)	Se référer à l’image présentée à l’annexe QC2-31, illustrant le nouveau lieu d’entreposage temporaire	Transporté vers une entreprise de valorisation : Entreprise Barette-Chapais ou autre lieu d’élimination autorisé
Bois post-consommation contaminé	Palettes, bois de soutènement utilisé dans les galeries souterraines, etc. contenant des résidus d’huile ou d’hydrocarbures	Environ 43 m <sup>3</sup> /année (estimation)	Se référer à l’image présentée à l’annexe QC2-31, illustrant le lieu d’entreposage des matières dangereuses résiduelles (MDR)	Récupéré par une entreprise spécialisée (ex. : GFL Environmental (Terrapure))

## 1.9 Gestion des risques d'accidents et défaillances

**QC2-32.** Afin de clarifier et de regrouper dans un même tableau des informations portant sur l'entreposage de certaines matières dangereuses, le promoteur doit mettre à jour le Tableau 7-2. Produits chimiques utilisés au site Bachelor du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019) afin d'y ajouter ou corriger les éléments suivants :

- Ajouter une colonne afin de présenter les quantités préalablement autorisées de matières dangereuses entreposées (en tonnes métriques);
- Présenter les quantités additionnelles de matières dangereuses entreposées dans le cadre de la présente demande d'autorisation (en tonnes métriques);
- Ajouter une colonne pour spécifier le mode d'entreposage de chacune des matières dangereuses;
- Spécifier le type de cyanure qui sera utilisé (ex. : cyanure de sodium);
- Ajouter une colonne afin de spécifier les concentrations de chacune des matières dangereuses;
- Ajouter des lignes au tableau pour les explosifs entreposés.

Réponse :

Le tableau 7-2 a été modifié afin d'inclure les données supplémentaires demandées. La version révisée est présentée à l'annexe QC2-32.

**QC2-33.** À la QC-85, il a été demandé au promoteur de présenter les conséquences potentielles sur la population humaine des accidents et défaillances qui sont répertoriés au Tableau 7-1 du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019). En réponse en cette question, le promoteur ne présente pas les risques à la santé humaine pour plusieurs de ces accidents et défaillances. De plus, suivant la carte synthèse des éléments sensibles présentée à l'annexe 10 du document « Addendum– réponses aux questions et commentaires du COMEX »

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (Bonterra, 2021), des camps permanents cris se trouvent à environ 1,5 – 2,0 km du site du projet d'agrandissement et du dépôt d'explosifs.

De ce fait, le promoteur doit :

- Présenter et détailler s'il y a des risques possibles à la santé humaine (blessure, mortalité, etc.) de la population à proximité du site du projet advenant un risque d'accident technologique majeur causé par les matières dangereuses, prévues dans le présent projet, ayant un niveau de dangerosité important comme, sans s'y restreindre, l'acétylène, le cyanure et le propane. Advenant qu'il ne soit pas possible d'écarter de tels risques, le promoteur doit présenter et détailler quantitativement les impacts possibles envisagés concernant les accidents de risques technologiques majeurs pour ces matières dangereuses.
- Suivant le point précédent, présenter les mesures d'urgence supplémentaires nécessaires pour ces risques d'accident.

Réponse :

Une analyse des risques technologiques a été réalisée par MF Environnement (annexe QC2-33). Dans le cadre de cet exercice, une revue complète des opérations, des récepteurs sensibles, de leur localisation, des matières dangereuses et du procédé a été effectuée afin d'évaluer les dangers internes et externes. De cette analyse a découlé l'identification de 14 scénarios normalisés d'accidents et 3 scénarios alternatifs. Les scénarios alternatifs d'accidents correspondent à des situations qui sont plus probables de survenir et prennent en compte les mesures d'atténuation passives et actives.

L'évaluation des conséquences des scénarios normalisés et alternatifs vise à déterminer les distances où l'effet des dangers attribuables à un accident pourrait se faire sentir. La zone de danger correspond donc à un cercle autour du lieu de l'accident. Cette validation a été effectuée par modélisation en utilisant le logiciel ALOHA.

L'analyse de risque confirme que le risque individuel est acceptable selon les critères du CCAIM en tenant compte des mesures d'atténuation prévues ou déjà en place, lesquelles sont basées sur les exigences des normes en vigueur. En conséquence, il n'est pas recommandé d'ajouter des mesures additionnelles de réduction des risques.

Il faut toutefois porter attention aux mesures suivantes :

1. S'assurer de l'entretien adéquat des digues du PARB.
2. S'assurer que les systèmes de suivi du cyanure (système de détection) et du pH au niveau des différents bassins de l'usine sont bien entretenus selon les spécifications du fabricant et qu'ils sont fonctionnels.

**QC2-34.** À la section 7.2 du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019), le promoteur mentionne que certaines activités de son projet entraînent un risque de feu de forêt. Le promoteur doit préciser les mesures d'urgence qui sont prévues en cas de feu de forêt et s'engager à les ajouter à son « Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement » présenté à l'annexe 7-1 du même document.

Le promoteur doit également indiquer s'il détient une entente avec la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU) ou si un arrimage est requis.

Réponse :

Le Plan des mesures d'urgence (PMU) pour le site Bachelor est actuellement en cours de révision. Cette version révisée intégrera une section sur les incendies qui s'inspirera des modalités prévues au PMU du site Barry en cas d'incendie (Bonterra, 2022; l'annexe QC2-34).

À l'heure actuelle, le promoteur ne détient pas d'entente spécifique avec la SOPFEU. Cependant, tel que mentionné dans le PMU du site Barry, lorsqu'il s'agit d'un incendie menaçant la forêt, il est prévu d'aviser directement la SOPFEU et de suivre leurs consignes pour l'évacuation. Il en sera de même pour le site Bachelor.

Le promoteur s'engage à fournir la révision du PMU pour Bachelor lors de la demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

**QC2-35.** À l'annexe Q17 du document « Étude des impacts – réponses aux questions et commentaires du COMEX » (GCM Consultants, 2020), le promoteur présente la liste de toutes les fiches signalétiques des produits utilisés dans le cadre leurs activités. Le promoteur doit s'engager à ajouter ces fiches signalétiques dans son « Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement ».

Réponse :

Au lieu d'inclure l'ensemble des fiches signalétiques des produits utilisés dans le cadre leurs activités dans son « Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement », le promoteur propose d'inclure la liste de ses produits utilisés ainsi qu'une référence à l'effet que les fiches de données de sécurité (FDS) des produits énumérés dans la liste sont regroupées dans les cartables accessibles aux employés. L'emplacement physique des cartables comprenant l'ensemble des fiches signalétiques et la fréquence de mise à jour des données seront indiqués dans le Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement.

La mise à jour du Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement sera présentée lors de la demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.

**QC2-36.** Le promoteur doit spécifier si tous les réservoirs de matières dangereuses actuels et futurs respectent l'article 56 du Règlement sur les matières dangereuses, c'est-à-dire, exception faite des réservoirs à double paroi pourvus d'un système de détection automatique de fuite entre les parois et des réservoirs auxquels est intégré un bassin étanche pouvant contenir 110 % de la capacité du réservoir, que tous les réservoirs en surface soient placés dans un endroit comportant un bassin étanche pouvant contenir 110 % de la capacité du réservoir ou, s'il y a plusieurs réservoirs, 125 % de la capacité du plus gros réservoir (ne peuvent être placés à l'intérieur d'un même bassin que des réservoirs contenant des matières qui sont compatibles).

Réponse :

Bonterra confirme le respect des dispositions applicables à l'entreposage des matières dangereuses actuelles et futures dans un réservoir (art. 56 du Règlement sur les matières dangereuses) selon le cas. Le tableau QC2-36-1 présente les caractéristiques des réservoirs présents sur le site. Ceux-ci sont tous munis de jauges à pression permettant de détecter les fuites.

**Tableau QC2-36-1. Caractéristiques des réservoirs présents sur le site**

Réservoirs de matières dangereuses	Lieu	Nombre	Capacité du réservoir	Capacité du bassin de rétention
Propane	Chauffage souterrain (ce réservoir sera retiré du site)	1	18 000 gallons	Aucune/doubles parois
	Concasseurs	1	2 000 gallons	Aucune/doubles parois
	Raffinerie	1	1 000 gallons	Aucune/doubles parois
	Garage	3	420 L	Aucune/doubles parois
	Sécherie	1	2 000 gallons	Aucune/double paroi
	Carothèque	1	1 000 gallons	Aucune/double paroi
	Cuisine	1	1 000 gallons	Aucune/double paroi
Cyanure	Porte #8 à l'intérieur de l'usine	1	45 400 L	Aucune/double paroi
Chaux	Porte #8 à l'intérieur de l'usine	1	43 t	Aucune/double paroi
Diesel	Cour arrière	1	22 700 L	Aucune/double paroi
	Cour arrière	1	14 496 L	Inconnue

Réservoirs de matières dangereuses	Lieu	Nombre	Capacité du réservoir	Capacité du bassin de rétention
Huiles usées	Garage	1	2 000 L	3 000 L/bassin de rétention
Essence	Cour arrière	1	4 500 L	Aucune/double paroi
	Cour arrière	1	4 550 L	Aucune/double paroi

Il est à rappeler que l'article 56 du Règlement sur les matières dangereuses n'est pas applicable aux réservoirs qui ne peuvent contenir plus de 2 000 kg de matières.

De plus, les réservoirs en surface pouvant contenir plus de 20 000 litres de matières dangereuses actuelles et futures sont munis d'un dispositif automatique de prise d'inventaire en continu et d'un dispositif de prévention de déversement tels que spécifiés à l'article 57 du Règlement sur les matières dangereuses.

**QC2-37.** À la section 7-4 du document « Addendum– réponses aux questions et commentaires du COMEX » (Bonterra, 2021), le promoteur mentionne que la quantité d'explosifs entreposés et utilisés sera augmentée. Le promoteur doit :

- Mentionner les quantités maximales totales prévues;
- Confirmer que les prescriptions de Ressources naturelles Canada pour l'entreposage des explosifs, notamment en ce qui a trait au principe quantité/distance, demeurent respectées avec l'augmentation de la quantité d'explosifs entreposés;

Préciser si l'augmentation de l'entreposage et l'utilisation accrue d'explosifs affectent le risque encouru par la population environnante et si oui, dans quelle mesure.

Réponse :

Tel que mentionné dans l'étude de quantification des GES (annexe QC2-18), il n'est plus prévu d'utiliser des explosifs lors de la période d'opération de l'usine de traitement de minerai puisqu'il n'y aura pas d'exploitation minière au site Bachelor, l'extraction du gisement Moroy étant abandonnée. Cependant, il y aura une faible quantité d'explosifs utilisés lors de la période de construction. En effet, des explosifs devront être utilisés lors de la construction de la route d'accès sud et lors des travaux d'agrandissement du parc à résidus. L'utilisation d'explosifs est estimée inférieure à la quantité utilisée pendant une année d'exploitation au taux d'extraction de 800 T (372 150 kg d'explosifs). Bonterra s'engage à ce que les prescriptions de Ressources naturelles Canada pour l'entreposage des explosifs continuent d'être respectées.

### 1.10 Potentiel archéologique

**QC2-38.** À la QC-65, il a été demandé de fournir les deux études de potentiel archéologique qui sont pertinentes à l'analyse du dossier. Il s'agit des documents suivants :

- CHRÉTIEN, Y. (2011) Étude de potentiel archéologique pour l'étude d'impact environnemental et social du projet d'exploitation et de traitement du minerai d'or du site minier Bachelor par Ressources Métanor inc. à Desmaraisville, Étude de potentiel archéologique, 49 pages.
- Archéo-Mamu (2018) Sujet : Caractérisation du potentiel archéologique sur le tracé du chemin reliant les sites Barry et Bachelor.

Seule la référence de Chrétien (2011) a été déposée. Bien que le promoteur indique que le texte de Archéo-Mamu a été intégré directement dans l'étude d'impact, il manque d'information sur la méthodologie utilisée pour réaliser la caractérisation du potentiel archéologique sur le tracé du chemin reliant les sites Barry et Bachelor. Le promoteur doit donc présenter le document (Archéo-Mamu, 2018) dans son intégralité.

Réponse :

Archéo-Mamu a été contacté le 25 février 2022 et M. Jean-Simon Labbé, Directeur général de la firme, a confirmé que le texte rédigé en 2018 par M. François Guindon, PhD, ancien directeur de la firme au moment de la rédaction de l'étude d'impact, aurait été intégré directement dans l'étude d'impact. Un rapport indépendant n'aurait donc pas été produit. Cependant, le texte qui avait été préparé par M. Guindon a été obtenu et est présenté à l'annexe QC2-38. L'arrimage entre les textes a été vérifié et bien qu'une section de méthodologie ne soit pas clairement identifiée, la méthode se retrouve à même le texte dans la section 4.2.5 de l'étude d'impact (Wood, 2019). Elle comprend les éléments suivants:

- La consultation d'une étude archéologique existante comprenant le Site Bachelor (la zone d'étude biophysique [ci-après ZEB] de proximité) (Chrétien, 2011)
- Sollicitation de la firme Archéo-Mamu Côte-Nord pour caractériser le potentiel archéologique d'un rayon de 100 mètres autour des ponceaux à réparer. Pour la réaliser, les données suivantes ont été consultées :
  - Photographies de terrain
  - Photographies satellites récentes
  - Plans topographiques
  - Base de données en ligne de l'Inventaire des sites archéologiques du Québec (MCC, 2018) et carte 006

### 1.11 Projet de compensation des milieux humides

**QC2-39.** À la section 5.7.4 du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019), le promoteur prévoyait transformer la portion ennoyée ainsi que les bassins d'eau du PARB en marais avec des zones d'eau libre. Cela aurait permis la création d'un complexe de milieux humides intéressant tant pour la reproduction que pour la migration de la sauvagine. À l'annexe 6 du document « Addendum– réponses aux questions et commentaires du COMEX » (Bonterra, 2021), il est indiqué que l'option de transformer le parc à résidus en marais durant la période de fermeture n'a pas été retenue puisque 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.

Afin de compenser la perte de milieux humides et hydriques associés à son projet, le promoteur propose d'effectuer la création d'un milieu humide dans un milieu impacté près d'un banc d'emprunt existant. L'aménagement proposé ne couvre qu'une petite superficie comparativement aux pertes de milieux humides anticipées.

Le promoteur doit s'engager à déposer un plan de compensation des milieux humides ou hydriques complet, pour approbation, dans un délai maximum d'un an suivant l'autorisation du projet, le cas échéant. Ce plan devra présenter, sans s'y limiter, le bilan des pertes/gains en superficie, une cartographie ou des plans, la valeur et les fonctions écologiques des projets proposés, un suivi des nouveaux milieux, ainsi que toute autre information jugée pertinente.



Le promoteur devra également indiquer les intervenants consultés dans le cadre de l'élaboration du plan de compensation, notamment les communautés, maîtres de trappes et utilisateurs du territoire.

Réponse :

Le promoteur s'engage à déposer un plan de compensation des milieux humides ou hydriques complet pour approbation, et ce, dans un délai maximum d'un an suivant l'autorisation du projet. Ce dernier comprendra, sans s'y limiter le bilan des pertes/gains en superficie, une cartographie ou des plans, la valeur et les fonctions écologiques des projets proposés, un suivi des nouveaux milieux. Les parties prenantes telles que les communautés locales, les maîtres de trappes et les utilisateurs du territoire seront consultés durant le processus d'élaboration du plan de compensation. Au moment de la rédaction de ce document, le promoteur a consulté Maggy Blacksmith, Steven Blacksmith et Joshua Blacksmith à cet effet lors des réunions du comité d'harmonisation. Lors des discussions, des suggestions ont été émises qui n'étaient pas applicables au projet. Cependant, le promoteur continuera de communiquer avec la communauté à ce sujet.

Avec les optimisations et modifications apportées au projet, la superficie des milieux humides affectés par le projet a été revue. Une carte superposant les infrastructures projetées révisées aux milieux humides a été réalisée et les superficies de milieux humides dans l'emprise du projet ont été recalculées. La carte peut être consultée à l'annexe QC2-39. Pour chacune des infrastructures, les emprises suivantes ont été considérées :

- Chemin d'accès sud (classe 1): Une largeur de 35 mètres a été considérée.
- Bâtiments, de l'usine et des entrepôts : Aucun agrandissement requis; les aires existantes demeurent inchangées.
- Halde à mort terrain : il sera possible d'aménager la halde à mort-terrain de l'intérieur, à partir du chemin d'accès jusqu'aux limites extérieures de la halde. La construction et les opérations pourront donc se faire à partir des espaces déjà déboisés. Cette pratique limitera le déboisement et les impacts sur les milieux naturels. Seule l'emprise de la halde a donc été considérée.
- Parc à résidus : l'aire de l'agrandissement ainsi qu'une zone tampon de 15 mètres autour de la limite des infrastructures prévues ont été considérées afin de permettre aux équipements de construction de circuler et d'opérer.

Les superficies de milieux humides et hydriques qui seront affectés par le projet révisé se déclinent comme suit :

- Marécage arborescent : 0,41 ha
  - Marécage arbustif : 0,24 ha
  - Milieu littoral : 1,42 ha
  - Tourbière boisée : 2,84 ha
  - Tourbière ouverte : 0,15 ha
  - Tourbière ouverte en régénération : 1,71 ha
- Total : 6,76 ha

**QC2-40.** À la réponse de la question QC-19 du document « Étude des impacts – réponses aux questions et commentaires du COMEX » (GCM Consultants, 2020), le promoteur présente des démarches entreprises pour s’assurer d’avoir suffisamment de matériel pour les travaux pouvant nécessiter divers matériaux. Le promoteur a à son actif quatre baux non exclusifs (BNE). Les volumes de matériaux disponibles sont présentés pour un seul des quatre bancs d’emprunt, soit le banc d’emprunt BNE23822. Comme l’exploitation de ce banc d’emprunt est convoitée par une autre compagnie minière, le volume de matériel provenant de ce banc d’emprunt ne suffira pas à la demande. Le promoteur devra présenter les volumes de matériaux disponibles pour tous les autres BNE actifs afin de s’assurer de la disponibilité des matériaux tout en incluant une représentation cartographique des quatre bancs d’emprunt à une échelle permettant de bien voir les bancs d’emprunt et les milieux environnants.

Réponse :

Bonterra s’engage à fournir le volume de matériaux disponibles pour tous ses baux non exclusifs d’exploitation (BNE) actifs.

La compilation des volumes sera complétée à la suite des travaux d’arpentage pour chacun des bancs d’emprunts (BNE actifs) et les résultats seront présentés lors de la demande d’autorisation en vertu de l’article 22.

Bonterra s’engage par ailleurs à :

- Faire arpenter les BNE actifs de Bonterra afin de s’assurer qu’il y a suffisamment de matériel pour construire les chemins prévus.
- Obtenir toutes les autorisations nécessaires à l’exploitation des nouveaux bancs requis pour les besoins du projet, si les bancs actuels s’avéraient insuffisants. Il est à noter que Bonterra a déjà ciblé d’autres bancs d’emprunt potentiels dans les environs.

Il est à noter que les études géotechniques réalisées dans le cadre des études pour la conception de l’agrandissement du parc à résidus ont relevé qu’un potentiel de matériaux de construction intéressant se trouvait dans l’empreinte de l’agrandissement du parc à résidus. Ainsi, Bonterra prévoit utiliser une partie de ce matériel pour la construction de l’agrandissement du parc. Le matériel excédentaire sera entreposé sur la halde à mort-terrain.

## 1.12 Suivi de la condition de l’utilisation du territoire

**QC2-41.** À la section 1.4.2.10, de l’annexe 9 du document « Addendum– réponses aux questions et commentaires du COMEX » (Bonterra, 2021), le promoteur mentionne qu’un registre sera créé afin d’assurer un suivi de la faune et de la sécurité des utilisateurs. Le promoteur doit préciser à qui seront communiqués les résultats de ce registre. Le promoteur doit également préciser quelles sont les mesures envisagées advenant un nombre de plaintes élevées de la part des utilisateurs du territoire ou un nombre élevé d’incidents liés à la faune.

Réponse :

Un registre sera créé en 2022 et communiqué au département d'environnement qui en sera le tenancier. Il sera rapporté dans le rapport mensuel à la direction. Les observations seront aussi intégrées au rapport annuel qui est envoyé au COMEX chaque année, en plus d'être présenté au comité d'harmonisation avec Waswanipi. Chaque accident impliquant un animal sera rapporté au département d'environnement qui fera un rapport d'évènement à la suite de l'analyse de la situation.

Des recommandations seront faites à la direction qui prendra les mesures jugées nécessaires afin d'éviter ou réduire la répétition d'évènements similaires.

Advenant un nombre de plaintes élevé de la part des utilisateurs du territoire ou un nombre élevé d'incidents liés à la faune, le promoteur convoquera une rencontre avec le comité d'harmonisation ainsi que la table GIR du secteur approprié et discutera de la stratégie à adopter pour résoudre la problématique.

- QC2-42.** Le promoteur doit fournir un calendrier des rencontres qu'il prévoit effectuer avec les parties prenantes, dont les maîtres de trappe et leur famille au cours des prochains mois, ainsi que la fréquence des rencontres prévues pendant les années d'opération.

Réponse :

En 2022, le promoteur a rencontré les maîtres de trappes suivants : Lot 19 le 24-02-2022 de 11h AM à 11h44 AM, W25A le 23-02-2022 de 15h00 à 15h54, W25B le 28-02-2022 de 14h à 14h46, Waswanipi Vice Chief et sa délégation le 02-03-2022 de 15h à 16h35. Le promoteur a repris le comité d'harmonisation le 18 juillet 2022, à une fréquence de deux fois par an, au minimum. Si l'entité autochtone de Waswanipi ou le promoteur ont besoin de réunions supplémentaires, elles seront ajoutées au calendrier. Le moyen de communication en place est le courriel au [communauté@btrgold.com](mailto:communauté@btrgold.com).

Il est à noter que le promoteur a un accord socio-économique à Bachelor avec les Cris. Un protocole d'accord (MOU) est en place en vue de la négociation d'une entente sur les répercussions et avantages (IBA) avec les Cris pour l'ensemble des projets de Bonterra. Une entente en lien avec le comité de maximisation des retombées économiques avec la ville de Lebel-sur-Quévillon (LSQ) a été conclue suite à une rencontre avec le maire de LSQ. Deux lettres de support de la communauté (LSQ et des Cris de Waswanipi) ont été ajoutées, à l'annexe 3.

### 1.13 Plan d'intervention d'urgence

- QC2-43.** À la réponse à la question QC-134, le promoteur indique que les informations relatives aux démarches de coordination avec le système de santé en cas d'incidents avec un nombre élevé de victimes qui pourraient nécessiter une évacuation de patients par ambulance ou par voie aérienne seront ajoutées à une procédure de santé-sécurité distincte. De plus, le promoteur a indiqué qu'il communiquera au moment de l'élaboration de cette procédure avec le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie-James et avec les services de santé de Lebel-sur-Quévillon.

Le promoteur doit communiquer avec le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie-James et avec les services de santé de Lebel-sur-Quévillon et fournir des détails de la coordination prévue avec le système de santé en cas d'incidents avec un nombre élevé de victimes qui pourraient nécessiter une évacuation de patients par ambulance ou par voie aérienne.

Réponse :

Le promoteur a communiqué avec le point de service de Lebel-sur-Quévillon du CRSSS de la Baie-James. Dans le cas d'un incident où il y aurait plusieurs blessés, le 911 doit être composé afin d'assister à la coordination des évacuations, du transport des blessés et de la direction dans les différents centres de soins (Centre de santé de Waswanipi ou le Centre hospitalier de Lebel-sur-Quévillon). Le Centre de santé de Waswanipi fait partie de l'organisation Cree Health Board et offre des services s'apparentant à un Groupe de médecine familiale (GMF), sans médecin présent en permanence.

Bien que des ententes sont possibles pour les feux, il ne s'agit pas d'un centre médical pouvant traiter des urgences de blessés multiples. Cependant, il pourrait être demandé de contribuer si les autorités au 911 le recommandent. En contrepartie, le Centre hospitalier de Lebel-sur-Quévillon possède une échelle d'urgence et de triage. Elle est en mesure d'accueillir les blessés et de coordonner un transport par avion ou par ambulance dans un autre hôpital une fois stabilisé. Un protocole d'évacuation et de transport des blessés sera produit et annexé au Plan des mesures d'urgence de chacun des sites du promoteur. Celui-ci sera présenté lors de la demande d'autorisation pour la construction des infrastructures minières. Le protocole sera réalisé en prenant pour exemple celui fourni par le CRSSS de la Baie-James qui peut être consulté à l'annexe QC2-43.

## 2.0 **CONCLUSION**

Afin de s'assurer du respect des engagements contenu dans l'étude d'impact et dans les réponses aux questions du COMEX, Bonterra a mis sur pied un tableau de suivi des engagements qui sera mis à jour régulièrement. Ce tableau est joint à l'annexe 4.

### 3.0 RÉFÉRENCES

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). 2016. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales. Disponible en ligne : [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/guide-echantillonnage)

Colorado State. s.d. Gasoline Station Emission Calculator. Disponible en ligne : <https://oitco.hylandcloud.com/POP/DocPop/DocPop.aspx?docid=7055891>

GCM Consultants (GCM). 2021. Rapport d'inventaire des reptiles, des amphibiens et des mammifères.

GCM. 2020. Rapport d'interprétation des résultats de l'étude géochimique.

Genivar. 2011. Modélisation de la dispersion atmosphérique des particules dans l'air ambiant, Desmaraisville, Québec.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2020. Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai, Québec, 52 p. Disponible en ligne : [Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/guide-caracterisation-residus-miniers)

MELCC. 2019. Analyse des résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines, portant sur le suivi de la qualité des eaux souterraines. Fiche d'information. Disponible en ligne : [fiche-info-analyse-resultats-suivi-qualite.pdf \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/fiche-info-analyse-resultats-suivi-qualite)

MELCC. 2017. Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-79556-8, 12 p. + 3 annexes. Disponible en ligne : [Guide de caractérisation physico-chimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel. \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/guide-caracterisation-physico-chimique)

MELCC. 2012. Directive 019 sur l'industrie minière. Disponible en ligne : [Directive 019 sur l'industrie minière \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/directive-019)

MELCC. 2006. Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent (NI 98-01). Disponible en ligne : [Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/traitement-plaintes-bruit)

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2008. Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec. 10 p et 1 annexe. Disponible en ligne : [Protocole d'inventaires acoustiques de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca/protocole-inventaires-acoustiques)

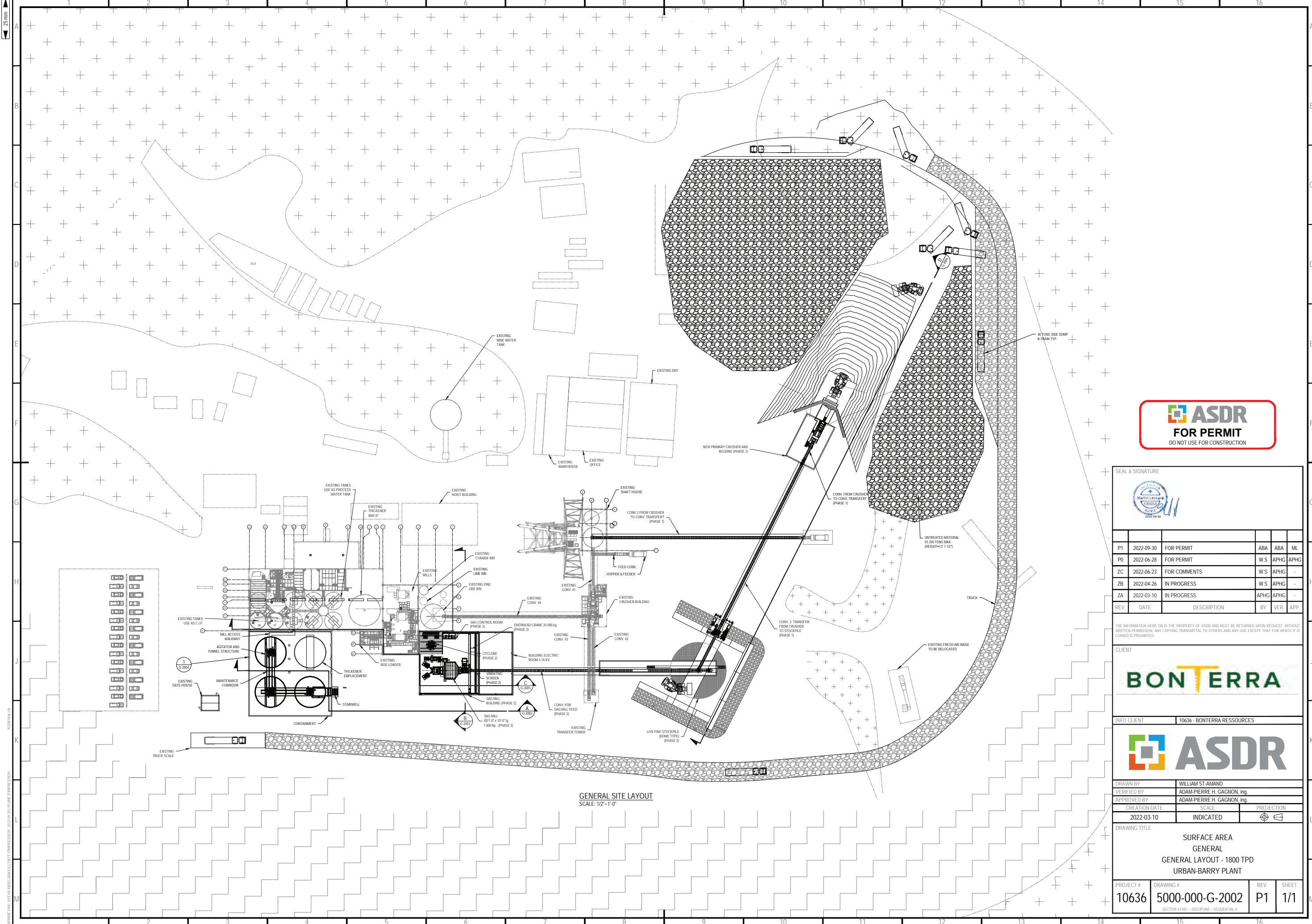
Ouranos. 2018. Portraits climatiques : Abitibi, Val-d'Or. Disponible en ligne : <https://portclim.ouranos.ca/#/>

S&P Global Market Intelligence. 2020. Metals and Mining Research. Greenhouse gas and gold mines: Nearly 1 tCO2 per ounce of gold produced in 2019. Disponible en ligne : [SP-Global-Market-Intelligence-Greenhouse-gas-and-gold-mines-Part-1.pdf \(ecovoice.com.au\)](http://ecovoice.com.au/SP-Global-Market-Intelligence-Greenhouse-gas-and-gold-mines-Part-1.pdf)

Wood. 2019. Étude des impacts, Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec, TX17021601-000-REI-0001-0

**ANNEXE 1**  
**PLANS DES INFRASTRUCTURES MODIFIÉES**

25 mm



GENERAL SITE LAYOUT  
SCALE: 1/2"=1'-0"



SEAL & SIGNATURE

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	VER.	APP.
P1	2022-09-30	FOR PERMIT	ABA	ABA	ML
P0	2022-06-28	FOR PERMIT	W.S	APHG	APHG
ZC	2022-06-23	FOR COMMENTS	W.S	APHG	-
ZB	2022-04-26	IN PROGRESS	W.S	APHG	-
ZA	2022-03-10	IN PROGRESS	APHG	APHG	-

THE INFORMATION HERE ON IS THE PROPERTY OF ASDR AND MUST BE RETURNED UPON REQUEST. WITHOUT WRITTEN PERMISSION, ANY COPYING, TRANSMITTAL TO OTHERS AND ANY USE EXCEPT THAT FOR WHICH IT IS LOANED IS PROHIBITED.



INFO CLIENT 10636 - BONTERRA RESSOURCES



DRAWN BY	WILLIAM ST-AMAND	
VERIFIED BY	ADAM-PIERRE H. GAGNON, Ing.	
APPROVED BY	ADAM-PIERRE H. GAGNON, Ing.	
CREATION DATE	SCALE	PROJECTION
2022-03-10	INDICATED	

DRAWING TITLE

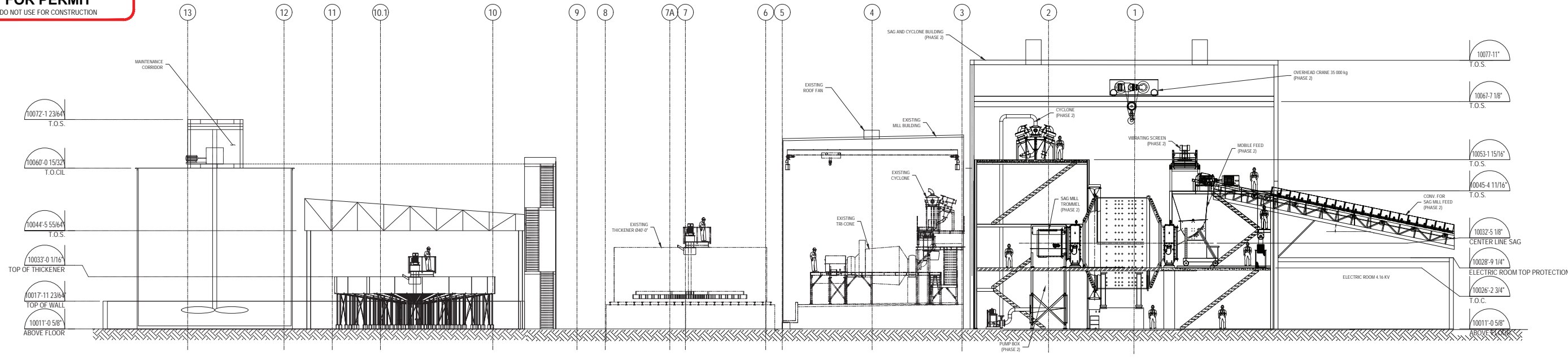
SURFACE AREA  
GENERAL  
GENERAL LAYOUT - 1800 TPD  
URBAN-BARRY PLANT

PROJECT #	DRAWING #	REV.	SHEET
10636	5000-000-G-2002	P1	1/1

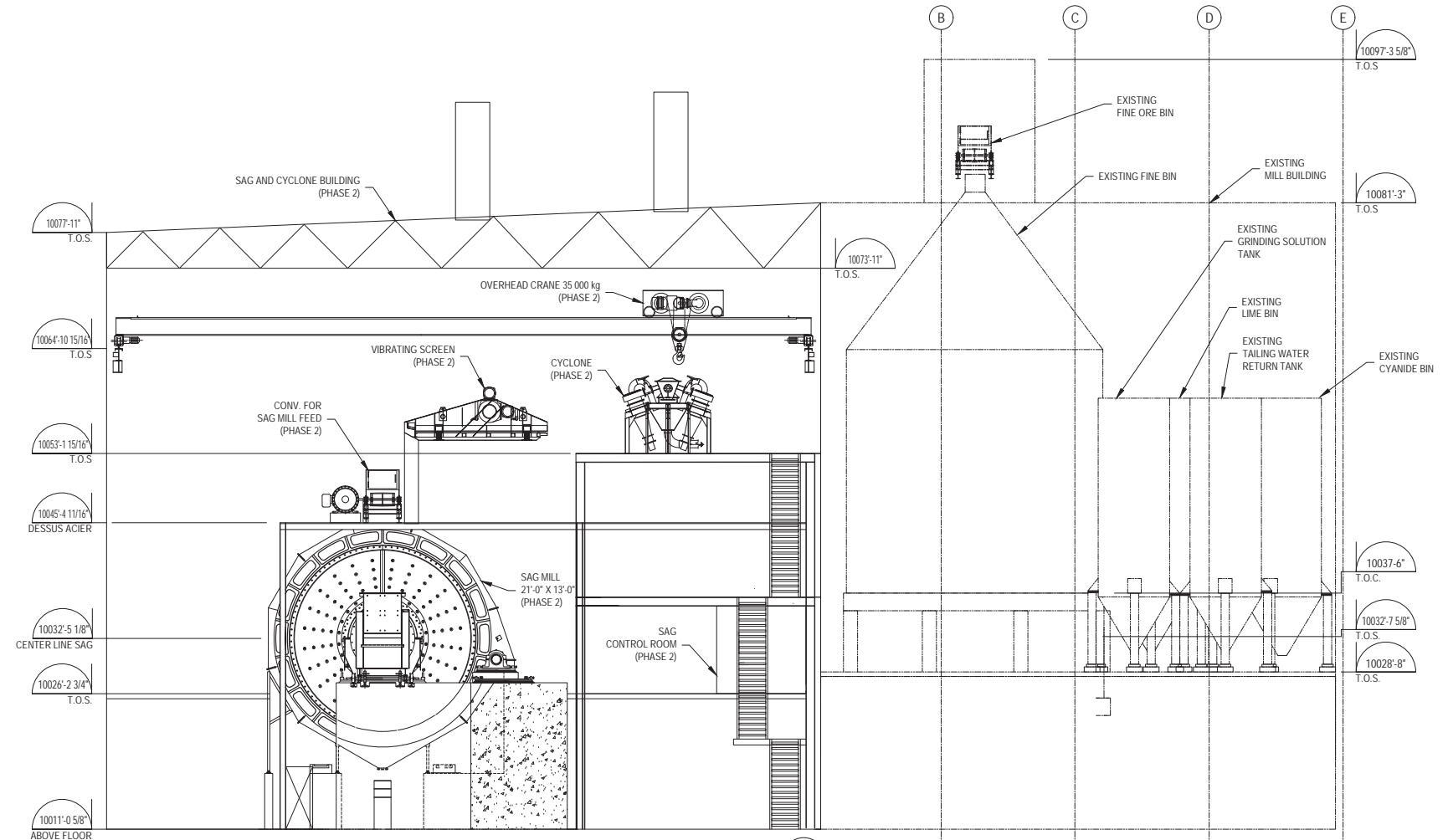
SECTOR-LEVEL - DISCIPLINE - SEQUENTIAL #

IMPRIMERIE PAR: ATYVA BARCEL BANGUOU D'OTTE COMPRESSION, 2022-09-30 PLUME D'IMPRESSION: ASDR-10636-03





SECTION A  
SCALE: 2'-1-0"



SECTION B  
SCALE: 3'-1-0"

SEAL & SIGNATURE

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	VER.	APP.
P1	2022-09-30	FOR PERMIT	K.B.	A.B.A.	M.L.
P0	2022-06-28	FOR PERMIT	W.S.	APHG	APHG
ZC	2022-06-23	FOR COMMENTS	W.S.	APHG	-
ZB	2022-04-26	IN PROGRESS	W.S.	APHG	-
ZA	2022-03-10	IN PROGRESS	APHG	APHG	-

THE INFORMATION HERE ON IS THE PROPERTY OF ASDR AND MUST BE RETURNED UPON REQUEST. WITHOUT WRITTEN PERMISSION, ANY COPYING, TRANSMITTAL TO OTHERS AND ANY USE EXCEPT THAT FOR WHICH IT IS LOANED IS PROHIBITED.

CLIENT

INFO CLIENT | 10636 - BONTERRA RESSOURCES

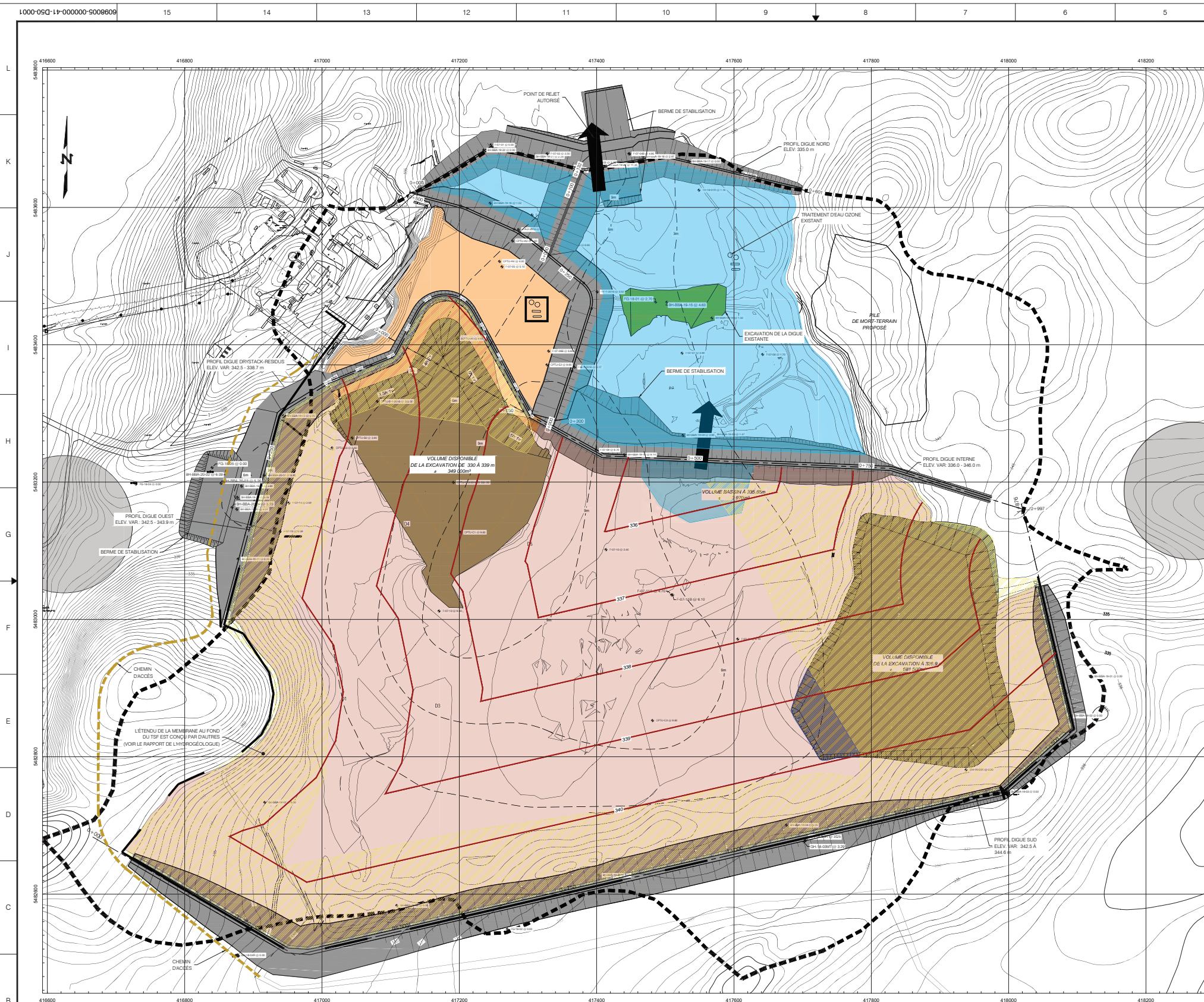
DRAWN BY	WILLIAM ST-AMAND	
VERIFIED BY	ADAM-PIERRE H. GAGNON, Ing.	
APPROVED BY	ADAM-PIERRE H. GAGNON, Ing.	
CREATION DATE	SCALE	PROJECTION
2022-03-10	INDICATED	

DRAWING TITLE

SURFACE AREA  
GENERAL  
SECTION "A" AND "B" - 1800 TPD  
URBAN-BARRY PLANT

PROJECT #	DRAWING #	REV.	SHEET
10636	5000-000-G-2003	P1	1/1
SECTOR-LEVEL - DISCIPLINE - SEQUENTIAL #			

ASDR Inc. s.r.l. IMPRIMERIE PARC FRANCOIS TOUCHI (DATE D'IMPRESSION: 2022-09-30) PLUME D'IMPRESSION: 10636-000-G-2003-01



**INDEX DES PLANS**

6753003-41-D50-0001	PARC À RÉSIDUS AN 10	-	VUE EN PLAN
6753003-41-D01-0001	DIGUE SUD	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0002	DIGUE OUEST	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0003	DIGUE INTERNE	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0004	DIGUE INTERNE	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0005	DIGUE NORD	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0006	DIGUE NORD	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0007	DIGUE DRystack - RESIDUS	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0008	DIGUE DRystack - BASSIN	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0009	DIGUE DRystack - BASSIN	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0010	DIGUE DE SÉPARATION - BASSIN	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D50-0002	PARC À RÉSIDUS AN 2	-	VUE EN PLAN
6753003-41-D01-0011	DIGUE CELLULE OUEST	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0012	DIGUE SUD AN 2	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D02-0001	TABLEAU DES MATÉRIAUX	-	
6753003-41-D50-0003	PARC À RÉSIDUS AN 3	-	VUE EN PLAN
6753003-41-D01-0013	DIGUE BANC D'EMPRUNT EST	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0014	DIGUE SUD AN 3	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0015	DIGUE OUEST AN 3	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0016	DRystack AN 3	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0017	DIGUE INTERNE AN 3	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL
6753003-41-D01-0018	BANC D'EMPRUNT EST	-	DÉTAIL TYPIQUE ET PROFIL - VUE EN PROFIL

**STOCKAGE DANS LE PARC À RÉSIDUS**

CAPACITÉ DE STOCKAGE (Mm3)	HAUTEUR DIGUE SUD*	HAUTEUR DIGUE OUEST*	TEMPS DE DÉPOSITION CUMULATIF (ANNÉES)
6.5	341.5 - 342.5 m	341.5 - 342.5 m	10
4.44	340 - 342.1 m	340 - 341.4 m	7.4
2.96	337.5 - 339.6 m	337.5 - 338.9 m	4.9
1.58	335 - 337.1 m	335 - 336.4 m	2.6

\*Niveau de la crête, revange compris (1.5 m pour sud et ouest, 1.0 interne)

**POUR COMMENTAIRES**  
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION  
**BBA**  
DATE: 2022-09-16

**DESCRIPTION DE DÉPOSITION**

DÉPOSITION CONVENTIONNELLE  
TONNAGE VISE: 1200 t/j (340 000 m<sup>3</sup>/an)  
VOLUME (1.30m<sup>3</sup>): ± 660 000 m<sup>3</sup>

- LÉGENDE:**
- BASSIN VERSANT
  - DÉVERSOUR D'OPÉRATION PROPOSÉ
  - DÉVERSOUR DURGENCE ET STRUCTURE DE DÉCANTATION PROPOSÉS
  - COURBE ARGILE (INTERVALLES AUX 3 m)
  - MEMBRANE À INSTALLER DANS LE PARC À RÉSIDUS
  - EXTENSION DE MEMBRANE POUR LA ZONE D'EMPRUNT

- NOTES**
- LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE DE DESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TESTS DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.
  - INTERPRÉTATION BASÉE SUR DES FORAGES GÉOTECHNIQUES LIMITÉS.
  - LE SYSTÈME DE COORDONNÉES EST UTM, ZONE 18, DATUM NAD83.

**VUE D'ENSEMBLE**

Échelle 1:2000  
0 40 80 120 160 200 m

REVISIONS	DESCRIPTION	DATE
AA	CONCEPTUEL	2023-09-16
AA	CONCEPTUEL	2023-09-16
AA	CONCEPTUEL	2023-09-16

**BBA**  
**BONTERRA**

PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS BONTERRA  
TITRE: PARC À RÉSIDUS AN 10 VUE EN PLAN

CLIENT: BONTERRA

CONÇU PAR: L. FUKUCHI  
VÉRIFIÉ PAR: L. WAREFAT  
ÉCHELLE: 1:5000  
DESSIN No: 6098005-000000-41-D50-0001

DESSINÉ PAR: L. FUKUCHI  
APPROUVÉ PAR: L. WAREFAT  
DATE: 2022-09-16  
FEUILLE: 10  
FORMAT: A0  
REV: AA

**ANNEXE 2**  
TABLEAUX DES IMPACTS RÉVISÉS

Tableau 5-1 révisé : Catégorisation des activités et des sources d'impact

Phase	Activité	Sources d'impact	Changement par rapport à l'étude d'impact et à la 1re série de réponses aux questions	Précision de la modification	Ampleur de la modification (/5)	Étude sectorielle ou information à mettre à jour
Construction	Amélioration de la route de transport	Débroussaillage	Non	Les derniers 50 km de la route Barry-Bachelor seront transformés en classe 1. <u>Déjà inclus dans la 1<sup>re</sup> série de questions</u>	0	--
		Nivellement				
		Travaux en milieu hydrique/humide				
		Amélioration de la bande de roulement (matériel de banc d'emprunt)				
		Circulation et ravitaillement				
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Main-d'œuvre et achat de biens et services				
Construction	Construction du nouvel accès sud et agrandissement du complexe Bachelor	Déboisement	Oui	À la suite de la première série de questions, la route du nouvel accès au sud devait être déviée, étant donné la présence de deux espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables. Un tracé alternatif avait été proposé. Ce tracé ne sera pas retenu et le tracé initial sera conservé pour des raisons opérationnelles.	1	Carte des micromammifères mise à jour avec le nouveau tracé et revue des mesures d'atténuation proposées (QC2-7)
		Décapage, excavation et terrassement				
		Sautage				
		Travaux en milieu hydrique/humide				
		Circulation et ravitaillement				
		Utilisation de stériles et de bancs d'emprunt				
		Entretien de machinerie et gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Main-d'œuvre et achat de biens et services				
Construction	Réaménagement de l'usine de traitement de minerai	Circulation et ravitaillement	Oui	Abandon de l'agrandissement du site. Construction d'un nouveau bâtiment fermé afin d'abriter le futur concasseur primaire. Ajout d'un épaisseur à l'extérieur, près des trois cuves et réservoirs, lesquels partageront le même bassin de rétention. Construction d'un dôme à proximité du futur bâtiment de concassage avec systèmes de convoyeurs. Amélioration de la ventilation du bâtiment où se trouvent actuellement les cuves de cyanuration.	2	Rapport des GES (QC2-18 à 21) Étude de dispersion atm. (QC2-1 à 4) Tableau des matières dangereuses (QC2-32) Superficies de déboisement et milieux humides et hydriques affectés (QC2-39)
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Réaménagement de l'usine et installation de nouveaux équipements				
		Excavation				
		Main-d'œuvre et achat de biens et services				
Construction	Agrandissement du PAR	Déboisement	Oui	Optimisation et reconfiguration du plan d'aménagement du parc à résidus de manière à augmenter la stabilité des digues, ce qui agrandit légèrement la surface impactée. Optimisation et reconfiguration de la halde à mort-terrain engendrant une réduction de superficie de 0,29 hectare.	1	Superficies de déboisement et milieux humides et hydriques affectés (QC2-39)
		Décapage, excavation, terrassement et mise en place d'une pile de mort-terrain				
		Rehaussement et mise en place de digues				
		Mise en place de fossés de drainage				
		Circulation et ravitaillement				
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				

Phase	Activité	Sources d'impact	Changement par rapport à l'étude d'impact et à la 1re série de réponses aux questions	Précision de la modification	Ampleur de la modification (/5)	Étude sectorielle ou information à mettre à jour
Exploitation	Extraction du minerai Moroy	Utilisation d'explosifs	Oui	Abandon du projet d'extraction et de traitement du gisement Moroy. Diminution de la quantité de produits chimiques et explosifs utilisés et entreposés; Diminution du nombre de travailleurs; Arrêt du système de ventilation et de chauffage (réduction importante de la consommation de propane); Arrêt des opérations de maintien à sec des galeries.	1	Rapport des GES (QC2-18 à 21) Étude de dispersion atm. (QC2-1 à 4) Tableau des matières dangereuses (QC2-32) Tableau des MR et MDR (QC2-31)
		Développement des galeries				
		Dénoyage				
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				
Exploitation	Gestion des stériles et du minerai Moroy	Circulation et ravitaillement	Oui	Élimination de la halde à minerai pour Moroy. Élimination de la halde à minerai secondaire. Élimination de la halde à stériles.	1	Rapport des GES (QC2-18 à 21) Étude de dispersion atm. (QC2-1 à 4)
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				
Exploitation	Transport du minerai Barry au site Bachelor et déchargement du minerai Barry	Circulation et ravitaillement	Oui	Arrêt du transport du minerai sur la route de transport Barry-Bachelor durant 2 sem. lors de la chasse à l'oie et réduction d'au moins 25 % pendant 2 sem. lors de la chasse à l'original.  Reconfiguration des haldes à minerai et de l'aménagement de la cour - Les 3 haldes à minerai seront remplacées par une seule halde à minerai séparée en 2, de chaque côté du nouveau bâtiment de concassage primaire.	1	Rapport des GES (QC2-18 à 21) Étude de dispersion atm. (QC2-1 à 4)
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Nivellement				
		Débroussaillage				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				
Exploitation	Usinage des minerais Moroy et Barry	Approvisionnement en énergie	Oui	Usinage Barry uniquement 1 800 t/j, modification au rapport des GES, et dispersion atm. La fréquence d'expédition des lingots demeurera toutefois inchangée. Réduction de la consommation de produits chimiques et de la production de matières résiduelles dangereuses et non dangereuses.	2	Rapport des GES (QC2-18 à 21) Étude de dispersion atm. (QC2-1 à 4) Tableau des matières dangereuses (QC2-32) Tableau des MR et MDR (QC2-31)
		Approvisionnement en eau				
		Propriétés géochimiques				
		Concassage et broyage (bruit)				
		Concassage et broyage (air)				
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				

Phase	Activité	Sources d'impact	Changement par rapport à l'étude d'impact et à la 1re série de réponses aux questions	Précision de la modification	Ampleur de la modification (/5)	Étude sectorielle ou information à mettre à jour
Exploitation	Gestion des résidus	Circulation et ravitaillement	Oui	Réduction de la quantité de résidus miniers produits en raison de la réduction du taux d'usinage. Changement dans la nature des résidus en lien avec le retrait de Moroy.	1	--
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières dangereuses				
		Empilement de résidus à sec				
		Spigottage des résidus en pulpe				
		Gestion des eaux				
		Emplacement du rejet final				
		Qualité et quantité du rejet (effluent final)				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				
Exploitation	Gestion du camp et des services connexes	Approvisionnement en eau potable	Oui	Réduction du nombre de travailleurs et conséquemment de la consommation d'eau potable, de la production de boues septiques, etc.	1	Rapport des GES (QC2-18 à 21) Estimés de main d'œuvre Retombées socio-économiques
		Gestion de l'eau sanitaire				
		Gestion de matières résiduelles				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				
Fermeture	Démantèlement et remise en état du site	Restauration des galeries	Oui	Superficie à restaurer légèrement augmentée	1	Révision du plan de restauration aux 5 ans
		Circulation et ravitaillement				
		Entretien de machinerie et d'équipements/Gestion de matières résiduelles et de matières				
		Gestion des eaux				
		Main-d'œuvre et achat de biens/services				
		Présence des vestiges du site				
		Revégétalisation				

Tableau 5-14 révisé : Synthèse des impacts résiduels du Projet

Enjeu majeur	Importance de l'impact résiduel initial	Importance de l'impact résiduel révisé	Nature du changement (Amélioration ( + ), Similaire ( S ) ou Augmentation des impacts négatifs ( - ))	Précisions sur le changement d'impact	Mesures particulières (les changements apportés par rapport aux mesures d'atténuation et/ou d'optimisation présentées dans l'étude d'impact initiale sont identifiés en bleu)
Changement climatique	Négative, très faible	Négative, très faible	+	Bilan GES situation actuelle: 25 332 tonnes eq CO <sub>2</sub>	PGS0-1 Inclure des clauses/critères environnementaux de sélection dans les documents d'appels d'offres pour le camionnage du minerai
				Bilan GES situation projetée à 2400 tpi: 85 029 tonnes eq CO <sub>2</sub>	PGS0-2 Rechapage des pneus des camions de transport du minerai PGS2-1 Conversion des équipements de chauffage au propane à l'électricité (sauf chauffage sous-terre qui ne sera plus requis avec retrait de Moroy)
				Bilan GES situation projetée révisée à 1800 tpi: 69 661 tonnes eq CO <sub>2</sub>	PGS2-2 Conversion de la fournaise au propane par une fournaise à induction électrique
Conservation de la qualité de l'air du site Bachelor	Négative, très faible	Négative, très faible	S	Tout comme pour la modélisation précédente, aucun dépassement n'est enregistré aux récepteurs sensibles au-delà de la zone de 300 m de la limite du bail minier. Il est difficile de qualifier l'impact du retrait de Moroy puisque d'autres composantes du projet ont été affectés par les optimisations découlant de l'avancement de l'ingénierie de concept.	PQA0-1 Arrosage des chemins très fréquentés pour réduire l'émission de poussières par temps sec PQA1-1 Élaborer un programme de maintenance et d'inspection du dépoussiéreur du silo à chaux. PQA1-2 S'assurer que le dépoussiéreur du silo à chaux sera équipé d'un détecteur de fuite. PQA1-3 Utiliser seulement les produits certifiés BNQ 2410-300 pour abattre les poussières. PQA1-4 Réaliser un échantillonnage selon les modalités prescrites au Cahier no 4 du Guide d'échantillonnage du RAA du Programme d'échantillonnage des émissions de particules à la cheminée du four PQA2-1 . Mettre à jour et appliquer le programme préliminaire de surveillance et de suivi. PQA2-2 Maintenir une efficacité des abats-poussières en tout temps sur les segments routiers sur le bail minier, avec l'application d'un débit supérieur à 2 litres/m <sup>2</sup> /h.
Protection de la ressource en eau du lac Bachelor	Négative, faible	Négative, faible	+	Les sources d'impacts demeurent similaires, le risque réduit avec le retrait du minerai de Moroy et le taux d'usinage réduit.	PRE0-2 Analyse périodique des résidus Barry (au départ, un échantillon par cycle de broyage) comprenant le PGA pour confirmer les caractéristiques de LM et DMA et fournir un état de référence des caractéristiques globales des résidus déposés. Adaptation du programme d'échantillonnage par la suite sous la supervision d'un géochimiste qualifié. PRE0-3 Réaliser la caractérisation LM/DMA du minerai alimentant l'usine en plus d'effectuer l'analyse régulière des résidus PRE0-8 Ajouter un point de suivi de la qualité du surnageant à la sortie du nouveau bassin de recirculation, afin de détecter tout dépassement des niveaux de métaux et de procéder aux ajustements requis du traitement des eaux industrielles PRE0-9 S'assurer régulièrement que l'installation de pompage des eaux d'exfiltration vers le PARB soit fonctionnelle et en bon état PRE1-1 Faire une étude de teneur de fond dans l'eau souterraine. Au besoin installer de nouveau puits d'observation en amont du PARB. PRE1-2 Inclure au programme préliminaire de suivi de l'effluent final, tous les paramètres physico-chimiques qui feront l'objet d'OER de même que la toxicité chronique. PRE1-3 Suivre les paramètres physico-chimiques à une fréquence trimestrielle et la toxicité aiguë mensuellement. PRE1-4 Mettre une géomembrane dans le fond de l'agrandissement du PARB. PRE1-5 Effectuer des inspections ponctuelles des ponts et ponceaux, au besoin. PRE2-1 Aménager au minimum trois puits d'observation (aux sites des puits virtuels OBS-1, OBS-3 et OBS-5) à double niveau (aménagés dans les dépôts meubles et dans le socle rocheux) et les ajouter aux puits retenus dans le programme de suivi environnemental. PRE2-2 Réviser le programme de surveillance et de suivi en considérant le Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux de l'Association minière du Canada, les modalités de suivi supplémentaires dans le cadre de la 2e série de réponses aux questions du COMEX, et de bonifier les éléments en lien avec le contrôle des risques et conséquences d'une rupture de digue.

Enjeu majeur	Importance de l'impact résiduel initial	Importance de l'impact résiduel révisé	Nature du changement (Amélioration ( + ), Similaire ( S ) ou Augmentation des impacts négatifs ( - ))	Précisions sur le changement d'impact	Mesures particulières (les changements apportés par rapport aux mesures d'atténuation et/ou d'optimisation présentées dans l'étude d'impact initiale sont identifiés en bleu)
Conservation des milieux humides et hydriques	Négative, très faible	Négative, très faible	-	Par rapport à l'étude d'impact initiale, la superficie de milieux humides affectée sera légèrement augmentée. Ceci sera principalement associé à la modification de l'emprise du PARB et à la construction de certaines infrastructures (halde à mort-terrain, accès sud, etc.). Cependant, l'aire d'entreposage au nord-ouest n'aura pas à être agrandie pour l'aménagement des haldes à minerai. La superficie des milieux humides et hydriques affectés par le projet passera de 5,19 ha (selon l'évaluation initiale) à 6,76 ha avec le retrait de l'exploitation de Moroy de l'étude d'impact et les optimisations au projet découlant de l'ingénierie de concept. Cette augmentation découle également de l'ajout d'une zone tampon pour la circulation et l'opération de la machinerie en périphérie des infrastructures projetées.	PMH1-1 Réaliser un plan de compensation des milieux humides et hydriques. S'assurer de consulter les parties prenantes incluant la communauté de Waswanipi. PMH2-1 Délimiter les zones de travail et limiter les empiètements dans les milieux naturels, et particulièrement les milieux humides et hydriques, au minimum requis pour l'exécution des travaux.
Préservation de la biodiversité	Négative, faible	Négative, faible	-	L'importance des impacts résiduels sur la biodiversité demeurera inchangée, mais le scénario révisé occasionnera une légère augmentation de la superficie de déboisement, ce qui affectera davantage de milieux naturels et habitats. En effet, les superficies de déboisement totales pour le projet sont passées de 33 ha initialement à 39,58 ha. De plus, il est à noter que pour des raisons opérationnelles, la route d'accès Sud passera dans un secteur où des Campagnols-lemming de Cooper et Campagnol des rochers, deux espèces à statut, ont été identifiées, et en fragmente l'habitat. Plusieurs mesures seront toutefois mise en place pour limiter les impacts résiduels.	PBIO0-1 Éviter les interventions dans les milieux naturels de la fin avril à la mi-août PBIO0-2 Suivre les recommandations pour les sablières en activité de Regroupement Québec Oiseaux (RQO) (2016) PBIO0-3 Installer des nichoirs pour chiroptères  PBIO2-1 Favoriser le maintien des chicots et des débris ligneux au sol dans l'emprise de déboisement. PBIO2-2 Appliquer les meilleures pratiques pour limiter les risques et atténuer les conséquences d'un déversement de produits pétroliers et chimiques ou d'agent de déglacage dans le milieu naturel. PBIO2-3 Délimiter physiquement les zones de déboisement, les aires de circulation et les aires d'entreposage des matériaux. S'assurer du respect des limites de déboisement préalablement identifiées par un surveillant de chantier. PBIO2-4 Préconiser les scénarios évitant ou minimisant la perte de milieux humides. PBIO2-5 Prioriser l'utilisation de surfaces déjà perturbées pour l'entreposage de bois de coupe et de débris ligneux. PBIO2-6 Veiller au respect du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (RADF). Dans le cadre de la construction de la route d'accès sud et afin de limiter les impacts potentiels sur les micromammifères, les mesures d'atténuation suivantes seront appliquées: PBIO2-1 Laisser les débris ligneux de faible diamètre (ex. : branches) au sol dans l'emprise de la route où le couvert arbustif aura été supprimé par les travaux, puisque cette pratique permet de conserver ou de créer des habitats de qualité qui sont utilisés par ces espèces et qui contribueront à leur protection. PBIO2-2 Délimiter la zone des travaux afin de limiter le déplacement de la machinerie dans le secteur, de limiter l'orniérage et de conserver un couvert forestier arbustif et ainsi minimiser la perte d'habitat pour ces espèces. PBIO2-3 Éviter le compactage des sols et l'orniérage autant que possible lors des travaux; PBIO2-4 Effectuer les travaux en période hivernale (lorsque le sol est gelé ou en présence d'un couvert de neige de 30 cm et plus); PBIO2-5 Limiter la mise en place de chemin dans les zones d'activité restreintes définies pour les occurrences de micromammifères à statut en fonction des domaines vitaux des espèces (voir carte Annexe QC2-7).
Maintien de saines populations de poisson du lac Bachelor	Négative, faible	Négative, faible	+	Le retrait de Moroy et la baisse du taux d'usinage par rapport à la situation initialement projetée sont susceptibles d'affecter à la baisse les risques d'impacts anticipés.	PPP0-1 Étendre l'analyse des contaminants au foie du doré jaune  PPP0-2 Avertir les pêcheurs locaux en cas de contamination décelée dans la chair ou le foie, ou de l'augmentation de la contamination d'une substance



Enjeu majeur	Importance de l'impact résiduel initial	Importance de l'impact résiduel révisé	Nature du changement (Amélioration ( ), Similaire (S) ou Augmentation des impacts négatifs (N))	Précisions sur le changement d'impact	Mesures particulières (les changements apportés par rapport aux mesures d'atténuation et/ou d'optimisation présentées dans l'étude d'impact initiale sont identifiés en bleu)
Préservation de la ressource faunique	Négative, faible	Négative, faible	S	Les principaux impacts liés à la ressource faunique étaient associés à la route d'accès Bachelor-Barry et au transport du minéral. Aucun changement n'est anticipé au niveau de ces sources d'impact -	<p>PRFO-1 Mettre en place un programme de suivi de 24 mois pour évaluer la présence d'animaux chassés et piégés à proximité de la route de transport (carcasses, documentation des observations par les conducteurs des camions) et prévoir des mesures correctives au besoin (p. ex. signalisation).</p> <p>PRFO-2 Installer sur chaque camion un sifflet d'ultrasons afin d'éloigner les animaux loin de la route et de réduire les risques de collisions le long de la route de transport</p> <p>PRFO-3 Maintenir basse la végétation par débroussaillage de chaque côté de la route de transport, sur la largeur de l'emprise, pour une meilleure visibilité</p> <p>PRFO-4 Mettre en place un programme de sensibilisation des camionneurs afin de développer un comportement de conduite préventif minimisant les risques de collisions avec la faune.</p> <p>Adapter ce programme en fonction des données de suivi qui auront été collectées à l'aide de la mesure PRF1.</p> <p>PRFO-5 Interdire aux travailleurs de chasser ou de piéger durant leur quart de travail</p> <p>PUT1-17 Créer un registre de suivi de la faune et de la sécurité des utilisateurs et en assurer sa mise en œuvre, y noter les observations et les accidents liés à la faune locale et intégrer les résultats dans le rapport annuel.</p>
Continuité de l'utilisation du territoire	Négative, faible (advenant que la renégociation de l'entente avec les Cris permette de régler la question des nuisances de façon mutuellement satisfaisante)	Négative, faible (advenant que la renégociation de l'entente avec les Cris permette de régler la question des nuisances de façon mutuellement satisfaisante)	S	Les impacts sur les activités traditionnelles telles que la cueillette, la chasse, la pêche et l'utilisation du territoire sont principalement liés à la route Bachelor-Barry, de même qu'au transport du minéral et aux nuisances associées. Puisqu'aucune modification n'est apportée à ces éléments par rapport à la situation initiale, l'impact sur cet enjeu demeure inchangé. Plusieurs mesures d'atténuation ont toutefois été ajoutées depuis l'étude d'impact initiale.	<p>PUTO-1 Informer les utilisateurs du territoire de la fréquence du camionnage du Projet, afin de permettre l'adaptation des mouvements des utilisateurs près de la route</p> <p>PUTO-2 Diminuer ou suspendre la circulation des camions pendant les deux semaines de la chasse à l'original en automne et les deux semaines de la chasse à l'oiseau au printemps. Cette mesure est modifiée pour suspendre le transport de minéral pendant 2 sem. au printemps dans la période de la chasse à l'oiseau et réduire d'un minimum de 25% celui-ci lors des deux semaines de la chasse à l'original à l'automne.</p> <p>PUTO-3 Bonifier sur la route de transport la signalisation sur la limite de vitesse, la présence des campements, la circulation de VTT et les traverses de motoneige, entre autres</p> <p>PUTO-4 Mettre en place un plan de sécurité routière sur la route de transport, comprenant des mécanismes de réponse aux plaintes et de redressement immédiat en cas de violation des règles</p> <p>PUTO-5 Partager le plan de sécurité routière avec les instances représentatives des collectivités concernées et encourager leur rétroaction sur la conduite des camions du Projet</p> <p>PUTO-6 Assurer la formation et sensibilisation régulières des travailleurs sur le plan de la sécurité routière ainsi que sur les activités des utilisateurs du territoire</p> <p>PUT1-1 Mettre des panneaux de signalisation sur la route Bachelor indiquant notamment les limites de vitesse, la fréquence radio utilisée et suivant les recommandations formulées par Horizon SF.</p> <p>PUT1-2 Présenter au maître de trappe le rapport de signalisation routière. Discuter avec les maîtres de trappe de leur satisfaction par rapport aux mesures de sécurité routière prévues.</p> <p>PUT1-3 Mettre en place les panneaux signalant la présence de camps.</p> <p>PUT1-4 Discuter avec les utilisateurs du territoire du calendrier et du mode de fonctionnement de la mine pendant la chasse et effectuer des ajustements au besoin.</p> <p>PUT1-5 Intégrer un calendrier d'inspection de la route dans le programme de surveillance et suivi</p> <p>PUT2-1 Continuer de communiquer et consulter régulièrement ses parties prenantes notamment dans le cadre des comités d'harmonisation.</p> <p>PUT1-6 Mettre en place un registre des plaintes ou du commentaires avec la date, la nature et la provenance de la plainte ou du commentaire ainsi que l'action entreprise pour y donner suite. S'assurer de la prise en charge et du suivi des requêtes.</p> <p>PUT1-7 Mettre en place un registre avec le nombre d'incidents de ces incidents, les utilisateurs impliqués et les correctifs apportés. Désigner les zones problématiques (au besoin) et apporter des mesures correctives (le cas échéant).</p> <p>PUT1-8 Sensibiliser les travailleurs à la sécurité routière lors de la formation d'accueil au site minier ainsi que lors de la réunion mensuelle de santé et la sécurité au travail.</p> <p>PUT1-9 Aborder la sécurité de la route de transport dans le rapport de suivi annuel.</p> <p>PUT1-10 Discuter des enjeux liés à la circulation et aux usagers dans le cadre des rencontres avec les parties prenantes.</p> <p>PUT1-11 Réviser le plan de communication et mettre en place un calendrier de rencontres.</p> <p>PUT1-12 Bonifier le site internet de Bonterra et ajouter des liens et information de contact sur le site internet. Développer des bulletins d'information périodique à ajouter sur le site internet.</p> <p>PUT1-13 Étudier la possibilité de mettre en place une plateforme d'information sur les réseaux sociaux.</p> <p>PUT1-14 Tenir des séances d'information dans la PNCW et inviter la PNCW à prendre part à la définition des paramètres du plan de consultation, de suivi des impacts sociaux et de l'utilisation du territoire.</p> <p>PUT1-15 Poursuivre les échanges sur les modalités de suivi des impacts du projet et des préoccupations émises (Travail des comités d'échange et d'harmonisation).</p> <p>PUT1-16 Continuer de communiquer et consulter régulièrement ses parties prenantes notamment dans le cadre des comités d'harmonisation.</p> <p>PUT1-17 Créer un registre de suivi de la faune et de la sécurité des utilisateurs et en assurer sa mise en œuvre, y noter les observations et les accidents liés à la faune locale et intégrer les résultats dans le rapport annuel.</p>

Enjeu majeur	Importance de l'impact résiduel initial	Importance de l'impact résiduel révisé	Nature du changement (Amélioration ( ), Similaire (S) ou Augmentation des impacts négatifs ( ))	Précisions sur le changement d'impact	Mesures particulières (les changements apportés par rapport aux mesures d'atténuation et/ou d'optimisation présentées dans l'étude d'impact initiale sont identifiés en bleu)
Retombées socio-économiques	Positive, élevée (échelle régionale)  Positive, élevée (échelle locale)	Positive, élevée (échelle régionale)  Positive, élevée (échelle locale)		Tout comme pour la situation initialement présentée dans l'étude d'impact, les mesures d'optimisation aideront à maximiser les retombées socio-économiques et à minimiser les facteurs qui pourraient compromettre ces gains, comme dans le cas de la fermeture. Leur application fera en sorte de renforcer la sécurité et la prospérité économiques locale et régionale, y compris l'employabilité actuelle et future de la main-d'œuvre et l'expertise des fournisseurs. De plus, la renégociation de l'Entente entre Bonterra et les Cris permettra de renforcer les mesures visant l'intégration des Cris au Projet. La modification du projet avec le retrait de l'exploitation du gisement Moroy n'aura pas pour effet de modifier l'importance de l'impact. Toutefois, en phase de construction, le nombre de d'emplois générés diminue à 63 (initial: 186) et en exploitation celui-ci est de 45 (initial: 245), ce qui aura pour effet de réduire légèrement les retombées locales en matière d'emploi et de d'achat par les travailleurs. Malgré la réduction du nombre d'emploi requis chez Bonterra, les mesures en place afin de favoriser la rétention et l'emploi de travailleur autochtone demeureront.	PSE0-1 Maintien de la politique d'inciter une main-d'œuvre locale en ne remboursant que les 100 premiers kilomètres de transport et de favoriser l'achat de biens et l'octroi de contrats à des entreprises locales compétitives
					PSE0-2 Maintien de la politique de favoriser, à valeur égale, les candidats et entreprises cris pour l'embauche et l'octroi de contrats
					PSE0-3 Maintien de la politique de soutenir des études et des stages pour des étudiants intéressés à travailler dans le secteur minier
					PSE0-4 Continuer d'offrir des visites au site Bachelor aux résidents des collectivités locales, y compris les élèves de Waswanipi, afin qu'ils puissent voir de façon concrète ce qu'est le travail dans l'industrie minière
					PSE0-5 Avertissement précoce au comité d'échange, au comité d'harmonisation et aux instances de représentation des collectivités concernées de la réduction ou cessation d'activités au site Bachelor, afin de pouvoir préparer une éventuelle transition
					PSE0-6 Coordination précoce avec le comité d'échange, le comité d'harmonisation et les instances de représentation des collectivités concernées dans la planification d'alternatives d'emploi pour les travailleurs après la fermeture
					PSE0-7 Maintien du programme d'aide aux travailleurs, qui offre entre autres des conseils sur la bonne gestion financière, afin de réduire l'impact négatif de la fermeture du Projet (p. ex. endettement) et de maximiser les retombées socio-économiques en phases de construction et d'exploitation
					PSE0-8 Maintien d'un calendrier de travail adapté le plus possible à celui des activités traditionnelles, telles que la chasse à l'oie et à l'original
					PSE0-9 Continuer à accorder une autorisation de congé de deuil prolongé aux travailleurs autochtones, étant donné l'importance des rituels de deuil pour la cohésion sociale et le bien-être spirituel des nations autochtones
					PSE0-10 Organisation d'ateliers de formation sur la diversité dans le milieu du travail pour les travailleurs du Projet
					PSE0-11 Favoriser le regroupement de travailleurs autochtones au sein d'une même équipe, afin de former une masse critique de ces travailleurs en vue de renforcer leur rétention
					PSE0-12 Maintien de l'embauche d'un agent ou d'une agente de liaison communautaire;
					PSE0-13 En collaboration avec le comité d'échange, le comité d'harmonisation et les instances de représentation des collectivités concernées, assurer un mécanisme permettant d'évaluer à intervalles réguliers les retombées du Projet et un mécanisme de rétroaction pour tout problème éventuel
Note 1: Un numéro séquentiel a été ajouté à la suite de chaque mesure d'atténuation afin d'identifier si celle-ci provient de l'étude d'impact initiale (ex: PGS0-X), de la 1ère série de questions (ex: PGS1-X) ou de la 2e série de questions (ex: PGS2-X).					
Note 2 : Lorsqu'il est mention de la situation actuelle, cela réfère à la situation actuellement autorisée qui correspond à un taux d'usinage de 800 t/j et une exploitation de la mine souterraine à Bachelor.					
1 Regroupement Québec Oiseaux (RQO). 2016. Protection de l'habitat des Hirondelles de rivage et des Hirondelles à ailes hérissées dans les sablières en exploitation. Lien: <a href="https://www.quebecoiseaux.org/index.php/fr/dossiers/conservation/1061-7-protection-de-l-habitat-des-hirondelles-de-rivage-et-des-hirondelles-a-ailes-herissees-dans-les-sablieres-en-exploitation">https://www.quebecoiseaux.org/index.php/fr/dossiers/conservation/1061-7-protection-de-l-habitat-des-hirondelles-de-rivage-et-des-hirondelles-a-ailes-herissees-dans-les-sablieres-en-exploitation</a>					

**ANNEXE 3**  
REGISTRE DES COMMUNICATIONS

Personne contactée et fonction	Date de consultation	Moyen de communication	Résumé de la rencontre ou communication	Préoccupations soulevées	Suivi nécessaire	Compte-Rendu officiel réalisé
[REDACTED]	2020-09-29	Courriel	Bonterra aimerait savoir qui est responsable des services incendie afin de présenter le site Bachelor en cas d'appel d'urgence			
[REDACTED]	2020-11-18	Courriel	Bonterra aimerait savoir ou Waswanipi en est rendu avec le projet de distribution des dindes de Noël fournies par Bonterra			
[REDACTED]	2020-11-20	Courriel	Échange sur la présentation des mises à jour Bonterra au conseil de bande			
[REDACTED]	2020-11-24	Courriel	Retour de [REDACTED] sur la distribution des dindes de Noël			
[REDACTED]	2020-11-15	Courriel	Retour de [REDACTED] pour dire qu'il ne pourra pas être présent à la présentation du conseil de bande et a retourné ses commentaires sur la présentation			
[REDACTED]	2020-01-26	Courriel	Contact [REDACTED] pour un problème de castor au site			
[REDACTED]	2020-01-26	Courriel	Réponses de [REDACTED] sur le problème de castor			
[REDACTED]	2021-04-27	Courriel	Réponse à des préoccupations par rapport à des bouées rouges sur le lac Barry (site Gladiator)	Présence de bouées rouges sur le lac Barry laissées pendant l'hiver. Devront être ramassées.		
[REDACTED]	en 2021	Rencontre ciblée - En personne	Remplacement de son chien qui a été frappé par un sous-traitant			
[REDACTED]	2021-06-08	Rencontre ciblée - En personne	Préoccupations et demandes soulevées par les maîtres de trappe W25B - désire une rencontre à tous les 2 mois sur ce qui est accompli, ce qui est fait et ce qui s'en vient; - nous apprennent que l'ancien camp Bonterra fait maintenant partie d'une aire de protection 1% et veulent voir un nettoyage de cet espace; - Ils aimeraient voir des études sur les poissons tous les ans (comme Osisko); - Amélioration de la route	- Réunion de consultation à tous les 2 mois; - Aimerait voir des études sur les poissons chaque année (comme Osisko); - L'ancien camp de Bonterra fait maintenant partie d'une aire protégée de 1% et aimerait que les carottes soient déplacées et que le site soit nettoyé.	Oui	Fait
[REDACTED]	2021-06-23	Courriel	Consultation sur l'emplacement futur de l'entreposage des carottes à l'est du camp actuel (site Gladiator)	Aucun	Non	N/A
[REDACTED]	2021-06-30	Courriel	Un membre de la famille Icebond nous a demandé de l'aide pour sauver un jeune caribou en difficulté --> Le caribou a été emporté chez Osisko et les gardes-chasses sont venu le récupérer. Bonterra a fait la déclaration au MFFP, car l'animal est une espèce à statut protégé.	Aucun	Non	Fait
[REDACTED]	2021-07-19	Courriel	Retour indiquant qu'il a dû annuler la rencontre de la visite du site Bachelor			
[REDACTED]	2021-07-21	Rencontre ciblée - En personne	Suivi géologique fait et à venir (Bonterra voudrait 5 barges sur le lac l'an prochain), qualité de l'eau et étude de poisson, compromis à 3 barges maximum, remplacement des bouées par des leurres (outardes) en plastique flottant, aire de l'ancien campement Bonterra devenu une aire protégée 1% des premières nations + nettoyage site ancien campement	5 barges en même temps sur le lac n'est pas acceptable, car ça dérangerait beaucoup le poisson et leur activité traditionnelles sur le lac + vibration ferait fuir poisson selon JT. Pas d'étude de poisson de Bonterra. Le territoire des maîtres de trappe du W25B est le plus touché et impacté par l'exploration minière. Priorisation des forages en hiver plus acceptable que forage de 5 barges. Compromis à 3 barges si forage hivernal priorisé. Pour changement des boues, il faudrait mettre un collet réfléchissant rouge ou voyant pour être en mesure d'identifier les leurres des vraies outardes.	Oui	Fait

Personne contactée et fonction	Date de consultation	Moyen de communication	Résumé de la rencontre ou communication	Préoccupations soulevées	Suivi nécessaire	Compte-Rendu officiel réalisé
	2021-10-21	Rencontre ciblée - En personne	<p>Presentation of the class 3 road plan between Gladiator and Barry to [redacted] and [redacted] and other projects. I show [redacted] and Judy the map of the planned class 3 road between Gladiator and Barry. Explain that the road will be used to truck the ore of the future operations. I show them the exact point where the road will hit the current access road to Gladiator at 1.5 km in straight from their camp. I talked about the main concerns : the noise and the dust. Explain that their camp is generally upwind from the road and dust should not affect them. [redacted] and [redacted] do not have any objection with the plan. However they mentioned that [redacted] harvest wood this winter around the planned trail and they highly suggest contacting [redacted] from [redacted] to see if their trail could be similar to our trail. [redacted] will have a consultation meeting with [redacted] in November and would like us to contact them before they have their meeting.</p> <p>We talked about the fish survey that will happen next week.</p> <p>GCM should contact [redacted], son of [redacted] [redacted]. He knows the territory very well and could be interested in guiding the GCM team on the lake.</p> <p>We also talked about the drilling plan for the next months until Christmas.</p> <p>I presented the program on Titan beside the St River, the program on Duke, the program North of the deposit and everything is fine.</p> <p>We had a look at some other hole on Duke located 1.5 km East of their camp and we will check what can be done for noise reduction before drilling there.</p>	[redacted] will have a consultation meeting with [redacted] in November and would like us to contact them before they have their meeting (road option).	Oui	fait
	2022-01-19	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Présentation de Marc-André Pelletier CEO entrant + discussion si la communauté de Waswanipi a besoin de quoi que se soit + discussion à propos d'un projet de compensation de milieu humide 4.2 ha	Aucune, [redacted] va consulter ses collègues pour le projet de compensation	Oui	N/A
	en continu	Téléphone	plusieurs discussion et rencontre entre [redacted] et Marc-André Pelletier			
Conseil Atikamekw	2022-02-22	Courriel	Introduction et demande de rencontre pour discussion et consultation projet de route Barry-Gladiator	Pas de réponse. On continue d'essayer.	Oui	N/A
[redacted] + [redacted]	2022-02-23	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Présentation d'un projet de route classe 3 entre Barry et Gladiator	Pas de préoccupation, mais aimerait augmenter ses contrats avec Bonterra	Non	Rencontre enregistrée
[redacted] + [redacted]	2022-02-24	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Présentation d'un projet de route classe 3 entre Barry et Gladiator	Ne veux pas avoir à faire du portage (il veut que le pont soit suffisamment haut pour lui permettre de passer en dessous). Veut pouvoir accéder au lac aux loutres via ce nouveau chemin.	Non	Rencontre enregistrée
[redacted] + [redacted]	2022-02-28	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Présentation d'un projet de route classe 3 entre Barry et Gladiator	MI veux augmenter ses contrats	Non	Rencontre enregistrée
[redacted] + [redacted] + [redacted] + [redacted]	2022-03-02	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Présentation d'un projet de route classe 3 entre Barry et Gladiator + Présentation du nouveau CEO + discussion sur IBA en cours de négo avec [redacted]	Il y a peut-être une frayère à l'endroit proposé du pont	Non	Rencontre enregistrée
[redacted]	2022-03-02	Messenger	[redacted] aimerait que l'argent de mitigation d'impact de son territoire de trappe lui soit versé directement au lieu de l'envoyer au conseil de bande, car il aimerait prendre l'argent pour payer un logement à sa fille pour ses études à Ottawa. Une réponse lui a été envoyée pour lui dire que Bonterra ne peut pas se mêler des affaires internes de Waswanipi.		Non	N/A
Conseil Atikamekw	2022-03-07	Courriel	Envois de shapefile à la demande de [redacted]		Oui	N/A
Conseil Atikamekw	2022-03-07	Courriel	reçu courriel pour réunion le 25 mars 2022 du Sandra Vaillancourt, secrétaire de direction conseil de la nation atikamekw		Oui	N/A

Personne contactée et fonction	Date de consultation	Moyen de communication	Résumé de la rencontre ou communication	Préoccupations soulevées	Suivi nécessaire	Compte-Rendu officiel réalisé
Conseil Atikamekw	2022-03-07	Courriel	Réponse au courriel de Sandra indiquant que je ne suis pas disponible à ces date et proposition de nouvelle date (semaine du 20 mars)		Oui	N/A
Conseil Atikamekw	2022-03-24	Courriel	Suivi de la part de Bonterra à propos de la demande de réunion			
[REDACTED]	2022-03-24	Rencontre ciblée - En personne	Rencontre de [REDACTED] pour possibilité de contrat cuisine et entretien ménager			
[REDACTED]	2022-03-25	Courriel	Consultation à propos du programme de forage sur la propriété Desmaraisville (catégorie II)			
Waswanipi Chief hockey club	2022-04-06	Courriel	Sponsorship request for a hockey tournament in Gatineau granted by Bonterra		Non	N/A
Waswanipi education funding	2022-04-06	Courriel	Bonterra wants to send the education funding as per Bachelor IBA		Non	N/A
[REDACTED]	2022-04-06	Courriel	Bonterra aimerait avoir l'information du contact avec la famille [REDACTED] pour discuter du projet de chemin entre Barry et Gladiator		Oui	N/A
Conseil Atikamekw	2022-04-06	Courriel	Renvoi de la demande de rencontre pour discussion et consultation projet de route Barry-Gladiator		Non	N/A
Conseil Atikamekw	2022-04-06	Courriel	Retour sur le courriel de rappel de la demande indiquant que [REDACTED] allait vérifier le tout			
[REDACTED]	2022-04-14	Courriel	C'est Joshua qui a contacté Bonterra de la part de [REDACTED] et [REDACTED] afin de voir s'il était possible de devancer le paiement mensuel à [REDACTED] et [REDACTED] afin de se préparer pour le geesebreak - Bonterra a accepté		Non	N/A
Conseil Atikamekw	2022-05-18	Courriel	Bonterra n'a toujours pas de retour sur la demande propose une nouvelle date du 24 au 26 mai			
Conseil Atikamekw	2022-05-18	Courriel	Accusé de réception système du message du 18 mai envoyé à [REDACTED]			
[REDACTED]	2022-05-24	Courriel	Requête pour obtenir une réunion d'urgence sur le refus du Tallyman W25B d'autoriser le démarrage de la saison de forage sur barge.	Demande plus de contrats avec sa compagnie affiliée pour faire du forage (G4) + demande étude de poisson pour impact du forage sur barge, mais sans forage nous ne pouvons faire d'étude	Non	N/A
[REDACTED]	en mai ou juin 2022	Rencontre ciblée - En personne	Embauche du Tallyman [REDACTED] comme charpentier à Barry			
[REDACTED]	2022-06-01	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Réunion d'urgence afin de discuter des préoccupations de [REDACTED] à propos de la saison de forage sur barge. Il s'avère que [REDACTED] utilisait ça pour essayer de forcer Bonterra à donner des contrats à G4 qui est affilié avec [REDACTED]. [REDACTED] pêche l'esturgeon près d'une île et il ne voulait pas de barge là. Bonterra a accepté ce compromis et l'accord pour le début de la campagne a été octroyé.	Pas de barge sur les frayères d'esturgeon	Non	Rencontre enregistrée
[REDACTED]	2022-06-04	Courriel	Reçu date de [REDACTED] pour planification négo IBA			
W25B	2022-06-14	Courriel	Approbation sur les projets du W25B mitigating project	Le montant est à déterminer suite à un paiement en trop en 2021		
Miyuukaa Corporation + ADC	2022-06-20	Rencontre ciblée - En personne	Rencontre à propos du renouvellement de contrats pour service d'entretien et de cuisine			
[REDACTED]	2022-06-21	Post réseaux sociaux	[REDACTED] a mis un post sur Facebook indiquant qu'il avait retiré des bouées orange de marquage de forage sur l'habitat de poisson. Par contre, Nous avons le OK de [REDACTED] et du conseil de bande et les bouées étaient des marqueurs de sécurité pour éviter les roches et autres au fond.	Drilling on fish habitat	Non	N/A
[REDACTED]	2022-06-20	Courriel	W24A did not receive their funds yet. Transfer this to [REDACTED] to be rectified.		Non	N/A
[REDACTED]	2022-06-22	Téléphone	[REDACTED] a appelé Josh en date du 2022-06-22 pour cédule les rencontres avec la famille [REDACTED], comité harmonisation et discuter de sa demande de commandite pour le club de hockey	Pas de barge sur les frayères d'esturgeon	Non	N/A

Personne contactée et fonction	Date de consultation	Moyen de communication	Résumé de la rencontre ou communication	Préoccupations soulevées	Suivi nécessaire	Compte-Rendu officiel réalisé
Waswanipi	2022-06-24	Rencontre ciblée - En personne	Visite de Waswanipi par Marc-André Pelletier avec [REDACTED]			
Miyuukaa Corporation + Fournier	2022-06-27	Rencontre ciblée - En personne	Discussion de contrat à venir + discussion avec Miyuukaa Corporation à propos d'un éventuel MOUet IBA global			
Conseil de bande Waswanipi	2022-07-04	Courriel	Engagement de 25 000\$ de Bonterra pour soutenir CFNW en vue des consultations à venir			
Conseil de bande Waswanipi	2022-07-05	Courriel	Réception d'une lettre de support pour le COMEX du Conseil de bande de Waswanipi pour le projet d'agrandissement au site Bachelor			
Parties prenantes	2022-07-06	Courriel	Lettre envoyée à CFNW, LSQ, Chapais, Chibougamau, Val-d'Or concernant la restructuration à la mine Bachelor et projet Gladiator			
Visite à Waswanipi	2022-07-07	Rencontre ciblée - En personne	Visite et discussion avec les intervenants de Waswanipi [REDACTED] + (visit the band office)		Non	N/A
[REDACTED] + [REDACTED]	2022-07-12	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Consultation des W24A à propos de savoir s'il y avait des changements près de Bachelor et de la route allant à Barry afin de répondre à une question du COMEX + demande au W24A s'il y a des projets de compensation pour des milieux humides et hydriques que Bonterra pourrait contribuer afin de compenser les 8 ha de l'agrandissement du PARB		Non	Rencontre enregistrée
Hamonization Committee	2022-07-18	Rencontre ciblée - En personne	Première rencontre du Comité d'harmonisation depuis 2018 ou 2019	Référer aux minutes	Oui	fait
MOU draft	2022-07-19	Courriel	Reçu par courriel un MOU concernant les négociations à venir pour le IBA	N/A		
Comité de Maximisation VLSQ	2022-07-19	Rencontre ciblée - En personne	Rencontrer les parties prenantes de la ville de Lebel-sur-Quévillon en personne avec Gilles Landry	Référer aux minutes	Oui	fait
Informers les "tallymen" des problèmes d'effluent sceptiques à Barry et Gladiator	2022-07-21	Rencontre ciblée - En personne	Hugues Bordeleau a parlé au Tallyman [REDACTED]		Oui	N/A
Informers les "tallymen" des problèmes d'effluents sceptiques à Barry et Gladiator	2022-07-21	Téléphone	Hugues Bordeleau a parlé au Tallyman [REDACTED]		Oui	N/A
Don de 5,000\$ pour le Old Post Fish Derby	2022-07-25	Courriel	Informers [REDACTED] que BTR allait donner 5,000\$		Non	N/A
Rencontre avec [REDACTED] et [REDACTED]	2022-07-26	Rencontre ciblée - En personne	Présentation du projet Barry et des contrats à venir	Des documents seront envoyés à Fournier	Non	N/A
Envoi d'une lettre concernant les problématiques d'effluent sceptiques à Barry et Gladiator	2022-07-26	Courriel	Plan d'action en place pour gérer la situation		Oui	Fait
Lettre envoyée au comité d'harmonisation pour demande de consultation	2022-07-26	Courriel	Demande de consultation auprès des CFNW	Au comité d'harmonisation	Oui	Fait
Michael Sandepen VLSQ	2022-07-26	Courriel	Envoi du carnet de commandes, tel que demandé	Au comité de maximisation	Non	Fait
Anik Racicot VLSQ	2022-07-26	Courriel	Reçu lettre d'appui de la VLSQ	Ne sait pas comment les contacter	Oui	À faire
Rencontre avec [REDACTED]	2022-07-26	Rencontre ciblée - En personne	Présentation du projet Barry à [REDACTED] et [REDACTED]	Documents donnés à Fournier	Non	Fait
Michael Sandepen VLSQ	2022-08-03	Courriel	Demande contact info du centre professionnel de LSQ		Oui	Fait
Rencontre avec [REDACTED] à Waswanipi	2022-08-07	Rencontre ciblée - En personne	Don de 600\$ pour le Old Fish Derby, discussion et mise à jour de différents projets	Bonterra n'a jamais fait de demande du côté électricité	Non	À faire
Comité d'harmonisation avec [REDACTED]	2022-08-11	Rencontre ciblée - En personne	Don de 300\$ pour le Old Fish Derby, discussion et mise à jour de différents projets	Voir minutes	Oui	À faire

Personne contactée et fonction	Date de consultation	Moyen de communication	Résumé de la rencontre ou communication	Préoccupations soulevées	Suivi nécessaire	Compte-Rendu officiel réalisé
Appel Virtuel avec les gens du plan Nord	2022-08-11	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Mise à jour des opérations de Bonterra. Plan Nord offre plusieurs opportunités	Voir minutes	Non	
Rencontre Myuukaa-Fournier à Val-d'Or	2022-08-11	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Rencontre ██████████ er à Val-d'Or		Non	
Comité d'Harmonisation avec ██████████ et ██████████	2022-08-17	Rencontre ciblée - En personne	Comité d'Harmonisation avec ██████████ et ██████████	Voir minutes	Oui	
Rencontre avec VLSQ (Michael et Mme Racicot). Mise à jour verbale	2022-08-17	Rencontre ciblée - En personne	Rencontre avec VLSQ (Michael et Mme Racicot). Mise à jour verbale		Non	
Envoi au chef Happyjack une lettre à propos des besoins électriques futurs	2022-08-30	Courriel	Besoin d'électricité pour Barry et Gladiator	Voir lettre	Non	
Reçu texto de ██████████ concernant le résultat des élections	2022-08-31	Téléphone	Nouveau chef a été élue (Irene Neeposh)	Voir Texto	Non	
Email de ██████████ Veut savoir les coordonnées GPS de Barry et Gladiator	2022-08-31	Courriel	Envoyé le 6 septembre	Voir courriel	Non	
Appel de John Kitchen concernant le résultat des élections	2022-09-01	Téléphone	Un nouveau chef a été élu (Irene Neeposh), ne change rien pour ██████████ avec ██████████ a		Non	
Visite et réunion du CFPBJ à Chibougamau	2022-09-02	Rencontre ciblée - En personne	Informations échangées de nos besoins respectifs	On va recevoir leur présentation bientôt	Oui	
██████████	2022-09-21	Téléphone	Demande de ██████████ pour 40 chambres au site Bachelor en vue de la construction de la nouvelle ligne électrique pour le milieu octobre pour 9 mois		Oui	Non
Communauté de Waswanipi ██████████ et ██████████	2022-09-23	Rencontre ciblée - En personne	Discussion du projet de la ligne électrique entre Waswanipi et le projet Windfall. ██████████ cherche des logements en vue de la construction de la ligne électrique en 2023. Cette ligne sera bâtie 120kv pour éventuellement fournir de l'électricité aux projets Gladiator et Barry. On a parlé d'acheter le diesel de Harnois qui a un partenariat avec Osisko Mining. Également, on a discuté de l'appel d'offres en cours pour les activités de Barry pit, la route et l'agrandissement du parc à résidus.	Besoin de chambres. Gilles va regarder cela. Le prix serait au cost +.	Oui	Non
Communauté de Waswanipi -Chief Neeposh	2022-09-24	Courriel	Lettre envoyée pour féliciter la nouvelle Cheffe de la Nation Crie de Waswanipi	Négociation à venir pour le IBA	Non	Oui
Société du Plan Nord -Stéphane Mackenzie, Martin Loiselle, Myriam Blais, Marc Morin (SPN), Francois belle-Isle (MERN), Steve Cadet	2022-09-02	Rencontre ciblée - Vidéoconférence	Mise à jour des besoins de BTR en projet d'infrastructure (chemin entre Barry et bachelor) et la ligne électrique	Le programme de subvention pour les chemins forestiers se termine en mars 2023. Nous aimerions que ce programme soit rapporté. SPN a mentionné qu'un prêt pourrait être donné. Ligne électrique; BTR a donné une mise à jour des dernières nouvelles. Permis: une mise à jour a été donnée.	Non	Non
Communauté de Waswanipi	2022-09-30	Courriel	Reconnaissance de la journée de la vérité et de la réconciliation. Une copie de la communication interne a été envoyée à ██████████ et ██████████ et à ██████████		Non	Non
Communauté de Waswanipi-██████████	2022-10-04	Téléphone	Pas d'essence de disponible à Waswanipi. BTR a offert de l'essence à ██████████. Il est venu faire le plein à Bachelor.		Non	Non





The Cree First Nation of Waswanipi  
Office of Chief Marcel Happyjack

---

EDIFICE DIOM BLACKSMITH BUILDING  
WASWANIP, QUEBEC  
JOY 3C0

TEL: (819)753-2587  
FAX: (819)753-2555

July 5<sup>th</sup> 2022

Mr. Luc Lainé, Chairperson  
Environmental Impact assessment Committee (COMEX)  
Édifice Marie-Guyart, 6th floor, Box 83  
675 René-Lévesque Blvd East  
Québec (Québec)  
G1R 5V7

**Subject: Management change, Harmonization committee resumption and new Impacts and Benefits Agreement**

Dear Mr. Luc Lainé,

The Cree First Nation of Waswanipi ("CFNW") hereby writes this letter to inform and highlight the distinct improvement in communications between the Natural Resources Department of the CFNW and Bonterra Resources Inc. ("Bonterra") since their management change, effective last January.

The Harmonization committee meetings have resumed, and we have started high level discussions on a new Impacts and Benefits Agreement which will provide for socio-economic participation in the Moroy (formerly Bachelor), Barry and Gladiator deposits.

Although our land users have always been consulted, the socio-economic participation has been insufficient for over a decade. We are encouraged by the exemplary approach taken by the new management and are looking forward to a brighter future where Bonterra supports the socio-economic advancement of our members through the development of natural resources within our Traditional Lands.

Should you have any question, please contact Deputy Chief Ronnie Ottereyes at 1-819-753-7391 or at [ronnie.ottereyes@cfnw.ca](mailto:ronnie.ottereyes@cfnw.ca) for IBA negotiations and Joshua Blacksmith at 819-753-2587 ext. 340 for Harmonization Committee.

Sincerely,

Chief Marcel Happyjack  
Cree First Nation of Waswanipi

CC: Mr. Marc-André Pelletier, President and CEO Bonterra Resources Inc.  
Ronnie Ottereyes, Deputy Chief, Cree First nation of Waswanipi  
Steven Blacksmith, Director of Natural Resources, Cree First Nation of Waswanipi

Lebel-sur-Quévillon, 26 juillet 2022

Par courriel : [mapelletier@btrgold.com](mailto:mapelletier@btrgold.com)

**N.D./DG-2022-07-178-10098**

M. Marc-André Pelletier  
Président & CEO  
Bonterra  
2872, chemin Sullivan, suite 2  
Val-d'Or, QC, J9P 0B9

**Objet : APPUI PROJET D'AGRANDISSEMENT DE L'USINE ET DU PARC À RÉDISUS-BACHELOR**

Monsieur,

La présente fait suite à votre correspondance du 6 juillet dernier dans laquelle vous demandiez l'appui de la Ville de Lebel-sur-Quévillon pour votre projet d'agrandissement de l'usine Urban-Barry et du parc à résidus situés à Bachelor (Desmaraisville) en vue de le déposer au COMEX.

Considérant que lors de notre rencontre le 19 juillet dernier à Lebel-sur-Quévillon pendant laquelle vous nous avez présenté vos projets et transmis toutes les informations pertinentes, nous vous confirmons l'appui de la municipalité de Lebel-sur-Quévillon pour vos projets mentionnés en objet. Nous sommes d'accords et nous recommandons le dépôt de vos projets auprès du COMEX.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, recevez, Monsieur, nos sincères salutations.



Guy Laffrenière, maire  
Ville de Lebel-sur-Quévillon

*C.C. Directeur intérimaire du développement économique, M. Michael Sandapen*

**ANNEXE 4**  
**TABLEAU DES ENGAGEMENTS**

**Liste des actions à prendre par Bonterra dans le cadre de la 1re série de réponses aux questions du COMEX**

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-2	Bonterra s'engage à transmettre le rapport technique NI-43-101 incluant le plan de minage à l'administrateur, lorsque ce dernier sera disponible.	-Transmettre le rapport technique NI-43-101 à l'administrateur.	1		EEP Barry à ciel ouvert est complétée (juillet 2022). Une EPS est en cours pour ce projet prévue pour la fin de l'année 2022. une nouvel ERM sera fait une fois le programme de forage de définition sera complété pour la portion souterraine du projet Barry en temps opportun.	MELCC		
QC-3	En vertu de l'article 241 de la Loi sur les mines, Ressources Bonterra obtiendra une autorisation pour l'emplacement de l'agrandissement du parc à résidus.	-Obtenir une autorisation pour l'emplacement du PARB (Art.241).	2			MELCC		X
QC-5	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. Bonterra poursuivra la revalorisation des matières ligneuses (bois) sur le site. Les résidus de bois sont entreposés à la surface, puis broyés afin de permettre sa réutilisation en tant que base pour la revitalisation Bonterra travaillera avec la communauté de Waswanipi, de Desmairaisville et de Lebel-sur-Quévillon (LSQ) à trouver un projet de compensation. (En lien, avec la demande de la QC-74)	-Disposer des équipements désuets qui seront démantelés. -Poursuivre la revalorisation des matières ligneuses (bois). -Travailler à trouver un projet de compensation.	3			MELCC		
QC-7	Le promoteur est à revoir la structure de son plan de communication afin de l'ajuster aux besoins respectifs des communautés du milieu concernées par le projet. Des ajustements sont apportés de façon régulière au site internet de Bonterra. Le site sera bonifié une fois de plus afin d'intégrer des informations de base sur le milieu et les communautés se trouvant dans la zone d'influence du projet. Le site contiendra également des liens et informations de contact visant à faciliter la communication avec les parties prenantes. Des bulletins d'information périodiques sur le projet via le site web, de même que des outils de communication adaptés seront également développés dans le cadre des activités de consultation à venir dans chacune des localités. La création d'une page Facebook est présentement à l'étude, de même que la conception de plateformes d'information via LinkedIn.	-Réviser le plan de communication. -Bonifier le site internet. -Ajouter des liens et informations de contact sur le site internet. -Développer des bulletins d'information périodique à ajouter sur le site internet. -Étudier la possibilité de mettre en place une plateforme d'information sur les réseaux sociaux.	4			MELCC		

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-9	<p>Le Plan de consultation et de communication de Bonterra sera actualisé et ajusté en fonction des enjeux et des attentes ou inquiétudes exprimées dans chacune des localités.</p> <p>Un calendrier de rencontres et des outils de communication adaptés seront mis en place.</p> <p>Des séances d'informations seront tenues dans la PNCW, notamment dans le cadre des Assemblées générales et, au besoin, des rencontres ou présentations ciblées seront tenues auprès du CPNCW ou des membres de la communauté directement affectés par le projet.</p> <p>-Le travail des comités d'échange et d'harmonisation devant bientôt reprendre, il est attendu que des discussions y auront lieu sur les modalités de suivi des impacts du projet et des préoccupations émises par les citoyens.</p> <p>-La PNCW sera aussi invitée à prendre part à la définition des paramètres du Plan de consultation et du suivi des impacts sociaux et de l'utilisation du territoire.</p> <p>Les requêtes ou préoccupations sont généralement traitées de façon ponctuelle dès réception de l'information par le promoteur.</p>	<p>-Réviser le plan de communication.</p> <p>-Mettre en place un calendrier de rencontres.</p> <p>-Tenir des séances d'information dans la PNCW.</p> <p>-Poursuivre les échanges sur les modalités de suivi des impacts du projet et des préoccupations émises (Travail des comités d'échange et d'harmonisation).</p> <p>-Inviter la PNCW à prendre part à la définition des paramètres du plan de consultation, de suivi des impacts sociaux et de l'utilisation du territoire.</p> <p>-Traiter les requêtes de façon ponctuelle dès leur réception.</p>	5			MELCC		
QC-12	<p>L'entente de collaboration est en train d'être renégociée avec la Première Nation de Waswanipi et le Gouvernement de la Nation Crie. Les propositions d'ordre du jour sont envoyées aux membres des comités avant chaque rencontre et des comptes-rendus sont rédigés et envoyés aux membres par la suite.</p>	<p>-Envoyer des ordres du jour aux membres des comités avant chaque rencontre et des comptes-rendus par la suite.</p>	6			MELCC		
QC-15	<p>Un rapport complet est prévu dans le cadre de l'ingénierie détaillée, Bonterra s'engage à le transmettre au COMEX lorsque celui-ci sera disponible.</p>	<p>-Transmettre l'étude de stabilité des digues</p>	7			MELCC		
QC-16	<p>Quant au parc à résidus, Bonterra fera approuver sa localisation en vertu de l'article 241 de la Loi sur les mines et obtiendra un bail d'utilisation du territoire publique.</p>	<p>-Obtenir une autorisation pour l'emplacement du PARB (Art.241)</p> <p>-Obtenir un bail d'utilisation du territoire publique pour le PARB</p>	8			MELCC		X
QC-18	<p>Il est à noter que les secteurs à l'est du site n'ont pas été adressés lors de la réalisation de l'étude hydrogéologique étant donné que l'empreinte de parc à résidus était différente de celle proposée par BBA. Dans ce contexte, des études de caractérisations géotechniques complémentaires seront réalisées afin de bien documenter la nature des dépôts meubles en place et éventuellement de définir les débits de percolation de ces secteurs.</p> <p>Les plans de construction et de rehaussement du parc à résidus miniers tiendront compte des flux modélisés dans l'étude hydrogéologique. Une géomembrane tapissera les zones où la couverture d'argile est insuffisante afin d'augmenter le degré de perméabilité du sol.</p>	<p>-Réaliser une étude de caractérisations géotechniques complémentaires (secteur à l'est).</p> <p>-Mettre une géomembrane dans le fond de l'agrandissement du PARB.</p>	9			MELCC		X

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-19	Dans l'éventualité où les quantités de matériaux issus de ces trois sources (résidus, stériles et bancs d'emprunts) ne sont pas suffisantes, Bonterra fera une demande de modification du certificat d'autorisation délivré en vertu de l'article 164 de la LQE.	-Faire une demande de CA (Art.164) (au besoin).	10			MELCC		
QC-20	Suivi et l'entretien qui est prévu pour les ponts et ponceaux ; les visites seront ponctuelles au besoin.	#NAME?	11			MELCC		
QC-22	La fréquence radio utilisée pour le transport sera accessible aux autres utilisateurs, des panneaux de signalisation en bordure de la route informeront les utilisateurs de la fréquence utilisée par la minière.	-Mettre des panneaux de signalisation indiquant la fréquence radio utilisée.	12			MELCC		
QC-23	Bonterra s'engage à rendre la route conforme au règlement sur l'aménagement durable des forêts (RADF) et sécuritaire pour les usagers.	-Mettre en place les panneaux de signalisation recommandés par Horizon SF.	13			MELCC		
QC-25	Bonterra s'engage à présenter le rapport de signalisation routière réalisé par Horizon SF au maître de trappe et de discuter avec eux de leur satisfaction par rapport aux mesures de sécurité routière qui seront mises en place par Bonterra.	-Présenter au maître de trappe le rapport de signalisation routière. -Discuter avec les maîtres de trappe de leur satisfaction par rapport aux mesures de sécurité routière prévues.	14			MELCC		
QC-26	En ce qui a trait à la sécurité des utilisateurs dont les campements sont situés à proximité de la route, des mesures sont prévues, entre autres, la pose de panneaux de signalisation pour réduire la vitesse et signaler la présence de camps. Pour ce qui des perturbations occasionnées aux petits et aux gros gibiers, de même qu'aux oies pendant les périodes de chasse, des ententes seront discutées dans le cadre des négociations du Comité d'harmonisation afin de déterminer le calendrier et le mode de fonctionnement de la mine pendant les périodes de chasse.	-Mettre en place les panneaux signalant la présence de camps. -Discuter avec les utilisateurs du territoire du calendrier et du mode de fonctionnement de la mine pendant la chasse.	15			MELCC		X
QC-27	Bonterra s'engage à rendre la route conforme au RADF et sécuritaire pour les usagers.	-Mettre en place les panneaux de signalisation recommandés par Horizon SF.	16			MELCC		

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-28	Bonterra évaluera les options pouvant permettre la revalorisation des débris de construction et/ou de démolition selon les critères contenus dans les Lignes directrices relatives à la gestion de béton, de brique et d'asphalte issus des travaux de construction et de démolition et des résidus du secteur de la pierre de taille.	-Évaluer les options pouvant permettre la revalorisation des débris de construction.	17			MELCC		X
QC-33	De plus, Bonterra évaluera la possibilité d'une collaboration universitaire pour un projet de recherche visant à réutiliser du compost.	-Évaluer la possibilité d'un projet de recherche universitaire sur l'utilisation du compost.	18			MELCC		
QC-35	Bonterra confirme que seuls les produits certifiés conformes par le Bureau de normalisation du Québec à la norme BNQ 2410-300 seront utilisés pour abattre les poussières.	-Utiliser seulement les produits certifiés BNQ 2410-300 seront utilisés pour abattre les poussières.	19			MELCC		X
QC-36	Lors de la période de fermeture de la mine, Bonterra se référera à la version la plus récente du Guide de bonnes pratiques pour la gestion des matériaux de démantèlement.	-Se référer au Guide de bonnes pratiques pour la gestion des matériaux de démantèlement (en période de fermeture).	20			MELCC		X
QC-40	Le plan de gestion des eaux prévoit que 100 % de l'eau contenant du cyanure transitera par l'usine de destruction des cyanures avant d'être envoyée vers le bassin de sédimentation et déchargée à l'effluent final, ce qui permettra d'assurer la conformité de l'effluent.	-Faire transiter par l'usine de destruction des cyanures la totalité de l'eau contenant du cyanure.	21			MELCC		X

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-42	Le rapport intitulé « Évaluation du bilan d'eau de conception – Ingénierie détaillée du parc à résidus du site minier » produit par BBA inc. (BBA) joint à l'annexe Q42 du présent document présente en détail la méthodologie de calcul, les résultats obtenus ainsi que le bilan hydrique global de conception du parc ainsi que les bilans d'opération prédictifs. Le rapport met en évidence les hypothèses considérées en ce qui concerne le risque lié aux changements climatiques.	-Une révision du bilan d'eau et du concept de gestion de l'eau sera requise par BBA. BBA avait considéré le rejet direct à l'effluent final des eaux d'exhaures en période de la crue de projet. Ceci n'est pas permis par les ministères, cette eau doit donc être contenue quelque part ou traitée avant son rejet à l'effluent. GCM a évalué quelques solutions dans un trade off. De plus, l'hypothèse utilisée par BBA (voir réponse QC-70) pour la considération de l'apport d'eau en lien avec les changements climatiques est questionnable. Il sera souhaitable que le bilan d'eau et la conception du PARC considèrent un 18 % d'eau supplémentaire.	22			MELCC		
QC-43	Plusieurs projets d'optimisation de l'usine de traitement des eaux ont été réalisés par Bonterra dans l'objectif de minimiser les concentrations en contaminants à l'effluent et ainsi tendre vers les OER. Les efforts en ce sens se poursuivront avec le nouveau projet. Le suivi sur le fluor se poursuivra tel que mentionné dans le rapport annuel de 2019 présenté au MELCC (Bonterra, 2020) .	-Poursuivre les efforts d'optimisation de l'usine de traitement d'eau. -Poursuivre le suivi sur le fluor.	23			MELCC		
QC-52	Durant les opérations, un système d'arrosage des résidus limitera l'érosion éolienne.	-S'assurer d'avoir un système d'arrosage des résidus.	24			MELCC		X
QC-53	Bonterra souhaite donc remettre à l'année 2021 les travaux de caractérisation des sols. Avant le début travaux, un plan de caractérisation des sols conforme au Guide de caractérisation sera soumis au ministère pour approbation. Bonterra s'engage à transmettre le rapport de caractérisation au MELCC dans le cadre de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22.	-Effectuer la caractérisation des sols (aux endroits jugés risqués selon la phase 1 et visés par les travaux ). -Soumettre un plan de caractérisation au ministère. -Transmettre le rapport de caractérisation au MELCC.	25			MELCC		



No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-54	Bonterra s'engage à ce que les sols soient gérés de manière à respecter les plages de contamination, les dispositions du Guide d'intervention, du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (Q-2, r. 37) et du Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés (Q-2, r. 46). Ainsi dans l'éventualité où des sols seraient excavés, Bonterra en fera évaluer la teneur en C10 C50. En l'absence d'hydrocarbures pétroliers, Bonterra acheminera les sols excédentaires dans le parc à résidus. Dans l'éventualité où des C10 C50 seraient détectés, les sols seront acheminés vers un lieu autorisé et une caractérisation des parois de l'excavation sera réalisée afin d'assurer la qualité des sols en place.	-Gerer les sols conformément au Guide d'intervention.	26			MELCC		
QC-55	Dans un premier temps, Bonterra analysera la carte d'écoulement des eaux souterraines et les puits d'observation en place puis évaluera la possibilité d'utiliser des puits d'observation déjà en place en amont du site minier. Au besoin, Bonterra mettra en place de nouveaux puits en tête de bassin versant pour pouvoir compléter l'évaluation des teneurs de fonds.	-Faire une étude de teneur de fond dans l'eau souterraine. -Au besoin installer de nouveau PO en amont du PARB.	27			MELCC		
QC-66	Bonterra avisera le Ministère de la culture et des communications, l'Institut culturel cri Aanischaaukamikw et le Conseil de bande de Waswanipi de toute éventuelle découverte de bien ou de site archéologique.	-Aviser le ministère de la culture et des communications, l'institut culturel cri et le Conseil de bande de Waswanipi de toute découverte archéologique.	28			MELCC		X
QC-71	Ainsi, le PARB respectera le débit de percolation prescrit dans la Directive 019.	-Prendre les mesures pour que le débit de percolation soit respecté au PARB (géomembrane).	29			MELCC		X

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-74	<p>Tel que mentionné à la réponse à la question précédente, la conservation de plan d'eau dans le parc à résidus n'a pas été retenue comme scénario de restauration. Bonterra travaillera avec la communauté de Waswanipi, de Desmairaisville et de Lebel-sur-Quévillon à trouver un projet de compensation des milieux humides.</p> <p>De plus, des démarches préliminaires ont été initiées afin d'identifier le potentiel de bancs d'emprunt fermés pour la création de milieux humides dans le secteur de Waswanipi. Des fiches projets seront présentées dans le cadre du rapport de caractérisation de la végétation du secteur de l'effluent.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Travailler à trouver un projet de compensation avec la communauté de Waswanipi.</li> <li>-Présenter des fiches projets (dans le cadre du rapport de caractérisation de la végétation du secteur de l'effluent).</li> </ul>	30			MELCC		X
QC-75	<p>Le tableau 75-1 présente les mesures qui seront prises par Bonterra afin de s'assurer de l'efficacité de chacune des mesures d'atténuation proposées afin de limiter autant que possible les impacts en lien avec l'augmentation du trafic sur la route Bachelor-Barry.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bonifier la signalisation routière en fonction des recommandations de Horizon SF.</li> <li>-Intégrer un calendrier d'inspection de la route dans le programme de surveillance et suivi</li> <li>-Faire un registre des plaintes ou du commentaire avec la date, la nature et la provenance de la plainte ou du commentaire ainsi que l'action entreprise pour y donner suite.</li> <li>-Faire un registre avec le nombre d'incidents de ces incidents, les utilisateurs impliqués et les correctifs apportés.</li> <li>-Désigner les zones problématiques (au besoin).</li> <li>-Apporter des mesures correctives (le cas échéant).</li> <li>-Sensibiliser les travailleurs à la sécurité routière lors de la formation d'accueil au site minier ainsi que lors de la réunion mensuelle de santé et la sécurité au travail.</li> <li>-Aborder la sécurité de la route de transport dans le rapport de suivi annuel.</li> <li>-Discuter des enjeux liés à la circulation et aux usagers dans le cadre des rencontres avec les parties prenantes.</li> </ul>	31			MELCC		

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-76	Bonterra prévoit mettre en place des panneaux aux entrées principales du territoire. Ces panneaux afficheront des messages similaires à ceux-ci : « Camionnage en cours » et « Convoi de camions aux 15 minutes ».	-Bonifier la signalisation routière en fonction des recommandations de Horizon SF.	32			MELCC		X
QC-77	Bonterra a envisagé de former des convois routiers automatisés comptant jusqu'à quatre camions, dont seulement la conduite du premier serait assurée par un individu. Les camions voyageant de façon groupée diminueraient la fréquence et allégeraient les effets sur l'utilisation du territoire en bordure de la route. Cependant, comme cette technologie est actuellement peu documentée et utilisée dans la région et que la sécurité routière des utilisateurs du territoire pourrait être en jeu, Bonterra a abandonné ce projet pour l'instant. Néanmoins, Bonterra garde en tête cette possibilité pour le futur, et lorsque le bon fonctionnement de cette technologie pourra être démontré, Bonterra consultera les différents utilisateurs du territoire afin d'échanger sur cette nouvelle technique de camionnage et présentera les résultats dans une demande de modification aux ministères.	-Dans l'éventualité de la reprise du projet de convois routiers automatisés, consulter les utilisateurs du territoire et présenter une demande de modification aux ministères.	33			MELCC		X
QC-79	Le promoteur devra faire état des discussions qui ont eu lieu avec les propriétaires des deux campements à proximité de la route de transport afin de démontrer qu'une solution acceptable pour les propriétaires a été trouvée. Des mesures spécifiques seront définies de concert avec les deux propriétaires des camps, notamment dans le cadre du Programme de suivi des impacts sur l'utilisation crie du territoire.	-Définir des mesures spécifiques de concert avec les 2 propriétaires des camps à proximité de la route de transport.	34			MELCC		X
QC-80	Bonterra prévoit suspendre la circulation des camions sur la route de transport Barry-Bachelor durant deux semaines au printemps lors de la période de dégel qui coïncide avec l'arrivée des oies et le début de la période de chasse. De plus, Bonterra prévoit une diminution de la circulation des camions sur la route de transport Barry-Bachelor d'au moins 25 % à l'automne, durant la chasse à l'original.	-Suspendre la circulation des camions durant 2 semaines au printemps durant la chasse à l'oie. -Réduire d'au moins 25 % la circulation des camions à l'automne durant la chasse à l'original.	35			MELCC		

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-82	<p>Le plan d'intervention d'urgence environnemental (PIUE) sera présenté prochainement aux personnes concernées à Waswanipi et au Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie-James. Ce PIUE sera mis à jour annuellement et les modifications seront présentées aux personnes concernées.</p> <p>Afin de s'assurer que le PIUE est adéquat, un exercice d'urgence environnemental aura lieu annuellement et les actions requises issues du post-mortem seront intégrées dans les mises à jour du PIUE. De plus, les principaux organismes concernés seront interpellés lors de mise à l'essai afin de confirmer l'efficacité du plan.</p>	<p>-Présenter le PIUE aux personnes concernées à Waswanipi et au Conseil cri de la santé et des services sociaux de la BJ.</p> <p>-Mettre à jour annuellement le PIUE et le présenter aux personnes concernées.</p> <p>-Effectuer un exercice d'urgence environnemental annuellement et interpellier les principaux organismes concernés lors de l'essai.</p>	36			MELCC		
QC-88	<p>Bonterra s'engage à inclure au programme préliminaire de suivi de l'effluent final, tous les paramètres physico-chimiques qui feront l'objet d'OER de même que la toxicité chronique. Les paramètres physico-chimiques seront suivis à une fréquence trimestrielle sur la période de rejet et la toxicité aiguë sera suivie mensuellement.</p> <p>Bonterra s'engage à déposer, après 3 ans et aux 5 ans par la suite, à l'Administrateur provincial un rapport d'analyse sur les données de suivi de la qualité de son effluent. Ce rapport contiendra une comparaison entre les OER et les résultats obtenus à l'effluent selon les principes du document Lignes directrices pour l'utilisation des objectifs environnementaux de rejet relatifs aux rejets industriels dans le milieu aquatique (MDDEP, 2008) et son addenda Comparaison entre les concentrations mesurées à l'effluent et les objectifs environnementaux de rejet (OER) pour les entreprises existantes (MDDELCC, 2017) .</p> <p>Dans l'éventualité où des dépassements d'OER sont observés, Bonterra présentera dans son rapport d'analyse la cause de ces dépassements et les moyens qu'il compte mettre en œuvre pour les respecter ou s'en approcher le plus possible.</p>	<p>- Inclure au programme préliminaire de suivi de l'effluent final, tous les paramètres physico-chimiques qui feront l'objet d'OER de même que la toxicité chronique.</p> <p>-Suivre les paramètres physico-chimiques à une fréquence trimestrielle et la toxicité aiguë mensuellement.</p> <p>-Déposer après 3 ans et aux 5 ans par la suite, à l'Administrateur provincial un rapport d'analyse sur les données de suivi de la qualité de son effluent.</p> <p>-S'assurer que le rapport déposé est en ligne avec les exigences demandées (MDDEP, 2008) et (MDDELCC, 2017).</p> <p>-Présenter dans son rapport d'analyse la cause de ces dépassements et les moyens mis en œuvre pour les respecter ou s'en approcher le plus possible.</p>	37			MELCC		

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC-89	L'étude de stabilité physique et structurale des digues de l'ensemble du parc à résidus incluant les bassins de gestions des eaux sera complétée lors de l'ingénierie détaillée. Bonterra s'engage à transmettre cette étude à l'administrateur lors de la prochaine révision de son plan de restauration.	-Transmettre l'étude de stabilité des digues.	38			MELCC		
QC-125	Afin de maintenir l'efficacité de captage du dépoussiéreur S4, un programme de maintenance préventive et d'inspection basé sur les recommandations du manufacturier sera mis sur pied. Les résultats des maintenances et des inspections seront par ailleurs consignés dans un registre. Les poussières récupérées par le dépoussiéreur seront manipulées et gérées de façon à limiter les risques de réémission des poussières dans l'atmosphère. Le dépoussiéreur sera par ailleurs équipé d'un détecteur de fuite passif.	-Élaborer un programme de maintenance et d'inspection du dépoussiéreur du silo à chaud. -Consigner dans un registre les résultats des maintenances et des inspections. -S'assurer que le dépoussiéreur sera équipé d'un détecteur de fuite.	39			MELCC		

**Liste des actions à prendre par Bonterra dans le cadre de la 2e série de réponses aux questions du COMEX**

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC2-1	Une mise à jour du programme préliminaire de surveillance et de suivi <b>sera effectuée</b> dans le cadre de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 et documentera les mesures d'instrumentation et de contrôle qui seront mises en place afin de s'assurer de l'efficacité du contrôle du procédé, notamment en ce qui concerne le pH.	Mettre à jour le programme préliminaire de surveillance et de suivi.	1	Une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC	Le programme documentera les mesures d'instrumentation et de contrôle qui seront mises en place afin de s'assurer de l'efficacité du contrôle du procédé, notamment en ce qui concerne le pH.	
QC2-2	Le promoteur <b>s'engage</b> à maintenir cette efficacité en tout temps sur ces segments, avec l'application d'un débit supérieur à 2 litres/m2/h.	Maintenir une efficacité supérieure à 2 litres/m2/h.	2	En continu	En continu	MELCC	Un facteur d'ajustement de 25 % (réduction de 75 %) a été appliqué aux segments routiers des chargeurs, entre mai et octobre. Le même facteur d'ajustement a été appliqué entre novembre et avril afin de tenir compte de la période hivernale, à la suggestion du MELCC.	
QC2-5	Dans le cadre du Plan de gestion des poussières, Bonterra <b>s'engage</b> à réaliser un programme d'échantillonnage des émissions de particules à la cheminée du four aux trois ans.	Rapport d'échantillonnage effectué selon les modalités prescrites au Cahier no 4 du Guide d'échantillonnage du RAA du Programme d'échantillonnage des émissions de particules à la cheminée du four	3	aux 3 ans	120 jours suivant la fin de la campagne d'échantillonnage	MELCC	Si l'analyse révèle un dépassement d'une valeur limite ou d'une autre norme d'émission fixée par règlement, une mention sera faite dans le rapport ainsi que les mesures correctrices prises pour y remédier	
QC2-9	Bonterra <b>s'engage</b> à respecter la note d'instruction <i>Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent</i> (NI 98-01). Il <b>s'engage</b> également à prendre en considération les mesures d'atténuation du bruit pendant la construction et à respecter les mesures identifiées dans l'étude d'impact.	Respecter les mesures identifiées dans l'étude d'impact en termes de bruits et prendre en considération: - La note d'instruction <i>Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent</i> (NI 98-01); - Les mesures d'atténuation du bruit pendant la construction.	4	Durant les opérations et les travaux.	Dès maintenant, mais aussi à réitérer dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC		
QC2-10	Bonterra <b>s'engage</b> à réaliser une étude afin d'évaluer le niveau sonore en vertu de l'article 2.4.1. de la Directive 019 sur l'industrie minière et de la même façon, selon les prescriptions de la Note d'instructions 98-01.	Réaliser une étude sur le niveau sonore qui comprendra, mais sans s'y limiter, la détermination des sources de bruits fixes, mobiles, permanents et temporaires, leur emplacement ainsi que leur durée et heures d'utilisation.	5	une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC	Les niveaux sonores mesurés doivent respecter les niveaux sonores établis selon les prescriptions de la Note d'instructions 98-01 (traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent).	

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC2-11	À la section 3.8.2.2.7 du document « Étude des impacts – Volume I : Rapport principal » (Wood, 2019), Bonterra <b>s'est engagé</b> à imperméabiliser les portions du parc à résidu qui ne respecteront pas le critère du flux de percolation de 3,3 L/m <sup>2</sup> /jour (art. 2.9.4 – Directive 019) et mentionne qu'il « tapissera les zones où la couverture d'argile est insuffisante à l'aide d'une couche d'argile ou d'une géomembrane de type « Bentoflix » destinée à augmenter le degré d'imperméabilité du sol dans le secteur ».	Imperméabiliser la zone identifiée sur le plan de construction <b>INF0784-55001.</b>	6	une fois	Lors de la construction du parc à résidus.	MELCC	Bonterra doit considérer les résultats de la modélisation en conditions pessimistes afin de compenser pour les sources d'incertitude de la modélisation hydrogéologique (délimitation des dépôts meubles, conductivités hydrauliques basées sur une moyenne géométrique, etc.) lors des travaux d'imperméabilisation des zones où la couverture d'argile s'avère insuffisante.	
QC2-12	Bonterra <b>s'engage</b> à aménager des puits d'observation minimalement aux sites des puits virtuels OBS-1, OBS-3 et OBS-5 et ajouter aux puits retenus dans le programme de suivi environnemental.	Aménager au minimum trois puits d'observation (aux sites des puits virtuels OBS-1, OBS-3 et OBS-5) à double niveau (aménagés dans les dépôts meubles et dans le socle rocheux) et ajoutés aux puits retenus dans le programme de suivi environnemental. L'analyse des résultats sur la qualité des eaux souterraines dans le cadre du suivi environnemental doit être basée sur le contenu de la fiche d'information « Analyse des résultats du suivi de la qualité des eaux souterraines, portant sur le suivi de la qualité des eaux souterraines » disponible sur le site Web du Ministère.	7	En continu	En continu	MELCC	Art. 2.3.2 – Directive 019 L'exploitant doit installer un réseau de surveillance des eaux souterraines autour des aménagements à risque définis à la section 2.3.1.1, sauf dans le cas où toutes les formations hydrogéologiques sous-jacentes sont de classe III sans lien hydraulique. En présence d'une aire d'accumulation de résidus miniers avec mesures d'étanchéité de niveau A ou de niveau B, l'exploitant doit installer un réseau de surveillance des eaux souterraines, dans tous les cas, sans exception.	
QC2-13	Bonterra <b>s'engage</b> à utiliser la méthode préconisée pour le calcul des teneurs de fond des substances dans les eaux souterraines, « <i>Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial des eaux souterraines avant l'implantation d'un projet industriel</i> », et ce, une fois rendu disponible par le ministère.	Réaliser une étude sur les teneurs de fond des eaux souterraines circulant dans l'emprise du site en utilisant la méthode préconisée par le ministère (selon la méthode disponible au moment de l'étude)	8	une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC		

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC2-14	Tel que mentionné dans les réponses aux questions précédentes, une version finale du programme de surveillance et de suivi sera remise lors de la demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE auprès du MELCC. Celui-ci <b>sera révisé</b> afin d'inclure les modalités de suivi supplémentaires auxquelles Bonterra <b>s'est engagé</b> dans le cadre de la 2e série de réponses aux questions du COMEX et de <b>bonifier</b> les éléments en lien avec le contrôle des risques et conséquences d'une rupture de digue.	Réviser le programme de surveillance et de suivi en considérant le <i>Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux</i> de l'Association minière du Canada, les modalités de suivi supplémentaires dans le cadre de la 2e série de réponses aux questions du COMEX, et de bonifier les éléments en lien avec le contrôle des risques et conséquences d'une rupture de digue.	9	une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC	Le programme de surveillance et de suivi final doit intégrer la rédaction d'un Manuel d'opération, d'entretien et de surveillance des parcs à résidus miniers et des installations de gestion des eaux basé sur le Guide de l'Association minière du Canada.	
QC2-15	Bonterra <b>s'engage</b> à reprendre ce programme de suivi géochimique dès la reprise des opérations de l'usine Bachelor.	Réaliser un suivi géochimique des résidus miniers. Réaliser un suivi hebdomadaire et produire un rapport annuel.	10	Prise d'échantillon une fois par semaine	Annuellement	l'Administrateur	Un rapport de caractérisation géochimique du minerai et des stériles des deux sites miniers ainsi que des résidus miniers de Bachelor a été réalisé par Wood en 2019. Selon ce rapport, des volumes limités de résidus produits lors de l'usinage des minerais de Bachelor et Moroy pourraient avoir un rapport du potentiel de neutralisation (RPN) entre 1,5 et 3.	
QC2-16	Bonterra <b>comprend</b> qu'une caractérisation de ces résidus miniers est requise afin pouvoir valider si les résidus produits dans le futur seront acidogènes ou non.	Réaliser une caractérisation biochimique.	11	Une fois	2022 <b>et</b> à présenter en addenda au plan de réaménagement et de restauration soumis au MERN en mars 2021.	l'Administrateur <b>et</b> MERN	Il est nécessaire de valider si les résidus produits dans le futur seront acidogènes ou non.	
QC2-23	Bonterra <b>s'assurera</b> également que la réglementation en vigueur soit respectée tout au long du processus (déclaration, entreposage des sols contaminés, etc.). De plus, advenant la découverte de signes olfactifs ou visuels de contamination lors des travaux d'excavation, Bonterra procédera à des analyses et disposera des sols contaminés en hydrocarbures vers un lieu autorisé.	S'assurer de respecter la réglementation en vigueur sur la gestion des sols contaminés durant les travaux d'excavation. Si la présence de signes (olfactif, visuel) de contamination étaient découverts, une analyse des sols est à faire et la gestion des sols doit être conformément réalisée.	12	En continu	Durant les travaux			



No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC2-26	Une caractérisation des remblais sera <b>réalisée</b> avant les travaux afin de couvrir les risques de contamination du sol et aéroportée. Les paramètres suivants <b>seront notamment analysés</b> : métaux, HP C10-C50, HAP, soufre, cyanures. Les zones de risque de contamination (remblai et aéroportée) <b>seront indiquées</b> sur une carte dans le rapport de caractérisation.	Réaliser une caractérisation des remblais (paramètres minimaux : métaux, HP C10-C50, HAP, soufre, cyanures) et produire une carte des zones à risque associées à la présence de remblai ou de contamination aéroportée.	13	Une fois	Avant la fin des travaux		Les remblais sont à risque de contenir des contaminants de type métal. À moins qu'une justification sur la source des remblais soit fournie, ceux-ci doivent minimalement être analysés pour les métaux, HP C10-C50 et HAP.	
QC2-34	Bonterra <b>s'engage</b> à fournir le nouveau <i>Plan des mesures d'urgence</i> pour Bachelor/Moroy avec la demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE.	Réaliser un Plan des mesures d'urgence qui intègre une procédure en cas d'incendie pour Bachelor	14	Une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC		
QC2-35	Au lieu d'inclure la liste de toutes les toutes les fiches signalétiques des produits utilisés dans le cadre leurs activités dans son <i>Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement</i> , Bonterra <b>s'engage</b> à inclure la liste de ses produits utilisés dans son <i>Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement</i> et de regrouper les fiches de données de sécurité (FDS) des produits énumérés dans la liste dans des cartables accessibles aux employés	Insérer la liste des produits utilisés dans le cadre de leurs activités dans son <i>Plan d'intervention d'urgence sur l'environnement</i> et de regrouper les fiches de données de sécurité (FDS) des produits énumérés dans la liste dans des cartables accessibles aux employés.	15	Une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC		
QC2-37	Bonterra s'engage à ce que les prescriptions de Ressources naturelles Canada pour l'entreposage des explosifs continuent d'être respectées lorsque l'entreposage temporaire au dépôt d'explosif sera requis, notamment durant la phase de construction.	S'assurer que les prescriptions de Ressources naturelles Canada pour l'entreposage des explosifs continuent d'être respectées	16	Annuellement	Durant les travaux de construction			

No de la question	Extrait de réponse au COMEX	Action à prendre	# d'action	Périodicité	Échéance	Destinataire	Finalité	Statut
QC2-39	Bonterra <b>s'engage</b> à déposer un plan de compensation des milieux humides et hydriques complet pour approbation dans un délai maximum d'un an suivant l'autorisation du projet	Réaliser un plan de compensation des milieux humides et hydriques	17	une fois	1 an après l'autorisation du projet	MELCC	Afin de compenser la perte de milieux humides et hydriques associés à son projet, le promoteur propose d'effectuer la création d'un milieu humide dans un milieu impacté près d'un banc d'emprunt existant. L'aménagement proposé ne couvre qu'une petite superficie comparativement aux pertes de milieux humides anticipées.	
QC2-40	Bonterra s'engage à fournir le volume de matériaux disponibles pour tous les BNE actifs des projets Barry et Moroy, acquérir d'autres BNE si les volumes sont insuffisants et déposer une demande d'autorisation s'il prévoit prendre le matériel des BNE pour autre chose que la construction de chemins, le cas échéant.	Réaliser une étude d'arpentage sur les BNE actifs de Bachelor/Moroy.	18	Une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC	Dans la mesure où les volumes des BNE actifs actuels sont insuffisants pour la construction des routes, Bonterra devra obtenir d'autres BNE.	
QC2-41	Un registre afin d'assurer un suivi de la faune et de la sécurité des utilisateurs <b>sera créé</b> en 2022 et communiqué au département d'environnement qui en sera le tenancier.	Créer un registre de suivi de la faune et de la sécurité des utilisateurs et en assurer sa mise en œuvre, y noter les observations et les accidents liés à la faune locale et intégrer les résultats dans le rapport annuel.	19	Annuellement	2022, puis annuellement	COMEX et comité d'harmonisation avec Waswanipi	Chaque accident avec un animal sera rapporté à l'environnement qui fera un rapport d'évènement à la suite de l'analyse de la situation. Des recommandations seront faites à la direction qui prendra les mesures jugées nécessaires afin d'éviter ou réduire la répétition d'évènement identique. Advenant un nombre de plaintes élevé de la part des utilisateurs du territoire ou un nombre élevé d'incidents liés à la faune, le promoteur convoquera une rencontre avec le comité d'harmonisation et la table GIR du secteur approprié et discutera de la stratégie à adopter pour résoudre la problématique.	
QC2-43	Un protocole d'évacuation et de transport des blessés <b>sera produit</b> et annexé au Plan des mesures d'urgence de chacun des sites de Bonterra.	Produire un protocole d'évacuation et de transport des blessés pour Bachelor/Moroy.	20	Une fois	À présenter dans le cadre de la demande de CA en vertu de l'art. 22 de la LQE	MELCC		

QC2-1 : ÉTUDE DE MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES CONTAMINANTS RÉVISION 1,  
(IMASAR, 2022)



## RAPPORT

# ÉTUDE DE MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES CONTAMINANTS (Révision 1 pour le MELCC)

**RESSOURCES BONTERRA INC.**  
200, chemin de la Mine  
Desmaraisville (Québec) J0Y 1H0

**Dossier N°: IBTER-2009-01**

**Préparé par: Éric Lauzé, ing. (OIQ 138284)**

**27 octobre 2022**



**IMAUSAR inc.**  
660-A boul. Mgr. Dubois  
Saint-Jérôme (QC) J7Y 3L8  
T : 450.431.6846 | F : 450.431.3345  
info@imausar.com | www.imausar.com

## TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>4</b>
<b>1 CORRECTIONS À APPORTER À LA DERNIÈRE ÉTUDE DE MODÉLISATION .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE .....</b>	<b>14</b>
2.1 CONTAMINANTS MODÉLISÉS .....	14
2.2 SOURCES D'ÉMISSION .....	15
<b>2.2.1 Situation future.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 Situation actuelle .....</b>	<b>24</b>
2.3 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE.....	30
2.4 AUTRES SOURCES INDUSTRIELLES AUTOUR DU SITE À L'ÉTUDE .....	31
2.5 DONNÉES ET STATISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES .....	31
2.6 CARACTÉRISTIQUES DE SURFACE AERMET.....	32
2.7 ROSE DES VENTS.....	35
2.8 PARAMÈTRES PHYSIQUES ET DE DISPERSION .....	35
<b>2.8.1 Hauteur de mélange.....</b>	<b>35</b>
<b>2.8.2 Zone rurale/urbaine.....</b>	<b>35</b>
<b>2.8.3 Topographie du terrain .....</b>	<b>35</b>
<b>2.8.4 Effet de bâtiment.....</b>	<b>36</b>
2.9 GRILLES DE RÉCEPTEURS .....	36
2.10 INFORMATIONS SUR LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR LA MODÉLISATION .....	37
<b>2.10.1 Modélisation sur des périodes de moins d'une heure.....</b>	<b>37</b>
<b>2.10.2 Émissions variables.....</b>	<b>38</b>
2.11 RÉSULTATS DE MODÉLISATION .....	38
<b>2.11.1 Domaine de modélisation principal – situation future voulue.....</b>	<b>38</b>
<b>2.11.2 Domaine de modélisation principal – situation actuelle .....</b>	<b>43</b>
<b>2.11.3 Domaine de modélisation secondaire .....</b>	<b>45</b>
<b>3 CONCLUSION.....</b>	<b>47</b>

## LISTES DES ANNEXES

- ANNEXE A      CARTES GÉOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE
- ANNEXE B      ROSE DES VENTS
- ANNEXE C      PLANS DE LOCALISATION DES BÂTIMENTS ET DES SOURCES DU SITE À L'ÉTUDE
- ANNEXE D      CARTE DE L'AIRE D'INFLUENCE DES BÂTIMENTS
- ANNEXE E      CARTES AVEC DOMAINE DE MODÉLISATION ET RÉCEPTEURS PONCTUELS SENSIBLES
- ANNEXE F      REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE
- ANNEXE G      1. FICHER DE CALCUL DES TAUX D'ÉMISSION (SUR DVD)  
                  2. FICHES SIGNALÉTIQUES (SUR DVD)  
                  3. CALCULATEUR D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DES STATIONS DE CARBURANT  
                  4. GRAPHIQUES DE RÉSULTATS DE MODÉLISATION (SUR DVD)  
                  5. FICHIERS DE SORTIE DU MODÈLE AERMOD (SUR DVD)

## SOMMAIRE

Une étude révisée de modélisation de la dispersion atmosphérique a été effectuée dans le cadre de l'étude d'impact pour le traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy et augmentation du taux d'usinage au site Bachelor à Desmaraisville de l'entreprise Ressources Bonterra Inc., à environ 165 km au sud-ouest de Chibougamau, dans la région du Nord-du-Québec, en territoire régi par la Convention de la Baie-James et du Nord Québécois (CBJNQ). Le ministère de l'Environnement (MELCC), dans sa liste de questions relativement à l'étude d'impact révisée par GCM Consultants déposée au début de l'année 2021, a soulevé plusieurs points dans l'étude de modélisation nécessitant une révision de celle-ci. Par ailleurs, il est à noter que des modifications et optimisations ont été apportées au projet depuis le dépôt de l'étude d'impact par Wood (2019). La modification principale consiste au retrait du projet Moroy qui fera passer l'augmentation du traitement du minerai de 800 à 1800 tonnes par jour au lieu de 2400 tonnes par jour tel qu'il était initialement prévu. De plus, des optimisations ont aussi été effectuées afin d'améliorer le contrôle environnemental et technique des opérations et découlent de l'avancement des étapes d'ingénierie de concept. Celles-ci ont été intégrées dans la révision de la l'étude de modélisation.

À la suite de la révision de la modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants avec un modèle approuvé par le MELCC (modèle AERMOD), nous avons comparé les résultats obtenus avec les normes et critères correspondant à chaque période modélisée (4 minutes, 1 heure, 8 heures, 24 heures ou 1 an tout dépendant des contaminants). Il s'est avéré que, à production maximale, les valeurs limites applicables pour certains contaminants sont dépassées à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier :

- Le critère annuel du cyanure d'hydrogène;
- Les critères horaire et annuel de la silice cristalline;
- Le critère annuel du manganèse;
- Le SEPR annuel du tétraborate de sodium;
- Le SEPR annuel de l'oxyde de calcium;
- La norme horaire du dioxyde d'azote.

Cependant, les zones où les dépassements ont lieu se situent pour la plupart près de la limite de 300 mètres autour du site minier et aucun dépassement n'a lieu sur un récepteur ponctuel sensible. L'impact de ces dépassements est donc jugé mineur.

Enfin, le passage des camions de transport de minerai ne provoque pas de dépassement de normes applicables au camp autochtone le plus près de la route publique. Ressources Bonterra prévoit de plus suspendre le transport de minerai pendant 2 semaines au printemps lors de la période de la chasse à l'oie, ainsi que réduire le transport de minerai d'au moins 25 % à l'automne lors de la chasse à l'orignal et ce, afin de limiter les nuisances pour les utilisateurs du territoire.

## 1 CORRECTIONS À APPORTER À LA DERNIÈRE ÉTUDE DE MODÉLISATION

Selon les questions et commentaires du COMEX datés du 26 novembre 2021, quelques points doivent être corrigés dans l'étude datée du 20 janvier 2021. Le tableau suivant présente chacun des points et de quelle façon la présente étude y a remédié.

**Tableau 1.1 Tableau des corrections à l'étude datée du 20 janvier 2021**

Points à corriger	Réponse
<p><b>QC2-1.</b> La modélisation des émissions de cyanure d'hydrogène (HCN) de l'usine montre que le critère annuel est respecté à l'ensemble des récepteurs sensibles. En revanche, la modélisation montre également des dépassements du critère annuel, à une distance de plus de 300 mètres des installations du projet. La concentration maximale modélisée, à 300 mètres au nord de l'usine, serait de 0,32 µg/m<sup>3</sup>, ce qui correspond à un dépassement de 200 % du critère annuel applicable pour le HCN, qui est de 0,16 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Par conséquent, le promoteur doit présenter des mesures d'atténuation permettant de contrôler les émissions de HCN des huit événements de ventilation de l'usine et des trois réservoirs extérieurs de lixiviation, en plus des bassins de surnageant et de recirculation, situés dans le parc à résidus. Les mesures proposées devront être intégrées à la modélisation afin de démontrer leur impact sur la diminution des concentrations de HCN dans l'air ambiant. Le promoteur doit également présenter dans son programme préliminaire de surveillance et de suivi comment il compte suivre et s'assurer de l'efficacité des mesures qui seront mises en place.</p>	<p>Une réunion Teams a eu lieu le 9 mars dernier, à laquelle participaient Mme Martine Proulx et M. Jean-Sébastien Dupont, experts du MELCC à Québec. Puisque les dépassements modélisés sont limités à une zone restreinte au nord-ouest du site et qu'aucun dépassement du critère annuel du cyanure d'hydrogène n'a lieu à un récepteur sensible situé à l'extérieur de la zone de 300 mètres autour des limites du bail minier, Ressources Bonterra doit démontrer que des mesures d'atténuation de base ont été appliquées. Ainsi, Ressources Bonterra s'assurera d'effectuer un suivi rigoureux du procédé, notamment en ce qui concerne le pH maintenu dans les réservoirs extérieurs de lixiviation, ainsi que ceux situés dans l'usine, et ce, afin de s'assurer de limiter les émissions de cyanures à l'atmosphère. Par ailleurs, des optimisations sont prévues au niveau du système d'évacuation des gaz dans le bâtiment de l'usine de raffinage, ce qui permettra d'améliorer la dispersion des gaz.</p> <p>Il est également important de rappeler que le scénario de modélisation utilisé, qui assume une concentration de 4 ppm de cyanures en tout temps dans l'usine, est très pessimiste et conservateur. Cette valeur se situe tout juste sous le seuil réglé de l'alarme dans l'usine de 5 ppm, concentration correspondant à la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) pour les cyanures selon le Règlement sur la santé et la sécurité au travail (RSST), ne représente pas les conditions normales d'opérations.</p> <p>Une mise à jour du programme préliminaire de surveillance et de suivi sera effectuée dans le cadre de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 et documentera les mesures d'instrumentation et de contrôle qui seront mises en place afin de s'assurer de l'efficacité du contrôle du procédé, notamment en ce qui concerne le pH.</p>



Points à corriger	Réponse
<p><b>QC2-2.</b> Le promoteur présente la période de fonctionnement de chaque source seulement dans le fichier de calcul des taux d'émission annexé au rapport de modélisation, sans spécifier si ce sont les conditions qui ont été retenues dans la modélisation. Aussi, les sources S1 (Cheminée de la raffinerie), S2 (Cheminée du four à charbon), S4 (Cheminée du silo à chaux), S6A à S6C (Activité d'empilage nouvelle halde de minerai 1A, 1B 1C), S7 (Activité d'empilage halde de minerai secondaire), S131 (Émissions chargeurs liés à Halde Minerai 1), S131A à S131C (Émissions chargeurs liés à nouvelle halde de minerai 1A, 1b et 1C), S132 (Émissions chargeurs liés à HaldeMinerai 2), TBB1 (Émissions des camions liées à minerai Barry (1.04 km sur site actif)) et TBB2 (Émissions des camions liées à minerai Barry (5.92 km hors site actif)) n'émettent pas de façon continue des particules à l'atmosphère.</p> <p>Pour les besoins de la modélisation, il faut considérer une émission maximale et continue de chacune de ces sources, soit de 24 heures par jour, 7 jours par semaine, 52 semaines par année, si l'horaire quotidien de celles-ci n'est pas fixe, afin d'être en mesure de déterminer les concentrations maximales susceptibles de se produire dans le cas où toutes les sources possibles de poussières seraient en fonction simultanément. Sinon, le promoteur doit ajuster la modélisation en fonction de l'horaire de fonctionnement journalier et annuel de chaque source.</p> <p>Plus spécifiquement, le promoteur doit préciser certaines informations présentées dans les feuilles de calcul Excel GI-IBTER-01 - Calcul taux emission_2021-01-19 et tenir compte des éléments ci-dessous :</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Source S1</b></li> </ul> <p>Le promoteur indique que le four est alimenté une fois par semaine et fonctionne durant une période de 6 heures à un moment non spécifique. Le promoteur doit préciser comment les taux d'émission ont été appliqués dans le modèle.</p>	<p>Il s'agit du taux maximal possible sur 24 heures, appliqué 24h/24h, 365 jours/année dans le modèle. Le taux est calculé en divisant la quantité maximale de particules émises durant les 6 heures de fonctionnement du four par 24 heures et en rapportant le tout en g/s. Les quantités de matières alimentées à la fois dans le four seront diminuées par rapport à la précédente version de l'étude.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Source S2</b></li> </ul> <p>L'horaire d'opération pour la cheminée du four à charbon fournie dans la feuille de calcul est de 24 heures par semaine, jusqu'à 3 jours par semaine, à des moments non spécifiques. Il n'est pas possible de vérifier, à partir de l'information fournie, que c'est le taux d'émission maximum de particules par jour qui a été considéré dans le modèle. Le promoteur doit préciser le fonctionnement du four à charbon, notamment si le four est utilisé pendant 8 heures consécutives par jour et comment les taux d'émission ont été appliqués dans le modèle.</p>	<p>Le taux d'émission est appliqué 24h/24h, 365 jours/année dans le modèle. Il est à noter que l'horaire d'opération du four sera de 2 jours par semaine.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Source S4</b></li> </ul> <p>Le promoteur utilise comme hypothèse que cette source émet de jour, soit de 7h à 17h, durant la semaine. Le taux d'émission a toutefois été pondéré sur une période de 24 heures. Tel qu'indiqué à la question QC2-2, le taux d'émission aurait dû être pondéré sur une période de 10 heures, plutôt que 24 heures, et appliqué dans le modèle durant les heures concernées, 7 jours par semaine. Le promoteur doit expliquer son choix de pondérer sur une période de 24 heures et préciser si le remplissage du silo à chaud peut être effectué à n'importe quel moment de la journée.</p>	<p>Les taux d'émission ont été corrigés en les pondérant sur 10 heures au lieu de 24 heures et ont été appliqués entre 7h00 et 17h00, 365 jours/année dans le modèle. De plus, en examinant la référence de l'EPA utilisée pour approximer l'efficacité du dépoussiéreur, celle d'un dépoussiéreur du même type que celui utilisé (« fabric filter ») est d'un minimum de 99%. Nous avons donc appliqué cette efficacité au calcul des taux d'émissions. La modélisation de cette source a été reprise. L'horaire d'opération sera de 2 fois par mois plutôt que 3.</p>

Points à corriger	Réponse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sources S6A, S6B et S6C</b></li> </ul> <p>Le promoteur doit indiquer comment les taux d'émission ont été appliqués dans la modélisation; selon notre compréhension, les taux d'émission ont été appliqués à chacune des haldes de minerai, ce qui signifie que les trois haldes reçoivent du matériel tous les jours.</p>	<p>Le promoteur a changé l'aménagement prévu pour le stockage de minerai brut. Celui-ci sera plutôt entreposé en une halde séparée en deux, un tiers d'un côté et deux tiers de l'autre. Les taux d'émission ont été appliqués à chacune des deux piles, ce qui signifie qu'il est assumé que les deux piles reçoivent du matériel tous les jours proportionnellement à leur taille. Il y a donc dorénavant deux sources, S6A et S6B.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sources S9A, S9B, S9C, S10, S19 et S26</b></li> </ul> <p>Les calculs des taux d'émission engendrés par l'érosion éolienne des particules lors de l'entreposage en pile doivent être réalisés comme spécifié à la section 3.10.2.5 du <i>Guide d'instructions – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers</i>. L'équation découlant de la méthode préconisée par le ministère précise que le facteur d'émission horaire obtenu est en <math>g/m^2.s</math> [FE (<math>g/m^2.s</math>) = <math>1,52 \times 10^{-5} \times J \times s</math>]. Il n'y a donc pas de pondération à faire avec le temps. Or, selon les indications de la feuille de calcul, le promoteur a plutôt utilisé les unités <math>kg/m^2</math>. Le promoteur doit corriger les taux d'émission pour toutes les sources concernées et reprendre la modélisation.</p>	<p>Une erreur s'était glissée dans les calculs pour les taux d'émission de ces sources, les calculs ont été corrigés et la modélisation de ces sources a été reprise. Puisqu'il y aura dorénavant deux piles de minerai brut, la source S9C n'existe plus. De plus, la source S26 n'existera plus, car l'abandon de l'exploitation du gisement Moroy signifie qu'il n'y aura plus de génération de stériles.</p>

Points à corriger	Réponse
<p>• <b>Source S13A</b></p> <p>Pour le calcul des taux d'émission reliés au routage, le promoteur a appliqué successivement deux facteurs d'ajustements pour les segments non pavés, soit l'atténuation reliée à l'arrosage régulier des routes (70 %) et une atténuation de 44 % reliée à une limitation de la vitesse à 40 km/h de tous les camions de transport. Cette façon de faire n'est pas acceptée par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Il est considéré qu'une réduction de vitesse engendre une réduction des émissions atmosphériques, mais elle sera nécessairement moindre que la valeur avancée (44 %) lorsque la réduction de vitesse s'effectue sur un segment routier sur lequel il y a eu de l'épandage d'eau ou d'abat-poussière. Une seule atténuation peut être considérée dans la modélisation. À titre de référence, le document <i>National Pollutant Inventory (NPI), Emission Estimation Technique Manual for Mining, Version 3.1</i> (Gouvernement australien, janvier 2012) indique une réduction de 75 % des émissions pour un arrosage avec un débit supérieur à 2 litres/m<sup>2</sup>/h au tableau 4 - <i>Estimated control factors for various mining operations</i>. Dans l'éventualité où le promoteur choisirait d'appliquer ce taux d'atténuation, il devra s'engager à maintenir cette efficacité en tout temps. Il doit également corriger les taux d'émission et reprendre la modélisation.</p> <p>Il est considéré que, même en hiver, différentes matières seront déposées sur les segments routiers même si les sols sont gelés. Des particules seront alors remises en suspension lors du passage des véhicules miniers. L'hypothèse posée par le promoteur, soit que les émissions de contaminants à l'atmosphère sont nulles pour la période de novembre à avril, n'est pas représentative. Le promoteur doit considérer les émissions reliées au routage avec un taux d'atténuation semblable à celui lié à l'épandage d'eau ou d'abat-poussière afin d'avoir une approche plus conservatrice.</p>	<p>Nous avons effectué les corrections suivantes dans les calculs des taux d'émission de ces sources :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un facteur d'ajustement de 25% (réduction de 75%) a été appliqué aux segments routiers des chargeurs et des camions sur le site, entre mai et octobre. Le même facteur d'ajustement a été appliqué entre novembre et avril afin de tenir compte de la période hivernale, à la suggestion du MELCC. Le promoteur s'engage à maintenir cette efficacité en tout temps sur ces segments, avec l'application d'un débit supérieur à 2 litres/m<sup>2</sup>/h.</li> <li>- Aucune limitation de vitesse n'est nécessaire sur le segment routier TBB1 due à des optimisations au niveau des activités de transport. Le facteur d'ajustement de 56% (réduction de 44%) entre mai et octobre a donc été retiré. Toutefois, un facteur d'ajustement de 25% (réduction de 75%) a été appliqué entre novembre et avril afin de tenir compte de la période hivernale, à la suggestion du MELCC.</li> </ul> <p>Enfin, lors de l'appel Teams avec les représentants du MELCC, nous avons clarifié le statut du segment routier TBB2 qui avait été inclus dans le modèle. Puisqu'il s'agit d'un segment de route d'une route publique, malgré le fait que le promoteur entretienne ce segment afin de le rendre sécuritaire pour les camions de halage de minerai, il a été retiré du modèle en raison de son statut de route publique.</p> <p>Le réaménagement des piles de minerai brut a provoqué des changements dans les trajets des camions et de la chargeuse sur le site. De plus, le trajet du segment routier TBB1 a légèrement changé.</p> <p>La modélisation de ces sources a été reprise avec ces modifications.</p>

Points à corriger	Réponse
<p>• <b>Sources S13B et S27B</b></p> <p>Il est indiqué à l'annexe H du <i>Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère</i> (RAA) : « Les scénarios de modélisation doivent permettre de reproduire les pires concentrations de contaminants attendues en fonction de la période d'application de la valeur limite. (...) ». Ainsi, le scénario choisi pour vérifier la conformité des normes d'émission basées sur des durées de 24 heures ou moins doit tenir compte du cycle qui aura les pires concentrations de contaminants attendues. Selon ce raisonnement, cela devrait être durant le cycle de 30 jours. La consommation de diesel utilisée pour calculer les taux d'émission de contaminants doit être basée sur la consommation journalière pour les conditions d'opération qui ont lieu durant le cycle de 30 jours plutôt que sur la consommation annuelle. Le même raisonnement s'applique pour le calcul des émissions reliées à la consommation d'essence. Le promoteur doit donc recalculer les taux d'émission avec la consommation journalière de diesel et d'essence.</p> <p>Le promoteur montre dans sa feuille de calcul qu'il a considéré trois différentes sources pour établir les taux d'émission de contaminants provenant de la combustion du diesel et de l'essence. Il est à noter que le comparatif 1 et le comparatif 3 proviennent de la même source puisque l'INRP utilise les taux de la section 3.3 de l'AP-42 (Stationary Internal Combustion Sources, Gasoline and Diesel Industrial Engines). Le choix des taux d'émission de contaminants pour le diesel est conservateur. En effet, la section 3.3 de l'EPA, datée de 1996, réfère à des taux d'émission plus élevés que ceux de la seconde référence (Comparatif 2), datée de 2016. À titre d'information, les taux d'émission provenant de cette référence (Comparatif 2) pour la combustion du diesel sont considérés comme étant représentatifs pour une certaine période d'utilisation, comme mentionnée à la note b du document. Dans le volume I du rapport principal de l'étude d'impact du projet, il est indiqué que le projet vise à traiter les minerais au complexe Bachelor sur une période de 10 ans. Il existe une autre référence de l'US EPA, qui propose une méthode qui tient compte de l'utilisation des moteurs en régime transitoire et de l'hypothèse d'une détérioration des émissions dans le temps (US EPA, <i>Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling – Compression Ignition</i>, Report no NR-009d, July 2010).</p>	<p>Pour la source S13B, comme mentionné pour la source 13A, le segment de route TBB2 a été retiré du modèle, car celui-ci fait partie d'une route publique. Les calculs d'émission de gaz de combustion de diesel ont donc été ajustés en conséquence pour tenir compte de ce retrait.</p> <p>Pour les sources S13B et S27B, initialement, la modélisation considérait des cycles de 30 jours suivis d'une interruption de 10 jours, ce qui n'était pas réaliste au niveau du transport. Le transport du minerai sera donc effectué en continu à un tonnage journalier inférieur à ce qui était prévu dans la modélisation initiale. De plus, le poids maximal de minerai transporté par camion a été réduit de 50 à 42 tonnes. Enfin, nous avons corrigé une erreur qui s'était glissée dans l'étude précédente. Bien que la production maximale prévue était auparavant de 2400 tonnes/jour, le tonnage maximal provenant de Barry a toujours été de 1800 tonnes/jour. Les calculs de taux d'émission dus au routage du segment TBB1 ont donc été corrigés pour un tonnage maximal transporté de 1800 tonnes/jour. Les calculs de taux d'émission reliés à la combustion du diesel ont été modifiés pour tenir compte de ceci. La consommation d'essence a également été répartie équitablement sur 365 jours/année.</p> <p>En ce qui a trait aux facteurs d'émission, nous avons conservé les trois références. Nous avons ajouté à la 2<sup>e</sup> référence le facteur pour tenir compte du régime transitoire et de la détérioration avec le temps. Le facteur d'émission retenu pour les calculs de taux d'émission est le plus conservateur des trois.</p> <p>Comme mentionné précédemment, le réaménagement des piles de minerai brut a provoqué des changements dans les trajets des camions et de la chargeuse sur le site. De plus, le trajet du segment routier TBB1 a légèrement changé.</p> <p>La modélisation de ces sources a été reprise avec les nouveaux taux d'émission calculés.</p>

Points à corriger	Réponse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Source S14</b></li> </ul> <p>Ce sont les taux d'émission obtenus sur une base horaire qui doivent être utilisés dans la modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants. Le promoteur doit se référer à l'annexe H du RAA pour la vérification de la conformité aux normes d'émission basées sur différentes périodes. Le promoteur doit fournir les deux références citées dans la feuille de calculs concernant les données sur les émissions de silice cristalline générées par les opérations souterraines.</p>	<p>Cette source n'existera plus pour ce projet, car l'exploitation du gisement Moroy est abandonnée.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sources S15 et S16</b></li> </ul> <p>Le calculateur développé par le Colorado, disponible sous forme de fichier Excel, n'est pas une publication officielle. Il n'a pas été possible de vérifier la provenance de toutes les informations contenues dans celui-ci, notamment, le pourcentage massique des contaminants contenus dans les émissions de l'événement des réservoirs d'essence et de diesel. Le promoteur doit fournir la provenance de ces pourcentages ou référer à une autre publication.</p>	<p>Nous avons trouvé le lien où télécharger ce calculateur. Une copie de celui-ci est en annexe G: <a href="https://oitco.hylandcloud.com/POP/DocPop/DocPop.aspx?docid=7055891">https://oitco.hylandcloud.com/POP/DocPop/DocPop.aspx?docid=7055891</a></p> <p>Il s'avère que la référence utilisée pour ce calculateur provient de la base de données AP-42 de l'EPA, tableau 5.2-5. Aucune modification n'a été apportée aux taux d'émission déjà calculés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sources S20A à S20G</b></li> </ul> <p>Le premier seuil d'alarme pour la concentration de cyanures étant à 5 ppm, une concentration de cyanures de 4 ppm devrait être considérée (au lieu de 1 ppm) afin d'obtenir le scénario le plus conservateur.</p>	<p>Suite à l'appel Teams avec les experts du MELCC, la modélisation sera effectuée en assumant une concentration de 4 ppm dans l'air ambiant de l'usine, autant pour la vérification du respect du critère sur 4 minutes que du critère annuel du cyanure d'hydrogène. Évidemment, il s'agit d'une valeur très conservatrice, puisque le seuil d'alarme est fixé à 5 ppm, ce qui correspond à la valeur d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures (VEMP) à l'annexe 1 du Règlement sur la santé et la sécurité au travail (RSST). La modélisation de cette source a été reprise avec les nouveaux taux d'émission calculés.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sources S21A à S21C</b></li> </ul> <p>Le ratio des masses molaires (MWCN/MWHCN) semble avoir été appliqué deux fois, plutôt qu'une, dans l'équation. Si ce n'est pas le cas, le promoteur doit fournir plus de détail concernant son calcul.</p>	<p>Effectivement, celui-ci avait été appliqué deux fois par erreur. Le calcul a été corrigé et la modélisation de ces sources a été reprise.</p>

Points à corriger	Réponse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Source S27A</b></li> </ul> <p>Même en hiver, différentes matières seront déposées sur les segments routiers même si les sols sont gelés. Des particules seront alors remises en suspension lors du passage des véhicules miniers. L'hypothèse posée par le promoteur, soit que les émissions de contaminants à l'atmosphère nulles pour la période de novembre à avril, ne sont pas représentatives. Le promoteur doit considérer les émissions reliées au routage avec un taux d'atténuation semblable à celui lié à l'épandage d'eau ou d'abat-poussière afin d'avoir une approche plus conservatrice.</p>	<p>Un facteur d'ajustement de 25% (réduction de 75%) a été appliqué sur le segment routier entre novembre et avril, semblable à celui lié à l'épandage d'eau ou d'abat-poussière. Aucun facteur d'ajustement n'a été utilisé entre mai et octobre.</p> <p>Comme mentionné précédemment, des modifications ont été apportées pour le calcul des taux d'émission du segment routier TBB1 afin de refléter le maximum de tonnage provenant de Barry, qui a toujours été de 1800 tonnes/jour.</p> <p>Les calculs ont été corrigés et la modélisation de cette source a été reprise.</p>
<p><b>QC2-3.</b> Au tableau 5.2.1 de l'étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants (Annexe 12), les hauteurs d'émission des événements de toit de l'usine (S20A à S20G), de la cheminée du dépoussiéreur du laboratoire (S22) et de la cheminée du foyer de brûlage des emballages d'explosifs (S23) diffèrent des informations présentées dans le fichier de calcul des taux d'émission annexé au rapport. Ces éléments doivent être vérifiés et corrigés, s'il y a lieu.</p> <p>De plus, dans le cas de la source S23, étant donné qu'elle est positionnée sur la halde à résidus secs recouverts de stériles (S26), il faut inclure à l'élévation de base, la hauteur correspondant à la pile de matériaux qui seront entreposés sous celle-ci.</p>	<p>Des erreurs de transcription se sont glissées dans le tableau 5.2.1, elles sont corrigées dans ce rapport révisé. La source S23 ne sera plus utilisée, car l'abandon de l'exploitation du gisement Moroy signifie l'abandon de l'utilisation d'explosifs. Comme mentionné précédemment, la source S26 n'existera plus également, car il n'y aura plus de génération de stériles.</p>

Points à corriger	Réponse
<p><b>QC2-4.</b> Étant donné que la demande d'autorisation vise une augmentation de la capacité de production de l'usine de traitement du minerai de 800 à 2 400 tonnes par jour ainsi que l'agrandissement du parc à résidus, le respect de l'article 197 du RAA doit être démontré. Ainsi, si la situation projetée montre toujours des dépassements de la norme pour les particules totales et du critère annuel de qualité de l'atmosphère pour le cyanure d'hydrogène (HCN) à la suite de la révision de la modélisation, le promoteur devra présenter un scénario de modélisation correspondant à la situation actuellement autorisée et un scénario de la situation projetée. Les scénarios devront être réalisés en utilisant la même méthodologie. Notamment, le promoteur devra s'assurer que la version du modèle AERMOD, les données météorologiques et les caractéristiques de chaque source qui ne sont pas affectées par le projet sont identiques.</p> <p>Ceci doit permettre d'apprécier l'impact du nouveau projet sur la qualité de l'air ambiant, et de déterminer s'il entraîne une augmentation de la concentration des contaminants pour lesquels des dépassements étaient observés dans la situation actuellement autorisée.</p>	<p>Dans le fichier de calcul révisé des taux d'émission en annexe, les taux d'émission de particules totales et de HCN ont été calculés selon la situation actuelle, avec une production de l'usine de traitement du minerai de 800 tonnes par jour. Les détails ont été ajoutés <b>en vert</b> à chaque onglet du fichier. Afin de pouvoir bien représenter les sources d'émission actuelles et calculer leurs taux, nous nous sommes servis de deux documents :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Genivar, <i>Modélisation de la dispersion atmosphérique des particules dans l'air ambiant</i>, rapport daté de novembre 2011;</li> <li>- Wood, <i>Étude des impacts, Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec, TX17021601-000-REI-0001-0</i>, 26 septembre 2019.</li> </ul> <p>La modélisation de ces deux paramètres, selon les taux d'émission équivalents à la production actuelle de traitement de 800 tonnes/jours, a été effectuée.</p> <p>Enfin, nous rappelons que la production maximale visée passe maintenant de 2400 à 1800 tonnes/jour.</p>

Depuis l'émission de l'étude de modélisation datée du 20 janvier 2021, Bonterra a apporté quelques optimisations au projet. Celles-ci ont toutes été intégrées à la présente révision de l'étude. En voici la liste :

- L'exploitation du gisement Moroy est abandonnée. Le site servira uniquement au traitement du minerai provenant du site de Barry. Conséquemment, la capacité de traitement de minerai a été revue à la baisse, passant de 2400 à 1800 tonnes/jour;
- Une annexe sera construite et rattachée à l'usine, dans laquelle sera implanté le futur broyeur semi-autogène;
- Les futurs épaisseurs et 3 réservoirs de cyanuration prévus à l'extérieur seront entourés d'une enceinte servant de volume de rétention. Les dimensions des réservoirs ont changé, le diamètre de ceux-ci sera d'environ 40 pieds (38 pieds en réalité, mais la modélisation a tenu en compte une valeur de 40 pieds pour être plus conservateur);
- La ventilation du bâtiment actuel où se trouvent les cuves de cyanuration sera modifiée. Trois cheminées seront implantées sur le toit de l'usine afin d'évacuer l'air de l'usine selon un débit équivalent à 1 changement d'air à l'heure, qui est le minimum requis selon les exigences du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST);
- Les hauteurs de toit du bâtiment actuel ont été modifiées dans le modèle afin de mieux représenter la réalité selon des plans obtenus du client. Ceci a occasionné des modifications de hauteur pour certaines sources d'émission;

- Un nouveau bâtiment sera construit pour abriter le futur concasseur primaire. Le bâtiment sera complètement fermé et un dépoussiéreur équivalent à celui utilisé pour le bâtiment de concassage actuel y sera rattaché;
- Le bâtiment de concassage actuel ne sera plus utilisé à cette fin;
- Un dôme, fermé sur trois côtés, sera implanté sur le site en aval du futur bâtiment de concassage afin de stocker temporairement le matériel concassé. Un système de convoyeurs fermés transportera le matériel concassé vers ce dôme. Un autre système de convoyeurs fermé acheminera le matériel du dôme vers l'usine. La pile de matériel sous ce dôme ne représente pas une nouvelle source;
- L'aménagement d'entreposage du minerai brut a changé. Une halde à minerai d'une capacité de 55000 tonnes, séparée en deux sections 1/3-2/3 par le nouveau bâtiment de concassage primaire, sera aménagée, plutôt que les trois haldes de 15000 tonnes de capacité respective prévues auparavant;
- La halde à minerai secondaire ne sera plus présente sur le site.
- Il n'y aura plus de halde à stérile au site puisque seul le minerai de Barry sera usiné;
- L'aire d'entreposage au nord-ouest ne sera plus agrandie;
- Le tracé du chemin d'accès sud-ouest (source TBB1) a été légèrement modifié.

Ces modifications ont aussi occasionné des changements aux trajets routiers sur le site, qui ont été intégrés également à la révision de l'étude. Toutes les modifications et annotations au fichier révisé de calcul des taux d'émission en annexe G apparaissent **en rouge** pour faciliter la compréhension.



## 2 MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

Afin d'effectuer une prédiction sur les concentrations potentielles des contaminants atmosphériques autour du site minier et plus particulièrement aux récepteurs sensibles les plus près, une modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants a été effectuée avec le modèle de niveau 2 *AERMOD* inclus sur le logiciel *AERMOD View* de la compagnie *Lakes Environmental*, version 11.0.0. Cette version du logiciel correspond à la version 22112 du modèle *AERMOD* de l'EPA.

### 2.1 CONTAMINANTS MODÉLISÉS

En fonction des activités prévues sur le site minier et des exigences du MELCC, 33 contaminants doivent être modélisés. Ces contaminants sont évacués à l'atmosphère par les points d'émission mentionnés à la section 2.2.

**Tableau 2.1.1 Contaminants modélisés**

Contaminant	Numéro CAS	État du contaminant
Antimoine (Sb)	7440-36-0	Non volatil
Arsenic (As)	7440-38-2	Non volatil
Baryum (Ba)	7440-39-3	Non volatil
Béryllium (Be)	7440-41-7	Non volatil
Cadmium (Cd)	7440-43-9	Non volatil
Chrome (Cr)	7440-47-3	Non volatil
Cuivre (Cu)	7440-50-8	Non volatil
Mercure (Hg)	7439-97-6	Non volatil
Nickel (Ni) (dans PM <sub>10</sub> )	7440-02-0	Non volatil
Plomb (Pb)	7439-92-1	Non volatil
Vanadium (V)	7440-62-2	Non volatil
Zinc (Zn)	7440-66-6	Non volatil
Argent (Ag)	7440-22-4	Non volatil
Cobalt (Co)	7440-48-4	Non volatil
Manganèse (Mn) (dans PM <sub>10</sub> )	7439-96-5	Non volatil
Sélénium (Se)	7782-49-2	Non volatil
Étain (Sn)	7440-31-5	Non volatil
Tellure (Te)	13494-80-9	Non volatil
Titane (Ti) (dans PM <sub>10</sub> )	7440-32-6	Non volatil
Tétraborate de sodium	1330-43-4	Non volatil
Cyanure d'hydrogène (HCN)	74-90-8	Volatil
Oxyde de calcium (CaO)	1305-78-8	Non volatil
Benzène	71-43-2	Volatil
Hexane	110-54-3	Volatil
Toluène	108-88-3	Volatil
Éthylbenzène	100-41-4	Volatil
Xylènes	1330-20-7	Volatil

Contaminant	Numéro CAS	État du contaminant
Particules fines (PM <sub>2,5</sub> )	-	Non volatil
Particules totales (PM)	-	Non volatil
Silice cristalline	14808-60-7	Non volatil
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	10102-44-0	Volatil
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	7446-09-5	Volatil
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	Volatil

La modélisation atmosphérique a été effectuée conformément aux dispositions du *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*, avril 2005, du formulaire *Devis de modélisation de la dispersion atmosphérique (modélisation de niveau 2)*, février 2009 et du *Guide d'instructions, Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques, Projets miniers*, février 2017.

## 2.2 SOURCES D'ÉMISSION

Vous trouverez les détails concernant les sources d'émissions dans le fichier de calcul à l'annexe G, dont les hypothèses et calculs effectués pour les taux d'émissions. Comparativement à l'étude d'avril 2019, des changements ont été apportés dans les caractéristiques de certaines sources et des sources ont été ajoutées. Certains de ces changements ont été effectués selon l'avis fourni par le MELCC, d'autres pour apporter des corrections afin de mieux représenter la réalité.

### 2.2.1 SITUATION FUTURE

Les tableaux suivants montrent les 26 sources d'émissions utilisées pour la modélisation atmosphérique, selon la situation future. Les changements effectués par rapport au rapport précédent de janvier 2021 sont en gras italique surligné.

**Tableau 2.2.1.1 Sources ponctuelles**

<b>Source :</b> Cheminée de la raffinerie (S1)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux, Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 969,42 Y (m) : 5 483 464,15
<b>Hauteur émission (m) :</b> 4,88	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,61	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 1866	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Cheminée du four à charbon (S2)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub>	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 977,66 Y (m) : 5 483 442,86
<b>Hauteur émission (m) :</b> <i>12,88</i>	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,203	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 11,4
<b>Température (K) :</b> 973	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.1.1 Sources ponctuelles (suite)**

<b>Source :</b> Cheminée dépollueur nouveau bâtiment concassage (S3)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 064,34 Y (m) : 5 483 626,04
<b>Hauteur émission (m) :</b> 15,77	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,34	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 46,78
<b>Température (K) :</b> 293	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Cheminée du silo à chaux (S4)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , CaO	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 014,2 Y (m) : 5 483 488,5
<b>Hauteur émission (m) :</b> 24,77	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,152	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 293	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Puits d'évacuation (S14)	<b>Contaminants :</b> CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 137,55 Y (m) : 5 483 607,32
<b>Hauteur émission (m) :</b> 38,1	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 2,43	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 6,82
<b>Température (K) :</b> Amb.	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Événement du réservoir diesel (S15)	<b>Contaminants :</b> COV	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 933,67 Y (m) : 5 483 601,68
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,1	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> Amb.	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Événement réservoir essence (S16)	<b>Contaminants :</b> COV	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 940 Y (m) : 5 483 596,64
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,1	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Future cheminée toit usine (S20H)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 979,38 Y (m) : 5 483 441,21
<b>Hauteur émission (m) :</b> 17,88	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,33	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 16,74
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E
<b>Source :</b> Future cheminée toit usine (S20I)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 987,43 Y (m) : 5 483 451,95
<b>Hauteur émission (m) :</b> 17,88	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,33	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 16,74
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E
<b>Source :</b> Future cheminée toit usine (S20J)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 993,89 Y (m) : 5 483 461,01
<b>Hauteur émission (m) :</b> 17,88	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,33	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 16,74
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E
<b>Source :</b> Cheminée dépollueur laboratoire (S22)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 968,83 Y (m) : 5 483 446,33
<b>Hauteur émission (m) :</b> 12,88	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,3048	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Cheminée foyer brûlage emballages explosifs (S23)	<b>Contaminants :</b> CO, NO <sub>x</sub> , PM, PM <sub>2,5</sub> , COV	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 181,21 Y (m) : 5 483 408,52
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1,37	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,1524	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 873,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.1.2 Sources volumiques**

<b>Source :</b> Activité d'empilage halde de minerai 1A (S6A)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 043,83 Y (m) : 5 483 722,01
<b>Hauteur émission (m) :</b> 2	<b>Longueur source (m) :</b> 1	<b>Épaisseur source (m) :</b> 3
$\sigma_y$ : 0,47 $\sigma_z$ : 0,7	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Activité d'empilage halde de minerai 1B (S6B)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 933,80 Y (m) : 5 483 672,23
<b>Hauteur émission (m) :</b> 2	<b>Longueur source (m) :</b> 1	<b>Épaisseur source (m) :</b> 3
$\sigma_y$ : 0,47 $\sigma_z$ : 0,7	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.1.3 Sources surfaciques**

<b>Source :</b> Chargement future trémie extérieure (S5)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 054,12 Y (m) : 5 483 634,34
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1,22	<b>Longueur source (m) :</b> 4,37	<b>Largeur source (m) :</b> 5,82
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Érosion pile sol végétal et mort terrain (S19)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub>	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 762,96 Y (m) : 5 483 339,82
<b>Hauteur émission (m) :</b> 4,5	<b>Longueur source (m) :</b> 148,4	<b>Largeur source :</b> 220
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

La source S12, qui correspondait à l'érosion par le vent d'une portion sèche du parc à résidus (environ 10 % de la superficie) n'est plus tenue en compte. Selon Bonterra, le parc à résidus sera maintenu humide en tout temps afin d'empêcher l'emportement par le vent de particules. Les détails précis des moyens qui seront utilisés afin de garder le parc à résidus humide en tout temps seront décrits dans l'ingénierie détaillée du parc à résidus, dont l'élaboration reste à effectuer.

**Tableau 2.2.1.4 Sources surfaciques circulaires**

<b>Source :</b> Réservoir extérieur lixiviation #1 (S21A)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 991,63 Y (m) : 5 483 422,07
<b>Hauteur émission (m) :</b> 14,9	<b>Diamètre de la source (m) :</b> 6,1	<b>Nombre de sommets :</b> 20
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Réservoir extérieur lixiviation #2 (S21B)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 003,03 Y (m) : 5 483 413,74
<b>Hauteur émission (m) :</b> 14,9	<b>Diamètre de la source (m) :</b> 6,1	<b>Nombre de sommets :</b> 20
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Réservoir extérieur lixiviation #3 (S21C)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux, HCN	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 012,76 Y (m) : 5 483 425,64
<b>Hauteur émission (m) :</b> 14,9	<b>Diamètre de la source (m) :</b> 6,1	<b>Nombre de sommets :</b> 20
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.1.5 Sources surfaciues polygonales**

Source :		Contaminants :		Coordonnées UTM :	
Érosion halde à minerais 1A (S9A)		PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux		X (m) :	417 296,88
				Y (m) :	5 483 293,75
Hauteur d'émission (m) :	2	Taux d'émission (g/m <sup>2</sup> /s) :	Voir ann. G	Référence :	F
Superficie (m <sup>2</sup> ) : 3346,4		1	X (m) : 417 030,68 Y (m) : 5 483 723,27	7	X (m) : 417 116,79 Y (m) : 5 483 652,39
Sommets (11) :		2	X (m) : 417 034,11 Y (m) : 5 483 730,04	8	X (m) : 417 102,72 Y (m) : 5 483 637,84
		3	X (m) : 417 080,49 Y (m) : 5 483 698,18	9	X (m) : 417 090,07 Y (m) : 5 483 640,26
		4	X (m) : 417 090,28 Y (m) : 5 483 697,38	10	X (m) : 417 082,65 Y (m) : 5 483 647,78
		5	X (m) : 417 101,49 Y (m) : 5 483 689,87	11	X (m) : 417 075,71 Y (m) : 5 483 650,22
		6	X (m) : 417 121,43 Y (m) : 5 483 670,53		

Source :		Contaminants :		Coordonnées UTM :	
Érosion halde à minerais 1B (S9B)		PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux		X (m) :	417 296,88
				Y (m) :	5 483 293,75
Hauteur d'émission (m) :	2	Taux d'émission (g/m <sup>2</sup> /s) :	Voir ann. G	Référence :	F
Superficie (m <sup>2</sup> ) : 6713,1		1	X (m) : 416 924,27 Y (m) : 5 483 664,26	7	X (m) : 417 016,63 Y (m) : 5 483 621,76
Sommets (11) :		2	X (m) : 416 977,11 Y (m) : 5 483 723,98	8	X (m) : 416 998,32 Y (m) : 5 483 617,42
		3	X (m) : 417 003,47 Y (m) : 5 483 704,94	9	X (m) : 416 984,48 Y (m) : 5 483 618,69
		4	X (m) : 417 001,92 Y (m) : 5 483 699,04	10	X (m) : 416 950,03 Y (m) : 5 483 632,14
		5	X (m) : 417 029,65 Y (m) : 5 483 644,35	11	X (m) : 416 944,40 Y (m) : 5 483 637,08
		6	X (m) : 417 026,59 Y (m) : 5 483 635,69		

**Tableau 2.2.1.5 Sources surfaciques polygonales (suite)**

Source :		Contaminants :		Coordonnées UTM :	
Bassin surnageant (S24)		HCN		X (m) :	417 296,88
				Y (m) :	5 483 293,75
Hauteur d'émission (m) :	0	Taux d'émission (g/m <sup>2</sup> /s) :	Voir ann. G	Référence :	F
Superficie (m <sup>2</sup> ) :	638 712,6	1	X (m) : 417 296,88 Y (m) : 5 483 293,75	14	X (m) : 416 857,71 Y (m) : 5 482 791,60
Sommets (25) :		2	X (m) : 417 259,38 Y (m) : 5 483 193,75	15	X (m) : 416 853,07 Y (m) : 5 482 785,53
		3	X (m) : 417 181,25 Y (m) : 5 483 115,63	16	X (m) : 417 131,25 Y (m) : 5 482 590,63
		4	X (m) : 417 128,13 Y (m) : 5 483 200,00	17	X (m) : 417 984,38 Y (m) : 5 482 750,00
		5	X (m) : 417 050,00 Y (m) : 5 483 293,75	18	X (m) : 418 090,63 Y (m) : 5 482 837,50
		6	X (m) : 416 990,63 Y (m) : 5 483 343,75	19	X (m) : 418 025,00 Y (m) : 5 483 150,00
		7	X (m) : 416 925,00 Y (m) : 5 483 300,00	20	X (m) : 417 834,38 Y (m) : 5 483 212,50
		8	X (m) : 416 850,00 Y (m) : 5 483 025,00	21	X (m) : 417 721,98 Y (m) : 5 483 215,86
		9	X (m) : 416 859,38 Y (m) : 5 482 987,50	22	X (m) : 417 714,27 Y (m) : 5 483 013,99
		10	X (m) : 416 906,25 Y (m) : 5 482 946,88	23	X (m) : 417 413,67 Y (m) : 5 483 024,80
		11	X (m) : 416 925,00 Y (m) : 5 482 862,50	24	X (m) : 417 420,48 Y (m) : 5 483 230,37
		12	X (m) : 416 881,25 Y (m) : 5 482 800,00	25	X (m) : 417 400,00 Y (m) : 5 483 231,25
		13	X (m) : 416 864,28 Y (m) : 5 482 789,54		

**Tableau 2.2.1.5 Sources surfaciques polygonales (suite)**

<b>Source :</b>	Bassin recirculation (S25)	<b>Contaminants :</b>	HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b>	417 336,42
					<b>Y (m) :</b>	5 483 274,47
<b>Hauteur d'émission (m) :</b>	0	<b>Taux d'émission (g/m<sup>2</sup>/s) :</b>	Voir ann. G	<b>Référence :</b>	F	
<b>Superficie (m<sup>2</sup>) :</b>	92 968	<b>1</b>	<b>X (m) :</b> 417 336,42 <b>Y (m) :</b> 5 483 274,47	<b>7</b>	<b>X (m) :</b> 417 718,28 <b>Y (m) :</b> 5 483 396,29	
<b>Sommets (11) :</b>		<b>2</b>	<b>X (m) :</b> 417 407,71 <b>Y (m) :</b> 5 483 478,05	<b>8</b>	<b>X (m) :</b> 417 766,99 <b>Y (m) :</b> 5 483 318,79	
		<b>3</b>	<b>X (m) :</b> 417 655,11 <b>Y (m) :</b> 5 483 476,34	<b>9</b>	<b>X (m) :</b> 417 778,33 <b>Y (m) :</b> 5 483 270,51	
		<b>4</b>	<b>X (m) :</b> 417 708,36 <b>Y (m) :</b> 5 483 460,73	<b>10</b>	<b>X (m) :</b> 417 790,66 <b>Y (m) :</b> 5 483 217,31	
		<b>5</b>	<b>X (m) :</b> 417 698,45 <b>Y (m) :</b> 5 483 440,08	<b>11</b>	<b>X (m) :</b> 417 400,25 <b>Y (m) :</b> 5 483 233,45	
		<b>6</b>	<b>X (m) :</b> 417 697,90 <b>Y (m) :</b> 5 483 415,57			
<b>Source :</b>	Halde à résidus sec recouverts de stériles (S26)	<b>Contaminants :</b>	PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b>	417 402,12
					<b>Y (m) :</b>	5 483 472,73
<b>Hauteur d'émission (m) :</b>	3,25	<b>Taux d'émission (g/m<sup>2</sup>/s) :</b>	Voir ann. G	<b>Référence :</b>	F	
<b>Superficie (m<sup>2</sup>) :</b>	107 309,9	<b>1</b>	<b>X (m) :</b> 417 402,12 <b>Y (m) :</b> 5 483 472,73	<b>13</b>	<b>X (m) :</b> 417 008,80 <b>Y (m) :</b> 5 483 378,96	
<b>Sommets (23) :</b>		<b>2</b>	<b>X (m) :</b> 417 335,99 <b>Y (m) :</b> 5 483 527,55	<b>14</b>	<b>X (m) :</b> 416 997,60 <b>Y (m) :</b> 5 483 338,90	
		<b>3</b>	<b>X (m) :</b> 417 298,57 <b>Y (m) :</b> 5 483 559,74	<b>15</b>	<b>X (m) :</b> 417 049,53 <b>Y (m) :</b> 5 483 294,80	
		<b>4</b>	<b>X (m) :</b> 417 261,15 <b>Y (m) :</b> 5 483 579,75	<b>16</b>	<b>X (m) :</b> 417 131,90 <b>Y (m) :</b> 5 483 196,62	
		<b>5</b>	<b>X (m) :</b> 417 224,61 <b>Y (m) :</b> 5 483 594,55	<b>17</b>	<b>X (m) :</b> 417 181,63 <b>Y (m) :</b> 5 483 116,28	
		<b>6</b>	<b>X (m) :</b> 417 180,23 <b>Y (m) :</b> 5 483 608,47	<b>18</b>	<b>X (m) :</b> 417 258,06 <b>Y (m) :</b> 5 483 193,51	
		<b>7</b>	<b>X (m) :</b> 417 166,31 <b>Y (m) :</b> 5 483 582,37	<b>19</b>	<b>X (m) :</b> 417 296,82 <b>Y (m) :</b> 5 483 294,62	
		<b>8</b>	<b>X (m) :</b> 417 148,91 <b>Y (m) :</b> 5 483 543,21	<b>20</b>	<b>X (m) :</b> 417 330,41 <b>Y (m) :</b> 5 483 275,29	
		<b>9</b>	<b>X (m) :</b> 417 107,14 <b>Y (m) :</b> 5 483 478,82	<b>21</b>	<b>X (m) :</b> 417 360,42 <b>Y (m) :</b> 5 483 360,31	
		<b>10</b>	<b>X (m) :</b> 417 092,97 <b>Y (m) :</b> 5 483 481,81	<b>22</b>	<b>X (m) :</b> 417 386,79 <b>Y (m) :</b> 5 483 451,24	
		<b>11</b>	<b>X (m) :</b> 417 085,44 <b>Y (m) :</b> 5 483 481,25	<b>23</b>	<b>X (m) :</b> 417 402,2436 <b>Y (m) :</b> 5 483 462,147	
		<b>12</b>	<b>X (m) :</b> 417 027,70 <b>Y (m) :</b> 5 483 408,44			

**Tableau 2.2.1.6 Sources linéaires volumiques**

<b>Source :</b> Trajet déchargement camions (S131)*			<b>Configuration :</b> Adjacente			<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2		
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44			<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72			<b>Type de voie :</b> Simple		
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6			<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6			$\sigma_y$ : 4 $\sigma_z$ : 2,53		
<b>Longueur totale (m) :</b> 172,7			<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G			<b>Référence :</b> F		
<b>Nœuds de sources volumiques</b>			<b>X (m)</b>			<b>Y (m)</b>		
1			416 920,80			5 483 670,64		
2			416 941,78			5 483 705,82		
3			416 954,38			5 483 721,27		
4			416 966,32			5 483 734,23		
5			416 981,70			5 483 744,37		
6			417 000,54			5 483 747,87		
7			417 022,95			5 483 748,08		
8			417 053,06			5 483 731,81		
<b>Source :</b> De halde minerai 1A (S131A)*			<b>Configuration :</b> Adjacente			<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2		
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44			<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72			<b>Type de voie :</b> Simple		
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6			<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6			$\sigma_y$ : 4 $\sigma_z$ : 2,53		
<b>Longueur totale (m) :</b> 52			<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G			<b>Référence :</b> F		
<b>Nœuds de sources volumiques</b>			<b>X (m)</b>			<b>Y (m)</b>		
1			417 049,86			5 483 693,07		
2			417 053,99			5 483 641,26		
<b>Source :</b> De halde minerai 1B (S131B)*			<b>Configuration :</b> Adjacente			<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2		
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44			<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72			<b>Type de voie :</b> Simple		
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6			<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6			$\sigma_y$ : 4 $\sigma_z$ : 2,53		
<b>Longueur totale (m) :</b> 60			<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G			<b>Référence :</b> F		
<b>Nœuds de sources volumiques</b>			<b>X (m)</b>			<b>Y (m)</b>		
1			417 009,53			5 483 681,99		
2			417 053,26			5 483 640,94		



**Tableau 2.2.1.6 Sources linéaires volumiques (suite)**

<b>Source :</b> Entre TBB1 et S131 (S132)*		<b>Configuration :</b> Adjacente		<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2	
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44		<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72		<b>Type de voie :</b> Simple	
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6		<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6		$\sigma_y$ :	4
				$\sigma_z$ :	2,53
<b>Longueur totale (m) :</b> 484		<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G		<b>Référence :</b> F	
Nœuds de sources volumiques		X (m)		Y (m)	
1		417 000,35		5 483 371,17	
2		417 045,82		5 483 439,57	
3		417 054,29		5 483 448,39	
4		417 084,92		5 483 485,99	
5		417 103,94		5 483 503,08	
6		417 121,00		5 483 530,02	
7		417 153,91		5 483 572,19	
8		417 162,82		5 483 590,03	
9		417 166,82		5 483 609,66	
10		417 177,10		5 483 619,22	
11		417 162,61		5 483 643,92	
12		417 146,37		5 483 660,05	
13		417 127,19		5 483 679,58	
14		417 047,79		5 483 735,73	

**Tableau 2.2.1.6 Sources linéaires volumiques (suite)**

<b>Source :</b> Camions Barry (TBB1)*		<b>Configuration :</b> Adjacente		<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2	
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44		<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72		<b>Type de voie :</b> Simple	
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6		<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6		$\sigma_y$ : 4 $\sigma_z$ : 2,53	
<b>Longueur totale (m) :</b> 1178,4		<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G		<b>Référence :</b> F	
Nœuds de sources volumiques		X (m)		Y (m)	
1		417 000,35		5 483 371,15	
2		416 900,00		5 483 323,00	
3		416 871,00		5 483 260,00	
4		416 833,00		5 483 094,00	
5		416 840,00		5 483 000,00	
6		416 836,77		5 482 984,35	
7		416 830,55		5 482 974,19	
8		416 815,94		5 482 971,85	
9		416 800,00		5 482 971,00	
10		416 773,30		5 482 965,53	
11		416 748,68		5 482 957,59	
12		416 723,73		5 482 949,59	
13		416 700,00		5 482 938,00	
14		416 690,11		5 482 923,81	
15		416 683,67		5 482 904,06	
16		416 674,00		5 482 800,00	
17		416 674,00		5 482 713,00	
18		416 684,86		5 482 674,10	
19		416 708,00		5 482 642,00	
20		416 908,00		5 482 477,00	

\*La configuration de ce segment de route a été modifiée depuis l'étude de 2019.

**Références :**      **C** : campagne d'échantillonnage

**N** : valeur nominale fournie par le fabricant

**F** : facteur d'émission (mentionner la référence)

**E** : estimation tirée de la documentation (mentionner la référence)

**A** : autre (spécifier)

## 2.2.2 SITUATION ACTUELLE

Les tableaux suivants montrent les 26 sources d'émissions utilisées pour la modélisation atmosphérique, selon la situation actuelle.

**Tableau 2.2.2.1 Sources ponctuelles**

<b>Source :</b> Cheminée de la raffinerie (S1)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux, Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 972,84 Y (m) : 5 483 460,93
<b>Hauteur émission (m) :</b> 4,88	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,61	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 1866	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Cheminée du four à charbon (S2)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub>	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 977,66 Y (m) : 5 483 442,86
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,203	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 11,4
<b>Température (K) :</b> 973	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Cheminée dépoussiéreur concassage (S3)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 058,2 Y (m) : 5 483 533,7
<b>Hauteur émission (m) :</b> 12,2	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,34	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 46,78
<b>Température (K) :</b> 293	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Cheminée du silo à chaux (S4)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , CaO	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 014,2 Y (m) : 5 483 488,5
<b>Hauteur émission (m) :</b> 20	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,152	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 293	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Puits d'évacuation (S14)	<b>Contaminants :</b> CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 137,55 Y (m) : 5 483 607,32
<b>Hauteur émission (m) :</b> 38,1	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 2,43	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 6,82
<b>Température (K) :</b> Amb.	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Événement du réservoir diesel (S15)	<b>Contaminants :</b> COV	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 933,67 Y (m) : 5 483 601,68
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,1	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> Amb.	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Événement réservoir essence (S16)	<b>Contaminants :</b> COV	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 416 940 Y (m) : 5 483 596,64
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,1	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.2.1 Sources ponctuelles (suite)**

<b>Source :</b> Événement toit usine (S20A)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 975,71 <b>Y (m) :</b> 5 483 435,87
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Événement toit usine (S20B)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 980 <b>Y (m) :</b> 5 483 441,60
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Événement toit usine (S20C)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 984,04 <b>Y (m) :</b> 5 483 447,40
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Événement toit usine (S20D)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 987,74 <b>Y (m) :</b> 5 483 452,62
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> Amb.	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Événement toit usine (S20E)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 991,27 <b>Y (m) :</b> 5 483 457,67
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Événement toit usine (S20F)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 994,47 <b>Y (m) :</b> 5 483 462,55
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Événement toit usine (S20G)	<b>Contaminants :</b> HCN	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 998,17 <b>Y (m) :</b> 5 483 467,17
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 1,69	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> 0,001	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> E	
<b>Source :</b> Cheminée dépoussiéreur laboratoire (S22)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 416 969,3 <b>Y (m) :</b> 5 483 443,41
<b>Hauteur émission (m) :</b> 9,3	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,3048	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0	
<b>Température (K) :</b> 293,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F	
<b>Source :</b> Cheminée foyer brûlage emballages explosifs (S23)	<b>Contaminants :</b> CO, NO <sub>x</sub> , PM, PM <sub>2,5</sub> , COV	<b>Coordonnées UTM :</b>	<b>X (m) :</b> 417 181,21 <b>Y (m) :</b> 5 483 408,52
<b>Hauteur émission (m) :</b> 1,37	<b>Diamètre équivalent (m) :</b> 0,1524	<b>Vitesse d'émission (m/s) :</b> Près de 0	
<b>Température (K) :</b> 873,15	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F	

**Tableau 2.2.2.2 Sources volumiques**

<b>Source :</b> Chargement convoyeur extérieur (S5)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 030,70 Y (m) : 5 483 561,25
<b>Hauteur émission (m) :</b> 0	<b>Longueur source (m) :</b> 1,63	<b>Épaisseur source (m) :</b> 1
$\sigma_y$ : 0,38 $\sigma_z$ : 0,23	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Activité d'empilage halde de minerai principale (S6)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 073,03 Y (m) : 5 483 631,94
<b>Hauteur émission (m) :</b> 7,5	<b>Longueur source (m) :</b> 1	<b>Épaisseur source (m) :</b> 15
$\sigma_y$ : 0,23 $\sigma_z$ : 0,7	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Activité d'empilage halde de minerai secondaire (S7)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 064,82 Y (m) : 5 483 495,33
<b>Hauteur émission (m) :</b> 7,5	<b>Longueur source (m) :</b> 2,6	<b>Épaisseur source (m) :</b> 15
$\sigma_y$ : 0,6 $\sigma_z$ : 0,23	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.2.3 Sources surfaciques**

<b>Source :</b> Erosion pile halde minerai principale (S9)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 037,97 Y (m) : 5 483 645,46
<b>Hauteur émission (m) :</b> 7,5	<b>Longueur source (m) :</b> 70	<b>Largeur source (m) :</b> 40
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F
<b>Source :</b> Erosion pile halde minerai secondaire (S10)	<b>Contaminants :</b> PM, PM <sub>2,5</sub> , métaux	<b>Coordonnées UTM :</b> X (m) : 417 033,45 Y (m) : 5 483 489,62
<b>Hauteur émission (m) :</b> 7,5	<b>Longueur source (m) :</b> 30	<b>Largeur source (m) :</b> 40
$\sigma_z$ : n/a	<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G	<b>Référence :</b> F

**Tableau 2.2.2.4 Sources surfaciques polygonales**

Source :		Contaminants :		HCN		Coordonnées UTM :		X (m) :	417 420,94
								Y (m) :	5 483 449,24
Hauteur d'émission (m) :	0	Taux d'émission (g/m <sup>2</sup> /s) :		Voir ann. G		Référence :		F	
Superficie (m <sup>2</sup> ) : 340 011,3		1	X (m) :	417 420,94		24	X (m) :	417 171,83	
			Y (m) :	5 483 449,24			Y (m) :	5 482 758,75	
Sommets (45) :		2	X (m) :	417 413,63		25	X (m) :	417 193,71	
			Y (m) :	5 483 441,51			Y (m) :	5 482 759,08	
		3	X (m) :	417 397,84		26	X (m) :	417 193,14	
			Y (m) :	5 483 438,52			Y (m) :	5 482 661,95	
		4	X (m) :	417 359,11		27	X (m) :	417 218,67	
			Y (m) :	5 483 293,51			Y (m) :	5 482 664,99	
		5	X (m) :	417 309,75		28	X (m) :	417 276,39	
			Y (m) :	5 483 125,11			Y (m) :	5 482 700,54	
		6	X (m) :	417 191,25		29	X (m) :	417 318,47	
			Y (m) :	5 483 060,81			Y (m) :	5 482 703,05	
		7	X (m) :	417 216,74		30	X (m) :	417 350,17	
			Y (m) :	5 482 995,47			Y (m) :	5 482 695,79	
		8	X (m) :	417 171,48		31	X (m) :	417 422,40	
			Y (m) :	5 482 905,26			Y (m) :	5 482 702,99	
		9	X (m) :	417 147,60		32	X (m) :	417 441,39	
			Y (m) :	5 482 868,34			Y (m) :	5 482 717,06	
		10	X (m) :	417 132,64		33	X (m) :	417 459,36	
			Y (m) :	5 482 843,50			Y (m) :	5 482 719,54	
		11	X (m) :	417 112,69		34	X (m) :	417 495,14	
			Y (m) :	5 482 819,76			Y (m) :	5 482 729,96	
		12	X (m) :	417 082,37		35	X (m) :	417 595,08	
			Y (m) :	5 482 800,00			Y (m) :	5 482 735,00	
		13	X (m) :	417 066,76		36	X (m) :	417 633,82	
			Y (m) :	5 482 785,46			Y (m) :	5 482 755,93	
		14	X (m) :	417 056,80		37	X (m) :	417 660,39	
			Y (m) :	5 482 745,39			Y (m) :	5 482 761,62	
		15	X (m) :	417 048,07		38	X (m) :	417 673,62	
			Y (m) :	5 482 719,63			Y (m) :	5 482 809,56	
		16	X (m) :	417 050,39		39	X (m) :	417 662,15	
			Y (m) :	5 482 700,37			Y (m) :	5 482 908,99	
		17	X (m) :	417 068,96		40	X (m) :	417 710,44	
			Y (m) :	5 482 666,74			Y (m) :	5 482 992,14	
		18	X (m) :	417 078,78		41	X (m) :	417 749,39	
			Y (m) :	5 482 653,93			Y (m) :	5 483 162,72	
		19	X (m) :	417 091,60		42	X (m) :	417 770,96	
			Y (m) :	5 482 650,01			Y (m) :	5 483 189,93	
		20	X (m) :	417 123,86		43	X (m) :	417 769,47	
			Y (m) :	5 482 653,68			Y (m) :	5 483 230,37	
		21	X (m) :	417 127,89		44	X (m) :	417 748,55	
			Y (m) :	5 482 690,74			Y (m) :	5 483 275,77	
		22	X (m) :	417 145,23		45	X (m) :	417 634,16	
			Y (m) :	5 482 700,34			Y (m) :	5 483 451,00	
		23	X (m) :	417 164,24					
			Y (m) :	5 482 697,02					

**Tableau 2.2.2.4 Sources surfaciques polygonales (suite)**

Source :		Contaminants :		Coordonnées UTM :			
Halde à résidus secs recouverts de stériles (S26)		PM, PM2,5, métaux		X (m) :	417 402,12		
				Y (m) :	5 483 472,73		
Hauteur d'émission (m) :	3,25	Taux d'émission (g/m <sup>2</sup> /s) :	Voir ann. G	Référence :			
Superficie (m <sup>2</sup> ) : 107 309,9		1	X (m) :	417 402,12	13	X (m) :	417 008,80
			Y (m) :	5 483 472,73		Y (m) :	5 483 378,96
Sommets (23) :		2	X (m) :	417 335,99	14	X (m) :	416 997,60
			Y (m) :	5 483 527,55		Y (m) :	5 483 338,90
		3	X (m) :	417 298,57	15	X (m) :	417 049,53
			Y (m) :	5 483 559,74		Y (m) :	5 483 294,80
		4	X (m) :	417 261,15	16	X (m) :	417 131,90
			Y (m) :	5 483 579,75		Y (m) :	5 483 196,62
		5	X (m) :	417 224,61	17	X (m) :	417 181,63
			Y (m) :	5 483 594,55		Y (m) :	5 483 116,28
		6	X (m) :	417 180,23	18	X (m) :	417 258,06
			Y (m) :	5 483 608,47		Y (m) :	5 483 193,51
		7	X (m) :	417 166,31	19	X (m) :	417 296,82
			Y (m) :	5 483 582,37		Y (m) :	5 483 294,62
		8	X (m) :	417 148,91	20	X (m) :	417 330,41
			Y (m) :	5 483 543,21		Y (m) :	5 483 275,29
		9	X (m) :	417 107,14	21	X (m) :	417 360,42
			Y (m) :	5 483 478,82		Y (m) :	5 483 360,31
		10	X (m) :	417 092,97	22	X (m) :	417 386,79
			Y (m) :	5 483 481,81		Y (m) :	5 483 451,24
		11	X (m) :	417 085,44	23	X (m) :	417 402,24
			Y (m) :	5 483 481,25		Y (m) :	5 483 462,15
		12	X (m) :	417 027,70			
			Y (m) :	5 483 408,44			

**Tableau 2.2.2.5 Sources linéaires volumiques**

<b>Source :</b> Segment A (SEGMENTA)			<b>Configuration :</b> Adjacente			<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2		
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44			<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72			<b>Type de voie :</b> Simple		
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6			<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6			<b><math>\sigma_y</math> :</b> 4		<b><math>\sigma_z</math> :</b> 2,53
<b>Longueur totale (m) :</b> 25,4			<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G			<b>Référence :</b> F		
<b>Nœuds de sources volumiques</b>			<b>X (m)</b>			<b>Y (m)</b>		
1			417 048,39			5 483 584,86		
2			417 035,45			5 483 563,00		
<b>Source :</b> Segment B (SEGMENTB)			<b>Configuration :</b> Adjacente			<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2		
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44			<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72			<b>Type de voie :</b> Simple		
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6			<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6			<b><math>\sigma_y</math> :</b> 4		<b><math>\sigma_z</math> :</b> 2,53
<b>Longueur totale (m) :</b> 68,2			<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G			<b>Référence :</b> F		
<b>Nœuds de sources volumiques</b>			<b>X (m)</b>			<b>Y (m)</b>		
1			417 073,03			5 483 631,94		
2			417 037,52			5 483 601,15		
3			417 036,17			5 483 599,98		
<b>Source :</b> Segment C (SEGMENTC)			<b>Configuration :</b> Adjacente			<b>Hauteur max du véhicule (m) :</b> 3,2		
<b>Hauteur de panache (m) :</b> 5,44			<b>Hauteur d'émission (m) :</b> 2,72			<b>Type de voie :</b> Simple		
<b>Largeur maximale du véhicule (m) :</b> 2,6			<b>Largeur de panache (m) :</b> 8,6			<b><math>\sigma_y</math> :</b> 4		<b><math>\sigma_z</math> :</b> 2,53
<b>Longueur totale (m) :</b> 133,5			<b>Taux d'émission (g/s) :</b> Voir ann. G			<b>Référence :</b> F		
<b>Nœuds de sources volumiques</b>			<b>X (m)</b>			<b>Y (m)</b>		
1			417 064,82			5 483 495,33		
2			417 095,43			5 483 508,90		
3			417 088,77			5 483 562,09		

**Références :** C : campagne d'échantillonnage

N : valeur nominale fournie par le fabricant

F : facteur d'émission (mentionner la référence)

E : estimation tirée de la documentation (mentionner la référence)

A : autre (spécifier)



## 2.3 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

Selon le RAA, des normes de qualité de l'atmosphère sont associées à certains contaminants modélisés dans cette étude. De plus, pour d'autres contaminants, le MELCC a fixé des critères de qualité de l'atmosphère ou des seuils d'évaluation préliminaire des risques (SEPR). Le tableau suivant les présente.

**Tableau 2.3.1 Normes et critères de qualité de l'atmosphère**

Contaminant	CAS	Norme, critère ou SEPR	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Période
Antimoine (Sb)	7440-36-0	Norme	0,17	0,001	1 an
Arsenic (As)	7440-38-2	Norme	0,003	0,002	1 an
Baryum (Ba)	7440-39-3	Norme	0,05	0,025	1 an
Béryllium (Be)	7440-41-7	Norme	0,0004	0	1 an
Cadmium (Cd)	7440-43-9	Norme	0,0036	0,0005	1 an
Chrome (Cr)	7440-47-3	Norme	0,1	0,01	1 an
Cuivre (Cu)	7440-50-8	Norme	2,5	0,2	24 heures
Mercure (Hg)	7439-97-6	Norme	0,005	0,002	1 an
Nickel (Ni) (dans $\text{PM}_{10}$ )	7440-02-0	Norme	0,07	0,005	24 heures
			0,02	0,002	1 an
Plomb (Pb)	7439-92-1	Norme	0,1	0,004	1 an
Vanadium (V)	7440-62-2	Norme	1	0,01	1 an
Zinc (Zn)	7440-66-6	Norme	2,5	0,1	24 heures
Argent (Ag)	7440-22-4	Critère	0,23	0,005	1 an
Cobalt (Co)	7440-48-4	Critère	0,1	0	1 an
Manganèse (Mn) (dans $\text{PM}_{10}$ )	7439-96-5	Critère	0,025	0,005	1 an
Sélénium (Se)	7782-49-2	Critère	2	0,15	1 heure
Étain (Sn)	7440-31-5	Critère	2	0	4 minutes
			0,1	0	1 an
Tellure (Te)	13494-80-9	Critère	1	0	1 heure
Titane (Ti) (dans $\text{PM}_{10}$ )	7440-32-6	Critère	2,5	0	24 heures
Tétraborate de sodium	1330-43-4	SEPR	2,22	0	1 heure
			0,004	0	1 an
Cyanure d'hydrogène (HCN)	74-90-8	Critère	50	0	4 minutes
			0,16	0	1 an
CaO	1305-78-8	SEPR	2,22	0	1 heure
			0,004	0	1 an
Benzène	71-43-2	Norme	10	3	24 heures
Hexane	110-54-3	Norme	5 300	140	4 minutes
			140	3	1 an
Toluène	108-88-3	Norme	600	260	4 minutes
Éthylbenzène	100-41-4	Norme	740	140	4 minutes
			200	3	1 an
Xylènes	1330-20-7	Norme	350	150	4 minutes
			20	8	1 an
Particules fines ( $\text{PM}_{2,5}$ )	-	Norme	30	15	24 heures
Particules totales	-	Norme	120	40	24 heures
Silice cristalline	14808-60-7	Critère	23	6	1 heure
			0,07	0,04	1 an

Contaminant	CAS	Norme, critère ou SEPR	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Période
Dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )	10102-44-0	Norme	414	50	1 heure
			207	30	24 heures
			103	10	1 an
Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )	7446-09-5	Norme	1 050*	40	4 minutes
			288	10	24 heures
			52	2	1 an
Monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ )	630-08-0	Norme	34 000	600	1 heure
			12 700	400	8 heures

\* Cette valeur limite peut être excédée jusqu'à 0,5% du temps sur une base annuelle, sans dépasser 1 310  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les concentrations initiales inscrites pour chaque contaminant proviennent de deux références :

- Le fichier « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 6 », disponible à l'adresse suivante (référence 1) :  
<https://environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Normes-criteres-qc-qualite-atmosphere.xlsx>
- Le tableau 1 en page 29 du document « Guide d'instructions, Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques, Projets miniers », disponible à cette adresse (référence 2) :  
[https://environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur\\_minier.pdf](https://environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur_minier.pdf)

Le tableau 1 de la deuxième référence fait mention de concentrations initiales recommandées pour les projets nordiques (au nord du 51° parallèle) lorsque ces projets sont éloignés d'autres sources. Dans le cas de ce projet, le site est situé au 49° parallèle. Cependant, selon le site de l'INRP, il n'y a pas d'autres sources dans un rayon de 50 km autour du site à l'étude. Donc, pour tous les contaminants émis par le site ayant des concentrations initiales applicables en milieu nordique, le promoteur désire appliquer celles-ci pour l'étude de modélisation. Pour tous les autres, les concentrations initiales mentionnées dans la première référence seront utilisées.

Toutes les valeurs limites (normes, critères ou seuils d'évaluation préliminaire de risques (SEPR)) sont tirées de la référence 1. Les normes sont également présentes à l'annexe K du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA).

## 2.4 AUTRES SOURCES INDUSTRIELLES AUTOUR DU SITE À L'ÉTUDE

Après avoir effectué une recherche sur le site Internet de l'INRP, nous n'avons pas trouvé de source industrielle émettant possiblement des contaminants communs au site à l'étude dans un rayon de 5 km autour de celui-ci.

## 2.5 DONNÉES ET STATISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES

Les données météorologiques de surface utilisées pour la modélisation ont été fournies par Environnement Canada. Sur recommandation du MELCC, nous avons choisi les données horaires de la station météorologique de l'aéroport Chibougamau-Chapais. Pour la période, selon

l'analyse de qualité effectuée par AERMET, les données de surface sont complètes à plus de 98,66% pour tous les paramètres requis. La période présente une vitesse de vent moyenne de 3,18 m/s et une fréquence de vents calmes de 4,81%.

Concernant les données aérologiques, encore sur recommandation du MELCC, nous avons choisi la station aérologique de Maniwaki. Toutes les données aérologiques et de surface couvrent cinq années complètes, de 2006 à 2010. Pour la période, selon l'analyse de qualité effectuée par AERMET, les données aérologiques sont complètes à plus de 99,22% pour tous les paramètres requis. Les données météorologiques ont été converties et traitées avec le processeur *AERMET* pour ainsi générer un fichier de données météorologiques horaires (.sfc et .pfl).

## 2.6 CARACTÉRISTIQUES DE SURFACE AERMET

Les paramètres d'utilisation du sol (albédo, rapport de Bowen, rugosité) ont été estimés par l'analyse des cartes *Earth Observation for Sustainable Development of Forests* (EOSD) de Ressources naturelles Canada, à travers l'outil AERMET View (via la fonction « land use creator »).

Ces paramètres sont calculés pour la station météorologique comme attendu par le MELCC. L'utilisation du sol pour les zones d'usage commerciale/industrielle/transport se voyait cependant attribuer le code 21 (résidentiel à basse densité) dans le fichier d'origine et a été corrigée pour le bon type, soit le code 23 (ici spécifié comme site d'aéroport dans AERSURFACE).

Les valeurs des paramètres sont calculées par saison et pour 2 secteurs (de plus de 30°) en utilisant l'outil AERSURFACE dans AERMET View qui calcule et applique les valeurs recommandées selon l'utilisation des surfaces pour chacun des secteurs selon la procédure approuvée par le MELCC (soit celle de l'US-EPA avec quelques ajustements spécifiques aux réalités du Québec) :

- Calcul de l'albédo par saison pour la région de 10 km par 10 km;
- Calcul du ratio de Bowen par saison pour la région de 10 km par 10 km;
- Calcul de la rugosité de surface par saison pour la région de 1 km pour 2 secteurs (d'au minimum 30 degrés);
- Secteur 1 - 0 à 190 degrés (principalement l'aéroport);
- Secteur 2 - 190 à 0 degré (mélange de type de forêt);
- Présumer une couverture de neige pour l'hiver.

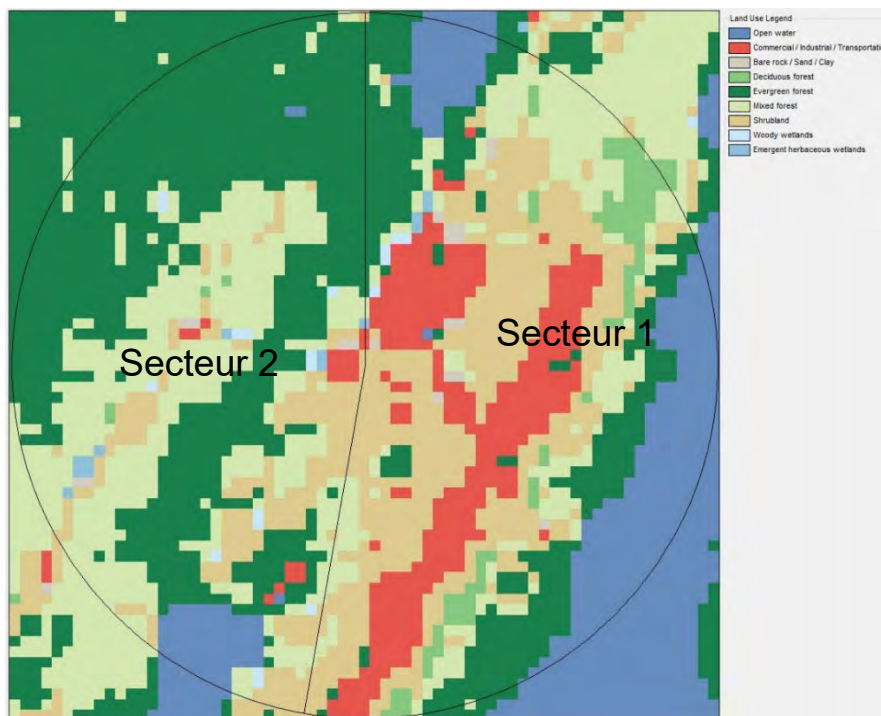
L'option « Randomize wind directions » est activée<sup>1</sup>.

Les caractéristiques de surface doivent être calculées sur une base saisonnière ou mensuelle et la définition des saisons, selon le MELCC, est la suivante :

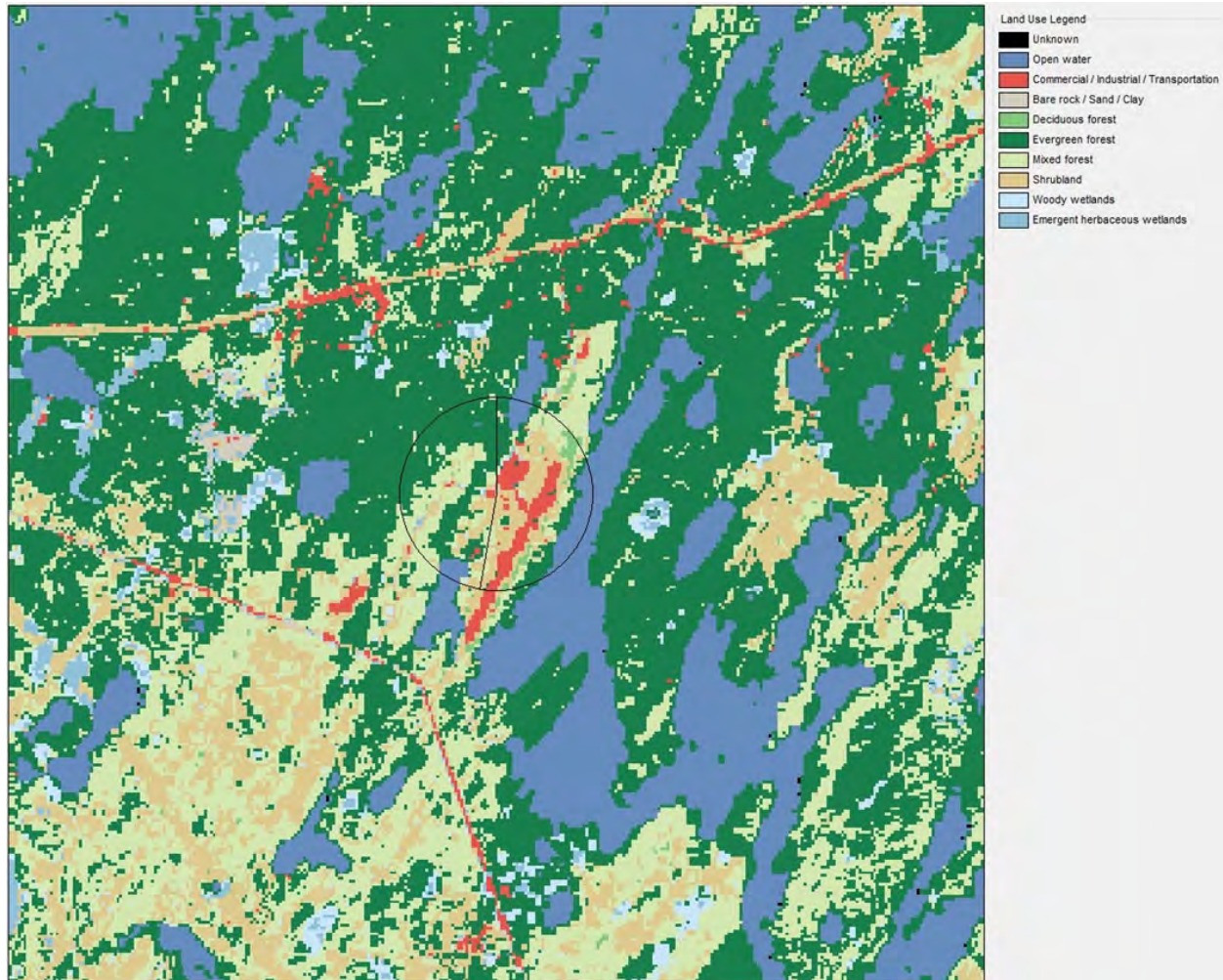
<sup>1</sup> Les directions de vent étant rapportées aux 10 degrés par Environnement Canada.

- Printemps : Mai et juin;
- Été : Juillet et août;
- Automne : Septembre et octobre;
- Hiver : Novembre à avril.

Les figures suivantes présentent la région de 10 km par 10 km et les secteurs d'un rayon de 1 km autour du site à l'étude.



**Figure 2.6.1 : Types de surfaces zone 1 km et secteurs  
Visualisation à travers AERMET View (Wood et EGS Ecosupport, 2019)**



**Figure 2.6.2 : Types de surfaces zone 10 km**  
**Visualisation à travers AERMET View (Wood et EGS Ecosupport, 2019)**

Le Tableau 4.6.1 présente les paramètres de surface tels qu'entrés dans AERMET. L'option "Adjust Surface Friction Velocity (ADJ\_U\*)" a été appliquée dans AERMET pour le traitement des données, donc l'option "Adjusted Friction Velocity" est appliquée dans AERMOD. Tel que demandé par le MELCC, le rapport de Bowen a été corrigé à 0,5 en hiver pour tenir compte des étendues d'eau gelée durant cette saison.

**Tableau 2.6.1 Valeurs des caractéristiques de surface *AERMET***

Paramètre		Saison			
		P	É	A	H
Albédo		0,130	0,130	0,130	0,33
Rapport de Bowen		0,47	0,27	0,55	0,500
Rugosité par secteur	Secteurs				
	0-190°	0,185	0,19	0,179	0,133
	190-0°	0,661	0,696	0,62	0,529

**P : Printemps – à définir (mois) :** Mai et juin

**É : Été – à définir (mois) :** Juillet et août

**A : Automne – à définir (mois) :** Septembre et octobre

**H : Hiver – à définir (mois) :** Novembre à avril

## 2.7 ROSE DES VENTS

Une rose des vents a été générée à l'aide du logiciel *WRPlot View* de la compagnie *Lakes Environmental* (voir en annexe B.) Cette rose des vents a été réalisée pour 16 directions de vents. On y constate que les vents dominants proviennent de l'ouest.

## 2.8 PARAMÈTRES PHYSIQUES ET DE DISPERSION

### 2.8.1 HAUTEUR DE MÉLANGE

À partir des données météorologiques utilisées pour la modélisation, le modèle *AERMOD* calcule automatiquement les hauteurs de mélange.

### 2.8.2 ZONE RURALE/URBAINE

Puisque, dans un rayon de 3 km autour de la source, il y a moins de 50 % de l'utilisation du sol qui est de type urbain, nous avons déterminé que la zone est de type rural, tel que mentionné à la section 4.11 du *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*.

### 2.8.3 TOPOGRAPHIE DU TERRAIN

Puisque la différence d'altitude entre certains récepteurs est de plus de 10 mètres, les élévations de terrain ont été intégrées lors de la modélisation. Le programme *AERMAP* inclus avec le logiciel a été utilisé pour importer les élévations de terrain de la zone de modélisation. Les fichiers, à partir desquels les élévations de terrain ont été extraites, sont des fichiers en format DEM - 15 minutes. Ils ont une précision d'environ 23 m. Ces fichiers ont été téléchargés directement à partir du programme *AERMAP*.

### 2.8.4 EFFET DE BÂTIMENT

L'effet de bâtiment a été considéré pour la modélisation, puisque l'on a utilisé le programme BPIP inclus dans le logiciel. Les vraies dimensions des bâtiments du site à l'étude ont été utilisées. Le plan à l'annexe C montre les principaux bâtiments du site à l'échelle. Une carte de l'aire d'influence des bâtiments est en annexe D. Aucun changement n'a été apporté depuis l'émission du rapport de Wood et Ecosupport d'avril 2019.

## 2.9 GRILLES DE RÉCEPTEURS

Selon le *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*, la grille de récepteurs, pour un modèle de niveau 2, doit couvrir un minimum de 10 km par 10 km. Nous avons effectué une modélisation sur une grille de récepteurs à mailles rectangulaires irrégulières, afin d'avoir plus de récepteurs près du site à l'étude. Le tableau suivant montre les dimensions des mailles de la grille en fonction de la distance du barycentre des points d'émissions.

**Tableau 2.9.1 Dimensions des mailles de la grille de récepteurs (près du site minier)**

Dimensions de la grille autour du site à l'étude	Dimensions des mailles
2 km par 2 km	100 m par 100 m
4 km par 4 km	200 m par 200 m
10 km par 10 km	500 m par 500 m

De plus, une autre grille de récepteurs de 1 km par 1 km a été utilisée pour le scénario de modélisation autour du camp autochtone près de la route Barry-Bachelor.

**Tableau 2.9.2 Dimensions des mailles de la grille de récepteurs (près du camp autochtone)**

Dimensions de la grille autour du site à l'étude	Dimensions des mailles
1 km par 1 km	100 m par 100 m

Nous avons utilisé des photos satellites importées de Google Earth© pour aider à la localisation du site à l'étude et des récepteurs. Les cartes avec domaine de modélisation sont en annexe E.

6 récepteurs ponctuels sensibles ont été localisés autour du site à l'étude, décrits au tableau plus bas. De plus, il y a 209 récepteurs discrets à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier, pour obtenir un récepteur à chaque 100 mètres. Il est à noter que les récepteurs inclus à l'intérieur de la zone située à 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier ont été enlevés de la grille, comme l'exige le *Guide d'instructions, Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques, Projets miniers*. Aucun des 6 récepteurs sensibles n'est à moins de 300 mètres de distance des limites du bail minier.

**Tableau 2.9.3 Récepteurs ponctuels sensibles**

No	X (m)	Y (m)	Z (m)	Description
1	415 448,20	5 482 799,04	346,22	Campement minier
2	415 700,48	5 481 909,44	327	Campement permanent cri
3	413 995,26	5 484 403,16	312	Village de Desmaraisville
4	415 551,42	5 485 701,49	317,12	Site d'enfouissement
5	419 269,30	5 487 511,25	294,49	Villégiature / Cottage, camping
6	419 133,97	5 485 973,33	296,02	Campement
7	408 727,41	5 453 414,15	321	Camp autochtone près de la route Barry-Bachelor

De plus, à la demande du MELCC, nous avons ajouté aux récepteurs ponctuels sensibles un camp autochtone, au sud du site à l'étude, qui se situe près de la route empruntée par les camions de transport de minerai du site Barry vers l'usine de traitement du site de Bachelor. Un scénario alternatif de modélisation a été effectué pour déterminer l'impact du passage des camions de transport de minerai sur ce camp.

Les cartes des récepteurs ponctuels sensibles sont en annexe E.

## 2.10 INFORMATIONS SUR LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR LA MODÉLISATION

Plusieurs hypothèses ont été utilisées pour effectuer le calcul des taux d'émissions. Celles-ci sont décrites aux onglets propres à chaque source du fichier de calcul des taux d'émission en annexe G.

L'onglet « Sommation » compile les taux d'émission de chaque contaminant par point d'émission.

### 2.10.1 MODÉLISATION SUR DES PÉRIODES DE MOINS D'UNE HEURE

Puisque le modèle utilisé ne permet pas de simuler une dispersion sur des périodes plus courtes qu'une heure, la vérification de la conformité aux normes inférieures à une heure demande un traitement particulier. Selon le *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*, nous pouvons calculer la concentration sur les périodes de quatre minutes à partir de la concentration sur 1 heure de la façon suivante :

$$C_{4 \text{ minutes}} = 1,91 C_{1 \text{ heure}}$$



De plus, certains contaminants ont des concentrations initiales dans l'air ambiant. Nous en avons tenu compte pour les modélisations. Donc, par exemple, pour la modélisation du dioxyde de soufre sur quatre minutes, puisqu'elle était effectuée sur 1 heure, la concentration à ne pas dépasser à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier est de :

$$\frac{1\,050\ \mu\text{g}/\text{m}^3 - 40\ \mu\text{g}/\text{m}^3}{1,91} = 528,796\ \mu\text{g}/\text{m}^3$$

### 2.10.2 ÉMISSIONS VARIABLES

Pour certaines sources d'émission, des facteurs d'émission ont été utilisés dans le modèle, via l'option « Variable Emissions », afin de tenir compte de la variabilité des émissions en fonction de certains facteurs, c'est-à-dire la vitesse du vent, l'heure de la journée ou le mois de l'année. Tous les détails sur cet aspect sont dans le fichier de calcul de taux d'émission en annexe G.

## 2.11 RÉSULTATS DE MODÉLISATION

### 2.11.1 DOMAINE DE MODÉLISATION PRINCIPAL – SITUATION FUTURE VOULUE

Comme il est mentionné à la section 4.3 du *Guide d'instructions, Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques, Projets miniers*, les concentrations de contaminants modélisés ont été examinées à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier et au récepteurs ponctuels sensibles du domaine de modélisation, pour s'assurer du respect des normes et critères de qualité de l'atmosphère. Les résultats de modélisation présentés sur des graphiques générés par le logiciel et les fichiers de sortie de tous les scénarios sur le logiciel sont en annexe G.

Le premier tableau montre les résultats en valeurs maximales, à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier et pour chacun des 6 récepteurs ponctuels sensibles près du site, obtenus pour plusieurs contaminants, en tenant compte de toute la grille de récepteurs. Ces scénarios de modélisation ont été effectués en utilisant l'option « Multi-Chemical Run » qui permet de modéliser plusieurs contaminants simultanément.

**Tableau 2.11.1.1 Concentrations maximales obtenues autour du site minier**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Antimoine (Sb)	1 an	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,17
Arsenic (As)	1 an	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
Baryum (Ba)	1 an	0,028	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Béryllium (Be)	1 an	0	0	0	0	0	0	0	0,0004
Cadmium (Cd)	1 an	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0036
Chrome (Cr)	1 an	0,011	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1
Cuivre (Cu)	24 heures	0,25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,5
Mercure (Hg)	1 an	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
Nickel (Ni) (dans PM <sub>10</sub> )	24 heures	0,016	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,014
	1 an	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,02
Plomb (Pb)	1 an	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,1
Vanadium (V)	1 an	0,015	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1
Zinc (Zn)	24 heures	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,5
Argent (Ag)	1 an	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,23
Cobalt (Co)	1 an	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Manganèse (Mn) (dans PM <sub>10</sub> )	1 an	<b>0,035</b>	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,025
Sélénium (Se)	1 heure	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	2
Étain (Sn)	4 minutes	0	0	0	0	0	0	0	2
	1 an	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Tellure (Te)	1 heure	0	0	0	0	0	0	0	1

**Tableau 2.11.1.1 Concentrations maximales obtenues autour du site minier (suite)**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Titane (Ti) (dans $\text{PM}_{10}$ )	24 heures	0,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	2,5
Silice cristalline	1 heure	<b>71,35</b>	17,19	12,68	10,11	11,46	6,81	7,29	23
	1 an	<b>0,95</b>	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,07
Oxyde de calcium (CaO)	1 heure	1,16	0,22	0,16	0,11	0,12	0,03	0,05	2,22
	1 an	<b>0,0043</b>	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,004
Tétraborate de sodium	1 heure	0,17	0,06	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04	2,22
	1 an	<b>0,0058</b>	0,0006	0,0005	0,0004	0,0007	0,0003	0,0005	0,004
Benzène	24 heures	8,89	3,25	3,15	3,1	3,12	3,02	3,01	10
Hexane	4 minutes	309,47	150,29	145,71	143,32	144,31	140,58	140,88	5 300
	1 an	3,81	3,02	3,01	3,01	3,02	3	3	140
Toluène	4 minutes	453,12	271,61	266,44	263,74	264,86	260,65	261	600
Éthylbenzène	4 minutes	152,35	140,74	140,41	140,24	140,31	140,04	140,06	740
	1 an	3,06	3	3	3	3	3	3	200
Xylènes	4 minutes	199,28	152,95	151,64	150,95	151,24	150,17	150,28	350
	1 an	8,23	8,01	8	8	8	8	8	20
Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )	4 minutes	103,26	48,03	44,59	42,74	43,83	40,52	40,89	1 050
	24 heures	18,48	10,43	10,29	10,16	10,21	10,02	10,03	288
	1 an	2,68	2,01	2,01	2,01	2,01	2	2	52
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	1232,82	679,95	645,06	626,94	637,57	604,98	608,61	34 000
	8 heures	732,39	421,64	415,26	407,53	411,13	400,97	401,73	12 700

Les résultats obtenus pour tous les contaminants modélisés dans ce scénario démontrent le respect des normes et critères applicables, sauf le critère du manganèse, les critères de la silice cristalline et les SEPR annuels du tétraborate de sodium et de l'oxyde de calcium. Dans le cas du manganèse, du tétraborate de sodium et de l'oxyde de calcium, leurs valeurs limites annuelles sont dépassées dans une petite zone qui dépasse la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, sans atteindre de récepteur ponctuel sensible. Le taux d'émission du tétraborate de sodium, inclus dans les fondants utilisés dans le four de raffinage de minerai, a été calculé en assumant que le taux d'émission de particules est égal au taux maximum permis en fonction du taux d'alimentation du procédé selon l'annexe C du RAA. Ce taux d'émission est probablement surestimé par rapport à la réalité et le dépassement de la valeur limite d'un SEPR ne nécessite pas la présentation d'une mesure correctrice au MELCC. Pour ce qui est de la silice cristalline, les dépassements des valeurs limites sur 1 heure et 1 an ont lieu sur de plus grandes zones, mais sans atteindre de récepteur sensible. Selon la discussion Teams qui a eu lieu le 9 mars dernier avec des représentants du MELCC, des dépassements de normes ou critères à l'extérieur de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier ne devraient pas être problématiques si les dépassements n'atteignent pas aucun récepteur sensible.

Les autres contaminants ont été modélisés dans des scénarios séparés pour être en mesure d'analyser les résultats plus en détails, car l'option « Multi-Chemical Run » ne permet pas, par exemple, d'analyser les dépassements. Les tableaux suivants montrent les résultats de ces contaminants.

**Tableau 2.11.1.2 Concentrations maximales obtenues autour du site minier pour le cyanure d'hydrogène**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Cyanure d'hydrogène (HCN)	4 minutes	31,32	11,43	8,35	5,76	6,81	1,78	1,93	50
	1 an	<b>0,45</b>	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,16

Le critère annuel est dépassé dans une zone au nord-ouest qui dépasse la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, sans atteindre de récepteur ponctuel sensible. L'impact dû à ce dépassement est donc minime.

**Tableau 2.11.1.3 Concentrations maximales obtenues autour du site minier pour les particules fines**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Particules fines	24 heures	29,89	15,82	15,68	15,37	15,46	15,09	15,1	30

La norme pour ce contaminant est respectée en tout temps pour l'ensemble des récepteurs.

**Tableau 2.11.1.4 Concentrations maximales obtenues autour du site minier pour les particules totales**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Particules totales	24 heures	108,06	51,74	49,74	43,28	43,4	41,01	40,64	120

La norme pour ce contaminant est respectée en tout temps pour l'ensemble des récepteurs.

**Tableau 2.11.1.5 Concentrations maximales obtenues autour du site minier pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur limite (µg/m <sup>3</sup> )
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	1 heure	<b>520,32</b>	110,24	84,44	70,71	78,96	53,91	56,73	414
	Nombre de dépassements horaires	<b>129 (0,29%)</b>	0	0	0	0	0	0	---
	24 heures	151,15	36,17	34,24	32,34	32,99	30,35	30,45	207
	1 an	19,82	10,19	10,17	10,1	10,18	10,03	10,06	103

Des dépassements de la norme du dioxyde d'azote ont lieu dans une zone au nord-ouest qui dépasse la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, sans atteindre de récepteur ponctuel sensible. L'impact dû à ces dépassements est donc minime.

### 2.11.2 DOMAINE DE MODÉLISATION PRINCIPAL – SITUATION ACTUELLE

Les tableaux suivants montrent les résultats en valeurs maximales, à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier et pour chacun des 6 récepteurs ponctuels sensibles près du site, obtenus pour le cyanure d'hydrogène et les particules totales, en tenant compte de toute la grille de récepteurs. Ces scénarios de modélisation ont été effectués à la demande du MELCC afin de déterminer s'il y a augmentation de la concentration de ces contaminants pour lesquels des dépassements étaient observés dans la situation actuellement autorisée.

**Tableau 2.11.2.1 Concentrations maximales obtenues autour du site minier pour le cyanure d'hydrogène**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Cyanure d'hydrogène (HCN)	4 minutes	43,05	9,04	4,19	2,54	3,27	0,46	0,54	50
	1 an	<b>0,41</b>	0,02	0,02	0,01	0,02	0	0,01	0,16

Les concentrations maximales de ce contaminant, selon la situation actuelle, sont plus élevées que celles prévues selon la situation future sur la période de 4 minutes. Ceci est dû au fait qu'actuellement, l'évacuation à l'atmosphère des émissions de cyanure d'hydrogène provenant des réservoirs de l'usine se fait via 7 événements de toit de façon passive, ce qui disperse de façon moins efficace les émissions.

**Tableau 2.11.2.2 Concentrations maximales obtenues autour du site minier pour les particules totales**

Contaminant	Période	Concentration maximale à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #1, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #2, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #3, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #4, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #5, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au récepteur ponctuel sensible #6, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Particules totales	24 heures	91,39	44,48	43,32	41,52	43,92	40,33	40,73	120
	Nombre maximal de dépassements	0	0	0	0	0	0	0	---

La situation actuelle ne cause pas de dépassements de la norme à la limite de la zone de 300 mètres autour de la limite du bail minier.

### 2.11.3 DOMAINE DE MODÉLISATION SECONDAIRE

Puisque le passage répété de camions transportant le minerai du site Barry vers le site Bachelor risque de causer un impact sur les émissions atmosphériques générées près de la route, le MELCC désire connaître les conséquences du respect des normes et critères applicables au camp autochtone situé le plus près de la route publique empruntée par les camions. Le tableau suivant présente les résultats maximaux obtenus pour la grille de récepteurs, de 1km par 1 km, centrée sur le camp autochtone.



**Tableau 2.11.3.1 Concentrations maximales obtenues autour du camp autochtone situé près de la route Barry-Bachelor**

Contaminant	Période	Concentration maximale dans le domaine de modélisation de 1 km par 1 km, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentration maximale au camp autochtone, incluant la concentration initiale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Particules totales (PST)	24 heures	<b>270,41</b>	59,19	120
	Nombre de dépassements	<b>187 (10,24%)</b>	0	---
Particules fines ( $\text{PM}_{2.5}$ )	24 heures	21,06	15,5	30
Dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )	1 heure	67,9	52,31	414
	24 heures	38,57	30,76	207
	1 an	11,46	10,04	103
Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )	4 minutes	42,25	40,29	1 050
	24 heures	10,56	10,05	288
	1 an	2,09	2	52
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	609,19	601,19	34 000
	8 heures	406,58	400,68	12 700

Une zone située près de la route présente des dépassements de la norme des particules. Cependant, les taux d'émissions ont peut-être été surestimés, car les camions doivent réduire leur vitesse en raison de l'intersection, ce qui n'a pas été tenu en compte pour le calcul des taux d'émission. Aucun dépassement des normes applicables n'est présent au camp autochtone.

### 3 CONCLUSION

La présente étude révisée a été réalisée dans le cadre de l'étude d'impact pour le traitement de minerai aurifère du projet Barry et augmentation du taux d'usinage au site Bachelor à Desmaraisville de l'entreprise Ressources Bonterra Inc., à environ 165 km au sud-ouest de Chibougamau, dans la région du Nord-du-Québec, en territoire régi par la Convention de la Baie-James et du Nord Québécois (CBJNQ). Cette étude est requise en raison de l'impact sur la qualité de l'air ambiant que l'augmentation du taux d'usinage de minerai aurifère au site Bachelor peut avoir, particulièrement pour les récepteurs sensibles situés à proximité du site minier. Elle vise également à répondre aux questions du ministère relativement à l'étude de modélisation datée du 20 janvier 2021 dans le cadre de l'étude d'impact. Par ailleurs, il est à noter que des modifications et optimisations ont été apportées au projet depuis le dépôt de l'étude d'impact par Wood (2019). La modification principale consiste au retrait du projet Moroy qui fera passer l'augmentation du traitement du minerai de 800 à 1800 tonnes par jour au lieu de 2400 tonnes par jour tel qu'il était initialement prévu. De plus, des optimisations ont aussi été effectuées afin d'améliorer le contrôle environnemental et technique des opérations et découlent de l'avancement des étapes d'ingénierie de concept. Celles-ci ont été intégrées dans la révision de la l'étude de modélisation.

33 contaminants générés par les activités du site minier ont été modélisés. Des normes de qualité de l'atmosphère, présentes dans le RAA, sont associées à 22 contaminants. Des critères de qualité de l'atmosphère, fixés par le MELCC, sont associés à 9 autres contaminants. Enfin, des SEPR sont associés aux 2 derniers contaminants.

À la suite de la révision de la modélisation de la dispersion atmosphérique de ces contaminants avec un modèle approuvé par le MELCC (modèle AERMOD), nous avons comparé les résultats obtenus avec les normes et critères correspondant à chaque période modélisée (4 minutes, 1 heure, 8 heures, 24 heures ou 1 an tout dépendant des contaminants). Il s'est avéré que, à production maximale, les valeurs limites applicables pour certains contaminants sont dépassées à la limite de la zone de 300 mètres ou moins de distance des limites du bail minier :

- Le critère annuel du cyanure d'hydrogène;
- Le critère annuel du manganèse;
- Les critères horaire et annuel de la silice cristalline;
- Le SEPR annuel du tétraborate de sodium;
- Le SEPR annuel de l'oxyde de calcium;
- La norme horaire du dioxyde d'azote.

Cependant, les zones où les dépassements ont lieu se situent pour la plupart près de la limite de 300 mètres autour du site minier et aucun dépassement n'a lieu sur un récepteur ponctuel sensible. L'impact de ces dépassements est donc jugé mineur.

Enfin, le passage des camions de transport de minerai ne provoque pas de dépassement de normes applicables au camp autochtone le plus près de la route publique. Ressources Bonterra prévoit de plus suspendre le transport de minerai pendant 2 semaines au printemps lors de la période de la chasse à l'oie, ainsi que réduire le transport de minerai d'au moins 25 % à l'automne lors de la chasse à l'original et ce, afin de limiter les nuisances pour les utilisateurs du territoire.

ANNEXE A  
CARTES GÉOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE

---

PROJECT TITLE:

### Carte géographique autour du camp autochtone



COMMENTS:

SOURCES:

**1**

COMPANY NAME:

**Imausar Inc.**

RECEPTORS:

**122**

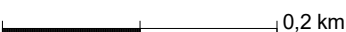
MODELER:

**Éric Lauzé, ing.**

SCALE:

1:5 500

0

 0,2 km

DATE:

**2021-01-11**

PROJECT NO.:

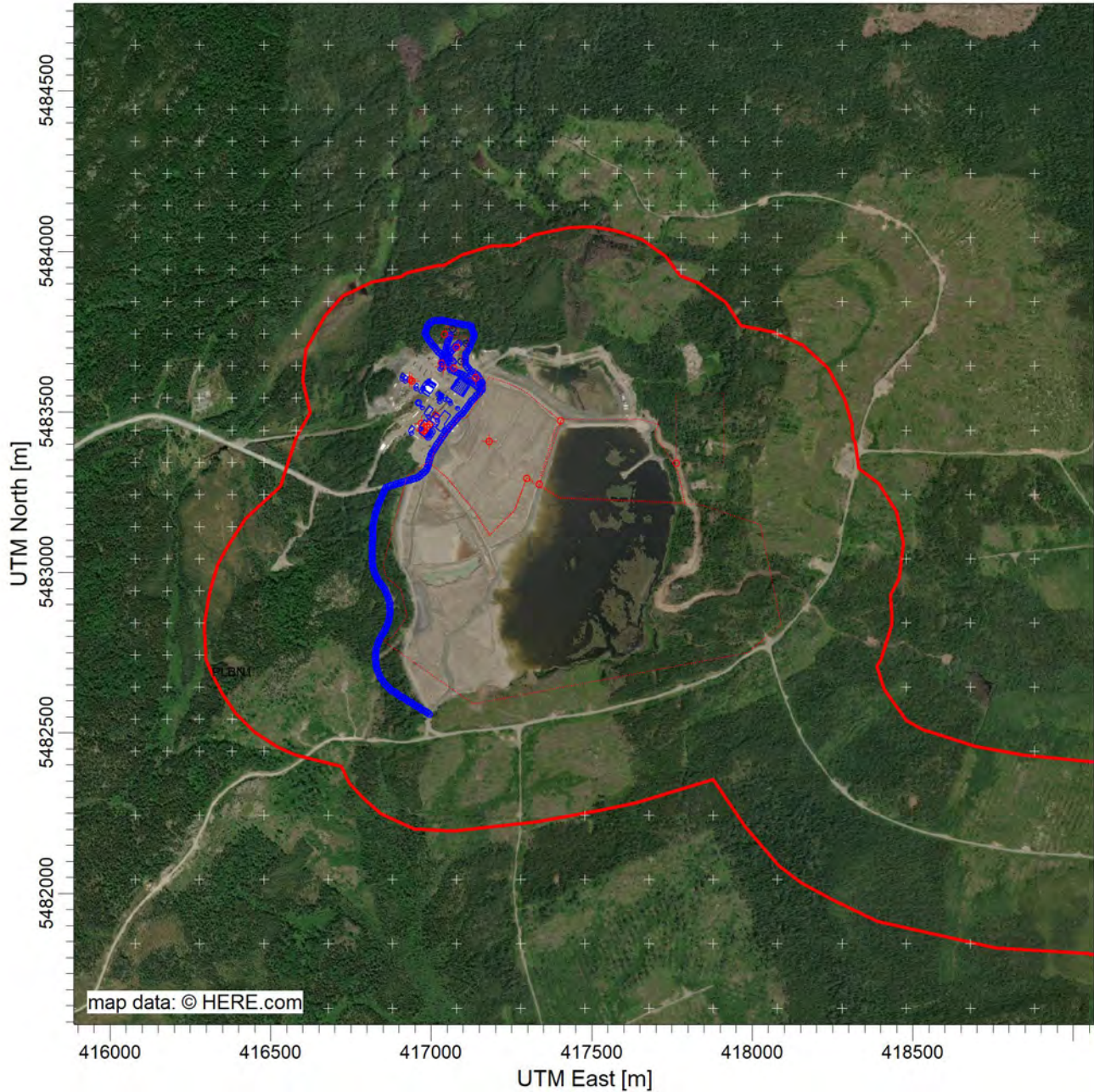
**IBTER-01**

IMAUSAR



PROJECT TITLE:

**Carte géographique du site minier**



COMMENTS:

SOURCES:

**32**

COMPANY NAME:

RECEPTORS:

**1050**

MODELER:

SCALE:

1:20 000

0  0,5 km

DATE:

**2022-07-07**

PROJECT NO.:

**IBTER-01**

PROJECT TITLE:

### Carte topographique autour du camp autochtone



Terrain Contours

meters



COMMENTS:

SOURCES:

**1**

COMPANY NAME:

**Imausar Inc.**

RECEPTORS:

**122**

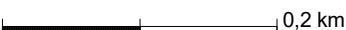
MODELER:

**Éric Lauzé, ing.**

SCALE:

1:5 500

0



0,2 km

DATE:

**2021-01-11**

PROJECT NO.:

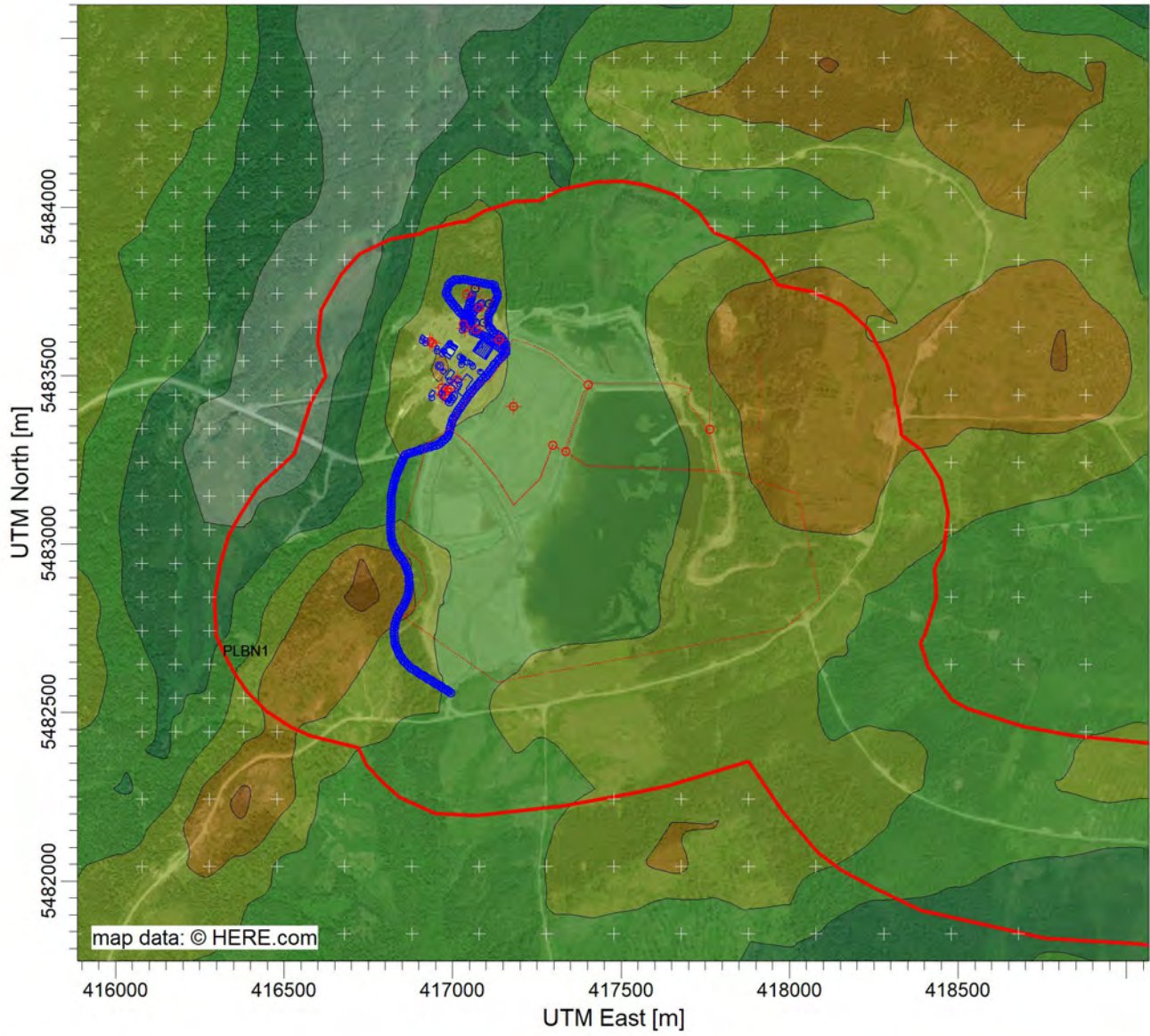
**IBTER-01**

IMAUSAR



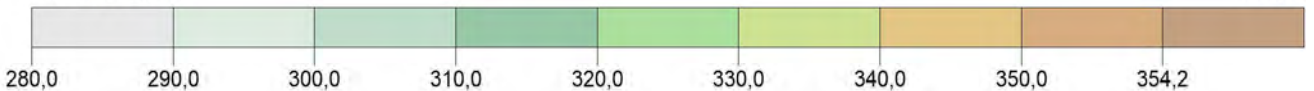
PROJECT TITLE:

**Carte topographique du site minier**



Terrain Contours

meters



COMMENTS:

SOURCES:

COMPANY NAME:

**32**

RECEPTORS:

MODELER:

**1050**

SCALE:

1:20 000

0

0,5 km

DATE:

**2022-07-07**

PROJECT NO.:

**IBTER-01**





ANNEXE B  
ROSE DES VENTS

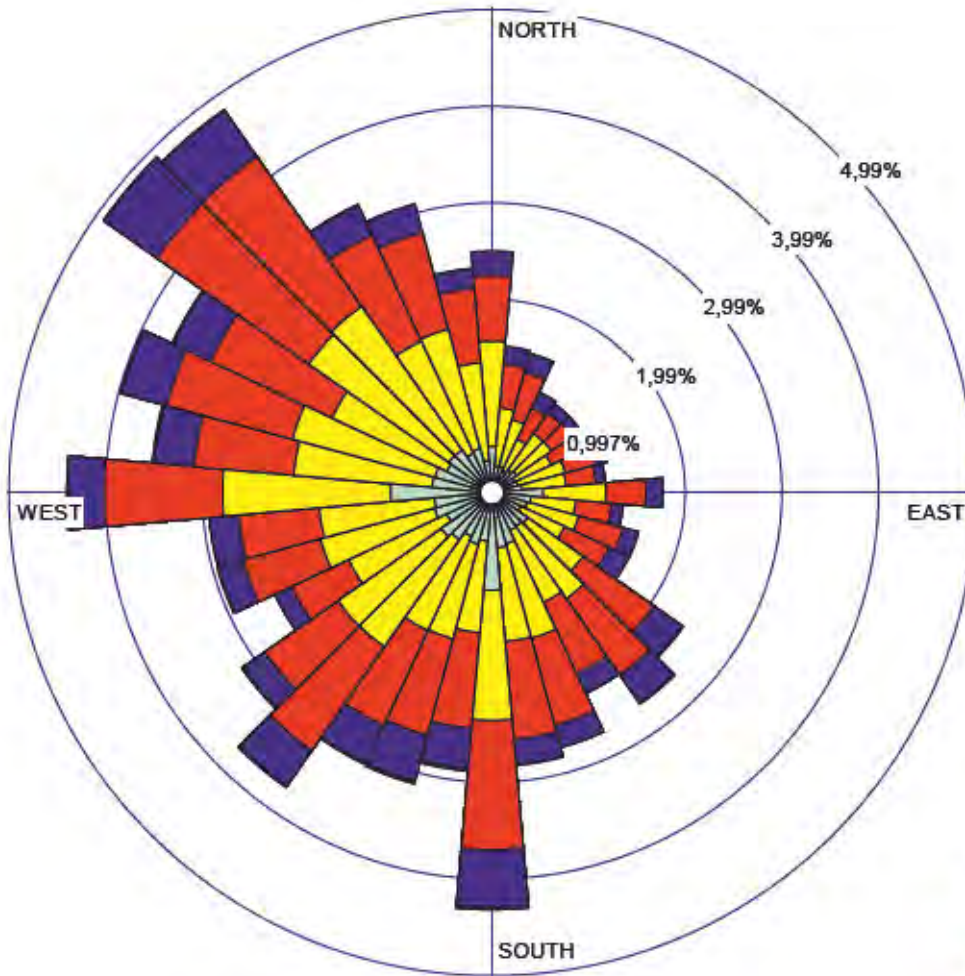
---

WIND ROSE PLOT:

Rose des vents de la station météorologique de Chapais-Chibougamau

DISPLAY:

Wind Speed  
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 4,81%

COMMENTS:

Rose des vents générée à l'aide des données météorologiques des années 2006 à 2010 inclusivement.

DATA PERIOD:

Start Date: 2006-01-01 - 00:00  
End Date: 2010-12-31 - 23:59

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:

4,81%

TOTAL COUNT:

43234 hrs.

AVG. WIND SPEED:

3,18 m/s

DATE:

2021-01-11

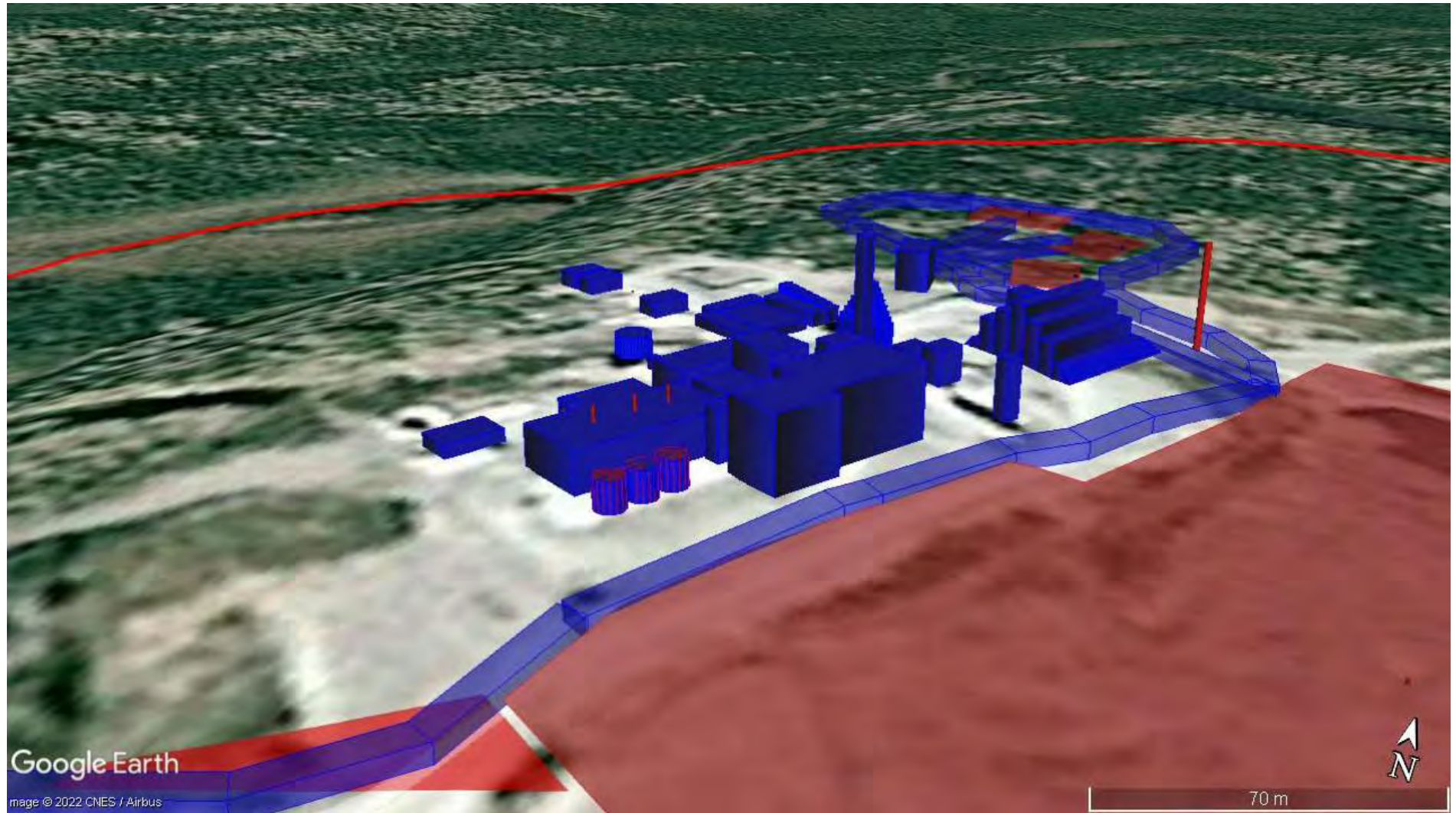
PROJECT NO.:

**IBTER-01**

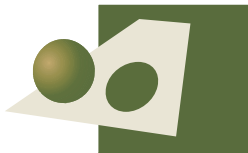


ANNEXE C  
PLANS DE LOCALISATION DES BÂTIMENTS  
ET DES SOURCES DU SITE À L'ÉTUDE

---



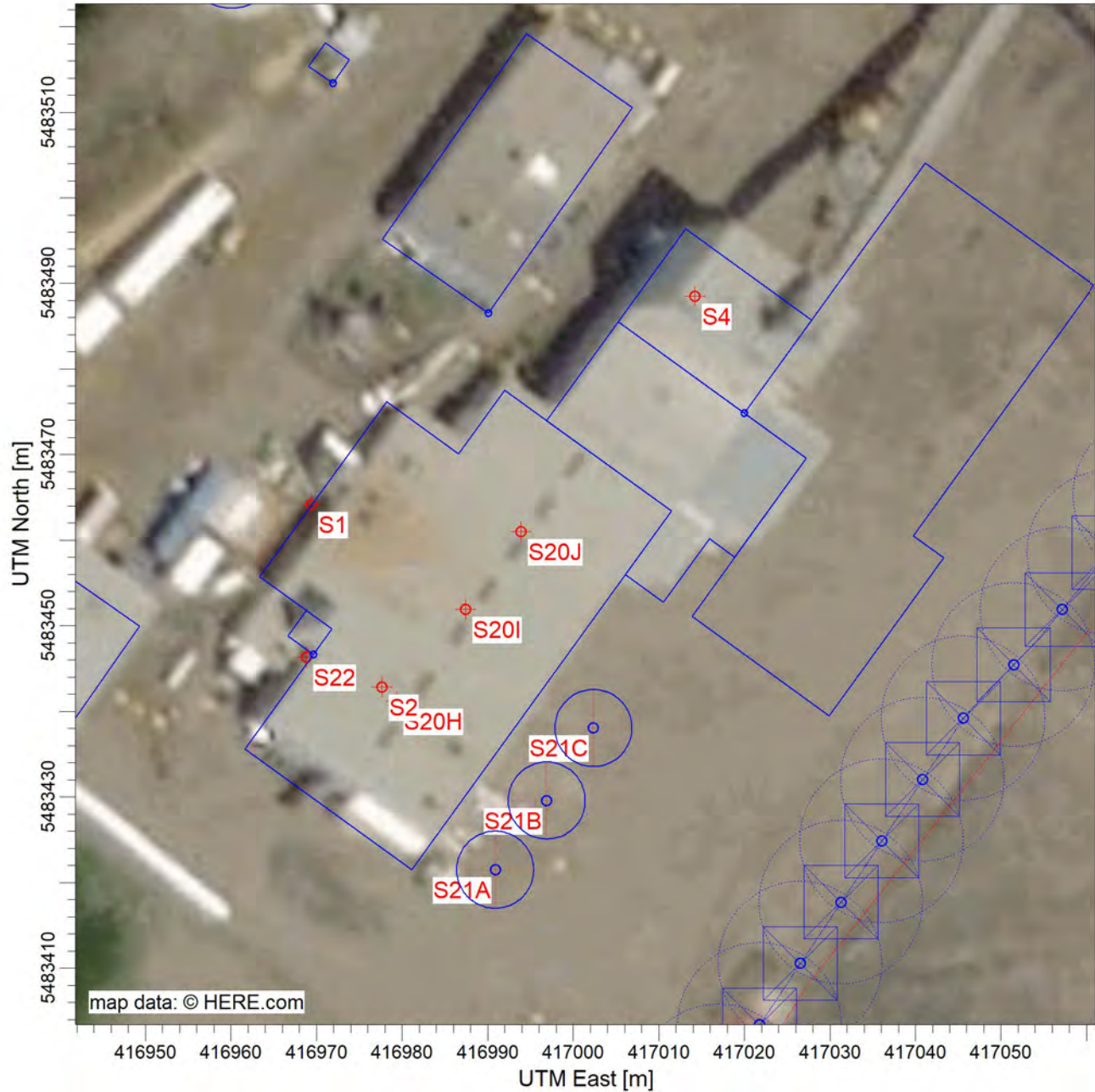
IMAUSAR



Projet: <b>Ressources Bonterra Inc.</b> 200, chemin de la Mine, Desmaraisville	<b>IBTER</b>	<b>01</b>	<b>CA01</b>	<b>01</b>	Titre: <b>PLAN 3D DES INSTALLATIONS MINIÈRES</b> Étude de modélisation de la dispersion atmosphérique 200, chemin de la Mine, Desmaraisville (Qc)
Date: 7 juillet 2022	Dossier: IBTER-2009-01			Plan généré à l'aide de Google Earth© et AermodView©	

PROJECT TITLE:

**Plan de localisation des bâtiments et des sources du site à l'étude  
Vue rapprochée de l'usine de traitement de minerai**



COMMENTS:

SOURCES:

**32**

COMPANY NAME:

RECEPTORS:

**1050**

MODELER:

SCALE:

1:750

0

0,02 km

DATE:

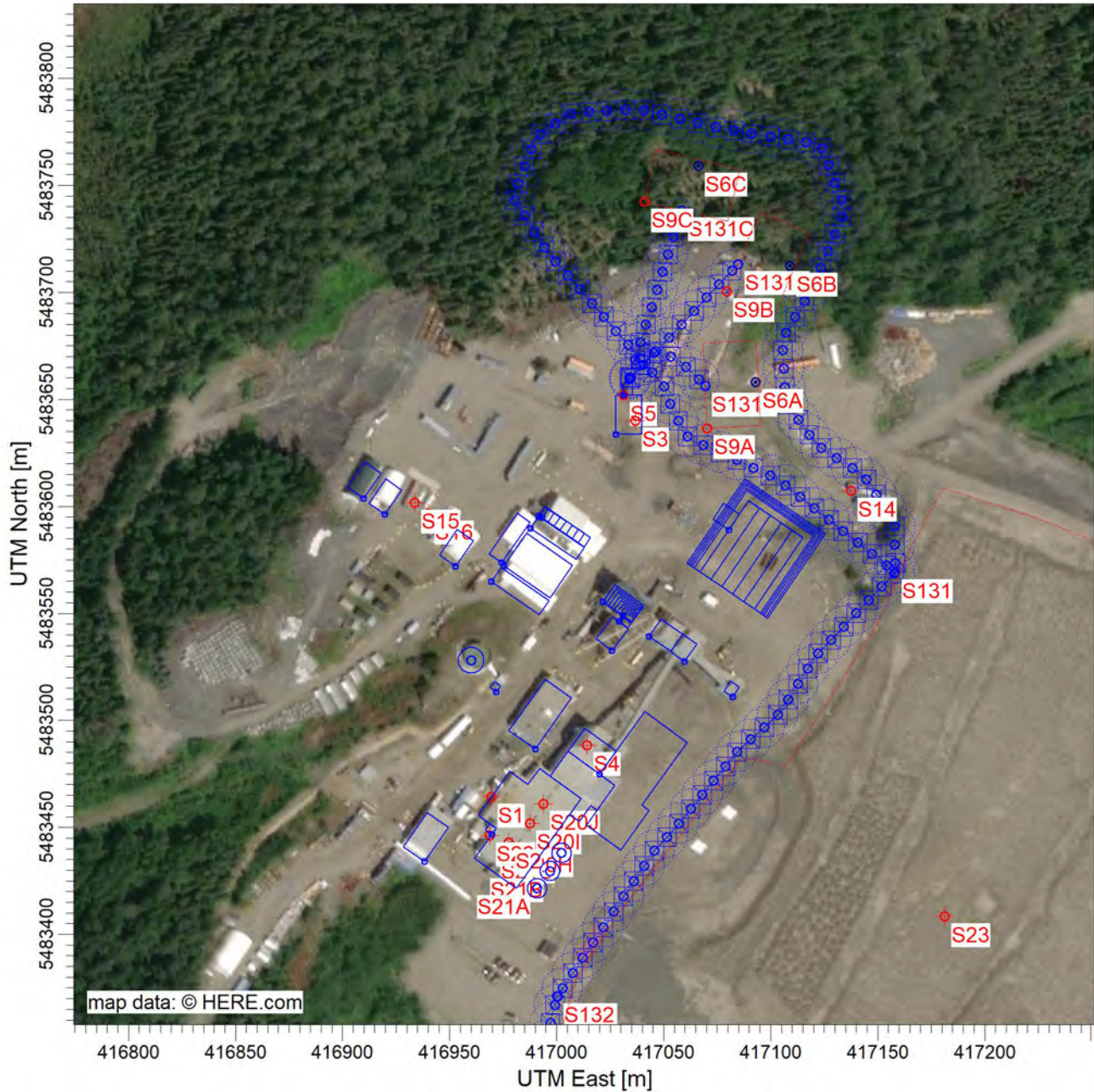
**2022-07-07**

PROJECT NO.:

**IBTER-01**

PROJECT TITLE:

**Plan de localisation des bâtiments et des sources du site à l'étude**  
**Vue des différents bâtiments et des haldes**



COMMENTS:

SOURCES:

**32**

COMPANY NAME:

RECEPTORS:

**1050**

MODELER:

SCALE:

1:3 000

0



0,1 km

DATE:

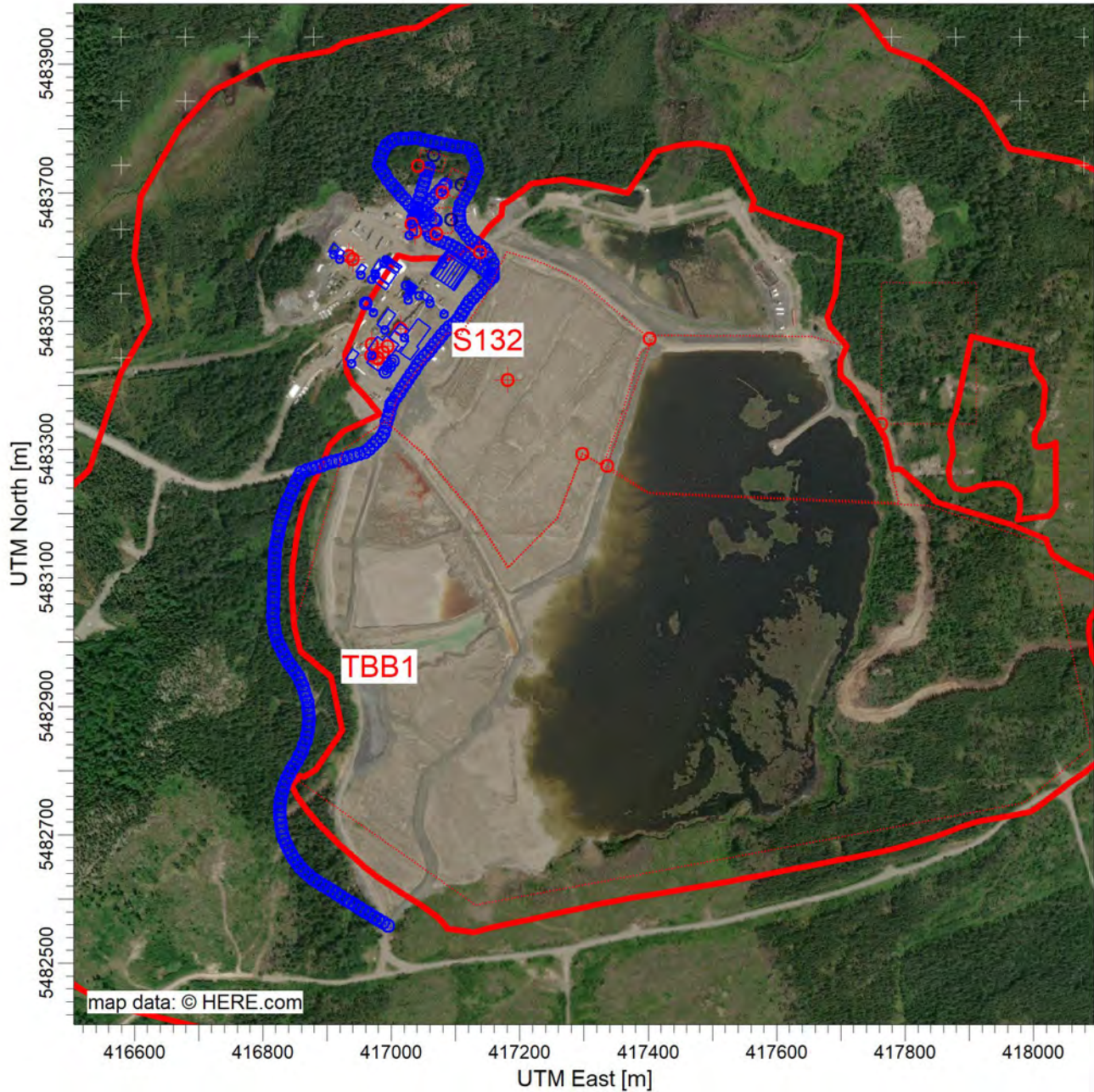
**2022-07-07**

PROJECT NO.:

**IBTER-01**

PROJECT TITLE:

**Plan de localisation des bâtiments et des sources du site à l'étude  
Vue des installations aux limites du bail minier**



COMMENTS:

SOURCES:

**32**

COMPANY NAME:

RECEPTORS:

**1050**

MODELER:

SCALE:

1:10 000

0

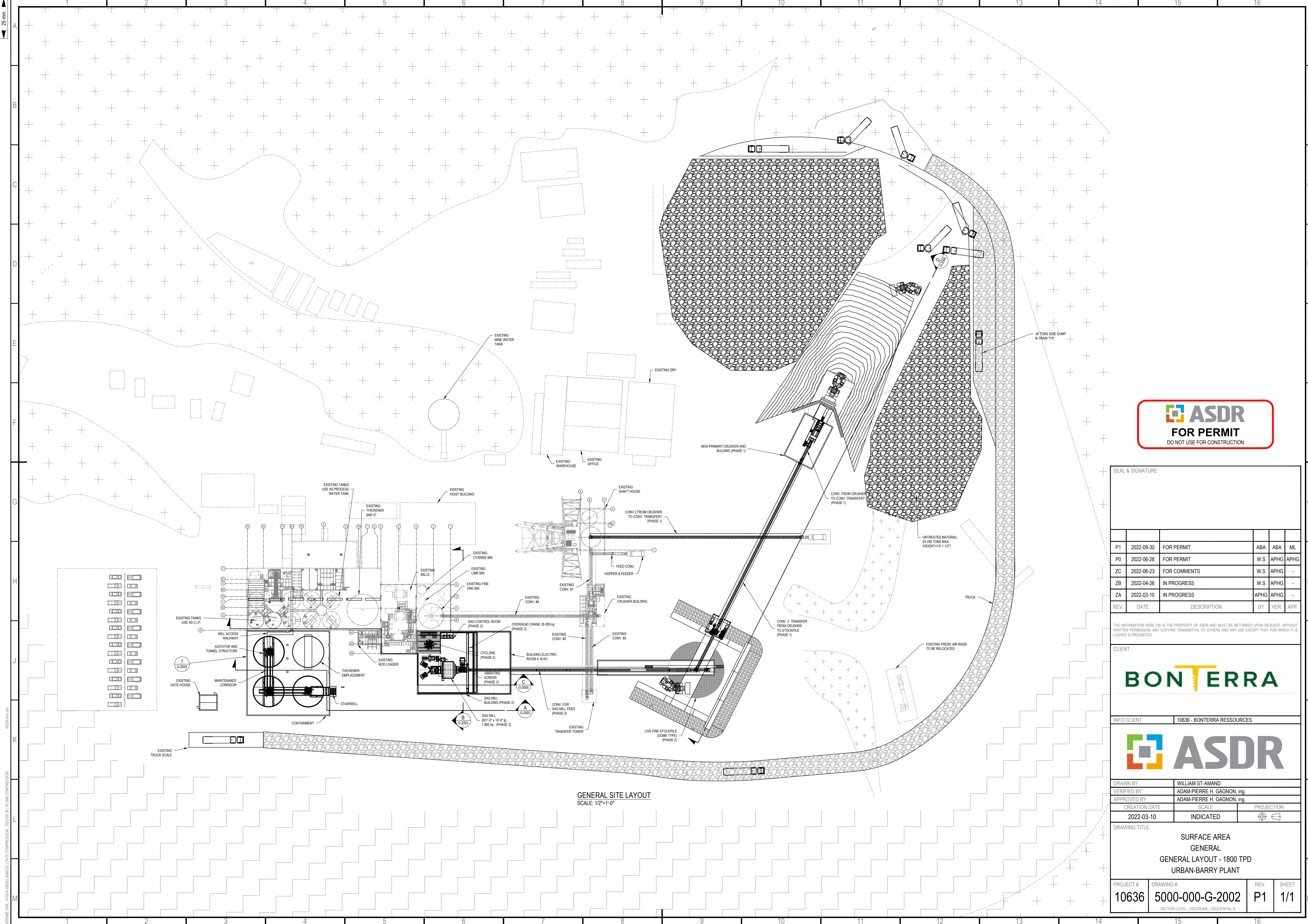
0,3 km

DATE:

**2022-07-07**

PROJECT NO.:

**IBTER-01**



SEAL & SIGNATURE

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	VER.	APP.
P1	2022-09-30	FOR PERMIT	ABA	ABA	ML
P0	2022-06-28	FOR PERMIT	W.S	APHG	APHG
ZC	2022-06-23	FOR COMMENTS	W.S	APHG	-
ZB	2022-04-26	IN PROGRESS	W.S	APHG	-
ZA	2022-03-10	IN PROGRESS	APHG	APHG	-

THE INFORMATION HERE ON IS THE PROPERTY OF ASDR AND MUST BE RETURNED UPON REQUEST. WITHOUT WRITTEN PERMISSION, ANY COPYING TRANSMITTAL TO OTHERS AND ANY USE EXCEPT THAT FOR WHICH IT IS LOANED IS PROHIBITED.



INFO CLIENT | 10636 - BONTERRA RESSOURCES



DRAWN BY	WILLIAM ST-AMAND	
VERIFIED BY	ADAM-PIERRE H. GAGNON, Ing.	
APPROVED BY	ADAM-PIERRE H. GAGNON, Ing.	
CREATION DATE	SCALE	PROJECTION
2022-03-10	INDICATED	

DRAWING TITLE  
 SURFACE AREA  
 GENERAL  
 GENERAL LAYOUT - 1800 TPD  
 URBAN-BARRY PLANT

PROJECT #	DRAWING #	REV.	SHEET
10636	5000-000-G-2002	P1	1/1

GENERAL SITE LAYOUT  
 SCALE: 1/2"=1'-0"

INFRIME PAR: ANEVA ABDELRAHOU (DATE D'IMPRESSION: 2022-09-30) (PLUME D'IMPRESSION: ASDR No.2)



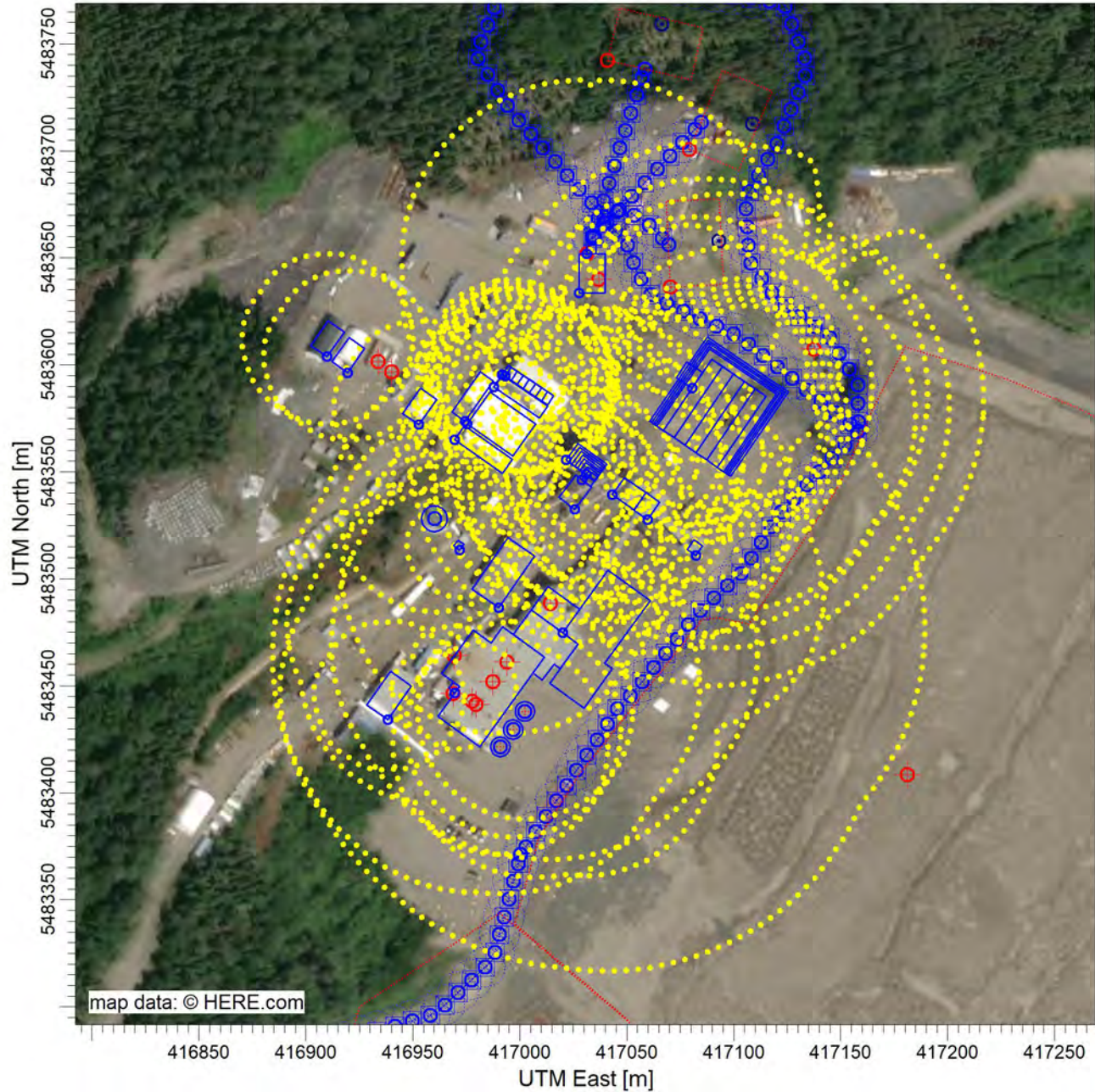


ANNEXE D  
CARTE DE L'AIRE D'INFLUENCE DES BÂTIMENTS

---

PROJECT TITLE:

**Carte de l'aire d'influence des bâtiments**



COMMENTS:

L'aire d'influence des bâtiments sur les sources est représentée par des lignes pointillées jaunes.

SOURCES:

**32**

COMPANY NAME:

RECEPTORS:

**1050**

MODELER:

SCALE:

1:3 000

0

 0,1 km

DATE:

**2022-07-07**

PROJECT NO.:

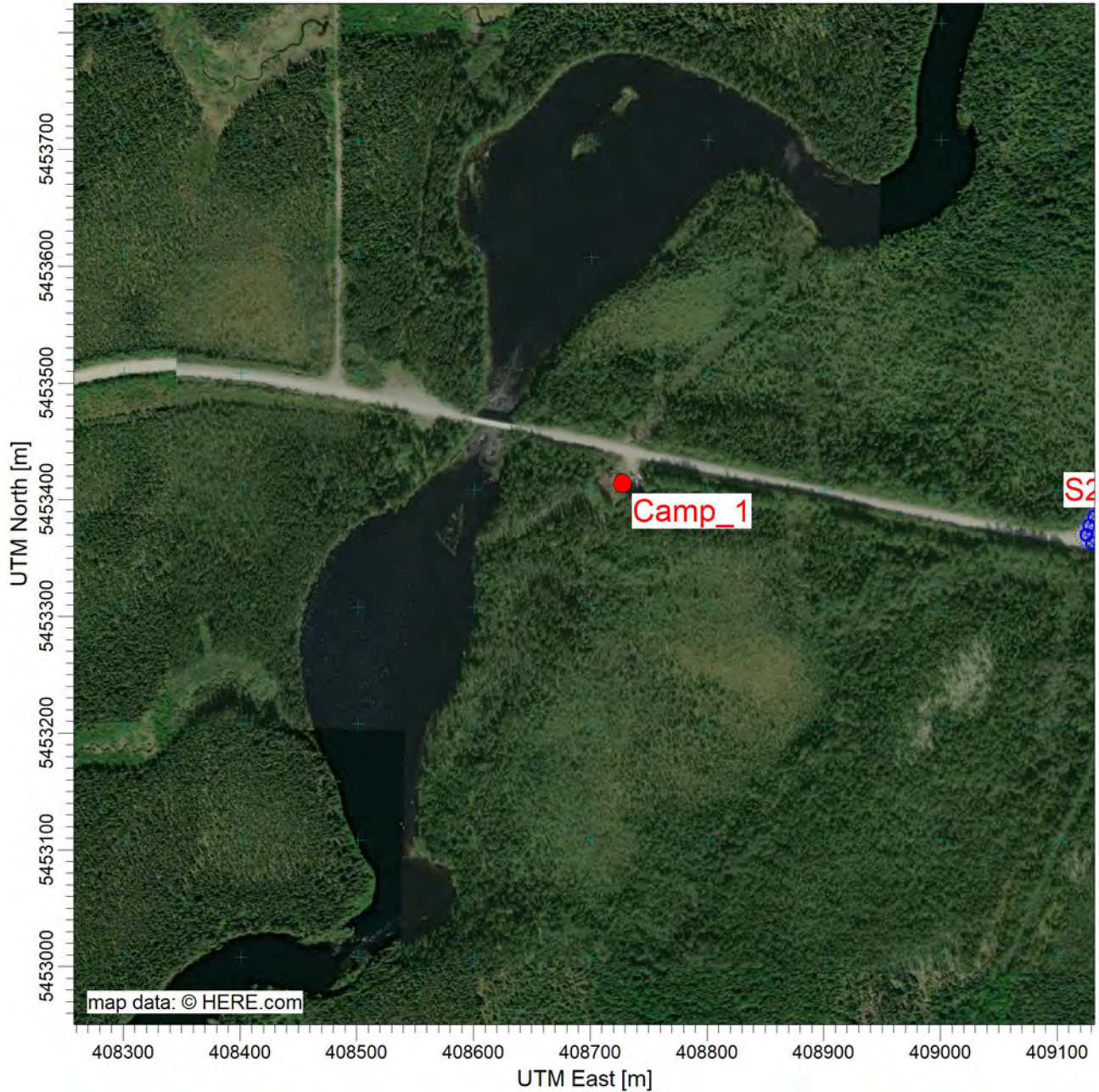
**IBTER-01**



ANNEXE E  
 CARTES AVEC DOMAINE DE MODÉLISATION ET RÉCEPTEURS  
 PONCTUELS SENSIBLES

PROJECT TITLE:

**Carte du domaine de modélisation autour du camp autochtone**



COMMENTS:

Le camp autochtone est représenté par un point rouge.

SOURCES:

**1**

RECEPTORS:

**122**

COMPANY NAME:

**Imausar Inc.**

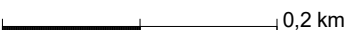
MODELER:

**Éric Lauzé, ing.**

SCALE:

1:5 500

0



0,2 km

DATE:

**2021-01-11**

PROJECT NO.:

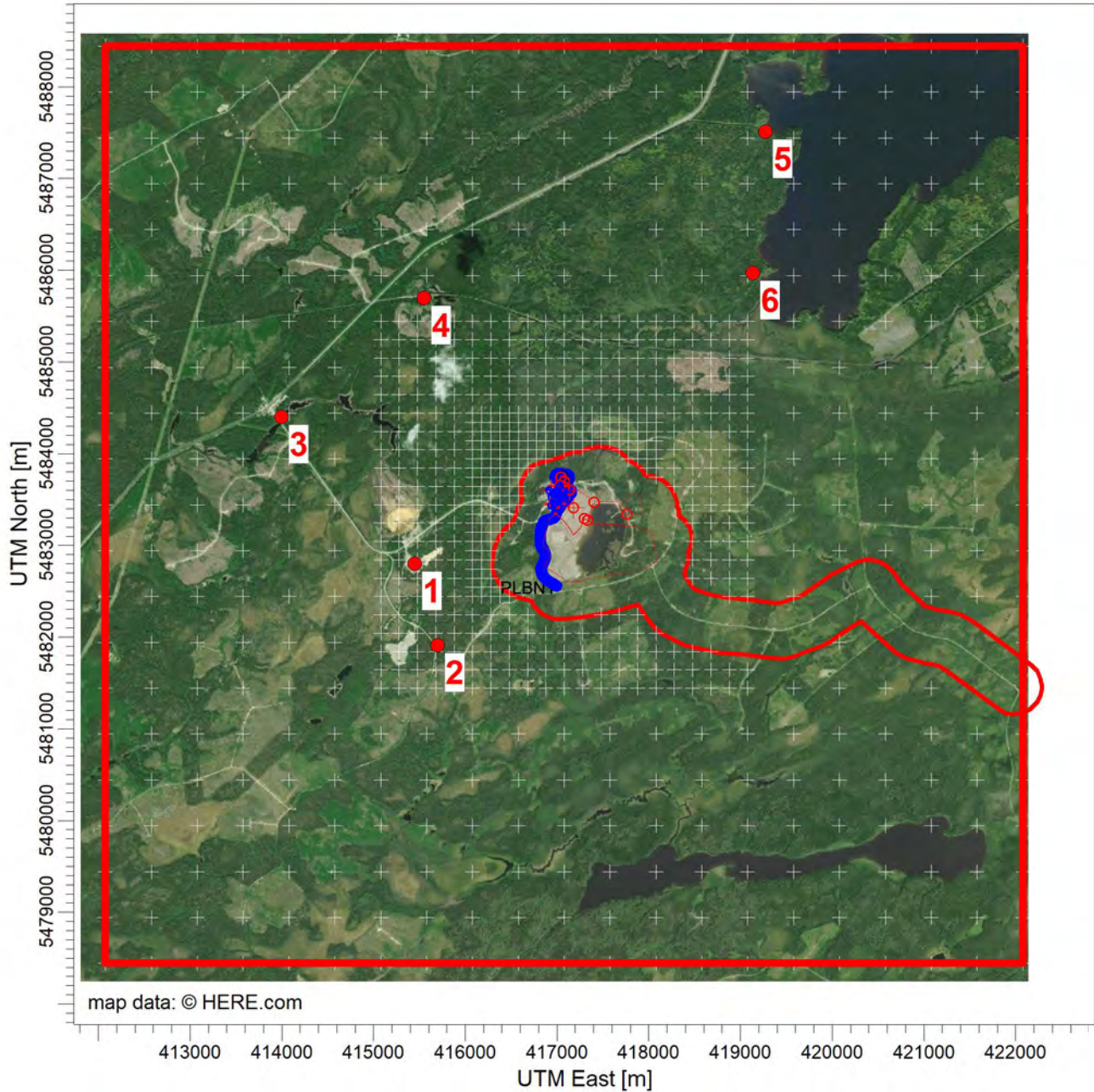
**IBTER-01**

IMAUSAR



PROJECT TITLE:

**Carte du domaine de modélisation et des récepteurs ponctuels sensibles**



COMMENTS:

Les récepteurs ponctuels sensibles sont représentés par des points rouges avec des chiffres.

SOURCES:

**32**

COMPANY NAME:

RECEPTORS:

**1050**

MODELER:

SCALE:

1:70 000

0

2 km

DATE:

**2022-07-07**

PROJECT NO.:

**IBTER-01**



ANNEXE F  
REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

---



Emplacements où les photos ont été prises



Photo #1





Photo #2



Photo #3



Photo #4



Photo #5

## ANNEXE G (SUR DVD)

1. FICHER DE CALCUL DES TAUX D'ÉMISSION
  2. FICHES SIGNALÉTIQUES
  3. CALCULATEUR DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DES STATIONS  
DE CARBURANT
  4. GRAPHIQUES DE RÉSULTATS DE MODÉLISATION
  5. FICHIERS DE SORTIE DU MODÈLE AERMOD
-

QC2-6 : COMPTE RENDU DE LA RENCONTRE DU 12 JUILLET 2022 AVEC LES MAÎTRES DE TRAPPE



**BONTERRA**

**Meeting date:** July 12<sup>th</sup>, 2022

**Meeting start time:** 10:00AM

**Meeting End time:** 12:00PM

**Meeting attendance (on TEAMS):**

Waswanipi First Nation: Joshua Blacksmith, Allan Saganash, Matthew Blacksmith

Bonterra: Steve Gaudreault, Marc-André Pelletier, Karine Gauthier-Hétu (GCM consultant), Martin Boucher (Envirofor)

**Purpose of the meeting:** W24A land consultation. The intent of the meeting is to make Bonterra aware of all the activities and land use on W24A land. That exercise was completed 2 years ago for the Impact study, and it needs to be checked again for accuracy.

**Minutes:**

We all introduced ourselves first. Matthew (W24A Tallyman) and Allan (main user) were appointed to represent the W24A land. Allan's wife is member of the Blacksmith family. Have hunted since mid-sixties. Has worked with Frank and Frank's father at identifying protected areas in the W24A trapline.

We had discussions on how CTA (Cree Tallyman Association) appoints officially the Tallyman. Matthew is waiting for the final resolution from CTA.

Steve shared his screen on google map. We were able to see the W24A land (approximate contour) and the Bachelor mine site.

Allan mentioned there is a wildlife protected area (see figure 1), an aquatic reserve around Waswanipi lake (see figure 2), there is a 1% of protected area (mostly around camp areas but not all, some are registered, and some are not, ongoing as per Josh), and a 25% of wildlife interested area defined by the Tallyman and land users (mostly moose habitats). Allan mentioned the pinpoint does not represent the protected or hunting areas. It should be an area not a dot but an area!

There are 6 Cree seasons. The number of land users depends on the season (like goose break). Hunting can happen anywhere in the trapline. Bonterra is aware of that.

Family maps document areas of interest such as spawning areas. Some maps are available, but some are not (like the Family maps based on traditional knowledge, those information on the maps are owned by Waswanipi, cannot share it as per CNG, with a confidentiality agreement- to be confirmed).

Karine showed more maps showing the Waswanipi lake protection area and some other protected area.

Discussion on the map showing the Bachelor-Moroy site and a 5km circle radius which represent the study area (refer to figure 3). We can see camps (orange and pink) identified 2 years ago. Another map showing all activities is presented from the impact study document (figure 4)

Allan, Josh, and Matthew showed us on google map where the camps, protected areas and biological refuge are. Located a camp near Lac Cerré (figure 5). Camps on Bachelor Lake and Bachelor River, closer to mine site (see figure 6 and 7) and located three permanent camps. On Rivière Auger, Henry Saganash's camp was approximately located (owned by his son now-figure 8). Lac Auger old camp is showed on figure 9. There is 1% protected area there. The red circle is a beaver protected area (5 lakes). They reproduce there. No trapping activity there. Figure 10 shows not used camp close to mine site. Discussed about camps that are outside the study area. Review the dots that were mentioned as camping site in the Impact study (figure 11)

Discussed about road access improvement. A by-pass was built to avoid mine site (4500). It appears that is a public road. Discussion about a big hill that is avoided during springtime (figure 12).

Lac Malouin is outside the study area but is located near the bachelor-Barry access road. Discussion about the distance away from the road that could be impacted. Josh mentioned there are impact like noise and dust and wildlife is important to consider as well (figure 13).

There is a hunting trail between Lac Auger and Lac Malouin (figure 14)

At the end of the meeting, it was mentioned the exercise would it be much easier if that was face to face because it is a bit difficult to do that remotely. If we could share maps (like the forestry company) the process would be much easier. The meeting ended, Steve mentioned that we are going to have a harmonization committee meeting on Monday July 18.

**Figures:**



**Figure 1:** Approximate location of the Wildlife protected area (no harvest work there, for moose only)

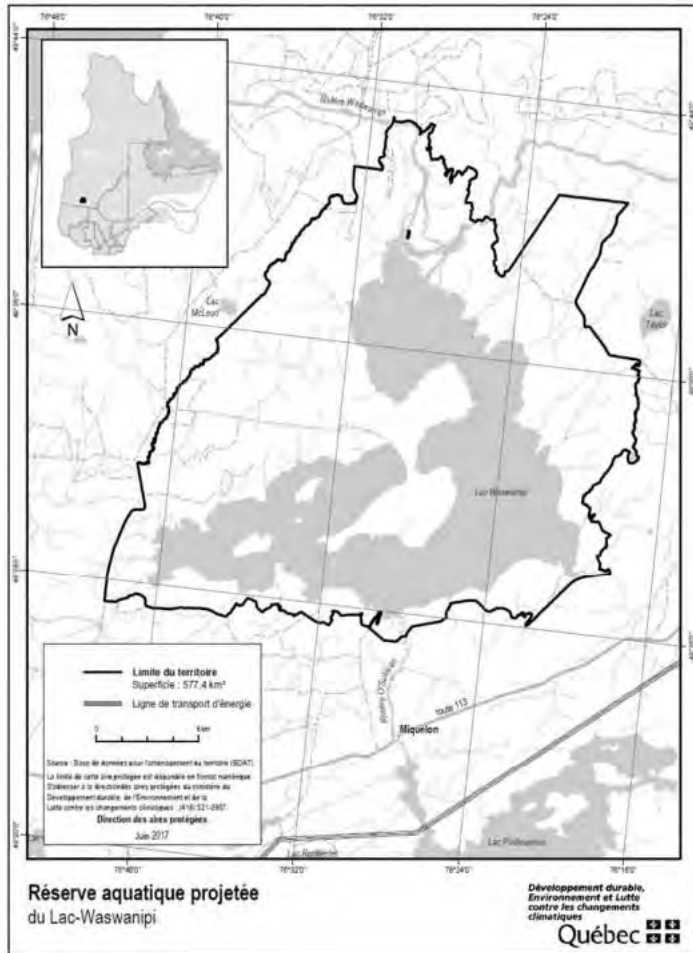


Figure 2: Waswanipi protected area



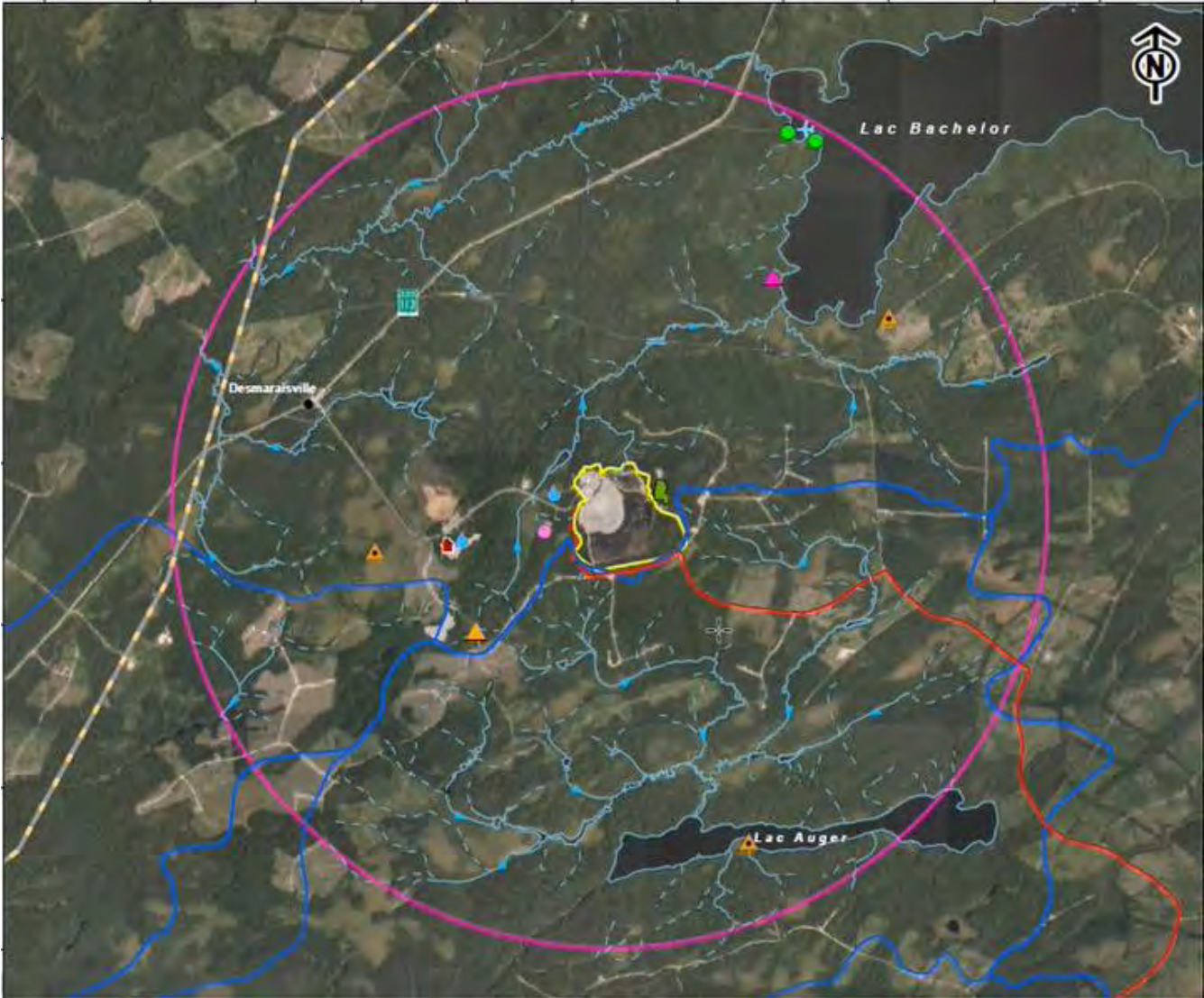


Figure 3: A 5km circle radius surrounding the Bachelor sire (area of study in the Impact Study)

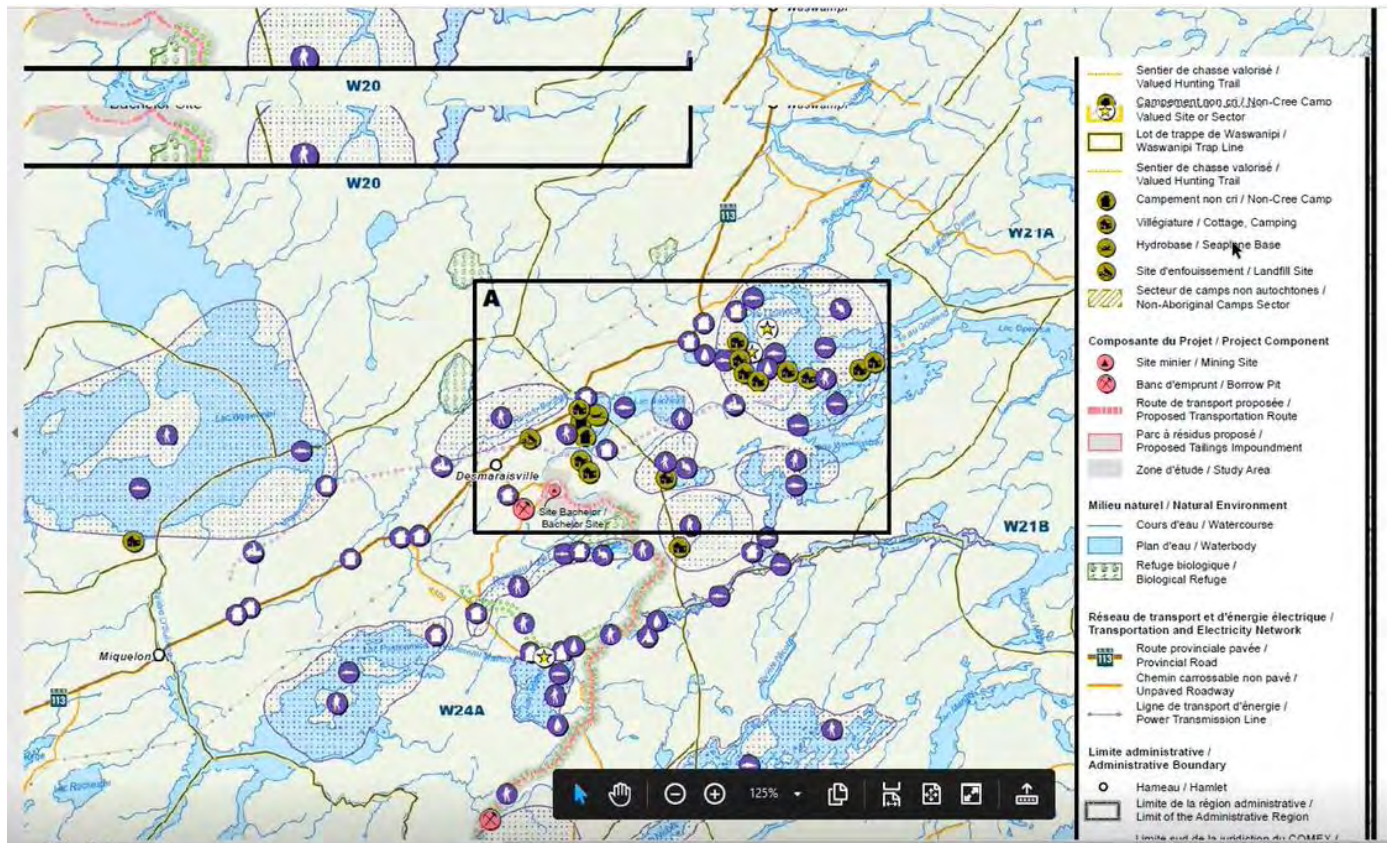


Figure 4: Map showing all the land activities from the impact study document



Figure 5: Lac Cerré map

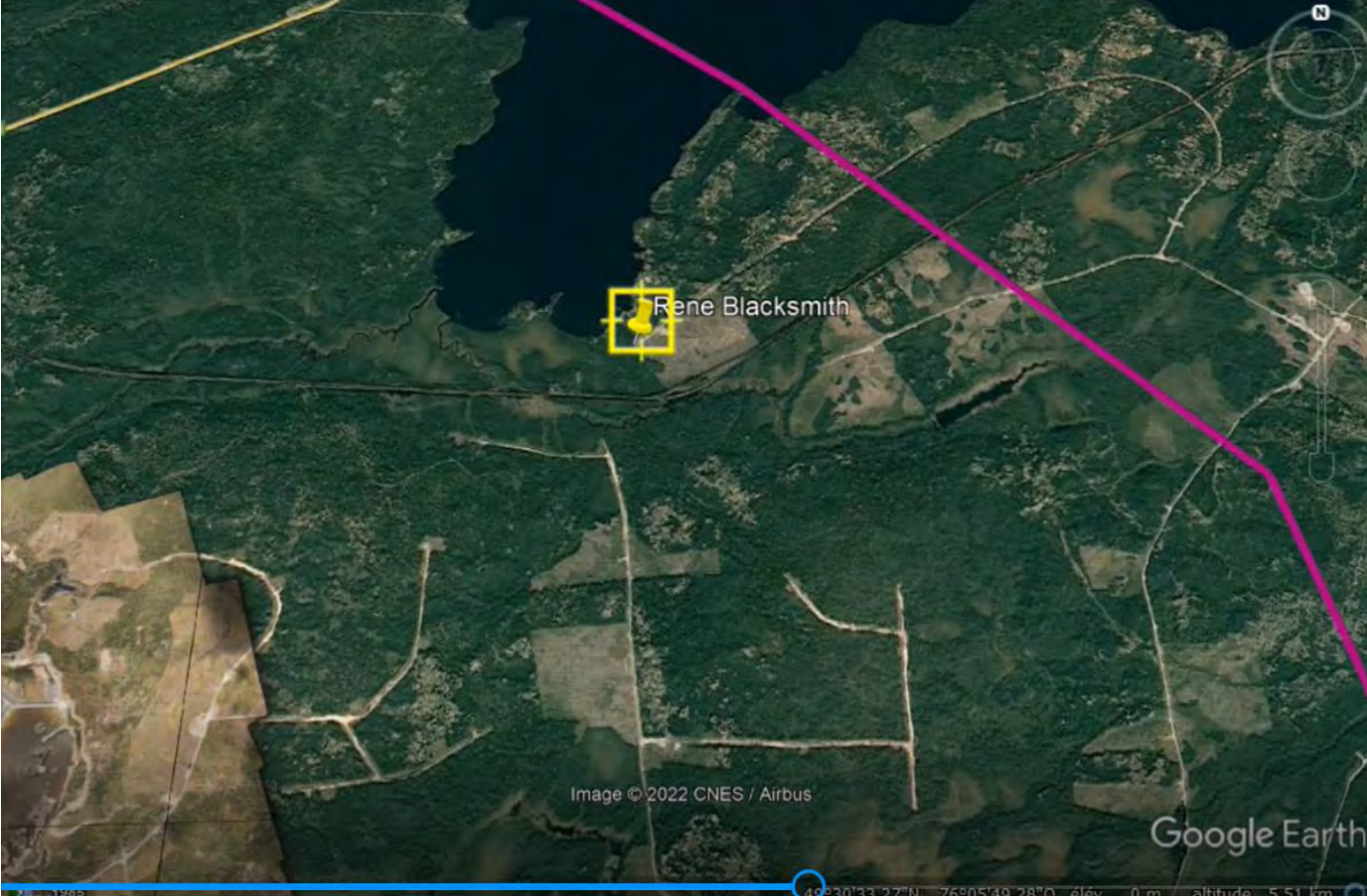
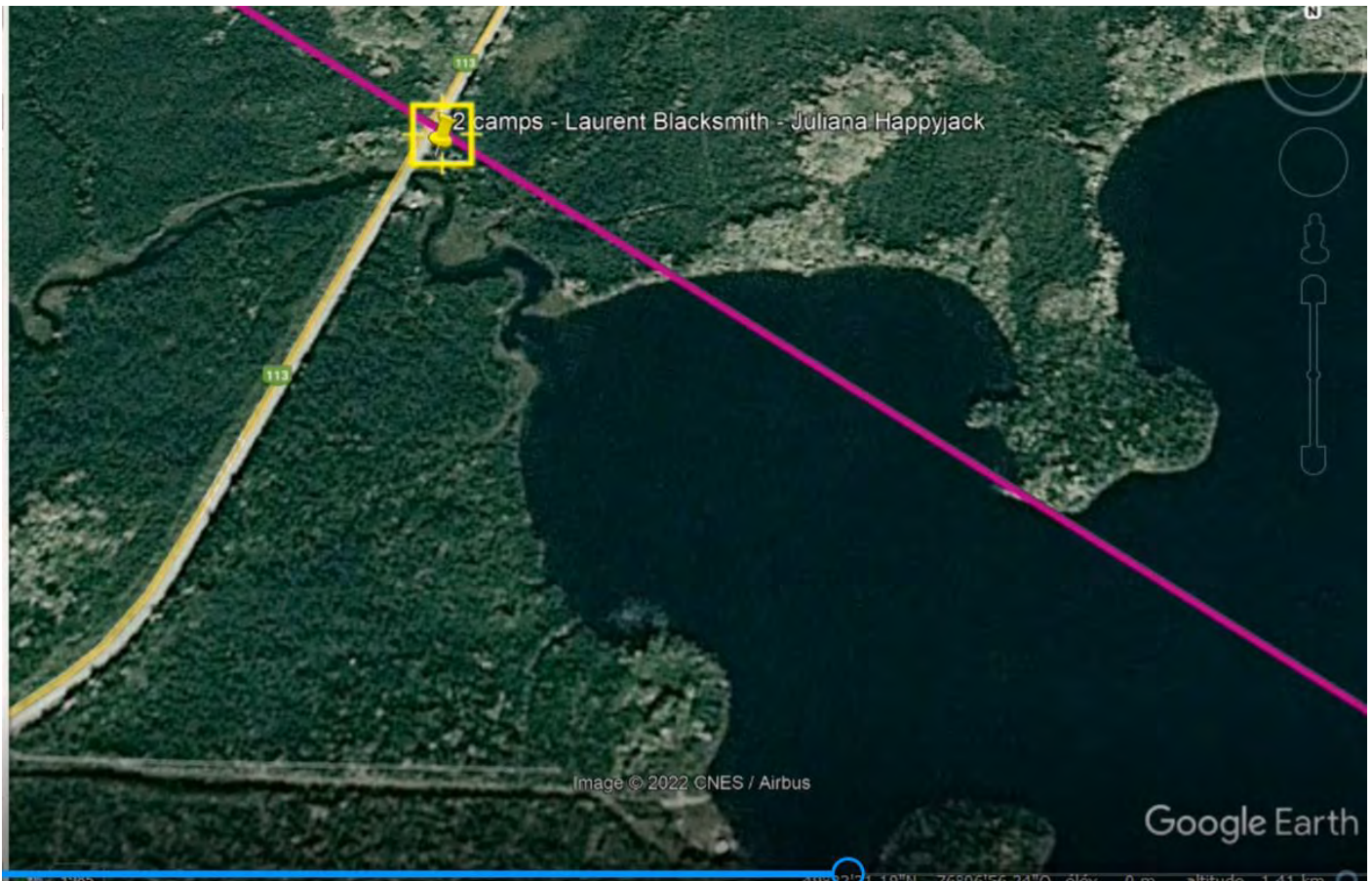
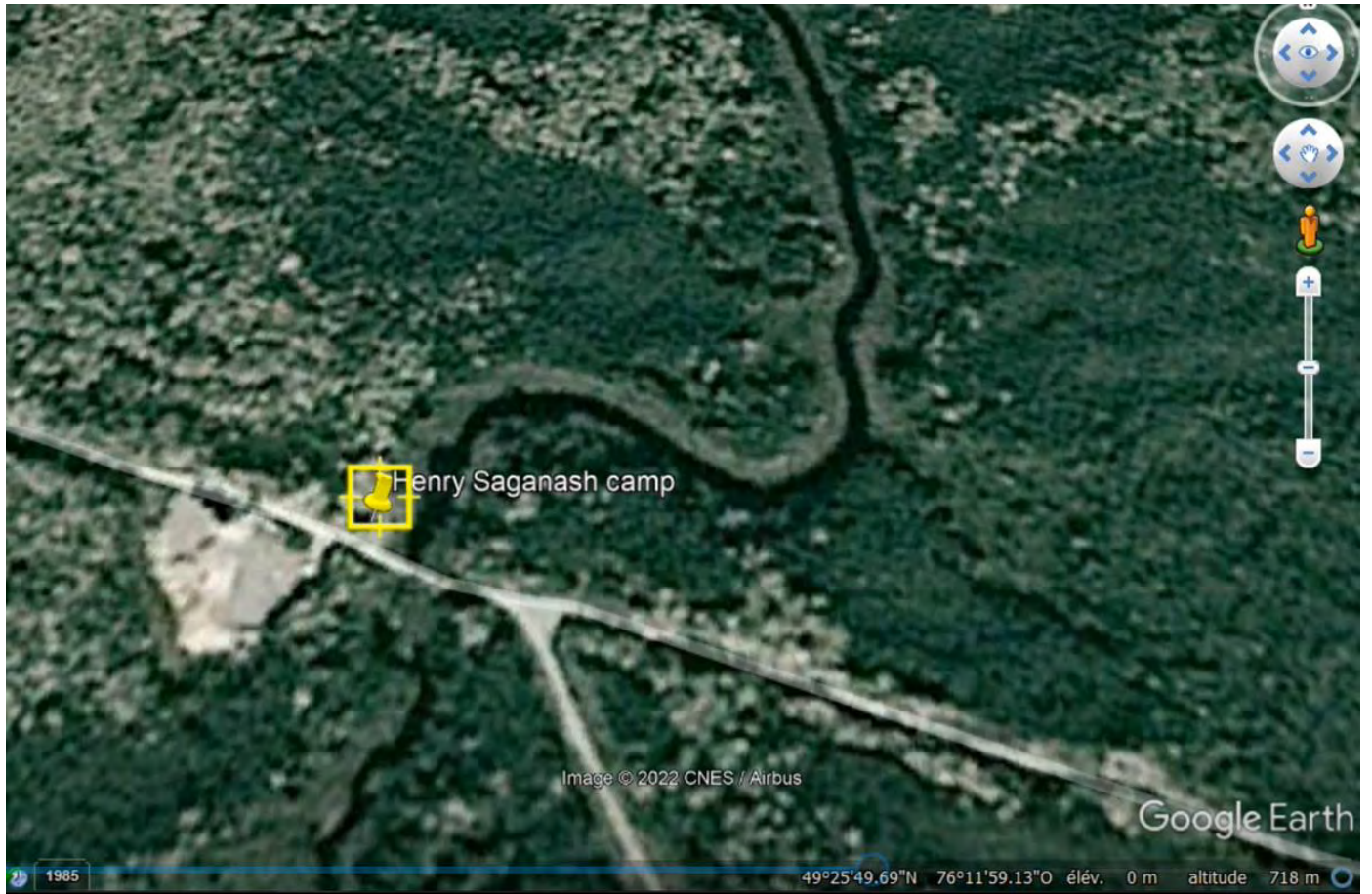


Figure 6: Map showing the Lac Bachelor, near the mine site



**Figure 7:** Permanent camps near the highway 113 and Bachelor River



**Figure 8:** Lac Auger River where Henry's camp is approximately located



**Figure 9:** Lac Auger and a beaver protected area



**Figure 10:** shows not used camp close to mine site

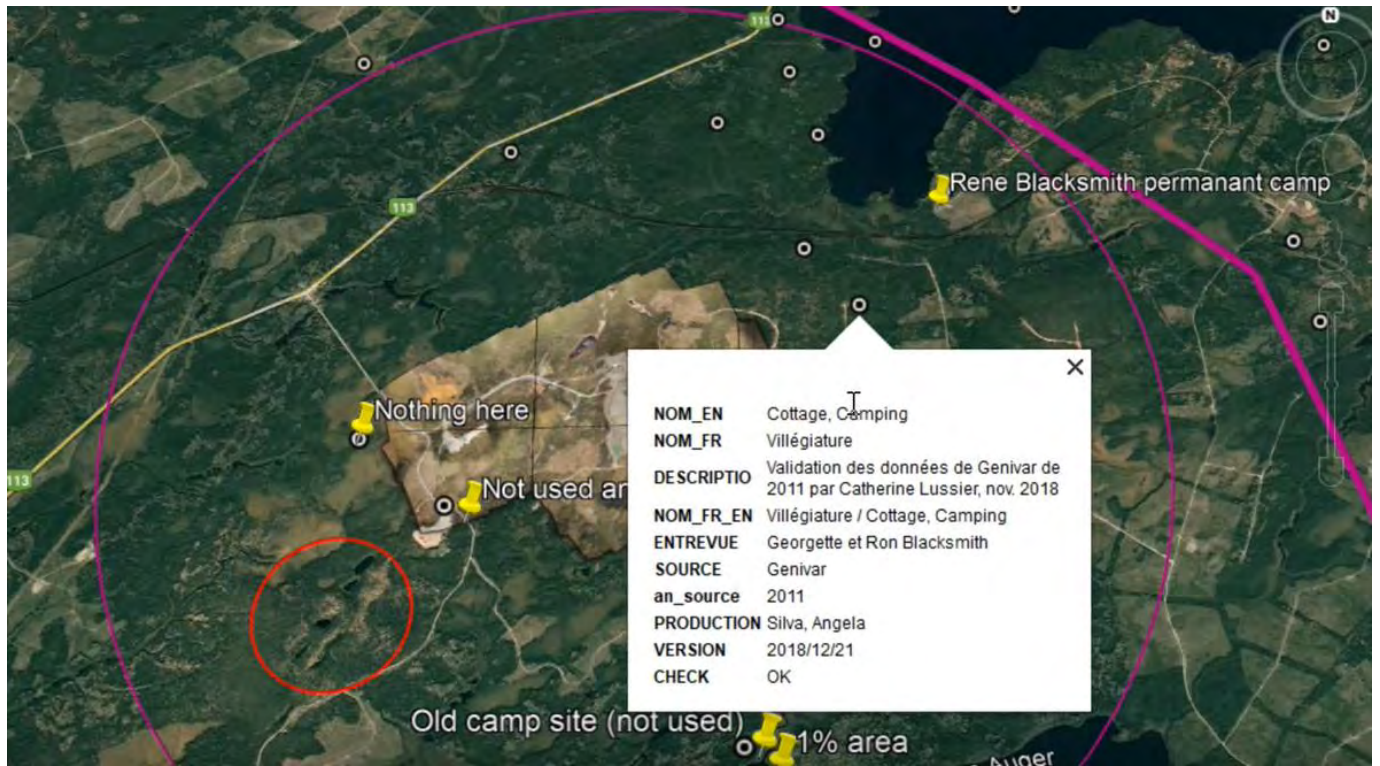


Figure 11: Hunting site and camping site that was identified in the Impact study (black dots).



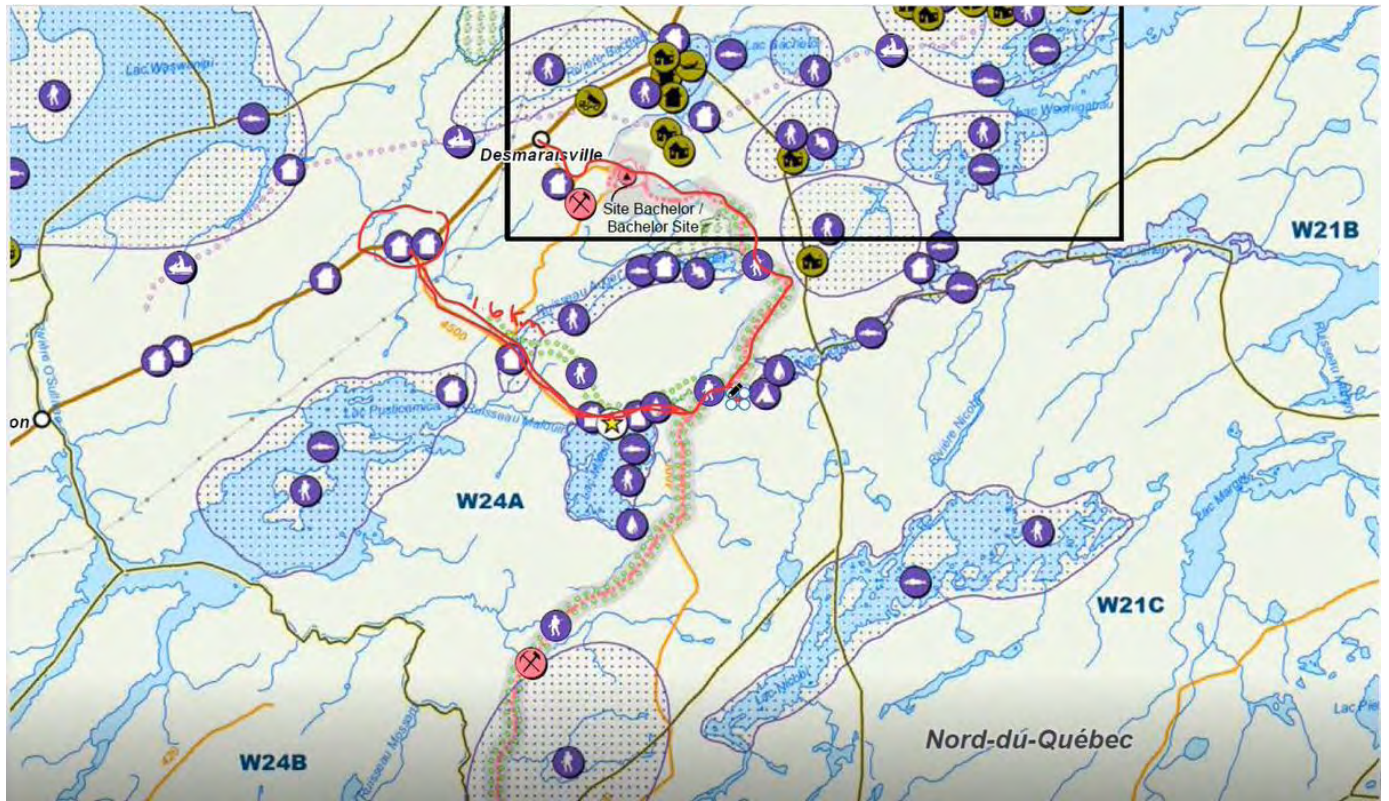
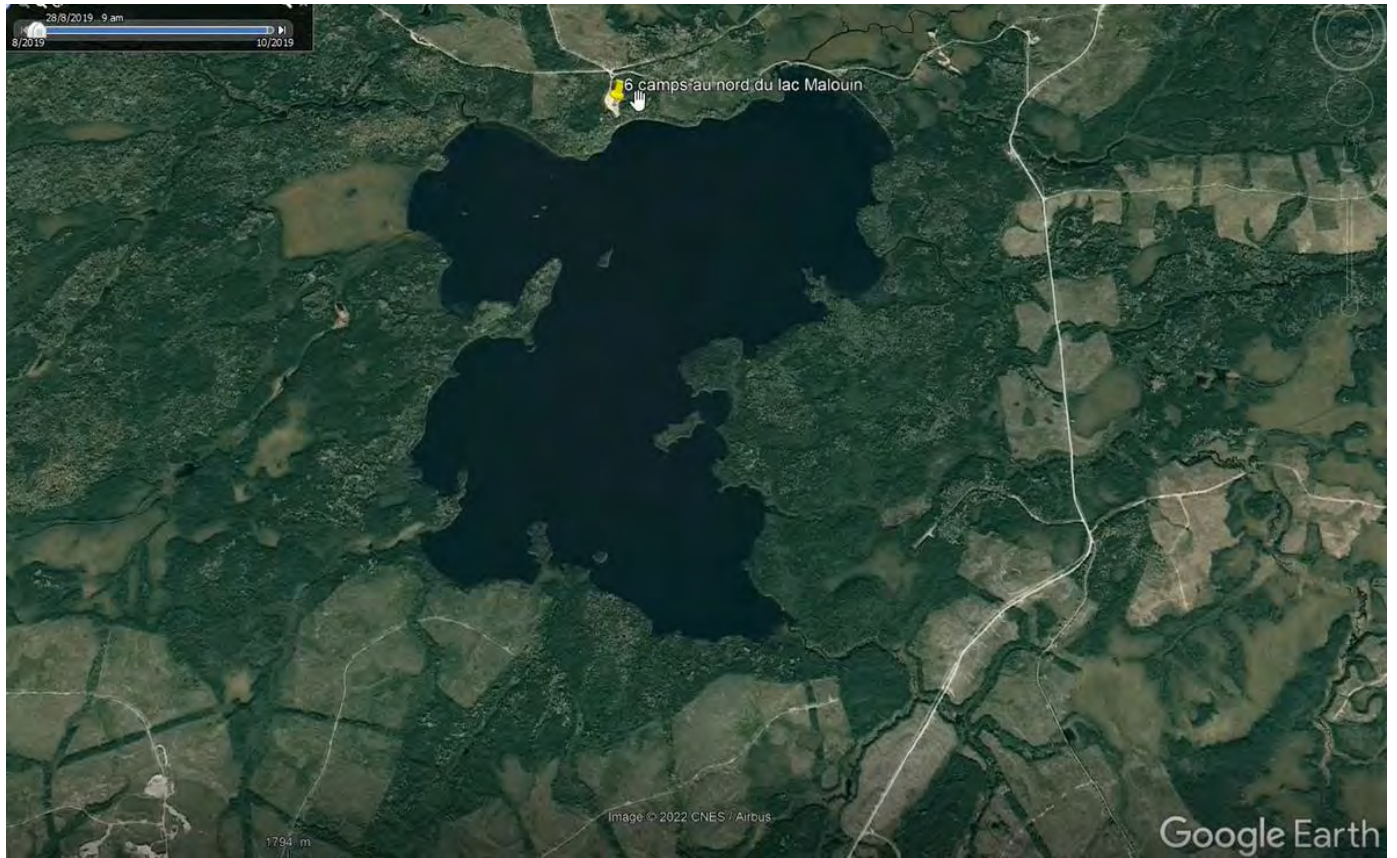
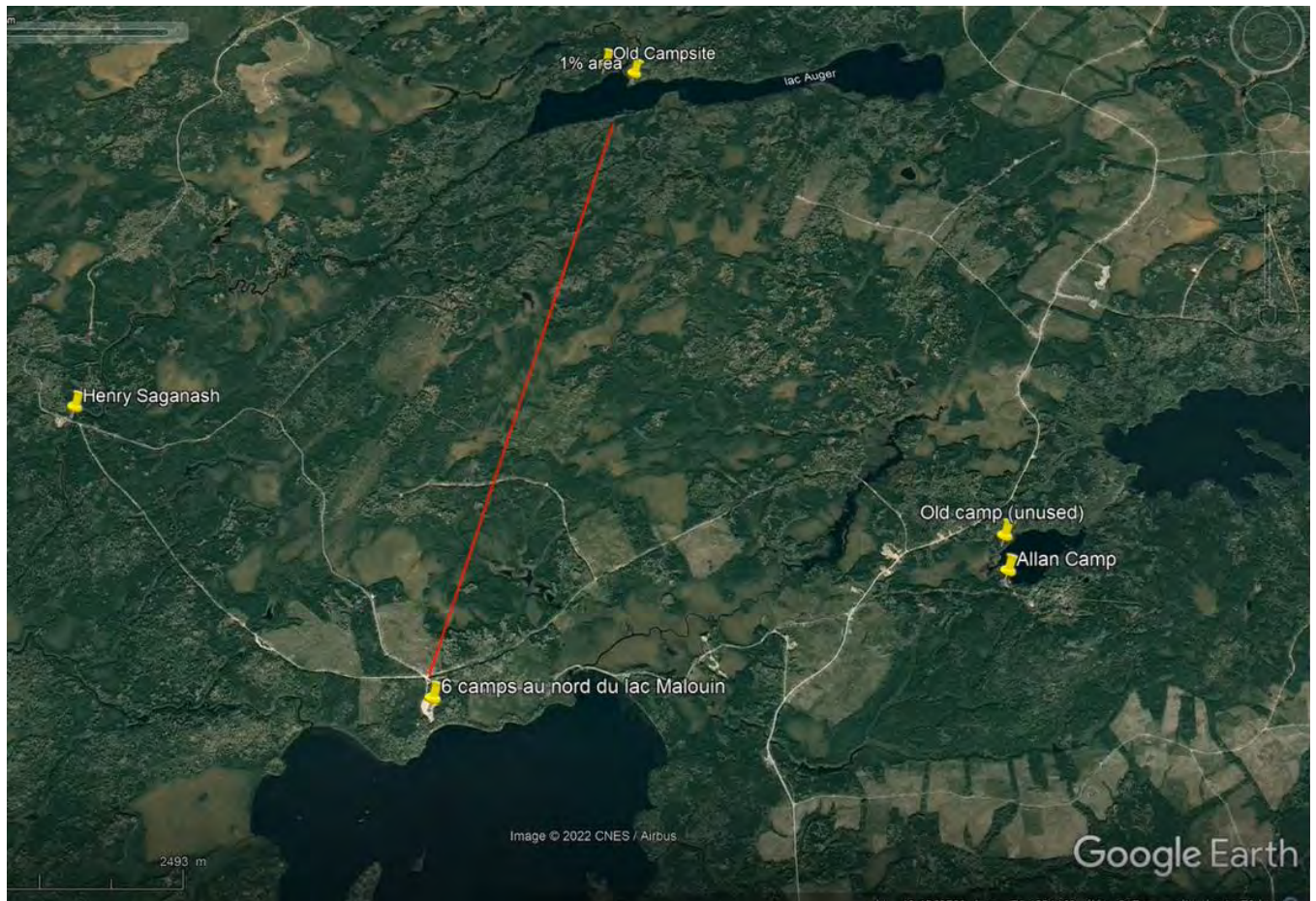


Figure 12: Access Road with the steep hill and the by-pass




**Figure 13:** Lac Malouin camps



**Figure 14:** Hunting trail between Lac Auger and Lac Malouin. The trail is used especially during moose hunting

QC2-7 : NOTE TECHNIQUE – PROJET CHEMIN PÉRIPHÉRIQUE USINE BACHELOR ET CARTE  
MICROMAMMIFÈRES




**Site Bachelor :**  
**Traitement aurifère du projet Barry**

---

**Emprise du projet sur les espèces à statut**











1 : 11 000  
 Système de coordonnées : MTM Zone 9 NAD83




Mètres

---

**Légende**


-  Cours d'eau permanent
  
- Habitats d'espèces à statut**
-  Campagnol des rochers
-  Campagnol-lemming de Cooper
  
- Infrastructures -- Original**
-  Accès sud - Original
-  Emprise du projet -- Original
-  Halde à mort-terrain -- Original
  
- Infrastructures -- Révisée**
-  Accès Sud -- Original-révisé
-  Parc à résidus et digues
-  Halde à mort-terrain
-  Usine, bâtiments et entreposage

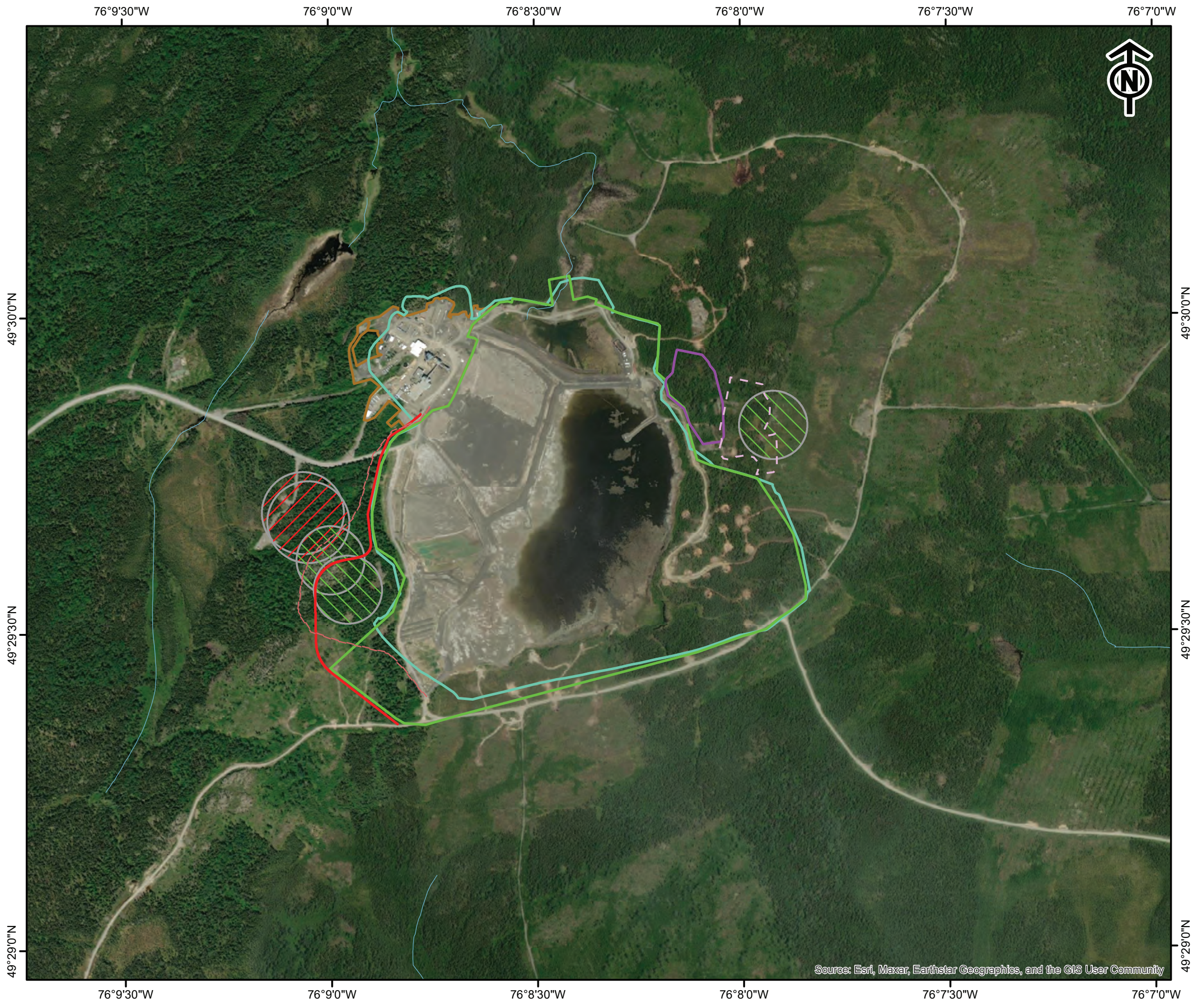
---



**Réalisé par : Robert LeBrun**  
 21 octobre 2022

**21-0696-0784**





Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

QC2-8 : RAPPORT – INVENTAIRE DES CHIROPTÈRES – PÉRIODE DE REPRODUCTION (GCM, 2022)

# BONTERRA

Desmaraisville (Québec)

SITE BACHELOR

INVENTAIRE DES CHIROPTÈRES – PÉRIODE DE REPRODUCTION

ENV0161-1501-00



No de référence GCM : 22-0696-0161

*Fabienne Côté* 25 octobre 2022

Préparé par :

Fabienne Côté, biologiste  
Enviro Science et Faune

*Stephany P. Desjardins* 25 octobre 2022

Vérifié par :

Stephany P. Desjardins, biologiste  
GCM Consultants

Révision  
**00**

Émission  
**FINALE**

Date  
**2022.10.24**

**CLIENT – BONTERRA RESOURCES INC.**

Marc-André Pelletier, ing.	Président et chef de la direction
Mélissa Bruneau	Surintendante environnement

**ÉQUIPE DE RÉALISATION – GCM CONSULTANTS**

Karine Gauthier-Hétu, M.Sc., M. Env.	Chargée de projet
Stephany P. Desjardins, biol., M.Env.	Inventaire terrain, révision
Amélie Trottier-Picard, biol., M.Sc.	Révision
Robert Lebrun	Cartographie
Amélie Mondor	Édition

**ÉQUIPE DE RÉALISATION – ENVIRO SCIENCE ET FAUNE**

Fabienne Côté, biol., M.Sc.	Inventaire terrain, traitement de données et rédaction
Michel La Haye, biol., M. Env.	Révision



## **TABLE DES MATIÈRES**

1.0	MISE EN CONTEXTE.....	4
2.0	MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	4
3.0	RÉSULTATS.....	6
4.0	DISCUSSION.....	7
5.0	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	8
6.0	RÉFÉRENCES.....	8

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1.	Description des habitats choisis pour chacune des stations d'enregistrement des chauves-souris, Bonterra, 2022.....	5
Tableau 2.	Identification des chauves-souris (nombre, pourcentage et indice d'activité), Bonterra, 2022.....	6
Tableau 3.	Nombre d'individus par espèces de chauves-souris identifiées pour chacune des stations, Bonterra, 2022.....	6

## **ANNEXES**

1. Carte de localisation des stations d'inventaire
2. Résultats détaillés par date des enregistrements des vocalises de chauves-souris identifiées, Bonterra, 2022

## 1.0 MISE EN CONTEXTE

Enviro Science et Faune inc. a conduit un inventaire de chiroptères en période de reproduction et de nidification au site Bachelor de Bonterra Ressources (ci-après Bonterra), localisé à Desmaraisville au Québec. La présente étude a été réalisée dans le contexte de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social (ci-après étude d'impact) du projet de traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usinage de l'usine à 2 400 tonnes par jour au site de la mine Bachelor (V/Réf : 3214-14-027).

Suivant la réception de la première série de questions du Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social (ci-après COMEX) en mai 2020, un inventaire des chiroptères en période de migration a été réalisé. Les résultats de cet inventaire ont été présentés dans le cadre d'un addendum aux réponses aux questions et commentaires du COMEX soumis en mars 2021. Le rapport recommandait notamment que des inventaires de chiroptères en période de reproduction et des bâtiments pour déceler la présence de gîtes diurnes soient effectués afin de compléter le portrait de la situation. Pour cette raison, le COMEX a demandé, dans le cadre d'une 2<sup>e</sup> série de questions, qu'un nouvel inventaire soit réalisé afin de couvrir la période de reproduction et de vérifier la présence de gîtes et maternités dans les bâtiments du site minier.

L'objectif de cet inventaire en période de reproduction était d'identifier les espèces de chiroptères présentes, avec une attention particulière pour celles à statut précaire, de valider la présence de sites de maternité et des habitats d'alimentation utilisés à cette période de l'année et d'identifier les milieux utilisés par chacune des espèces ou chacun des groupes d'espèces.

## 2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La zone à l'étude d'une superficie totale d'environ 374 ha et est située autour du projet minier Bachelor de Bonterra, au sud-est de Desmaraisville. Les milieux naturels de la zone d'étude se composent principalement de forêts de résineux (épinettes) avec plusieurs massifs de feuillus de moindre envergure. Plusieurs coupes forestières ont été faites au cours des dix dernières années et une grande partie des forêts est donc en régénérescence. On retrouve également un réseau de petits cours d'eau et quelques étangs.

Un inventaire visant la période de migration a été effectué en 2020. Le présent inventaire touche la période de reproduction. La méthodologie employée pour cet inventaire est dérivée du Recueil des protocoles standardisés d'inventaires acoustiques de chauves-souris au Québec (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (ci-après MFFP), 2021). La localisation des stations d'enregistrement a été choisie préalablement aux travaux terrain. Celles-ci ont été placées à partir de cartes écoforestières et d'orthophotos afin de couvrir l'ensemble de la superficie de la zone à l'étude en veillant à ce que les habitats potentiels des chiroptères soient couverts et à ce que les peuplements soient représentatifs des peuplements rencontrés sur le site à l'étude. Lors de l'installation des détecteurs, la localisation a été légèrement modifiée afin de s'assurer d'un potentiel d'enregistrement maximal. Les détecteurs ont été placés aux mêmes endroits qu'en 2020, ou tout près de cet emplacement (moins de 30 mètres).

Un total de quatre (4) stations d'enregistrement a été déployé pour cet inventaire. Une station d'enregistrement est composée d'un détecteur de chauves-souris (Anabat SD1, Titley Electronics) couplé à une batterie, le tout dans un boîtier étanche muni d'une ouverture pour le microphone. Les stations ont été installées dans des arbres, à une hauteur de deux mètres du sol. Le microphone a été orienté vers des ouvertures dans le milieu favorable à la présence de chiroptères. Si des branches pouvaient nuire à l'enregistrement, elles ont été coupées. Le Tableau 1 résume les habitats choisis pour chacune des stations.

**Tableau 1. Description des habitats choisis pour chacune des stations d'enregistrement des chauves-souris, Bonterra, 2022**

Station	Habitat
CH01	Bordure d'un étang, le long d'une forêt de résineux
CH02	Parterre de coupe de résineux, milieux ouverts en régénération
CH03	Ouverture dans une forêt de résineux, sur un cap rocheux dénudé
CH04	Cap rocheux avec faible couvert arbustif, surplombant une route

Toutes les stations d'enregistrement ont été installées le 22 juin 2022. Les détecteurs de chauves-souris ont été programmés pour fonctionner de 20h30 à 4h30. Cela correspond à 8 heures d'enregistrement par soir. Les stations d'enregistrement sont restées en place jusqu'à la mi-août au moment où une autre équipe a récupéré le matériel. Il est à noter qu'un enregistreur n'a pas été retrouvé. Il s'agit de celui situé à la station CH02. Des recherches seront effectuées à nouveau pour tenter de le retrouver. En plus des stations d'enregistrement, une station météo (Vantage pro 2, Davis) a été installée au centre de la zone d'étude afin de collecter les données sur la température, la force et la direction des vents et les précipitations. La localisation des stations d'enregistrement pour l'inventaire est à l'annexe 1.

Au cours de la visite terrain du 22 juin, les bâtiments et structures anthropiques accessibles ont été inspectés afin de déceler la présence de chiroptères. L'inspection visuelle visait à déceler des traces visibles d'activités de chauves-souris (fèces, points d'entrée utilisés ou individus). Le personnel rencontré sur place a aussi été interrogé afin de savoir s'il y avait occurrence d'observations de chiroptères. L'ensemble des bâtiments et structures a été vérifié, soit tout le complexe se trouvant autour des bureaux, les dortoirs et les structures près du parc à résidus. Deux nichoirs à chauves-souris déjà présents sur les dortoirs ont aussi été inspectés.

Toutes les données récoltées sur les cartes mémoires des détecteurs de chauves-souris ont été transférées sur ordinateur pour une analyse à l'aide d'un logiciel (Analog). Lors des analyses, les vocalisations présentant assez de caractéristiques distinctives ont été identifiées à l'espèce. Toutefois, dans certains cas, la structure de la vocalise ne permet pas une identification sûre. La vocalise est alors classée dans un sous-groupe. Ainsi, les vocalisations de la grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*), la chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) et la chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*) peuvent avoir des caractéristiques très semblables qui les rendent difficiles à distinguer à certains moments. Dans ce cas, la vocalise a été classée comme faisant partie du Groupe basse fréquence.

De même, les données météo enregistrées dans l'enregistreur de la station météorologique ont aussi été transférées sur ordinateur à l'aide du logiciel WeatherLink puis exportées en fichier Excel. L'analyse des données météorologique a permis de faire ressortir les périodes d'enregistrement les plus favorables à l'activité des chauves-souris. Celles-ci correspondent normalement aux nuits avec peu de vent (<6 m/s), peu de précipitations et une température supérieure à 10°C.

### 3.0 RÉSULTATS

Lors du transfert des données, il a été constaté que tous les détecteurs ont été en fonction au moins entre le 22 juin et le 18 juillet. Bien que certains détecteurs aient été en fonction plus longtemps, c'est cette plage de dates qui a été retenue pour faire l'analyse. Au cours de cette période de 21 jours, un total de 124 heures d'enregistrement sous de bonnes conditions météorologiques a été complété. Un total de 199 vocalises a été comptabilisé pour cette période. Trois espèces ont été identifiées, soit la grande chauve-souris brune (*Eptesicus fuscus*), la chauve-souris cendrée (*Lasiurus cinereus*) et la chauve-souris argentée (*Lasionycteris noctivagans*).

Des 199 vocalises, 98 (49 %) appartiennent à la chauve-souris argentée, 75 (38 %) sont ceux de la chauve-souris cendrée et 4 vocalises (2 %) ont été identifiées comme la grande chauve-souris brune. Finalement, 22 vocalises (11 %) ont été classées dans le groupe de basses fréquences et pourraient appartenir à l'une ou l'autre des espèces. Le tableau 2 résume les résultats obtenus pour les dates retenues. Un tableau détaillé pour chacune des dates d'enregistrement est disponible à l'annexe 2. L'indice d'activité total est de 0,53 (199 cris/station/h).

**Tableau 2. Identification des chauves-souris (nombre, pourcentage et indice d'activité), Bonterra, 2022**

	Groupe basse fréquence			Grande chauve-souris brune			Chauve-souris cendrée			Chauve-souris argentée			Total général
	NB	%	IA	NB	%	IA	NB	%	IA	NB	%	IA	NB
<b>Total</b>	22	11,1	0,06	4	2,0	0,01	75	37,7	0,10	98	49,2	0,26	199

NB : Nombre de vocalise

IA : Indice d'activité (nombre de vocalises/station/heure)

Le Tableau 3 résume les résultats obtenus pour chacune des stations. La localisation des stations d'inventaires est présentée à la carte de l'annexe 1. L'activité des chauves-souris a été plus intense à deux stations, soit les stations CH03 (93 vocalises) et CH04 (88 vocalises). Ces deux stations ont enregistré plus de 90 % des vocalises. Ces deux stations possèdent des caractéristiques semblables, soit des milieux ouverts localisés un peu plus en altitude et près d'affleurement rocheux. Il est à noter que l'enregistreur de la station CH02 n'a pu être récupéré. Des investigations sont en cours afin de déterminer si l'appareil pourrait avoir été déplacé ou volé.

**Tableau 3. Nombre d'individus par espèces de chauves-souris identifiées pour chacune des stations, Bonterra, 2022**

Station	Groupe basse fréquence	Grande brune	Cendrée	Argentée	Total général
CH01	2	0	6	10	18
CH02	ND	ND	ND	ND	ND
CH03	6	0	40	47	93
CH04	14	4	29	41	88
<b>Total général</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>75</b>	<b>98</b>	<b>199</b>

ND: Non disponible

Lors de l'inspection des bâtiments, aucun signe de présence de chauves-souris n'a été observé.

#### 4.0 DISCUSSION

La diversité des chiroptères dans la zone à l'étude est faible. Seulement trois espèces ont été identifiées lors de cet inventaire, soit la grande chauve-souris brune, la chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée. La chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée sont des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (MFFP, 2022). La grande chauve-souris brune ne possède aucun statut particulier. L'indice d'activité des chauves-souris est aussi plutôt faible. Il est similaire à celui obtenu lors de l'inventaire de migration en 2020 (0,48 cri/station/h en 2020 et 0,53 cri/station/h en 2022) (GCM, 2021). Ces résultats peuvent être en grande partie dus à l'absence du groupe des *Myotis*, espèces qui étaient autrefois très présentes à ces latitudes. En effet, bien que les habitats de la zone d'études aient été adéquats pour la présence de *Myotis*, aucune espèce de ce genre n'a été détectée. Cela est probablement lié au déclin de ces espèces engendré par le syndrome du museau blanc (ci-après SMB). Il s'agit d'une infection fongique causée par *Geomyces destructans* qui se forme sur le museau, les oreilles ou la membrane des ailes des chauves-souris touchées par cette affection (Bleher et al., 2009). Il décime les populations de chauves-souris cavernicoles dans l'est du continent nord-américain, incluant celles du Québec. La présence du SMB est confirmée au Québec depuis plusieurs années et serait maintenant signalée dans presque toutes les régions de la province. Les chauves-souris du genre *Myotis* sont maintenant considérées comme en danger de disparition à la suite d'un décret d'urgence du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) en 2013 (COSEPAC, 2013).

Le présent inventaire couvrait la période de reproduction. La chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée, deux espèces migratrices et arboricoles, ont été beaucoup plus présentes que la grande chauve-souris brune. Celle-ci avait été la plus détectée en 2020 (GCM, 2021). Cela indique que les deux espèces (cendrée et argentée) utilisent le territoire en période de reproduction (mise bas, alimentation et élevage des petits) et quittent au début de l'automne pour la migration.

Lors de cet inventaire, les habitats dans lesquels la majorité des chauves-souris ont été enregistrées étaient des ouvertures en milieux forestiers. Toutefois, la station CH01 était aussi localisée en milieu ouvert, mais peu de cris y ont été enregistrés. La proximité des habitats de repos pourrait jouer un rôle dans la distribution des chiroptères sur le site. La chauve-souris cendrée et la chauve-souris argentée sont des espèces arboricoles (Tremblay et Jutras, 2010). Elles utilisent le feuillage des grands arbres feuillus ou conifères comme gîte diurne (Willis et Brigham, 2005). La présence de bouquets de grands feuillus près des stations CH03 et CH04 pourrait être bénéfique pour ces espèces. Il est donc recommandé de conserver les îlots forestiers matures afin de s'assurer de maintenir un habitat de qualité pour ces espèces. De plus, les chauves-souris se déplacent souvent le long de structures forestières linéaires telles que les lignes d'arbres ou les bordures de forêts (Grindal, 1996; Grindal, Scott et Brigham, 1998). En maintenant ce genre de structures et en s'assurant qu'elles sont connectées aux sites de repos, on bonifie leur habitat.

La grande chauve-souris brune et la chauve-souris cendrée ont l'habitude de chasser en milieu ouvert. La chauve-souris cendrée s'alimente souvent dans les habitats ouverts tels que les coupes forestières (Krusic et al., 1996). La grande chauve-souris brune se nourrit souvent le long des routes (Krusic et al., 1996). La chauve-souris argentée chasse aussi dans les grandes ouvertures forestières où l'on retrouve de grands arbres vivants (Jung et al., 1999).

## 5.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les inventaires des chiroptères ont montré la présence d'au moins trois espèces de chauves-souris. Cet inventaire laisse entrevoir que certains habitats sont plus importants que d'autres, tels que les milieux ouverts situés près de forêts avec des arbres matures ou près de structures rocheuses. La conservation d'îlots boisés matures connectés et à proximité d'ouvertures forestières pourrait être favorable aux espèces présentes. Il est également à noter que lors de l'inspection des bâtiments, aucun signe de présence de chauves-souris n'a été observé.

## 6.0 RÉFÉRENCES

Blehert, D.S., A.C. Hicks, M. Behr, C.U. Meteyer, B.M. Berlowski-Zier, E.L. Buckles, J.T. Coleman, S.R. Darling, A. Gargas, R. Niver, J.C. Okoniewski, R.J. Rudd, et W.B. Stone. 2009. Bat white-nose syndrome: an emerging fungal pathogen? *Science*, 323 : 227

Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2013. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*), chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*) et la pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xxviii + 104 p. ([www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm)).

GCM. 2021. Projet de traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy à l'usine de la mine Bachelor et augmentation du taux d'usure - Rapport sectoriel : Inventaire des reptiles, des amphibiens et de mammifères. # Réf GCM : ENV0266-1505-02. 18 pages (5 annexes)

Grindal, S.D. 1996. Habitat use by bats in fragmented forests. *Bats and Forests Symposium*, October 19-21, 1995, Victoria, British Columbia, Canada (eds R.M. R. Barclay & R.M. Brigham), pp. 260–272. Working Paper 23/1996. Research Branch, British Columbia Ministry of Forests, Victoria, Canada.

Grindal, S.D., et R.M. Brigham. 1998. Short-Term Effects of Small-Scale Habitat Disturbance on Activity by Insectivorous Bats. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 62, no. 3, 1998, pp. 996–1003. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/3802552>. Accessed 15 Sep. 2022.

Jung, T.S., I.D. Thompson, R.D. Titman, et A.P. Applejohn. 1999. Habitat Selection by Forest Bats in Relation to Mixed-Wood Stand Types and Structure in Central Ontario. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 63, no. 4, pp. 1306-19. JSTOR <https://doi.org/10.2307/3802849>

Krusic, R. A., M.Yamasaki., C. D. Neefus, et P. J. Pekins.1996. Bat habitat use in White Mountain National forest. *Journal of Wildlife Management*, 60 (3): 625-631

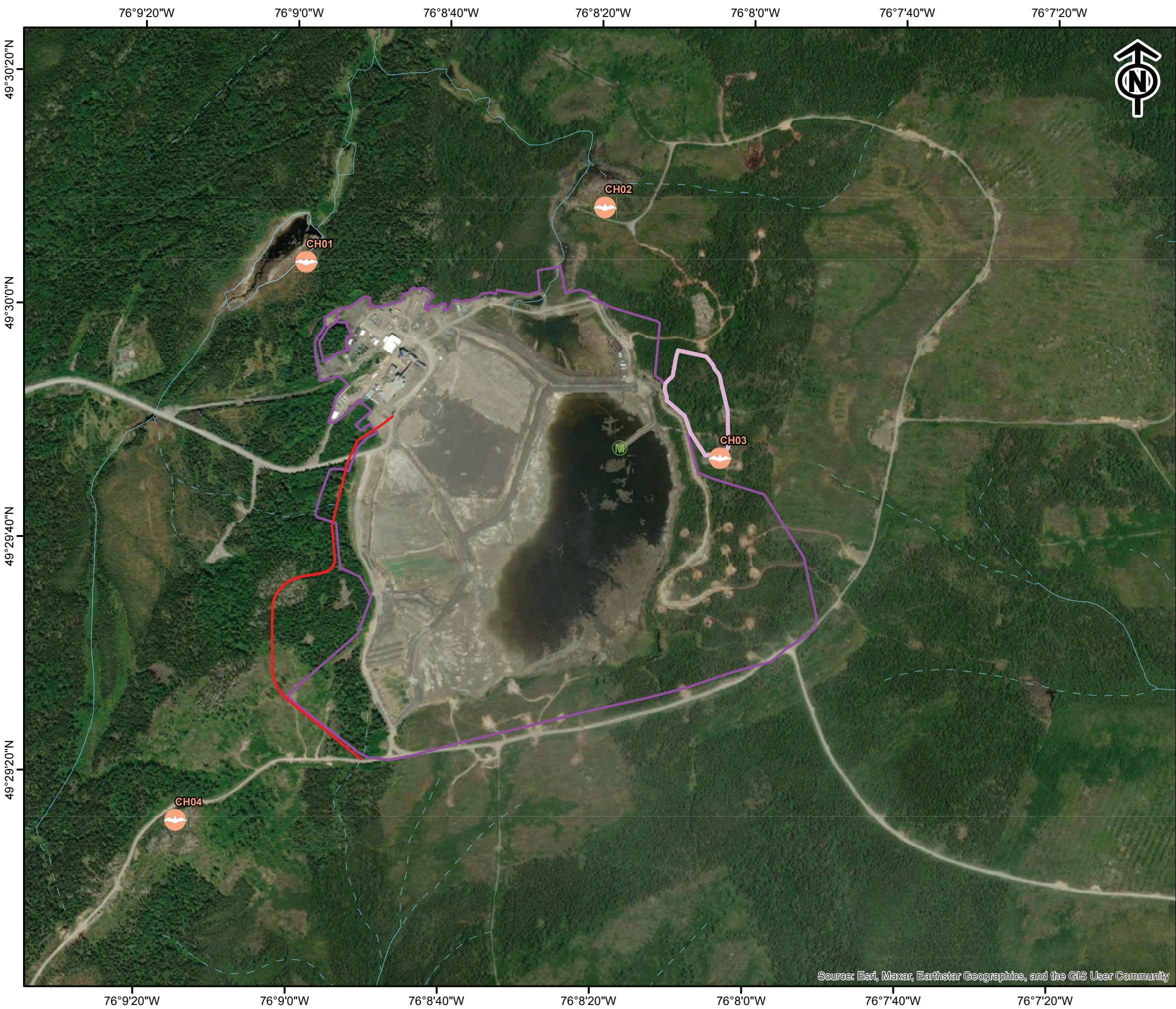
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2021. Recueil des protocoles standardisés d'inventaires acoustiques de chauves-souris au Québec. Gouvernement du Québec, Québec, 49 p. + annexes.


Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2022. Liste des espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/especes-fauniques-menacees-vulnerables/liste#c159756> / consultée en septembre 2022.

Willis C.K.R. et M. Brigham. 2005 Physiological and Ecological Aspects of Roost Selection by Reproductive Female Hoary Bats (*Lasiurus Cinereus*), *Journal of Mammalogy*, 86(1):85–94

**ANNEXE 1**

CARTE DE LOCALISATION DES STATIONS D'INVENTAIRE





**Inventaire des chiroptères -  
Site Bachelor**

### Stations d'inventaire

1 : 10 000  
Système de coordonnées : NAD 83 UTM zone 18N



**Légende :**

- Enregistreur de chauves-souris
- Station météorologique
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent


**Infrastructures projetées**

- Chemin d'accès sud à l'étude
- Halde à mort-terrain nouvel emplacement
- Emprise des travaux



Par Robert LeBrun  
20 octobre 2022

22-0696-0161



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



## **ANNEXE 2**

RÉSULTATS DÉTAILLÉS PAR DATE DES ENREGISTREMENTS DES VOCALISES DE CHAUVES-SOURIS  
IDENTIFIÉES, BONTERRA, 2022

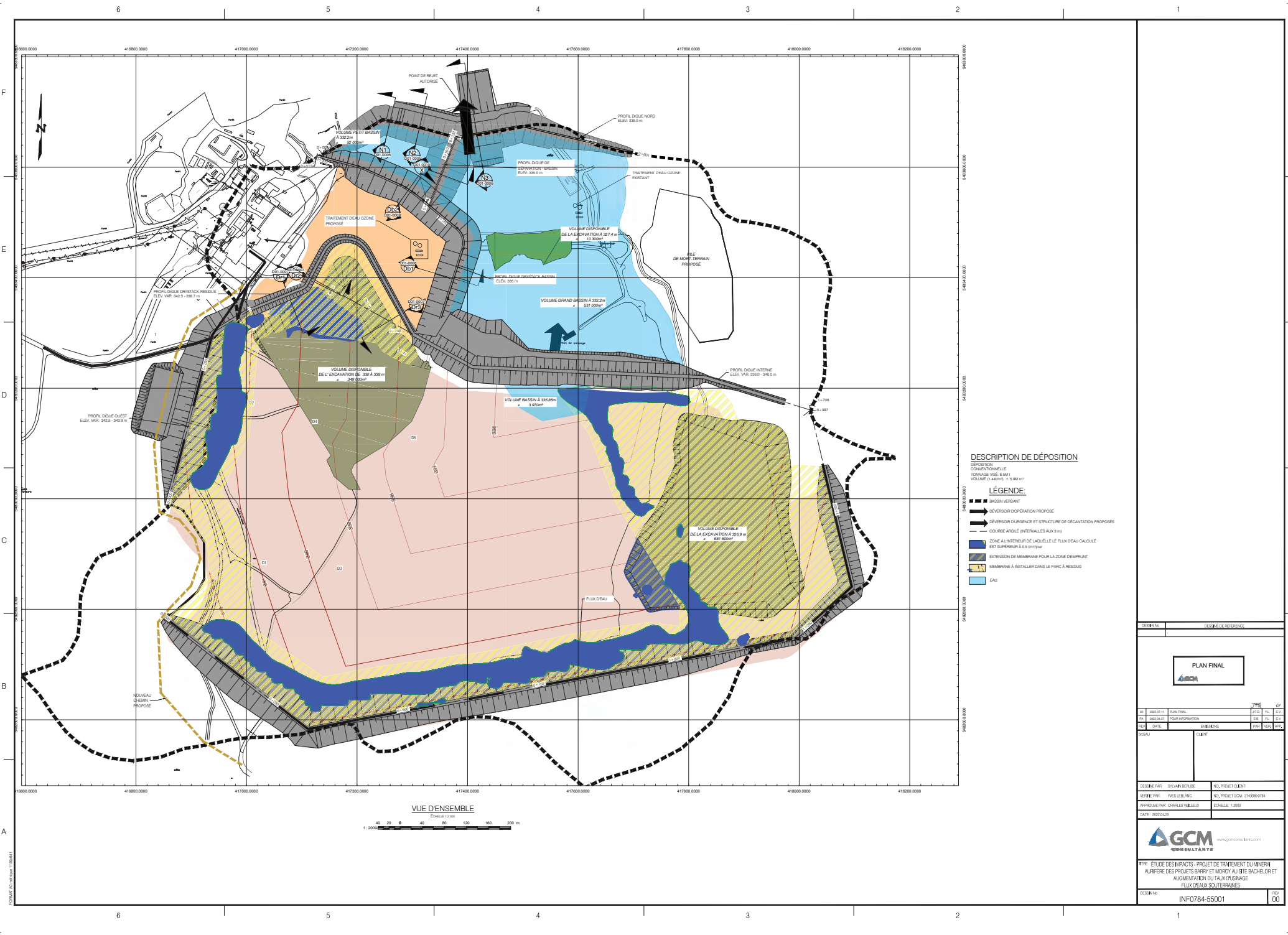
**ANNEXE 2- RÉSULTATS DÉTAILLÉS PAR DATE DES ENREGISTREMENTS DES VOCALISES DE CHAUVES-SOURIS IDENTIFIÉES, BONTERRA, 2022**

Date	Groupe basse fréquence			Grande chauve-souris brune			Chauve-souris cendrée			Chauve-souris argentée			Total général
	NB	%	IA	NB	%	IA	NB	%	IA	NB	%	IA	NB
22-juin	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	50,00	0,13	3	50,00	0,01	6
23-juin	1	9,09	0,00	0	0,00	0,00	3	27,27	0,07	7	63,64	0,02	11
24-juin	1	25,00	0,00	0	0,00	0,00	1	25,00	0,07	2	50,00	0,01	4
25-juin	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	12,50	0,03	7	87,50	0,02	8
26-juin	4	36,36	0,01	0	0,00	0,00	3	27,27	0,07	4	36,36	0,01	11
27-juin	2	18,18	0,01	0	0,00	0,00	4	36,36	0,10	5	45,45	0,01	11
01-juil	3	50,00	0,01	0	0,00	0,00	1	16,67	0,04	2	33,33	0,01	6
04-juil	0	0,00	0,00	2	28,57	0,01	1	14,29	0,04	4	57,14	0,01	7
05-juil	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	100,00	0,00	1
07-juil	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	6	85,71	0,23	1	14,29	0,00	7
10-juil	3	42,86	0,01	0	0,00	0,00	1	14,29	0,04	3	42,86	0,01	7
11-juil	1	25,00	0,00	0	0,00	0,00	3	75,00	0,20	0	0,00	0,00	4
12-juil	2	8,70	0,01	0	0,00	0,00	14	60,87	0,16	7	30,43	0,02	23
13-juil	2	6,90	0,01	1	3,45	0,00	14	48,28	0,13	12	41,38	0,03	29
14-juil	1	2,63	0,00	1	2,63	0,00	10	26,32	0,07	26	68,42	0,07	38
15-juil	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	40,00	0,11	3	60,00	0,01	5
16-juil	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	12,50	0,03	7	87,50	0,02	8
17-juil	1	16,67	0,00	0	0,00	0,00	2	33,33	0,09	3	50,00	0,01	6
18-juil	1	14,29	0,00	0	0,00	0,00	5	71,43	0,19	1	14,29	0,00	7
<b>Total général</b>	<b>22</b>	<b>11,06</b>	<b>0,06</b>	<b>4</b>	<b>2,01</b>	<b>0,01</b>	<b>75</b>	<b>37,69</b>	<b>0,10</b>	<b>98</b>	<b>49,25</b>	<b>0,26</b>	<b>199</b>

NB : Nombre de vocalise

IA : Indice d'activité (nombre de vocalises/station/heure)

QC2-11 : PLAN FLUX D'EAU NO INF0784-55001 (GCM, 2022)



**DESCRIPTION DE DÉPOSITION**

DÉPOSITION  
CONVENTIONNELLE  
TONNAGE USÉ: ± 8M<sup>3</sup>  
VOLUME (1.48M<sup>3</sup>): ± 9.9M<sup>3</sup>

- LÉGENDE:**
- BASSIN VERSANT
  - DÉVERSEUR D'OPÉRATION PROPOSÉ
  - DÉVERSEUR D'OPÉRATION ET STRUCTURE DE DÉCANTATION PROPOSÉS
  - COURBE APLOUE (INTERVALLES AUX 3 m)
  - ZONE À L'INTÉRIEUR DE LAQUELLE LE FLUX D'EAU CALCULÉ EST SUPÉRIEUR À 0.3 m<sup>3</sup>/min
  - EXTENSION DE MEMBRANE POUR LA ZONE D'EMPLANT
  - MEMBRANE À INSTALLER DANS LE PARC À RÉSIDUS
  - EAU

**VUE D'ENSEMBLE**

Échelle 1:2000  
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 m

DESIGNER		DESIGNEUR DE RÉVISION	
<b>PLAN FINAL</b>			
NO	OBJET ET	STATUT	7/25
NO	PROJET	DATE	01
NO	PROJET	DATE	02
NO	PROJET	DATE	03
NO	PROJET	DATE	04
NO	PROJET	DATE	05
NO	PROJET	DATE	06
NO	PROJET	DATE	07
NO	PROJET	DATE	08
NO	PROJET	DATE	09
NO	PROJET	DATE	10
NO	PROJET	DATE	11
NO	PROJET	DATE	12
NO	PROJET	DATE	13
NO	PROJET	DATE	14
NO	PROJET	DATE	15
NO	PROJET	DATE	16
NO	PROJET	DATE	17
NO	PROJET	DATE	18
NO	PROJET	DATE	19
NO	PROJET	DATE	20
NO	PROJET	DATE	21
NO	PROJET	DATE	22
NO	PROJET	DATE	23
NO	PROJET	DATE	24
NO	PROJET	DATE	25
NO	PROJET	DATE	26
NO	PROJET	DATE	27
NO	PROJET	DATE	28
NO	PROJET	DATE	29
NO	PROJET	DATE	30
NO	PROJET	DATE	31
NO	PROJET	DATE	32
NO	PROJET	DATE	33
NO	PROJET	DATE	34
NO	PROJET	DATE	35
NO	PROJET	DATE	36
NO	PROJET	DATE	37
NO	PROJET	DATE	38
NO	PROJET	DATE	39
NO	PROJET	DATE	40
NO	PROJET	DATE	41
NO	PROJET	DATE	42
NO	PROJET	DATE	43
NO	PROJET	DATE	44
NO	PROJET	DATE	45
NO	PROJET	DATE	46
NO	PROJET	DATE	47
NO	PROJET	DATE	48
NO	PROJET	DATE	49
NO	PROJET	DATE	50
NO	PROJET	DATE	51
NO	PROJET	DATE	52
NO	PROJET	DATE	53
NO	PROJET	DATE	54
NO	PROJET	DATE	55
NO	PROJET	DATE	56
NO	PROJET	DATE	57
NO	PROJET	DATE	58
NO	PROJET	DATE	59
NO	PROJET	DATE	60
NO	PROJET	DATE	61
NO	PROJET	DATE	62
NO	PROJET	DATE	63
NO	PROJET	DATE	64
NO	PROJET	DATE	65
NO	PROJET	DATE	66
NO	PROJET	DATE	67
NO	PROJET	DATE	68
NO	PROJET	DATE	69
NO	PROJET	DATE	70
NO	PROJET	DATE	71
NO	PROJET	DATE	72
NO	PROJET	DATE	73
NO	PROJET	DATE	74
NO	PROJET	DATE	75
NO	PROJET	DATE	76
NO	PROJET	DATE	77
NO	PROJET	DATE	78
NO	PROJET	DATE	79
NO	PROJET	DATE	80
NO	PROJET	DATE	81
NO	PROJET	DATE	82
NO	PROJET	DATE	83
NO	PROJET	DATE	84
NO	PROJET	DATE	85
NO	PROJET	DATE	86
NO	PROJET	DATE	87
NO	PROJET	DATE	88
NO	PROJET	DATE	89
NO	PROJET	DATE	90
NO	PROJET	DATE	91
NO	PROJET	DATE	92
NO	PROJET	DATE	93
NO	PROJET	DATE	94
NO	PROJET	DATE	95
NO	PROJET	DATE	96
NO	PROJET	DATE	97
NO	PROJET	DATE	98
NO	PROJET	DATE	99
NO	PROJET	DATE	100

**AGCM**  
www.gcm.ca

ÉTUDE DES IMPACTS - PROJET DE TRAITEMENT DU MINÉRIAL ALUMINÉ DES PROJETS BARRY ET MORAY AU SITE BACHELOR ET AUGMENTATION DU TAUX D'USAGE FLUX D'EAUX SOUTERRAINES

NO: INF-0784-55001

QC2-12 : NOTE TECHNIQUE – ASSISTANCE POUR LOCALISER LES EMPLACEMENTS PRÉFÉRENTIELS DE PUIITS  
D'OBSERVATION POUR DÉTERMINER LE BRUIT DE FOND DES FLUORURES PROJET BACHELOR À  
DESMARAVISVILLE (RICHELIEU HYDROGÉOLOGIE, 2021)

Richelieu, le 14 septembre 2021

GCM Consultants inc.

Par courriel

À l'attention de Mme Mélissa Tremblay, ing. Chargée de projets

**Objet : Assistance pour localiser les emplacements préférentiels  
De puits d'observation pour déterminer le bruit de fond des fluorures  
Projet Bachelor à Desmaraisville**

Madame,

C'est avec plaisir que je vous transmets un avis technique permettant d'établir les emplacements de puits d'observation additionnels sur le site de Bonterra à Desmaraisville.

Afin de réaliser le mandat, nous avons téléchargé la carte géologique du SIGÉOM en format électronique et superposé celle-ci à l'imagerie satellitaire, de même qu'à la carte piézométrique modélisée lorsque le parc à résidus sera complété. Les critères de choix des localisations étaient les suivants :

- Être à l'amont hydraulique du parc à résidus ;
- Être représentatif de chaque unité lithologique rencontrée sur le site ;
- Être accessible pour de l'équipement de forage avec un minimum de travaux d'aménagement de chemins d'accès ;

Au total six emplacements ont été retenus. Il serait recommandé d'utiliser au moins quatre de ces emplacements. Ceux-ci sont localisées sur les figures 1 et 2 en annexe, tandis que leurs coordonnées UTM, ainsi que leur justification sont montrées au tableau 1.

Par ailleurs, ces puits d'observation devraient être installés de façon à n'échantillonner que l'eau du socle rocheux. Ainsi, la crépine devra être isolée des horizons sus-jacents par un bouchon étanche de bentonite. L'installation d'un tel bouchon nécessite la présence d'un espace annulaire entre le tubage et la paroi du forage. Le calibre de forage recommandé est HQ (9,6 cm de diamètre), tandis que le diamètre des crépines et tubages de PVC devront avoir 5 cm de diamètre, ce qui permet d'obtenir un espace annulaire de 2,3 cm. Ce diamètre permet

l'utilisation de la plupart des techniques d'échantillonnage habituelles. Un massif filtrant de calibre 1 devra d'abord être placé dans cet espace au niveau de la crépine pour favoriser l'écoulement de l'eau vers celle-ci et prévenir son colmatage. Le sommet du massif filtrant doit être à un niveau supérieur à celui de la crépine afin de prévenir l'introduction de bentonite à l'intérieur de cette dernière. La base du sable filtrant doit être inférieure à la base de la crépine. Un bouchon scellant constitué de bentonite (granulaire, en poudre, en pastilles ou en coulis) est ensuite mis en place au-dessus des matériaux filtrants pour isoler la crépine de l'eau provenant des couches sus-jacentes. Afin de maximiser la longueur de roc recoupé pour intercepter le réseau de fissures, la longueur de la crépine devra être de 6 m.

L'espace annulaire restant entre le sommet du bouchon de bentonite et la surface du sol doit être rempli d'un mélange de ciment-bentonite ou de bentonite. La partie supérieure du puits doit être protégée par un tubage de protection rempli d'un bouchon de coulis de ciment bentonite mis en place à partir de la surface et idéalement jusqu'à la ligne de gel (au moins 2 m). Ce bouchon sert à empêcher l'infiltration d'eau de ruissellement et à soutenir physiquement le tubage protecteur. L'aménagement de surface devrait être complété par la mise en place d'un monticule conique d'une hauteur de 15 cm sur une distance d'un mètre, composé d'un matériau compacté peu perméable, afin d'éloigner les eaux de surface du puits.

Chacune des étapes entourant la réalisation d'un forage, l'aménagement d'un puits d'observation ou l'installation d'équipement d'échantillonnage est susceptible d'influencer la représentativité et l'intégrité des échantillons. Le responsable du forage des puits et de l'installation des instruments d'échantillonnage doit assurer une surveillance des travaux et vérifier que ses directives sont suivies.

Dans le souci de contrôler les facteurs qui peuvent influencer la qualité des échantillons, l'utilisation des résidus de forage ou de tout autre matériau « tout venant » pour construire le puits d'observation est à proscrire. Toute dérogation à cette règle devrait être bien documentée. Cette pratique pourrait entre autres déplacer des contaminants situés en surface ou dans le sol vers l'horizon à caractériser et ainsi influencer les résultats d'analyses, en plus d'étendre la contamination. De plus, l'utilisation de « tout venant » dans la partie supérieure d'un forage pourrait favoriser dans certains cas la création de chemins d'écoulement préférentiel.

Après avoir été construits, les puits devront être développés par pistonnage ou par surpompage. Le développement d'un puits d'observation sert d'abord à éliminer les particules





En ce qui concerne l'échantillonnage, il est recommandé d'effectuer celui-ci au moyen d'équipements dédiés de façon à éviter toute contamination croisée. La fréquence minimale des échantillonnages est de deux fois par année et devra idéalement tenir compte des variations saisonnières des conditions hydrogéologiques : nappe en conditions de recharge et en basses eaux. La procédure détaillée de l'échantillonnage et de la conservation des échantillons est décrite dans le cahier 3 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales ([https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/eaux\\_soutC3.pdf](https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/eaux_soutC3.pdf)). Les principales étapes de l'échantillonnage sont résumées ci-dessous :

1. **Inspection du puits** : inspection de l'intégrité structurale du puits (bon état du tubage interne : absence de cassures, de dégradation ou de bris) et de ses équipements de protection (aucun signe d'actes de vandalisme) et du bon état de son système d'étanchéité de surface et de l'absence d'eau autour du puits.
2. **Mesure du niveau d'eau** : En arrivant sur le terrain, il est préconisé de relever les niveaux d'eau de chacun des puits, et ce dans un laps de temps le plus court possible afin de réduire les effets des fluctuations possibles causées par les variations barométriques. Les mesures doivent toujours être faites à partir de la même référence, laquelle doit être fixe (la meilleure référence est le sommet du PVC car le protecteur peut être déplacé par le gel, tandis que le sol peut être inégal autour du puits).
3. **Purge** : La méthode de purge préconisée est celle à faible débit et faible rabattement. Cette méthode consiste à soumettre le puits d'observation à un pompage d'un débit de 0,1 à 0,5 l/min et faire des mesures du rabattement, de la température, du pH et de la conductivité électrique de l'eau. La purge devrait se poursuivre jusqu'à ce que les mesures de chacun des paramètres soient stables avant de pouvoir procéder à l'échantillonnage. Dans l'éventualité où un puits fournirait très peu d'Eau, la méthode de la purge minimale serait alors recommandée.
4. **Prélèvement des échantillons** : Lors du prélèvement des échantillons, éviter tout débordement des bouteilles, tout rinçage, toute souillure sur le col de la bouteille ou dans le bouchon, suivre les directives du laboratoire pour certaines analyses, dont, entre autres, les composés volatils. Pour fins d'assurance et contrôle de la qualité, il est également requis de prélever au moins un échantillon sur dix en duplicata, d'utiliser au besoin des blancs de terrain et blancs de laboratoire.
5. **Filtration des échantillons** : Puisque l'un des objectifs est de mesurer la forme dissoute de certains métaux (puisque'il s'agit de caractériser le contaminant susceptible

de se déplacer avec l'eau souterraine), il est recommandé de filtrer les échantillons sur le terrain. La filtration devra être faite en ligne avec des filtres dédiés de 0,45 µm.

6. **Notes de terrain** : Il est important de consigner par écrit l'ensemble des observations effectuées sur le terrain : résultat de l'inspection, des mesures de niveaux d'eau, des détails de la purge, de la description visuelle et olfactive des échantillons.
7. **Conservation et transport des échantillons** : Les échantillons doivent être gardés au froid pendant toute la durée de leur transport vers le laboratoire afin d'éviter toute détérioration de la qualité de l'eau.
8. **Analyses d'eau et préparation d'un rapport** : Les échantillons doivent être analysés dans un laboratoire accrédité par le MELCC pour les paramètres visés. Les certificats d'analyse fournis par le laboratoire seront inclus dans le rapport de suivi, avec la méthodologie d'échantillonnages, l'interprétation des résultats obtenus, une discussion, ainsi que les conclusions et recommandations.

La liste des substances qu'il est recommandé de faire analyser est présentée au tableau 2. Il s'agit d'une liste exhaustive de métaux, de nutriments et de composés organiques. Les puits à construire dont la localisation est recommandée seront ajoutés aux puits d'observations déjà présents sur le site, selon le principe d'au moins deux puits d'observation à échantillonner en aval hydraulique de chaque source potentielle de contamination des eaux souterraines.

Je vous prie d'agréer, madame Tremblay, l'expression de mes sentiments les meilleurs.



Yves Leblanc, ing. géo.

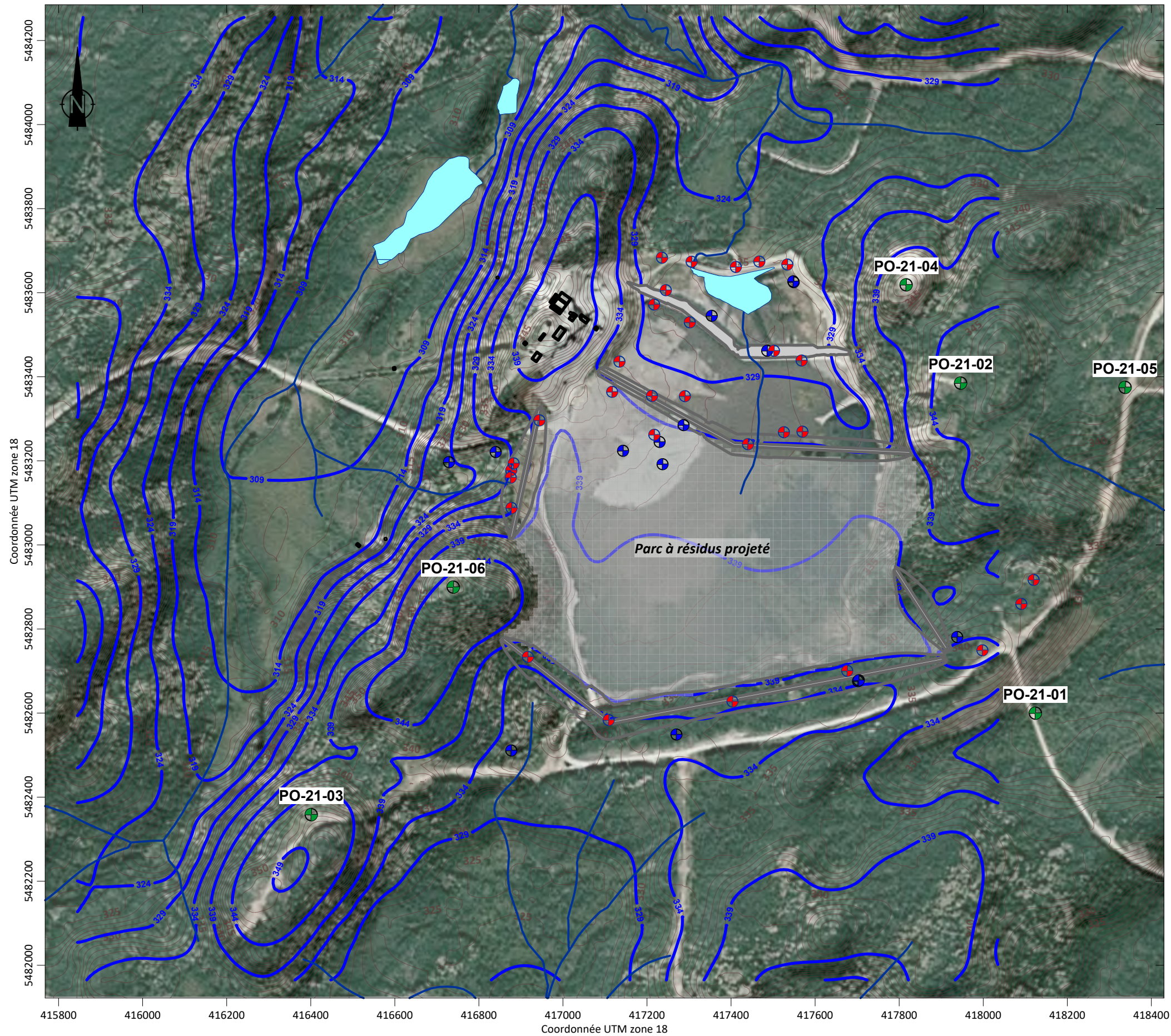
M.Sc. Hydrogéologue

**Tableau 1 : Coordonnées des puits proposés et leur justification**








<b>Nom</b>	<b>Coordonnée UTM X</b>	<b>Coordonnée UTM Nord</b>	<b>Justification</b>
PO-21-01	418124	5482599	Amont hydraulique, roche volcanoclastique intermédiaire, accessible
PO-21-02	417946	5483384	Amont hydraulique, roche volcanique basaltique, accessible
PO-21-03	416401	5482358	Amont hydraulique, roche volcanique felsique, accessible
PO-21-04	417816	5483618	Amont hydraulique, granite, espace dégagé
PO-21-05	418337	5483374	Amont hydraulique, roche volcanique basaltique, accessible
PO-21-06	416739	5482899	Amont hydraulique, roche volcanique felsique, peu accessible

**Tableau 2 : Liste des substances à faire analyser**

Substance analysée (mg/L, ou mention)	Critère eau potable	Critère résurgence	Substance analysée (mg/L, ou mention)	Critère eau potable	Critère résurgence
<b>Métaux dissous (mg/L)</b>			<b>HMA (µg/L)</b>		
Aluminium (Al)	-	0.750	Benzène	5	590
Antimoine (Sb)	0.006	-	Chlorobenzène	303	130
Argent (Ag)	0.100	0.00062	1,2-dichlorobenzène	33	70
Arsenic (As)	0.010	0.340	1,3-dichlorobenzène	-	15000
Azote ammoniacal (NH3-NH4)	-	-	1,4-dichlorobenzène	13	110
Baryum (Ba)	1	5.3	Éthylbenzène	2.43	420
Béryllium (Be)	-	-	Styrène	20	190
Bicarbonates (HCO3)	-	-	Toluène	24	580
Bismuth (Bi)	-	-	Xylènes totaux	3003	820
Bore (B)	5	-	<b>HAP (µg/L)</b>		
Cadmium (Cd)	0.005	0.0021	Acénaphène	-	67
Calcium (Ca)	-	-	Acénaphthylène	-	-
Carbonates (CO3)	-	-	Anthracène	-	4.9
Chlorures (Cl)	250	860	Benzo (a) anthracène	-	4.9
Chrome (Cr)	0.050	-	Benzo (a) pyrène	0.01	4.9
Cobalt (Co)	-	0.500	Benzo (b,j,k) fluranthène	-	4.9
Cuivre (Cu)	1.000	0.0073	Benzo (c) phénanthrène	-	-
Durété (CaCO3)	180.000	-	Benzo (g,h,i) pérylène	-	-
Étain (Sn)	-	-	Chrysène	-	4.9
Fer (Fe)	0.300	-	Dibenzo (a,h) anthracène	-	4.9
Fluorures (F)	1.5	4.0	Dibenzo (a,i) pyrène	-	-
Lithium (Li)	-	-	Dibenzo (a,h) pyrène	-	-
Magnésium (Mg)	-	-	Dibenzo (a,l) pyrène	-	-
Manganèse (Mn)	0.05	-	7,12-diméthylbenzoanthracène	-	-
Mercure (Hg)	0.001	0.00013	Fluoranthène	-	2.3
Molybdène (Mo)	0.070	2.000	Fluorène	-	1400000
Nickel (Ni)	0.020	0.260	Indeno (1,2,3-cd) pyrène	-	4.9
Nitrites-Nitrates (NO2-NO3)	10.000	-	3-méthylcholanthrène	-	-
Plomb (Pb)	0.010	0.034	Naphtalène	-	340
Phosphore total (P)	-	3.0	Phénanthrène	-	30
Potassium (K)	-	-	Pyrène	-	1100000
Sélénium (Se)	0.010	0.020			
Silice (Si)	-	-			
Sodium (Na)	200.000	-			
Strontium (Sr)	-	-			
Sulfates (SO4)	-	-			
Sulfures (S2)	0.05	0.2			
Tellure (Te)	-	-			
Thallium (Tl)	-	-			
Titane (Ti)	-	-			
Uranium (U)	-	-			
Vanadium (V)	-	-			
Zinc (Zn)	5.000	0.067			
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	-	3.500			

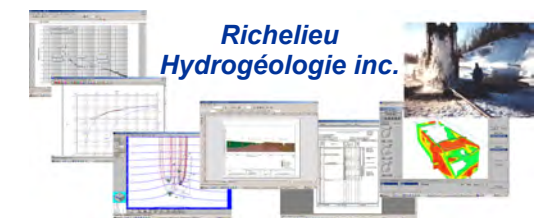


### Légende

-  Dignes projetées
-  Contours topographiques
-  Contours piézométriques
-  Bâtiments
-  Forages, série 2018 par Richelieu Hydrogéologie
-  Forages, série 2019 par BBA
-  Puits d'observation recommandés pour observer le bruit de fond



Courbes de niveau et infrastructures fournies par Ressources Bonterra Inc



Titre

**FIGURE 1: LOCALISATION DES PUIXS D'OBSERVATION SUR IMAGERIE SATELLITE**

Projet

**RESSOURCES BONTERRA INC.  
PROJET BACHELOR, DESMARAISVILLE (QUEBEC)  
LOCALISATION DE PUIXS D'OBSERVATION  
DESTINÉS À MESURER LA TENEUR DE FOND**

Interprétation et dessin

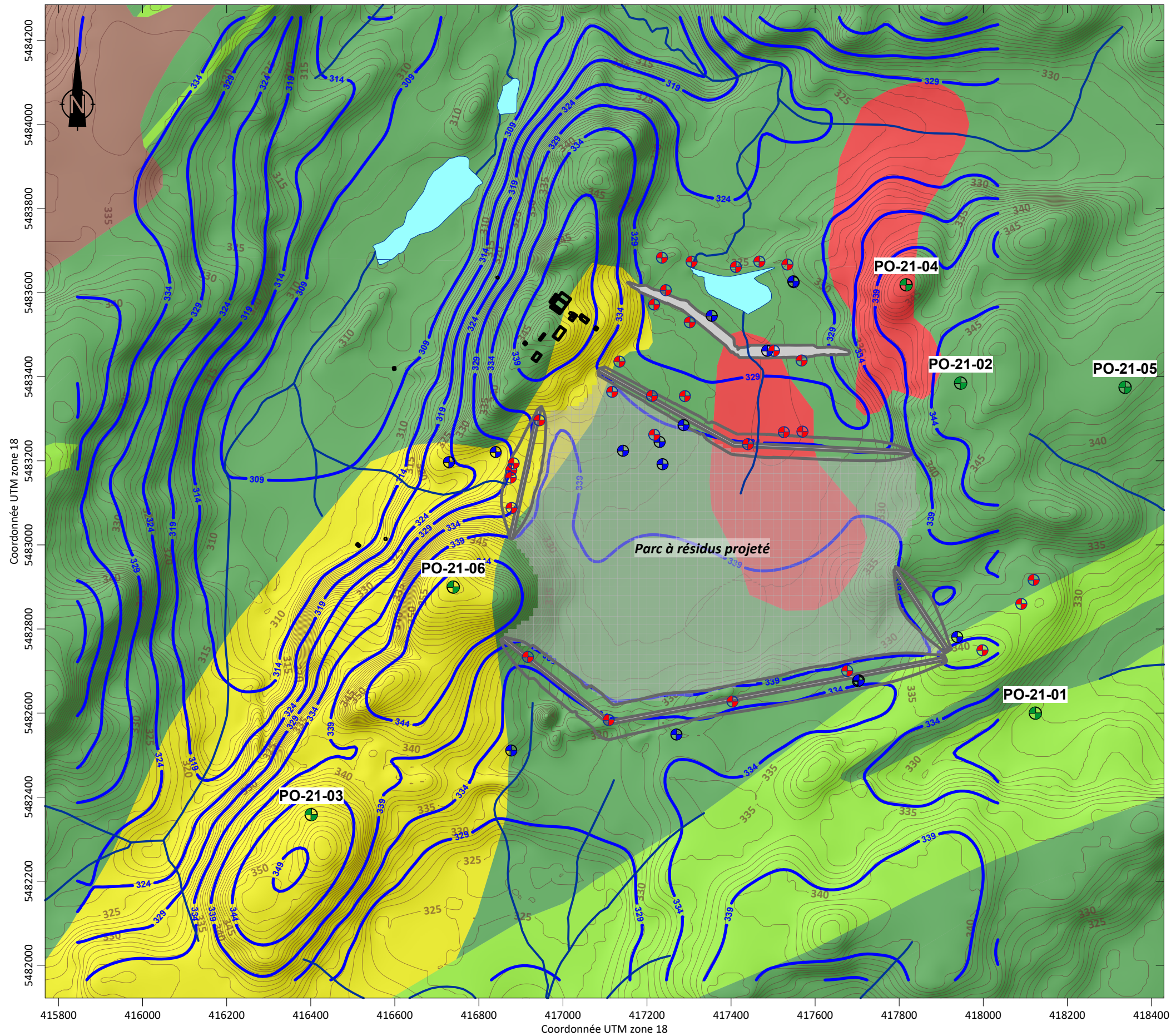
**Yves Leblanc, ing. géo.  
M.Sc. Hydrogéologue**

Date








**Octobre 2020**






Échelle

**1 : 10 000**



### Légende

-  Dignes projetées
-  Contours topographiques
-  Contours piézométriques
-  Bâtiments
-  Forages, série 2018 par Richelieu Hydrogéologie
-  Forages, série 2019 par BBA
-  Puits d'observation recommandés pour observer le bruit de fond

-  I1B : Granite
-  I3A : Gabbro
-  V3A (PO) - V3B (AM) : Formation d'Obatogamau : Basalte et basalte andésitique
-  V2 (TU)(TY) : Membre de Wachigabau : Roches volcanoclastiques intermédiaires
-  V1B : Formation d'Obatogamau 4 : Rhyolite, rhyodacite, dacite, volcanites felsiques indifférenciées, localement lentilles de tufs et de filons-couches mafiques



Courbes de niveau et infrastructures fournies par Ressources Bonterra Inc



Titre

**FIGURE 2 : LOCALISATION DES PUIXS D'OBSERVATION SUR CARTE GÉOLOGIQUE**

Projet

**RESSOURCES BONTERRA INC.  
PROJET BACHELOR, DESMARAISVILLE (QUEBEC)  
LOCALISATION DE PUIXS D'OBSERVATION  
DESTINÉS À MESURER LA TENEUR DE FOND**

Interprétation et dessin

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

Date

**Octobre 2020**

Échelle

**1 : 10 000**

QC2-17 : BONTERRA – PROGRAMME D'INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE DU PARC À RÉSIDUS BACHELOR  
(BBA, 10 NOVEMBRE 2020)



**BONTERRA**

**Bonterra**  
**Programme d'investigation géotechnique du parc**  
**à résidus Bachelor**  
Val-d'Or, QC

Rapport technique  
**Rapport géotechnique**

N° document BBA / Rév. : 6098003-000000-4G-ERA-0001 / R00

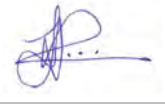
10 novembre 2020

**FINAL**



---

*Préparé et vérifié par :*  
Vahid Marefat, ing., Ph.D.  
OIQ n° 5088729



---

*Vérifié par :*  
Luciano Piciacchia, ing., Ph.D.  
OIQ n° 35912





## HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	Final	2020-11-10

Ce document est préparé par BBA pour le seul bénéfice de son Client et ne peut être utilisé par aucune autre partie et pour aucune autre fin sans le consentement préalable écrit de BBA. BBA ne sera en aucun cas responsable des dommages, pertes, réclamations ou frais quels qu'ils soient découlant ou en relation avec l'utilisation de ce document par toute autre personne que le Client.

Bien que les informations contenues dans ce document soient fiables sous réserve des conditions et limitations qui y sont prévues, ce document est fondé sur des informations qui ne sont pas sous le contrôle de BBA ou que BBA n'a pu vérifier; par conséquent, BBA ne peut en garantir la suffisance et l'exactitude. Les commentaires contenus dans ce document reflètent l'opinion de BBA à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du document.

L'utilisation de ce document confirme l'acceptation de ces conditions.

## TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction .....	1
2.	Contexte géotechnique.....	2
2.1	Localisation .....	2
2.2	Contexte topographie et drainage superficiel .....	2
2.3	Climat .....	2
2.4	Géologie.....	2
2.5	Hydrogéologie et géotechnique .....	3
3.	Description des travaux effectués et méthodologie.....	7
3.1	Préparation des plans forages .....	7
3.2	Forages et essais géotechniques en place.....	8
3.3	Programme d'essais géotechniques en laboratoire.....	12
4.	résultats des sondages et essais.....	15
4.2	Remblais de digue et routier .....	16
4.3	Terre végétale .....	17
4.4	Couche de sable silteux superficiel.....	17
4.5	Dépôt till .....	18
4.6	Résidus miniers.....	22
4.7	Dépôt d'argile .....	22
4.8	Nappe phréatique.....	33
5.	Conclusion et recommandations .....	34
6.	Autres considérations .....	36

## LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Propriétés géotechniques et hydrogéologie du site Bachelor, selon le Laboratoire Ville-Marie, 1981 .....	3
Tableau 2 : Propriétés géotechniques et hydrogéologiques, selon Golder Associés (2007) .....	4
Tableau 3 : Propriétés géotechniques et hydrogéologiques, selon GHD (2016).....	5
Tableau 4 : Propriétés géotechniques et hydrogéologiques, selon Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018)....	6
Tableau 5 : Sommaire de localisation et profondeur des forages, travail 2019 .....	9

Tableau 6 : Sommaire de localisation et profondeur des forages, travail 2020 .....	10
Tableau 7 : Relation entre la compacité et le résultat de l'indice N évalué.....	11
Tableau 8 : Relation entre la résistance au cisaillement non drainée intacte ( $C_u$ ) et la consistance des argiles.....	11
Tableau 9 : Sensibilité au remaniement de l'argile .....	12
Tableau 10 : Sommaire de localisation et profondeur des échantillons pour les essais en laboratoire, travail 2019.....	13
Tableau 11 : Sommaire de localisation et profondeur des échantillons pour les essais en laboratoire, travail 2020.....	14
Tableau 12 : Distribution granulométrique des échantillons des sols, site Bachelor .....	20
Tableau 13 : Sommaire des analyses chimiques sur les résidus .....	22
Tableau 14 : Épaisseurs des sols argileux.....	23
Tableau 15 : Résultats des essais de résistance au cisaillement in-situ .....	24
Tableau 16 : Résultats des essais en laboratoire de résistance au cisaillement.....	26
Tableau 17 : Les limites de consistance de l'argile .....	27
Tableau 18 : Distribution granulométrique des échantillons de sols récupérés des tubes Shelby .....	27
Tableau 19 : Paramètres de consolidation.....	29
Tableau 20 : Résultats de la consolidation.....	30
Tableau 21 : Profondeur d'eau souterraine.....	33

## LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Analyse granulométrique des sols granulaires échantillonnés, site Bachelor .....	19
Figure 2 : Variabilité de la teneur en eau naturelle (Forages BH-BBA-19-15 et BH-BBA-19-30, laboratoire ETS) .....	28
Figure 3 : Cheminement de contrainte pour l'ensemble des essais de cisaillement triaxial .....	31
Figure 4 : Relation entre la contrainte déviatorique et la déformation axiale pour les essais drainés avec une contrainte de consolidation de 350 kPa. ....	31
Figure 5 : Contrainte déviatorique pour les essais non drainés .....	32
Figure 6 : Pression interstitielle pour les essais non drainés .....	32
Figure 7 : Relation entre le changement de volume et la déformation axiale pour les essais drainés avec une contrainte de consolidation de 350 kPa .....	33



## ANNEXES

Annexe A : Données climatiques

Annexe B : Plan des forages

Annexe C : Résultats des analyses

Annexe D : Rapports des forages

Annexe E : Photos

## 1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'extension du parc à résidus Bachelor, Bonterra mènera un programme d'investigation géotechnique dans l'alignement de chaque digue dans le secteur de parc à résidus de Bachelor pour bien caractériser le sol de fondation. Dans ce contexte, Bonterra a mandaté BBA afin d'effectuer une étude géotechnique visant à supporter l'ingénierie et la conception des infrastructures de retenue du parc à résidus agrandi.

Ce rapport couvre le mandat original dans l'offre de service datée du 21 novembre 2018 et le travail additionnel qui a eu lieu en juillet 2020. Les observations et tests « in situ » de même que les résultats des tests en laboratoire sont présentés dans ce rapport.

Le mandat original inclut 31 forages au site du parc à résidus Bachelor réalisés entre le 26 mars et le 10 avril 2019 par BBA et Marathon Underground. Le travail additionnel inclut 4 forages sur la digue ouest, dont l'argile molle a été découverte dans le mandat initial.

Pour le mandat original, les échantillons recueillis ont été envoyés aux laboratoires de Englobe, l'École de Technologie Supérieure (ETS) et AGAT pour analyse. Pour le travail additionnel, les échantillons recueillis ont été envoyés au laboratoire du groupe ABS. BBA a analysé l'information du site et du laboratoire reçue et préparé le présent document.

BBA a exécuté le mandat selon les activités suivantes :

- Préparation des plans pour sondages;
- Supervision des travaux et prélèvement des échantillons de sol;
- Sélection des échantillons pour analyse de laboratoire;
- Interprétation des résultats obtenus et analyses géotechniques;
- Préparation du rapport géotechnique.

Le présent rapport contient une description générale du site, une description des méthodes de reconnaissance utilisées, une description détaillée de la nature et des propriétés des sols en place ainsi que les résultats des tests effectués sur les échantillons prélevés. Les tests de laboratoire ont été effectués par Englobe, l'École de Technologie Supérieure (ETS), groupe ABS et AGAT.

## 2. CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

### 2.1 Localisation

Le site Bachelor se situe à Desmaraisville à environ 93 km au nord-est de Lebel-sur-Quévillon. On y accède par la route 113 via un chemin privé d'environ 5 km. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

- 76° 8'46.50" Ouest
- 49°29'52.73" Nord

### 2.2 Contexte topographie et drainage superficiel

L'altitude moyenne du terrain est d'environ 330 mètres. Le drainage superficiel du site s'effectue via un affluent de la rivière Bachelor, lequel fait partie du bassin versant de la Baie James.

### 2.3 Climat

Selon les données de la station météorologique de Lebel-sur-Quévillon, par Environnement Canada, les chutes de pluie atteignent 703,8 mm, tandis que les chutes de neige sont, en moyenne de 226,0 cm. Les précipitations totales par unité de surface sont de 927,8 mm. La température moyenne annuelle est de 1,0 °C avec une moyenne mensuelle variant de 17,1 °C en juillet à -17,7 °C en janvier. Les données climatiques détaillées sont présentées à l'annexe A.

### 2.4 Géologie

Le site Bachelor est situé dans le contexte géologique de la ceinture de roches vertes Archéennes de l'Abitibi. Plus spécifiquement, la propriété à l'étude est située à l'intérieur d'une bande de roches volcaniques et plutoniques d'âge Archéen et font partie de la formation de Obatogamau, laquelle est composée de roches volcaniques mafiques et intermédiaires composées de basalte, andésite et roches volcanoclastiques, ainsi qu'une intrusion de granodiorite. Au plan structural, le site à l'étude se situe près de l'axe d'un pli synforme dont l'orientation est selon l'axe NE-SO. Quelques failles locales sont subparallèles à l'axe de ce pli.

Les dépôts meubles qui recouvrent le socle rocheux dans le secteur de la propriété à l'étude sont principalement formés d'une séquence composée de till glaciaire et de sédiments fluvioglaciaires à la base, surmontés de sédiments glacio-lacustres composés d'argile et de silt, puis de sédiments alluvionnaires composés de sable et de sable silteux. La séquence est complétée par des dépôts organiques de tourbe. L'unité cartographiée à l'endroit du site à l'étude est composée de till glaciaire, laquelle est bordée de part et d'autre par des zones d'affleurement rocheux.

## 2.5 Hydrogéologie et géotechnique

Le Laboratoire Ville-Marie inc. a mené une étude géotechnique pour la conception d'une digue à résidus en 1981. Au cours de cette étude, cinq tranchées et deux forages exploratoires ont été exécutés, ainsi que des essais géotechniques (scissomètre Nilcon et des analyses granulométriques, des teneurs en eau naturelles et des essais de limites) sur des échantillons remaniés et non remaniés.

L'étude a identifié deux zones dans lesquelles les caractéristiques des dépôts de surface étaient différentes, une zone de till affleurant et une zone d'argile varvée de 7 à 8 mètres d'épaisseur recouvrant le till. Les deux zones étaient recouvertes d'une fine couche de sédiments organiques. Les propriétés géotechniques et hydrogéologiques des unités sont résumées dans le Tableau 1.

**Tableau 1 : Propriétés géotechniques et hydrogéologie du site Bachelor, selon le Laboratoire Ville-Marie, 1981**

Paramètres	Argile	Sable et/ou gravier
Épaisseur (m)	7-8	indéterminé
Résistance au cisaillement (kPa)	26,2 à 64,3 en surface 13,7 à 14,2 en profondeur	n/a
Teneur en eau (%)	32 à 65	n/a
Densité	n/a	Lâche à dense
Indice de pénétration	n/a	14 à 22
Consolidation	Normalement consolidée	n/a
$K_{in-situ}$ (cm/s)	$1 \times 10^{-6}$ à $1 \times 10^{-8}$	n/a

Le Laboratoire Ville-Marie inc. a conclu que la construction de la digue devrait être réalisée en deux étapes séparées de quelques années, afin de permettre une dissipation des pressions interstitielles générées dans l'argile lors de la construction de la première étape. De plus, étant donné le risque élevé de tassement différentiel en raison de la nature différente des sols de surface, soit granulaires soit argileux, il a été recommandé de choisir les matériaux en conséquence pour la construction de la digue et une construction séquentielle. Un suivi constant de l'état de la digue doit être fait et l'ajout de matériel sur la crête de la digue peut être nécessaire pour pallier aux déformations causées par les tassements différentiels.

Ensuite, Golder Associés (en 2007) a réalisé une étude géotechnique et hydrogéologique pour la conception du parc à résidus de la mine du lac Bachelor. Cette étude comprenait la réalisation de 15 forages avec échantillonnage de sol, essais in-situ et en laboratoire, l'installation de 6 puits d'observation, la réalisation d'analyses chimiques sur des échantillons de résidus, évaluation des récepteurs potentiels, l'interprétation des résultats et la préparation d'un rapport technique. Les essais géotechniques et hydrogéologiques in situ et en laboratoire ont été réalisés sur les échantillons des sols prélevés.

L'étude menée par Golder Associés (2007) a permis d'identifier des couches superficielles de remblais, composées de résidus miniers, suivies de terre végétale ou de tourbe, puis d'un dépôt d'argile molle, d'une couche de transition constituée principalement de silt puis d'un horizon de sable, silt et gravier déposé sur le socle rocheux. Les propriétés hydrogéologiques et géotechniques des unités obtenues par Golder Associés Ltée sont résumées au Tableau 2.

**Tableau 2 : Propriétés géotechniques et hydrogéologiques, selon Golder Associés (2007)**

Paramètres	Résidus miniers	Argile	Sable et/ou gravier
Épaisseur (m)	0,6 à 3,9	0.6 à 8,5 m	indéterminé
Résistance au cisaillement (kPa)	n/a	30 à 80 en surface 20 à 22 en profondeur 6 à 9 par endroits	n/a
Teneur en eau (%)	n/a	32 à 65	n/a
Densité	Lâche et très lâche	n/a	Lâche et très lâche
Indice de pénétration	0 à 8	n/a	2 à 57
Consolidation	n/a	76 kPa à 7,6 m 73 kPa à 10,1 m	n/a
Densité des particules	n/a	2,74 à 2,77	n/a
K <sub>in-situ</sub> (cm/s)	n/a	1×10 <sup>-6</sup>	2×10 <sup>-5</sup> (sable silteux)
K <sub>lab</sub> (cm/s)	n/a	7×10 <sup>-8</sup> à 4×10 <sup>-7</sup>	n/a

Selon les analyses effectuées sur les résidus miniers, les résidus miniers seraient faiblement lixiviables pour le cuivre en l'absence de conditions acidogènes. Ils sont cependant cyanurés. L'étude indique que selon la Directive 19 sur l'industrie minière, des mesures d'étanchéité de niveau A seront requises pour le parc à résidus.

En 2016, GHD a effectué une investigation géotechnique des sols dans le cadre de l'agrandissement du parc à résidus miniers de la mine Bachelor dans le but de déterminer la nature et les caractéristiques géotechniques des sols au site. Cette étude a permis d'aider le concepteur dans la réalisation d'études de capacité portante des sols de soutien et de stabilité des talus à construire à la cellule no 1 du parc à résidus de la mine.

Au cours de cette étude, cinq forages et huit sondages au piézocône ont été réalisés et les essais géotechniques et hydrogéologies in situ et en laboratoire ont été réalisés sur les échantillons des sols prélevés.

L'étude de GHD (2016) a permis d'identifier 4 couches de sols :

- Un horizon organique d'une épaisseur de 60 mm à 250 mm;
- Une couche naturelle de silt avec des traces de sable d'une épaisseur de 0,69 m à 1,20 m;
- Un dépôt naturel cohésif varvé, jusqu'à des profondeurs variant entre 8,00 m et 12,45 m;



- Un dépôt d'origine glaciaire, communément appelé till, composé d'une matrice sableuse sous le dépôt d'argile.

Les propriétés hydrogéologiques et géotechniques des unités obtenues par GHD (2016) sont résumées au Tableau 3.

Tableau 3 : Propriétés géotechniques et hydrogéologiques, selon GHD (2016)

Paramètres	Tourbe	Silt	Argile	Sable et/ou gravier
Épaisseur (m)	0,06 à 0,25	0,69 à 1,20	0.6 à 8,5 m	indéterminé
Résistance au cisaillement (kPa)	n/a	n/a	20 à 124	n/a
Teneur en eau (%)	n/a	n/a	31 à 64	n/a
WL (%)	n/a	n/a	28 à 64	n/a
WP (%)	n/a	n/a	18 à 26	n/a
IP (%)	n/a	n/a	10 à 43	n/a
IL	n/a	n/a	0,88 à 1,3	n/a
Densité	n/a	Lâche à compact	n/a	compact
Indice de pénétration	n/a	5 à 14	n/a	11 à 29
Consolidation	n/a	n/a	109 kPa à 10,3 m 252 kPa à 9,60 m	n/a
Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	n/a	n/a	15,6 à 19,4	n/a
Sensibilité	n/a	n/a	8 à 35	n/a
K <sub>in-situ</sub> (cm/s)	n/a	n/a	1×10 <sup>-6</sup>	2×10 <sup>-5</sup> (sable silteux)
K <sub>lab</sub> (cm/s)	n/a	n/a	8×10 <sup>-8</sup> à 1,3×10 <sup>-7</sup>	n/a
Indices des vides initiaux	n/a	n/a	0,96 à 1,38	n/a

Richelieu Hydrogéologie Inc. en (2018) a effectué une étude hydrogéologie et géotechnique dans le but de déterminer les propriétés géotechniques des matériaux présents sur le site, et aussi de faire le calcul du flux d'eau par unité de surface à partir d'un futur parc à résidus miniers. Cette étude comprenait la réalisation de 9 forages avec échantillonnage de sols, essais in-situ géotechniques et hydrogéologiques, l'installation de 6 puits d'observation, l'interprétation des résultats et la préparation d'un rapport technique.

Les essais in situ consistaient en des essais de pénétration standard avec la récupération de tubes Shelby, ainsi que des profils de résistance au cisaillement non drainés au scissomètre Nilcon. Dans les piézomètres, des essais de perméabilité ont été réalisés. Les essais en laboratoire sur les échantillons à la cuillère fendue et tubes Shelby ont été effectués pour les

teneurs en eau naturelle, les granulométries et sédimentométries, les limites d'Atterberg, poids volumique, résistance au cisaillement, sensibilité, les essais de consolidation et densité.

L'étude a permis d'identifier 4 couches de sols :

- En surface et jusqu'à une profondeur maximale de 8 mètres, du sable avec des quantités variable de silt parfois recouvert d'un couvert végétal ou de résidus;
- Ensuite, dans certains forages, une couche d'argile silteuse avec un peu de silt entre 1 et 10 mètres de profondeur dépendamment des forages;
- Finalement, une couche de till comportant des quantités variables de gravier, sable, silt et argile avec des cailloux et blocs jusqu'au socle rocheux;
- Le socle rocheux se situe entre 1,2 et 13,25 mètres de profondeur. La profondeur moyenne du socle rocheux à l'endroit des neuf (9) forages est de 6,35 mètres.

Les propriétés hydrogéologiques et géotechniques des unités obtenues par Richelieu Hydrogéologie Inc. en (2018) sont résumées au Tableau 4.

**Tableau 4 : Propriétés géotechniques et hydrogéologiques, selon Richelieu Hydrogéologie Inc. (2018)**

Paramètres	Remblai / Résidus miniers	Silt sableux	Argile	Till
Épaisseur (m)	0 à 5,94	0 à 2,29	0 à 5,94	1,53 à 4,9
Résistance au cisaillement (kPa) in situ	n/a	n/a	Par endroits 25,48 profondeur 6,86 m 45,35 profondeur 10,06 m	n/a
Résistance au cisaillement (kPa) lab	n/a	n/a	137,8 profondeur 5,66 m 30,9 profondeur 3,28 m 13,9 profondeur 1,93 m	n/a
Sensibilité	n/a	n/a	0,7 à 72	n/a
Teneur en eau (%)	17-22	7-29	32 à 63	18-20
Densité	n/a	Très lâche à compact	n/a	Compact à très dense
Indice de pénétration	n/a	4-20	n/a	12-100
Consolidation	n/a	n/a	71 à 106	n/a
WL (%)	n/a	n/a	36-54	n/a
WP (%)	n/a	n/a	19-25	n/a
IP (%)	n/a	n/a	17-29	n/a
IL	n/a	n/a	0.21-1.33	n/a
K <sub>in-situ</sub> (cm/s)	n/a	n/a	1×10 <sup>-6</sup>	1×10 <sup>-5</sup>
Densité des particules	n/a	n/a	2,70 à 2,74	n/a
Indices des vides initiaux	n/a	n/a	1,31 à 1,56	n/a

Richelieu Hydrogéologie Inc. en (2018) a conclu que l'argile prélevée à une profondeur de 5,66 mètres est sousconsolidée, tandis que pour les deux autres échantillons prélevés à une profondeur de 3,28 et 1,93 mètres, l'argile est surconsolidée. Selon Richelieu Hydrogéologie Inc. en (2018) les argiles sont qualifiées de faible sensibilité à sensible.

### 3. DESCRIPTION DES TRAVAUX EFFECTUES ET METHODOLOGIE

#### 3.1 Préparation des plans forages

BBA a préparé un plan d'investigation géotechnique comprenant un total de 29 forages pour le site Bachelor. Le plan d'investigation comprend 3 zones :

- Zone 1 : forages sur le sol naturel
  - Zone 1a : digue sud (7 forages)
  - Zone 1b : digue ouest (3 forages)
  - Zone 1b : digue ouest (4 forages, travail additionnel 2020)
- Zone 2 : forages sur des infrastructures existantes ou dans le bassin existant
  - Zone 2a : digue nord (6 forages)
  - Zone 2 b : digue interne (3 forage)
  - Zone 2c : digue médiane (3 forages)
- Zone 3 : le parc à résidus solides « dry stack » (7 forages).

Dans la zone 1b, deux (2) forages supplémentaires ont été ajoutés pour une meilleure identification de l'argile dans la zone 1b (digue ouest). Un autre forage dans la zone 1a (digue sud, BH-BBA-19-06) a été refusé à 1,8 m de profondeur et s'est déplacé un peu pour effectuer un nouveau forage (BH-BBA-19-06B).

En raison de la présence d'argile molle, découverte à la future empreinte de la digue ouest (zone 1b) lors de l'investigation 2019, une investigation supplémentaire en 2020 comprenant 4 forages visait à approfondir les recherches sur l'argile à l'empreinte de la digue ouest. Un forage situé sur la crête de la digue ouest et les autres situés à l'ouest du pied de cette digue.

Dans la zone 2a, en raison de difficultés d'accès causées par un marais, un forage n'a pas pu être réalisé pendant la campagne géotechnique (BH-BBA-19-19). Toutefois, le nouveau plan de campagne géotechnique comprenant donc 31 forages, est présenté dans l'annexe C.

Les 31 forages dans le mandat 2019 sont répartis sur le site comme suit :

- Zone 1 : forages sur le sol naturel
  - Zone 1a : digue sud (8 forages)
  - Zone 1b : digue ouest (5 forages)
- Zone 2 : forages sur des infrastructures existantes ou dans le bassin existant
  - Zone 2a : digue nord (5 forages)
  - Zone 2 b : digue interne (3 forages)
  - Zone 2c : digue médiane (3 forages)
- Zone 3 : le parc à résidus solides « dry stack » (7 forages).

Tous les 4 forage dans le mandat additionnel (2020) sont répartis sur la zone 1b, digue ouest.

### 3.2 Forages et essais géotechniques en place

Les travaux de chantier du mandat original se sont déroulés entre le 26 mars et le 10 avril 2019 sous la supervision constante des représentants de BBA. Les trente et un (31) forages géotechniques ont été réalisés par Marathon Underground. Vingt-neuf (29) forages géotechniques ont été réalisés avec une foreuse de type géotechnique CME 850 montée sur chenillard. Deux (2) forages dans la zone 2a (BH-BBA-19-08 et BH-BBA-19-09) étaient situés sur la glace (au centre du bassin d'eau). Pour des raisons de sécurité, une plus petite foreuse de type EMCI 220 MPR a été utilisée pour réaliser ces deux forages. Dans les sept (7) forages réalisés dans la zone 3 (parc à résidus solides), des piézomètres de type Casagrande ont été installés pour faire le suivi de l'eau souterraine dans les résidus.

Les travaux de chantier du mandat additionnel se sont déroulés entre le 6 et 7 août 2020 sous la supervision constante des représentants de BBA. Les quatre forages géotechniques ont été réalisés par Marathon Underground avec une foreuse de type géotechnique CME 850 montée sur chenillard.

Au cours des travaux sur le site, en raison de problèmes d'accès, l'emplacement de quelques forages a été légèrement modifié. Un relevé d'arpentage et de nivellement du terrain a été réalisé par le personnel de Bonterra afin de déterminer l'élévation du terrain à l'endroit des forages réalisés. Les emplacements exacts des forages après la campagne ont été arpentés par Bonterra et sont présentés à l'annexe B. Le Tableau 5 présente un sommaire des localisations et profondeurs des forages.

Tableau 5 : Sommaire de localisation et profondeur des forages, travail 2019

Identification	Est (m)	Nord (m)	Élévation(m)	Date	Zone	Élévation de roc probable (m)
BH-BBA-19-01	418119,970	5482916,830	332,889	2019-04-01	1a	327,71
BH-BBA-19-02	418090,570	5482859,610	337,665	2019-04-01	1a	335,35
BH-BBA-19-03	417998,070	5482749,340	339,001	2019-03-31	1a	336,10
BH-BBA-19-04	417676,360	5482700,440	334,605	2019-03-31	1a	332,55
BH-BBA-19-05	417403,300	5482627,550	336,448	2019-03-31	1a	333,58
BH-BBA-19-06	417108,84	5482583,41	333,403	2019-03-30	1a	n/a
BH-BBA-19-06B	417108,840	5482583,410	333,403	2019-03-30	1a	331,57
BH-BBA-19-07	416916,620	5482733,520	334,886	2019-03-30	1a	331,29
BH-BBA-19-08	417569,850	5483269,490	325,090	2019-04-06	2a	322,81
BH-BBA-19-09	417525,730	5483268,140	324,450	2019-04-05	2a	318,15
BH-BBA-19-10	417440,220	5483239,660	326,000	2019-04-05	2a	315,19
BH-BBA-19-11	416877,740	5483087,880	330,713	2019-04-03	1b	328,88
BH-BBA-19-12	416877,030	5483177,740	328,448	2019-04-04	1b	317,54
BH-BBA-19-13	416943,910	5483296,510	332,834	2019-03-27 à 31	1b	328,38
BH-BBA-19-14	417567,790	5483438,680	328,030	2019-04-07	2b	322,70
BH-BBA-19-15	417502,230	5483461,850	331,769	2019-04-07	2b	317,58
BH-BBA-19-16	417244,840	5483606,000	327,701	2019-04-07	2b	320,84
BH-BBA-19-17	417533,930	5483667,060	328,369	2019-04-05	1c	326,24
BH-BBA-19-18	417467,320	5483674,080	325,622	2019-04-08	1c	317,24
BH-BBA-19-19	417451,7	5483731,7	-	non accessible	1c	-
BH-BBA-19-20	417411,450	5483661,210	325,552	2019-04-05	1c	311,22
BH-BBA-19-21	417306,090	5483673,840	327,421	2019-04-06	1c	317,54
BH-BBA-19-22	417235,580	5483683,350	328,460	2019-04-06	1c	324,95
BH-BBA-19-23	417217,010	5483571,840	334,673	2019-04-04	3	n/a
BH-BBA-19-24	417301,780	5483529,610	334,318	2019-04-04	3	n/a
BH-BBA-19-25	417134,410	5483436,110	335,994	2019-04-02	3	n/a
BH-BBA-19-26	417211,820	5483354,550	335,733	2019-04-03	3	n/a
BH-BBA-19-27	417290,190	5483353,930	334,565	2019-04-02	3	n/a
BH-BBA-19-28	417117,160	5483364,180	336,449	2019-04-01	3	n/a
BH-BBA-19-29	417217,35	5483262,06	335,455	2019-04-02	3	n/a
BH-BBA-19-30	416875,900	5483160,190	329,574	2019-04-09	1b	322,61
BH-BBA-19-31	416882,730	5483194,030	320,775	2019-04-10	1b	310,66

Tableau 6 : Sommaire de localisation et profondeur des forages, travail 2020

Identification	Est (m)	Nord (m)	Élévation(m)	Date	Zone	Élévation de roc probable (m)
BH-BBA-20-01	416916	5483210		2020-08-06	1b	
BH-BBA-20-02	416861	5483216	326,2*	2020-08-07	1b	318,73
BH-BBA-20-03	416853	5483198	325,7*	2020-08-06	1b	320,52
BH-BBA-20-04	416869	5483163	327,6*	2020-08-07	1b	319,22

\*Les élévations tirées des données Lidar

### 3.2.1 Méthode des forages et échantillonnages

Les forages ont été effectués en utilisant une tarière. Des échantillons remaniés (CF) de sol granulaire ont été prélevés dans les forages à l'aide d'une cuillère fendue de calibre (51 mm de diamètre). Des tubes Shelby (75 mm de diamètre) ont été utilisés pour prélever des échantillons peu remaniés d'argile.

Tous les forages ont été échantillonnés en continu, soit à l'aide d'une cuillère fendue soit à l'aide de tubes de Shelby. Dans les cas de résidus miniers des échantillons des sols ont été directement prélevés sur la tarière.

Les échantillons récupérés ont fait l'objet d'une description visuelle de sol par les représentants de BBA sur le site afin de déterminer la nature des sols. Par la suite, dans le cas du mandat 2019, les échantillons prélevés ont été envoyés aux laboratoires Englobe à Laval, ETS et AGAT à Montréal pour réaliser des essais de laboratoire. Pour le mandat 2020, les échantillons prélevés ont été envoyés aux laboratoires du groupe ABS pour réaliser des essais en laboratoire.

### 3.2.2 Essais de pénétration standard (SPT)

La cuillère fendue permet également d'obtenir des informations sur la densité des couches de sol traversées, en obtenant des valeurs d'indices de pénétration standard « SPT » appelées indices « N ». Cet indice correspond au nombre de coups requis pour faire pénétrer le carottier de 300 mm lorsqu'il est battu à l'aide d'un marteau pesant 63,5 kg et tombant en chute libre d'une hauteur de 760 mm. Les indices « N » mesurés sont présentés sur les rapports de forages à l'annexe B. Le Tableau 7 montre la relation entre les degrés de compacité des sols et l'indice N mesuré lors de l'essai SPT.

Tableau 7 : Relation entre la compacité et le résultat de l'indice N évalué

Compacité	Indice de pénétration standard « N »
Très lâche	<4
Lâche	4-10
Compact	10-30
Dense	30-50
Très dense	>50

### 3.2.3 Essais de résistance au cisaillement in situ

La mesure de la résistance au cisaillement non drainée intacte et remaniée du dépôt argileux pour tous les forages traversant l'argile, ont été réalisées au moyen d'un scissomètre de chantier de modèle FISH SCALE-MAT740. Le Tableau 8 montre la relation entre les degrés de la consistance des argiles avec la résistance au cisaillement non drainée intacte.

Tableau 8 : Relation entre la résistance au cisaillement non drainée intacte ( $C_u$ ) et la consistance des argiles

Consistance	$C_u$ (kPa)
Très molle	<12
Molle	12-25
Ferme	25-50
Raide	50-100
Très raide	100-200
Dure	>200

La sensibilité ( $S_t$ ) de l'argile a été calculée comme le rapport de la résistance au cisaillement du sol intact sur la résistance au cisaillement remanié à teneur en eau constante. Une échelle de qualificatifs pour définir la sensibilité de l'argile est donnée dans le Tableau 9.

$$S_t = \frac{C_u}{C_{ur}}$$

Tableau 9 : Sensibilité au remaniement de l'argile

$S_t$	Niveau de sensibilité
<2	Insensible
2-4	Sensibilité moyenne
4-8	Sensible
8-16	Très sensible
>16	Extrêmement sensible

### 3.2.4 Essais hydrogéologiques

Des piézomètres Casagrande ont été installés dans les forages BH-BBA-19-23 à BH-BBA-19-29 dans la zone 3 (parc à résidus solides) afin de pouvoir mesurer le niveau piézométrique dans les environs.

### 3.3 Programme d'essais géotechniques en laboratoire

Pour le travail en 2019, des échantillons représentatifs des sols en place ont été sélectionnés afin de procéder aux analyses en laboratoire suivantes :

1. Laboratoire Englobe
  - quinze (15) analyses granulométriques par tamisage (LC 21-040);
  - quatorze (14) analyses granulométriques par sédimentation (NQ 2501-025);
  - neuf (9) essais des limites (norme NQ 2501-092);
  - onze (11) déterminations de la teneur en eau (norme NQ 2501-170);
  - quatre (4) essais de consolidation (norme ASTM D 2435);
  - dix (10) essais de la résistance au cisaillement à l'aide du pénétromètre à cône (norme NQ 2501-110).
2. Laboratoire ETS
  - six (6) essais triaxiaux (CU), consolide et non drainés (ASTM D4767);
  - trois (3) essais triaxiaux (CD), consolide et drainés (ASTM D7181);
  - quatre (4) déterminations des limites et teneur en eau (norme NQ 2501-092; NQ 2501-170);
  - quatre (4) essais de la résistance au cisaillement à l'aide du pénétromètre à cône (norme NQ 2501-110).



### 3. Laboratoire AGAT

- sept (7) essais pour déterminer le potentiel de génération d'acide.

Pour le travail en 2020, des échantillons représentatifs des sols en place ont été sélectionnés afin de procéder aux analyses en laboratoire suivantes :

### 4. Laboratoire Groupe ABS

- quatre (4) analyses granulométriques par tamisage (LC 21-040);
- quatre (4) essais des limites (norme NQ 2501-092);
- un (1) essai de consolidation (norme ASTM D 2435);
- six (6) essais de la résistance au cisaillement à l'aide du pénétromètre à cône (norme NQ 2501-110).

La distribution des essais en laboratoire est résumée dans les Tableau 10 et 11. Pour le mandat 2019, les tests en laboratoire ont été effectués entre le 3 mai et le 12 juin 2019 par Englobe. Les essais triaxiaux ont été faits entre le 10 mai et 19 septembre 2019. Pour le mandat 2020, les tests en laboratoire ont été effectués entre le 15 août et le 12 octobre 2020.

Les résultats de ces tests ont été utilisés pour confirmer la classification des sols rencontrés sur le chantier et évaluer les propriétés des sols souterrains. Les résultats des analyses géotechniques effectuées par Englobe, ÉTS, Groupe ABS et AGAT sont présentés dans l'annexe C.

Les échantillons prélevés dans les forages seront conservés pour une période de six (6) mois à partir de la date de la résiliation des tests en laboratoires, après quoi nous en disposerons à moins d'avis contraire de la part du client.

**Tableau 10 : Sommaire de localisation et profondeur  
des échantillons pour les essais en laboratoire, travail 2019**

Identification	Granulo.	Sédimento.	Limites	Teneur en eau	Consolidation	Triaxial	C <sub>u</sub>	Génération acide
BH-BBA-19-01	4,6-5,2 m	4,6-5,2 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-02	0,8 – 1,5 m	0,8 – 1,5 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-03	2,3 – 2,9 m	2,3 – 2,9 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-04	0,8 – 1,5 m	0,8 – 1,5 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-05	1,5 – 2,3 m	1,5 – 2,3 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-06B	2,3 – 3,0 m	2,3 – 3,0 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-07	2,9 – 3,4 m	2,9 – 3,4 m	-	-	-	-	-	-
BH-BBA-19-09	-	-	6,1-6,7 m	6,1-6,7 m	-		6,1-6,7 m 7,6-8,2 m	-

Identification	Granulo.	Sédimento.	Limites	Teneur en eau	Consolidation	Triaxial	C <sub>u</sub>	Génération acide
BH-BBA-19-10	-	-	10,7-11,3 m	10,7-11,3 m	7,6-8,2 m		7,6-8,2 m 10,7-11,3	-
BH-BBA-19-12	9,9 – 10,7 m	9,9 – 10,7 m	5,3 – 6,1 m	5,3 – 6,1 m	-		-	-
BH-BBA-19-13	3,0 – 3,8 m	-	-	-	-			-
BH-BBA-19-15	-	-	9,1-9,9 m	9,1-9,9 m	-		9,1- 9,9 m	-
BH-BBA-19-16	-	-	3,1-3,8 m	3,1-3,8 m	-		3,1-3,8 m 4,6 -5,3 m	-
BH-BBA-19-18	6,1 – 6,9 m	6,1 – 6,9 m	3,1-3,8 m 4,6-5,3 m	3,1-3,8 m 4,6-5,3 m	3,1-3,8 m		3,1-3,8 m 4,6-5,3 m	-
BH-BBA-19-20	6,1 – 6,7 m	6,1 – 6,7 m	6,1 – 6,7 m	6,1-6,7 m	-		4,6-5,3 m	-
BH-BBA-19-21	9,1 – 9,9 m 4,6 -5,2	9,1 – 9,9 m 4,6 -5,2	-	4,6-5,2 m	-		-	-
BH-BBA-19-23	-	-	-	-	-	-	-	6,9-7,6 m
BH-BBA-19-24	-	-	-	-	-	-	-	3,8-4,6 m
BH-BBA-19-25	-	-	-	-	-	-	-	4,6-5,3 m
BH-BBA-19-26	-	-	-	-	-	-	-	3,8-4,6 m
BH-BBA-19-27	-	-	-	-	-	-	-	6,9-7,6 m
BH-BBA-19-28	-	-	-	-	-	-	-	5,3-6,1 m
BH-BBA-19-29	-	-	-	-	-	-	-	4,6-5,3 m
BH-BBA-19-30	-	-	1,5-2,3 m 2,3-3,1 m	1,5-2,3 m 2,3-3,1 m	2,3-3,1 m		1,5-2,3 m 2,3-3,1 m	-
BH-BBA-19-31	8,4 – 9,1 m 6,9-7,6 m	8,4 – 9,1 m 6,9-7,6 m	3,1-3,8 m 4,6-5,3 m	3,1-3,8 m 4,6-5,3 m	3,1-3,8 m		3,1-3,8 m 4,6-5,3 m	-

**Tableau 11 : Sommaire de localisation et profondeur  
des échantillons pour les essais en laboratoire, travail 2020**

Identification	Granulo.	Limites	Consolidation	C <sub>u</sub>
BH-BBA-20-01	3,04 – 3,66 m	6,86 – 7,47 m	6,86 – 7,47 m	6,86 – 7,47 m
BH-BBA-20-02	7,62 – 8,23 m	3,04 – 3,66 m	-	3,04 – 3,66 m
BH-BBA-20-03	4,52 – 5,18 m	2,29 – 2,89 m	-	2,29 – 2,89 m
BH-BBA-20-04	5,33 – 5,94 m	3,04 – 3,66 m	-	1,52 – 2,13 m 3,04 – 3,66 m

## 4. RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS

### 4.1.1 General

Les conditions souterraines rencontrées sur le site du parc à résidus Bachelor sont décrites dans les sections suivantes. Les descriptions de sol sont basées sur des observations visuelles complétées par les résultats d'essais de laboratoire. Il est important de noter que les conditions et les épaisseurs du sols rencontrés peuvent varier entre les sites des sondages.

Sur l'ensemble du site, la stratigraphie naturelle du sol se compose d'une couche de terre végétale ou de tourbe, suivie d'une mince couche de sable fin, brun et très lâche, parfois mélangé avec de la terre végétale parfois avec du silt, ensuite d'un dépôt d'argile très molle à raide, d'une couche de transition constituée principalement de silt puis d'un horizon de till comprenant sable, silt et gravier. L'argile est assez hétérogène. L'argile est parfois très molle ou très sableuse. Les argiles plus sableuses sont associées à des teneurs en eau plus faibles.

Les paragraphes suivants décrivent l'état général de la stratigraphie de chacune des zones en tenant compte du sol naturel et des infrastructures existantes.

Dans la zone 1a (digue sud), la couche superficielle était constituée d'une mince couche de terre végétale ou de tourbe, suivi d'une couche de sable fin parfois silt avec trace de cailloux qui a été suivie par du till. Dans les forages BH-BBA-19-03, BH-BBA-19-07 une couche de remblais routiers a été rencontrée en surface d'une épaisseur variant de 0,76 m à 2,74 m respectivement. La présence d'argile n'a pas été rencontrée dans cette zone. L'épaisseur du sable fin varie de 0,76 à 1,52 m. La couche de sable fin est à un état très lâche à compact, selon des indices N entre 2 et 20. L'épaisseur du till varie entre de 0,76 à 5,18 m. La couche de till est à un état compact à très dense, selon des indices N entre 25 et R (refus).

Dans la zone 1b (digue ouest), un sol argileux a été rencontré dans la zone des forages BH-BBA-19-12, BH-BBA-19-30, BH-BBA-19-31, BH-BBA-20-01, BH-BBA-20-02, BH-BBA-20-03 et BH-BBA-20-04 (au milieu de la vallée). Cependant, dans les forages BH-BBA-19-11 et BH-BBA-19-13 les sols argileux n'ont pas été rencontrés. L'épaisseur de la couche d'argile varie entre 4,6 et 7,60 m. Selon les résultats des essais, la résistance au cisaillement décrit une argile très molle à dur. L'argile est suivie par une couche de till avec des épaisseurs variant de 0,56 à 4,83 m. Dans la zone 1b une couche de remblais routiers et remblais de digue de 0,76 m et 3,81 m d'épaisseur a été respectivement rencontrée dans les forages BH-BBA-19-13 et BH-BBA-20-01.

Dans la zone 2a (digue nord), une infrastructure mineure composée de remblais routiers ou remblais de digue est rencontrée avec une épaisseur variant de 0,76 à 2,30 m. Les sols argileux ont été rencontrés sous les remblais de digue dans les forages BH-BBA-19-18, BH-BBA-19-20 et BH-BBA-19-21 (au centre de la digue). Cependant, dans les forages BH-BBA-19-17 et BH-BBA-19-22 les sols argileux n'ont pas été rencontrés (aux deux culées). L'épaisseur du sol argileux

varie entre 0,66 et 11,35 m et l'argile est à l'état très mou et ferme. En raison de difficultés d'accès causées par un marais dans cette zone, le forage BH-BBA-19-19 n'a pas pu être réalisé pendant la campagne géotechnique. Cet endroit peut être un endroit plus critique qui aura besoin d'une d'investigation géotechnique plus approfondie. Dans la zone 2a, l'argile a été suivie par une couche de till avec une épaisseur variant de 0,6 à 4,6 m.

Dans la zone 2b (digue interne), les sols argileux ont été rencontrés sous les remblais de route et de digue avec une épaisseur variant de 2,3 et 6,0 m. L'épaisseur du sol argileux varie entre 1,5 et 4,6 m. Dans cette zone l'argile est à un état ferme à très raide. L'argile a été suivie par une couche de till.

Dans la zone 2c (digue médiane), les sols argileux ont été rencontrés sous l'eau et une mince couche de résidus à une profondeur d'environ 1,5 m. L'épaisseur du sol argileux varie entre 1,5 et 9,4 m. Dans cette zone l'argile est à un état mou à très raide. L'argile a été suivie par une couche de till.

Dans la zone 3, sept (7) forages (BH-BBA-19-23 à BH-BBA-19-29) ont été forés dans le parc à résidus solide. Des couches minces de stérile ont été rencontrées près de la surface des résidus. Les forages ont été arrêtés à 7,62 m de profondeur et des puits d'observation ont été installés pour faire le suivi du niveau de l'eau souterraine. Des résidus peuvent se trouver sous 7,62 m de profondeur. Le niveau des eaux souterraines dans le parc à résidus solides était situé à environ 4,5-5,0 m de profondeur au moment de la campagne géotechnique. L'analyse de la granulométrie des résidus ne faisait pas partie du programme géotechnique BBA 2019, toutefois des données existantes sur la granulométrie des résidus (réalisée par GHD (2016) et Golder Associés (2007)) montrent que les résidus sont constitués d'environ 80-90 % de silt et argile et 10-20 % de sable. L'essai Proctor standard réalisé par GHD (2016) a montré une masse volumique sèche maximale de 1666 kg/m<sup>3</sup> et une teneur en eau optimale de 17,7 %.

Le niveau des eaux souterraines était variable dans le site. Sauf au parc à résidus solides, dans la majorité des cas, il a été rencontré à moins de 3 m de profondeur.

#### 4.1.2 Les conditions souterraines

La stratigraphie détaillée inférées à partir des données de sondage, décrites en détail dans chacun des rapports de forage à l'annexe D, est expliquée dans les sections suivantes.

#### 4.2 Remblais de digue et routier

Sur la zone 1 et 2, les remblais routiers ont des épaisseurs variant de 0,76 à 2,74 m dans les forages BH-BBA-19-03 (0,76 m), BH-BBA-19-07 (2,74 m), BH-BBA-19-13 (1,52 m), BH-BBA-19-14 (0,76 m), BH-BBA-19-15 (1,52 m), BH-BBA-19-16 (1,52 m), BH-BBA-19-17 (1,52 m), BH-BBA-19-20 (0,76 m), BH-BBA-19-21 (2,29 m) et BH-BBA-19-22 (0,76 m) ont été rencontrés. Les

remblais routiers sont généralement constitués de pierres concassées, qui sont à un état très dense selon des indices N de R (refus). Les remblais de digue ont été aussi rencontrés sur la zone 1b dans les forages BH-BBA-20-01 (3,81 m). Les remblais de digue sont à un état lâche à très dense selon des indices N de 8 à 100.

Les remblais de digue ont été rencontrés principalement sur la zone 2 dans les forages BH-BBA-19-14 (0,76 m), BH-BBA-19-15 (4,58 m), BH-BBA-19-18 (1,53 m) et BH-BBA-19-20 (1,53 m) avec des épaisseurs variant de 0,76 à 4,58 m. Les remblais de digue sont généralement constitués de sables et graviers avec de trace de cailloux. Ce matériau repose sous un état très lâche à très dense, selon des indices N de 3 (zone 2a, BH-BBA-19-20) à 56 (zone 2b, BH-BBA-19-15).

#### 4.3 Terre végétale

Une couche superficielle de terre végétale jusqu'à 0,2 m a été rencontrée dans les majorités des forages. La terre végétale est hautement compressible, humide à saturée et très lâche. Des morceaux de bois ont été rencontrés dans la couche superficielle des remblais routiers dans les forages BH-BBA-19-07 et BH-BBA-19-12 (zones 1a et 1b, respectivement).

De la terre végétale et des morceaux de bois ont également été rapportés dans les rapports géotechniques existants (par exemple, Golder Associés, 2007). Selon Golder (2007), la teneur en matières organiques a été évaluée à 33 % du poids sec de l'échantillon et la teneur en eau s'établissait à 156 %.

Dans quelques forages (BH-BBA-19-07, BH-BBA-19-14, BH-BBA-19-16, BH-BBA-19-17, BH-BBA-19-18, BH-BBA-19-22, BH-BBA-19-30 et BH-BBA-19-31) la terre végétale a été mélangée avec du sol superficiel soit de sable et cailloux soit de l'argile et silt.

#### 4.4 Couche de sable silteux superficiel

Sous l'horizon de terre végétale, notamment au sud du site (zone 1a), une couche naturelle de sable silteux avec des traces de gravier et d'argile à sable et gravier silteux avec trace d'argile a été rencontrée sur des épaisseurs respectives de 0,10 m à 2,90 m. Des valeurs d'indice « N » de 2 (zone 1a, BH-BBA-19-02, BH-BBA-19-04, BH-BBA-19-05 et BH-BBA-19-06 à 0,3 m de profondeur) et 20 (zone 1a, BH-BBA-19-03 à 1,2 m de profondeur) ont été mesurées. Des valeurs d'indice « N » de 9 et 3 à 5 ont été mesurées respectivement dans la zone 2a (BH-BBA-19-18 à 1,9 m de profondeur) et la zone 2b (BH-BBA-19-14 à 2,3 m de profondeur) pour les sols constitués de sable et cailloux mélangés avec des sols organiques.

## 4.5 Dépôt till

Au sud dans la zone 1a (digue sud) aux forages BH-BBA-19-01 à BH-BBA-19-07, la couche de sable supérieure est suivie par un dépôt granulaire de till, avec des épaisseurs variant de 0,25 à 4,4 m, jusqu'au socle rocheux. Des valeurs d'indice « N » de 25 et plus que 100 ont été mesurées dans le dépôt till dans la zone 1a.

Dans la zone 1b (digue ouest) aux forages BH-BBA-19-11 et BH-BBA-19-13 la couche supérieure de sable est aussi suivie par le dépôt de till jusqu'au socle rocheux. Dans les autres forages le dépôt till a été rencontré sous l'argile. Des valeurs d'indice « N » de 19 et plus que 100 ont été mesurées dans le dépôt de till dans la zone 1b.

Dans la zone 2a (digue nord) aux forages BH-BBA-19-17 et BH-BBA-19-22 la couche supérieure de sable est aussi suivie par le dépôt de till jusqu'au socle rocheux. Dans les autres forages le dépôt de till a été rencontré sous l'argile. Des valeurs d'indice « N » de 7 et plus que 100 ont été mesurées dans le dépôt de till dans la zone 2a.

Dans la zone 2b et 2c (digues interne et médiane) le dépôt de till a été rencontré sous la couche d'argile. Des valeurs d'indice « N » de 5 (forage BH-BBA-19-16 à 5,7 m de profondeur) et plus que 100 ont été mesurées dans le dépôt till dans la zone 2b et 2c.

La composition prédominante du till dans la zone 1a est constituée de sable silteux avec un peu de gravier et trace d'argile. Dans un échantillon, la quantité de gravier a atteint 33,5 %. Le till juste en dessous d'argile (6,9 m-7,6 m) dans la zone 1b est constitué de 23 % gravier, 11 % sable et 64 % de silt. De 8,4 m à 9,1 m dans zone 1b de profondeur la composition de till change à 16 % de gravier, 64 % de sable et 18 % de silt.

Dans les zones 2a et 2b le till est composé de plus de gravier. La quantité de gravier et de silt peut atteindre 60 % (zone 2a) et 43 % (zone 2b).

Un résumé de la distribution granulométrique des échantillons des sols prélevés sur le site est présenté à la Figure 1 et au Tableau 12.

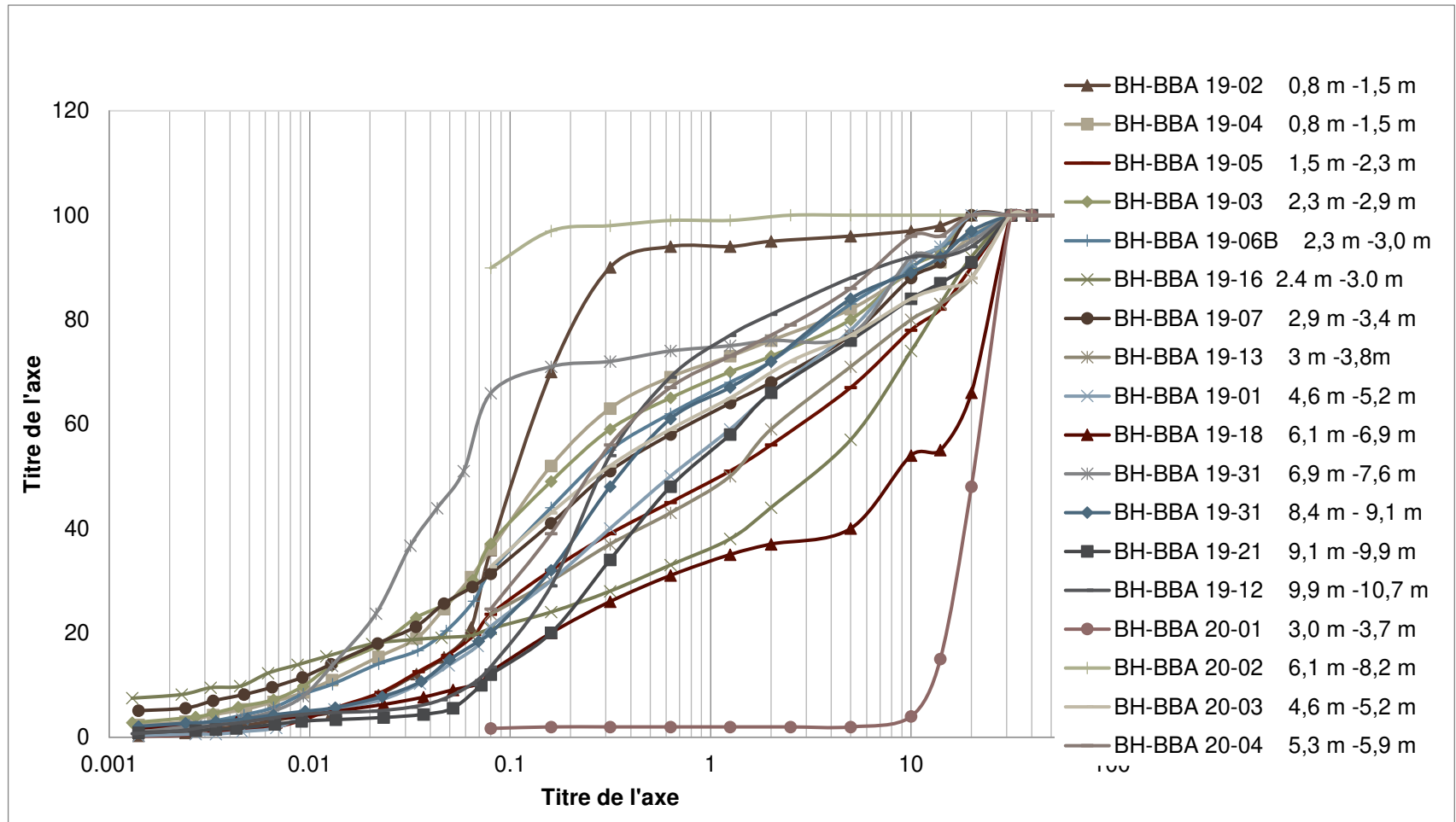


Figure 1 : Analyse granulométrique des sols granulaires échantillonnés, site Bachelor

Tableau 12 : Distribution granulométrique des échantillons des sols, site Bachelor

Échantillons	Profondeur (m)	Cailloux	Gravier	Sable	Silt	Argile	D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	Description
BH-BBA 19-02	0,8 -1,5	0	4,5	59,6	35,3	0,6	0,028	0,076	0,13	5	1,59	Sable silteux, traces de gravier et d'argile
BH-BBA 19-04	0,8 -1,5	0	17,8	46,2	33,2	2,8	0,011	0,062	0,264	24	1,32	Sable silteux, un peu de gravier, traces de argile
BH-BBA 19-05	1,5 -2,3	0	33,5	42,9	23,3	0,3	0,026	0,133	2,881	111	0,24	Sable et gravier silteux, traces de argile
BH-BBA 19-03	2,3 -2,9	0	19,9	43	33,8	3,4	0,009	0,065	0,363	40	1,29	Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile
BH-BBA 19-06B	2,3-3,0	0	17,5	50,7	29,6	2,2	0,013	0,075	0,505	39	0,86	Sable silteux, un peu de gravier, traces de argile
BH-BBA 19-07	2,9-3,4	0	22,6	46,1	25,9	5,4	0,007	0,072	0,779	111	0,95	Sable silteux graveleux, traces de argile
BH-BBA 19-13	3,0-3,8	0	29,2	47,2	23,6		-	0,158	2,637	-	-	Sable silteux graveleux, traces de argile
BH-BBA 19-01	4,6-5,2	0	21,9	56,9	20,8	0,4	0,034	0,161	1,305	38	0,58	Sable silteux graveleux, traces de argile
BH-BBA 19-18	6,1-6,9	0	60,3	27,2	10,6	1,9	0,062	0,521	16,443	265	0,27	Gravier sableux, un peu de silt, traces de argile
BH-BBA 19-31	6,9-7,6	0	23	11,1	64,3	1,6	0,01	0,026	0,071	7	0,95	Silt graveleux, un peu de sable, traces de argile
BH-BBA 19-31	8,4-9,1	0	15,8	64,2	17,5	2,5	0,032	0,141	0,586	18	1,06	Sable, un peu de silt et en peu de gravier, trace d'argile
BH-BBA 19-21	9,1-9,9	0	23,7	64,3	10,9	1,1	0,072	0,258	1,383	19	0,67	Sable graveleux, en peu de silt, trace d'argile
BH-BBA 19-16	2,3 m -3,0 m	0	42,8	36,4	12,8	8	0,005	0,407	5,597	1119	5,92	Gravier et sable, en peu de silt, trace de argile
BH-BBA 20-01	3,0 m -3,7 m	0	98	0,3	1,7		14	18	23	2	1.01	Gravier, trace de sable et argile
BH-BBA 20-02	6,1 m -8,2 m	0	0	11,1	89,9							Argile et silt, en peu de sable



Échantillons	Profondeur (m)	Cailloux	Gravier	Sable	Silt	Argile	D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	Description
BH-BBA 20-03	4,6 m -5,2 m	0	33	44,3	32,7							Sable et gravier silteux et argileux
BH-BBA 20-04	5,3 m -5,9 m	0	14	61,4	24,6							Sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile

#### 4.6 Résidus miniers

Dans la zone 3, aux forages BH-BBA-19-23 à BH-BBA-19-29 des résidus miniers constitués majoritairement d'un silt et argile avec des proportions variables en sable ont été observés sur une épaisseur évaluée de l'ordre de 7,6 m.

Les forages dans le parc à résidu (zone 3) ont été munis de puits d'observation pour mesurer les perturbations d'eau souterraine. Ces forages avaient une profondeur maximale de 7,6 m. Des résidus miniers peuvent être présents sous le 7,62 m de profondeur.

Les résidus miniers sont dans un état qualifié de très lâche à compact avec des valeurs d'indices « N » variant entre 1 et 18 mesurées en BH-BBA-19-27. Sept (7) essais du potentiel de génération d'acide ont été réalisés par AGAT. Selon les résultats obtenus, les échantillons de résidus soumis aux essais ne sont pas producteur d'acide.

Tableau 13 : Sommaire des analyses chimiques sur les résidus

Échantillons	Soufre total (%)	Potentiel d'acidité maximum (PA) Kg CaCO <sub>3</sub>	Potentiel de neutralisation brut (PN) Kg CaCO <sub>3</sub>	Potentiel de neutralisation net (PNN) Kg CaCO <sub>3</sub>	Potentiellement générateur d'acide
BH-BBA-19-23	0,71	22,2	111	89	Non producteur
BH-BBA-19-24	0,63	19,7	88	69	Non producteur
BH-BBA-19-25	0,84	26,3	85	59	Non producteur
BH-BBA-19-26	0,68	21,3	95	74	Non producteur
BH-BBA-19-27	0,61	19,1	78	58	Non producteur
BH-BBA-19-28	0,71	22,2	101	79	Non producteur
BH-BBA-19-29	0,63	19,7	118	98	Non producteur

Les essais de caractérisation mécanique (densité relative, Proctor, granulométrie et perméabilité) des résidus ne faisaient pas partie de la campagne géotechnique de BBA 2019. Ils ont été mesurés par d'autres (GHD, 2016 et Golder Associés, 2007). La densité relative des grains des résidus est de 2,77 et la perméabilité est de l'ordre de  $1,0 \times 10^{-8}$  m/s à  $5,0 \times 10^{-8}$  m/s. La granulométrie des résidus réalisée par GHD (2016) et Golder Associés (2007) montre que les résidus sont constitués d'environ 80-90 % de silt et argile et 10-20 % de sable. L'essai Proctor standard réalisé par GHD (2016) indiquait une masse volumique sèche maximale de 1666 kg/m<sup>3</sup> et une teneur en eau optimale de 17,7 %.

#### 4.7 Dépôt d'argile

Un dépôt d'argile varvée et hétérogène, a été rencontré sur le site, notamment sous la couche de tourbe et parfois en surface. Le dépôt de l'argile a été rencontré principalement dans la partie centrale de la vallée, vers le nord et vers l'ouest. L'argile est inexistante dans la zone 1a (digue sud, les forages BH-BBA-19-01 à BH-BBA-19-07). Elle était aussi inexistante dans les forages

BH-BBA-19-11 et BH-BBA-19-13 sur la zone 1b et les forages BH-BBA-19-17 et BH-BBA-19-22 sur la zone 2a. Aux endroits où elle est présente dans les forages, les sols argileux atteignent des épaisseurs comprises entre 0,71 m (BH-BBA-19-08, zone 2c) à 11,35 m (BH-BBA-19-20, zone 2a). Le Tableau 14 résume les épaisseurs observées de cet horizon pour chacun des forages.

L'argile de partie supérieure du dépôt est principalement brune et raide est surconsolidée, elle devient grise, saturée et ferme à molle (parfois très molle) dans certaines couches. La partie supérieure est normalement appelée la croûte. La croûte possède une résistance au cisaillement raide à ferme. Dans la plupart des cas, la résistance au cisaillement mesurée varie entre 35 kPa et 100 kPa.

L'argile sous la croûte est ferme à très molle et légèrement surconsolidée avec une pression de préconsolidation entre le 85 kPa dans la zone 2c (digue médiane) et 150 kPa dans la zone 1b (digue ouest). Dans la zone 1b, un échantillon prélevé près de la surface (2,75 m de profondeur) présentait une pression de préconsolidation de 235 kPa.

La résistance au cisaillement dans l'argile molle a été mesurée aussi bas que 4 kPa dans forage BH-BBA-19-31(zone 1b) à l'ouest du site.

**Tableau 14 : Épaisseurs des sols argileux**

Forage	Épaisseurs des sols argileux (m)	Forage	Épaisseurs des sols argileux (m)
BH-BBA-19-08	0,71	BH-BBA-19-16	1,52
BH-BBA-19-09	3,96	BH-BBA-19-18	2,97
BH-BBA-19-10	9,14	BH-BBA-19-20	11,35
BH-BBA-19-12	5,3	BH-BBA-19-21	0,76
BH-BBA-19-14	1,52	BH-BBA-19-30	3,81
BH-BBA-19-15	4,63	BH-BBA-19-31	7,61
BH-BBA-20-01	8,86	BH-BBA-20-03	5,18
BH-BBA-20-02	6,09	BH-BBA-20-04	5,33

#### 4.7.1 Résultats des essais de résistance au cisaillement

Les Tableau 15 et 16 présentent les résultats obtenus pour les essais de résistance au cisaillement in situ et en laboratoire effectués ainsi que les degrés de consistance rencontrés.

La consistance du dépôt argileux varie de raide à ferme et molle selon les mesures in situ. Mais des mesures de laboratoire ont montrées que la consistance de l'argile varie de dur à très molle. Selon les essais au scissomètre in situ et de laboratoire, le dépôt d'argile possède des résistances au cisaillement ( $C_u$ ) oscillant majoritairement entre 14 kPa et 100 kPa dans les forages BH-BBA-19-09 et BH-BBA-19-10 dans la zone 2c (sur la digue interne), entre 4 kPa et

134 kPa dans les forages BH-BBA-19-12, BH-BBA-19-30, BH-BBA-19-31 et BH-BBA-20-03 dans la zone 1b (sur la digue ouest), entre 27 kPa et 100 kPa dans les forages BH-BBA-19-14, BH-BBA-19-15 et BH-BBA-19-16 dans la zone 2b (sur la digue médiane) et entre 16 kPa et 42 kPa dans les forages BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20 dans la zone 2a (sur la digue nord).

L'argile a été classée dans la catégorie moyennement sensible à sensible selon les mesures au scissomètre in situ. Cependant, les essais de laboratoire montrent que la sensibilité de l'argile est comprise entre insensible et extrêmement sensible. En outre, les essais in situ ont fourni des valeurs de résistance au cisaillement légèrement supérieures par rapport aux mesures de laboratoire. Cela pourrait être lié à la perturbation supplémentaire de l'argile lors de l'échantillonnage et de la manipulation.

**Tableau 15 : Résultats des essais de résistance au cisaillement in-situ**

Forage	Profondeur (m)	C <sub>u</sub> (kPa)	C <sub>ur</sub> (kPa)	Sensibilité	Consistance	Zone
BH-BBA-19-09	5,33	81	23	3,5	Raide	2c
BH-BBA-19-09	5,64	77	17	4,5	Raide	2c
BH-BBA-19-09	6,86	53	12	4,4	Raide	2c
BH-BBA-19-09	7,16	50	12	4,2	Raide	2c
BH-BBA-19-09	8,38	42	10	4,2	Ferme	2c
BH-BBA-19-09	8,68	100	-	-	Raide	2c
BH-BBA-19-10	5,33	81	23	3,5	Raide	2c
BH-BBA-19-10	6,86	60	15,5	3,9	Raide	2c
BH-BBA-19-10	7,16	54	14,5	3,7	Raide	2c
BH-BBA-19-10	8,38	42	10	4,2	Ferme	2c
BH-BBA-19-10	8,68	38,5	10,5	3,7	Ferme	2c
BH-BBA-19-10	9,91	34,5	8,5	4,1	Ferme	2c
BH-BBA-19-10	10,21	32,5	7,5	4,3	Ferme	2c
BH-BBA-19-10	11,43	31	6,5	4,8	Ferme	2c
BH-BBA-19-10	11,74	100	-	-	Raide	2c
BH-BBA-19-12	3,35	34,5	5	6,9	Ferme	1b
BH-BBA-19-12	4,89	44	5,5	2,8	Ferme	1b
BH-BBA-19-14	4,11	27	8,5	3,2	Ferme	2b
BH-BBA-19-14	4,41	100	-	-	Raide	2b
BH-BBA-19-15	10,21	61,5	10	6,2	Raide	2b
BH-BBA-19-15	10,52	59,5	15,5	3,8	Raide	2b

Forage	Profondeur (m)	C <sub>u</sub> (kPa)	C <sub>ur</sub> (kPa)	Sensibilité	Consistance	Zone
BH-BBA-19-16	4,11	100	-	-	Raide	2b
BH-BBA-19-16	4,41	96	31,5	3,0	Raide	2b
BH-BBA-19-18	4,11	21	6	3,5	Molle	2a
BH-BBA-19-18	4,42	21	5	4,2	Molle	2a
BH-BBA-19-20	5,49	19	6	3,2	Molle	2a
BH-BBA-19-20	5,79	21	5	4,2	Molle	2a
BH-BBA-19-20	7,01	42	7,5	5,6	Ferme	2a
BH-BBA-19-20	7,31	32,5	6	5,4	Ferme	2a
BH-BBA-19-20	8,53	30,5	13,5	2,3	Ferme	2a
BH-BBA-19-20	8,83	34,5	11,5	3	Ferme	2a
BH-BBA-19-30	4,11	63,5	10,5	6,0	Raide	1b
BH-BBA-19-30	4,41	73	13,5	5,4	Raide	1b
BH-BBA-19-31	2,6	77	10,5	7,3	Raide	1b
BH-BBA-19-31	2,9	80,5	10,5	7,7	Raide	1b
BH-BBA-19-31	3,42	45	12	3,7	Ferme	1b
BH-BBA-19-31	4,11	13,5	3	4,5	Molle	1b
BH-BBA-19-31	4,41	25	4	6,3	Molle	1b
BH-BBA-19-31	5,64	27	4	6,8	Ferme	1b
BH-BBA-19-31	5,94	42	18	2,3	Ferme	1b
BH-BBA-20-01	4,72	48	16	3	Ferme	1b
BH-BBA-20-02	4,72	38	7	5,4	Ferme	1b
BH-BBA-20-02	5,03	43	12	3,6	Ferme	1b
BH-BBA-20-03	3,20	48	9	5,1	Ferme	1b
BH-BBA-20-03	3,50	67	14	4,6	Raide	1b

Tableau 16 : Résultats des essais en laboratoire de résistance au cisaillement

Forage	Profondeur (m)	C <sub>u</sub> (kPa)	C <sub>ur</sub> (kPa)	Sensibilité	Consistance	Zone
BH-BBA-19-09	6,45	24	2	12	Molle	2c
BH-BBA-19-09	7,98	14	1,8	8	Molle	2c
BH-BBA-19-10	11,05	25	2,7	9	Molle	2c
BH-BBA-19-10	7,95	24	1,5	16	Molle	2c
BH-BBA-19-15		35	3,4	10,4	Ferme	2b
BH-BBA-19-16	3,35	191	9,4	20	Très raide	2b
BH-BBA-19-18	3,45	16	3	5	Molle	2a
BH-BBA-19-18	4,60	21	1,7	12,5	Molle	2a
BH-BBA-19-20	4,93	28	3,6	8	Ferme	2a
BH-BBA-19-30	2,20	526	322,7	2	Dure	1b
BH-BBA-19-30	2,65	49	12,3	4	Ferme	1b
BH-BBA-19-31	3,56	46	4,8	10	Ferme	1b
BH-BBA-19-31	4,60	4,1	1,3	3,1	Très molle	1b
BH-BBA-20-01	7,30	27,7	1,2	23	Ferme	1b
BH-BBA-20-01	7,00	27,63	1,68	16,5	Ferme	1b
BH-BBA-20-02	3,4	18,7	0,8	22,2	Molle	1b
BH-BBA-20-03	2,6	19,23	0,98	19,8	Molle	1b
BH-BBA-20-04	2,0	261,7	53,1	4,93	Dure	1b

#### 4.7.2 Résultats des essais des limites, teneur en eau et granulométrie

Seize (16) essais de limites et dix-huit (18) déterminations de teneur en eau ont été réalisés sur les échantillons d'argile. Selon les résultats obtenus, la teneur en eau naturelle et l'indice de plasticité de l'argile varient respectivement entre 21 % et 79 % et entre 9 % et 44 %. La plasticité de l'argile change d'une plasticité faible à une plasticité élevée.

Le Tableau 17 résume les résultats des limites de consistance.

Tableau 17 : Les limites de consistance de l'argile

Forage	D(m)	W (%)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	Classification	Zone
BH-BBA-19-09	6,40 à 6,50	79	80	36	44	1,0	CH	2c
BH-BBA-19-10	11,00 à 11,10	45	48	25	23	0,9	CL	2c
BH-BBA-19-12	5,50 à 5,60	21	24	15	9	0,6	CL	1b
BH-BBA-19-15		60,7	65	24	42	0,9	CH	2b
BH-BBA-19-16	3,30 à 3,40	27	32	18	14	0,7	CL	2b
BH-BBA-19-18	3,40 à 3,50	51	68	26	42	0,6	CH	2a
BH-BBA-19-18	4,60 à 4,70	36,7	33	15	18	1,2	CL	2a
BH-BBA-19-20	6,20 à 6,30	48	44	23	21	1,2	CL	2a
BH-BBA-19-30	2,14 à 2,24	30	58	25	33	0,2	CH	1b
BH-BBA-19-30	2,60 à 2,70	41	45	22	23	0,8	CL ou OL	1b
BH-BBA-19-31	3,51 à 3,61	43	43	21	22	1,0	CL ou OL	1b
BH-BBA-19-31	4,60 à 4,70	34,2	33	17	17	1,0	CL ou OL	1b
BH-BBA-20-01	6,80 à 7,40	53,4	50	22	28	1,12	CH	1b
BH-BBA-20-02	3,05 à 3,66	39,9	37	17	20	1,15	CL	1b
BH-BBA-20-03	2,30 à 2,90	38,7	39	18	21	1,0	CL	1b
BH-BBA-20-04	3,05 à 3,66	46,8	40	19	21	1,3	CL	1b

D : profondeur des échantillons

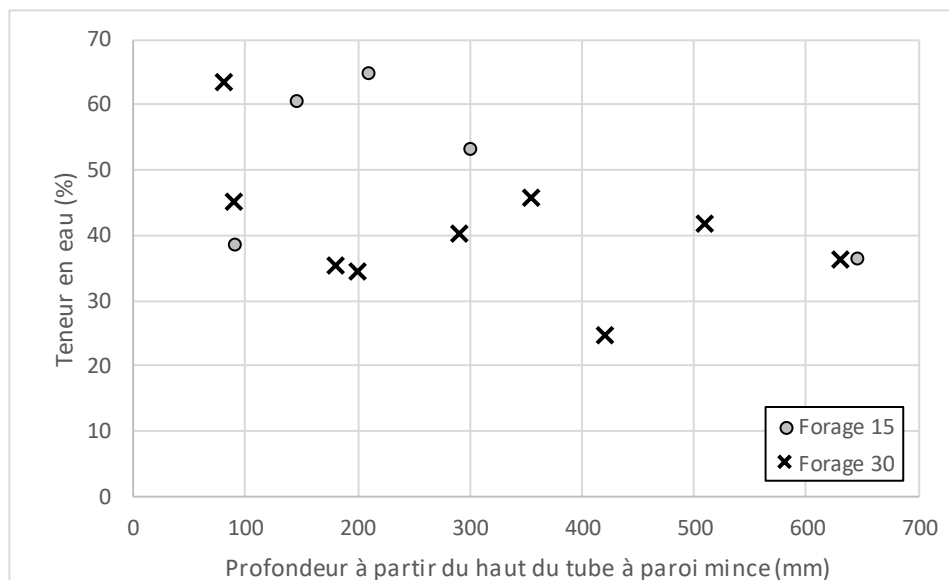
Dans certains tubes Shelby, la présence de sable et de silt ne permettait pas de réaliser les essais des limites et de résistance au cisaillement. Pour un tel échantillon, une analyse granulométrique et une détermination de teneur en eau ont été réalisés. Le tableau suivant résume les résultats des analyses granulométriques et des teneurs en eau sur les échantillons argileux avec le sable et silt.

Tableau 18 : Distribution granulométrique des échantillons de sols récupérés des tubes Shelby

Échantillons	D (m)	Gravier	Sable	Silt	Argil e	W (%)	D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)	Description	Zone
BH-BBA 19-20	6,20 à 6,30	0	2,8	50,5	46,7	48,3	-	0,004	0,004	Argile et silt, trace de sable	2a
BH-BBA 19-21	4,57 à 5,18	28	46,5	23,6	1,9	6,6	0,029	0,11	1,102	Sable, en peu de gravier de de silt, trace d'argile	2a

D : profondeur des échantillons

Selon les résultats du laboratoire ETS, les argiles plus sableuses sont associées à des teneurs en eau plus faibles. L'hétérogénéité de l'argile peut être montrée à l'aide d'un profil de teneur en eau en fonction de la profondeur. Figure 2 montre la variation de la teneur en eau naturelle en fonction de la profondeur dans un tube Shelby dans les forages BH-BBA-19-15 et BH-BBA-19-30.



**Figure 2 : Variabilité de la teneur en eau naturelle (Forages BH-BBA-19-15 et BH-BBA-19-30, laboratoire ETS)**

#### 4.7.3 Résultats des essais de la consolidation Oedometer

Cinq (5) essais de consolidation Oedometer ont été effectués sur des échantillons d'argile prélevés dans les forages BH-BBA-19-10 (zone 2c), BH-BBA-19-18 (zone 2a), BH-BBA-19-30 (zone 1b), BH-BBA-19-31 et BH-BBA-20-01 (zone 1b). Les paramètres de consolidation sont présentés dans le Tableau 19. L'argile dans la partie supérieure du site (croûte) est surconsolidée et l'argile en profondeur est légèrement surconsolidée. Comme indiqué dans le Tableau 19, des pressions de préconsolidation allant de 85 à 235 kPa ont été obtenues. La pression de préconsolidation la plus élevée (235 kPa) est liée à l'échantillon d'argile prélevé à une profondeur de 2,7 à 2,8 m. Pour plus de détails sur le paramètre de consolidation, voir l'annexe C.



Tableau 19 : Paramètres de consolidation

Forage	D (m)	W (%)	$\sigma'_{v0}$ (kPa)	$\sigma'_p$ (kPa)	$C_c$	$C_r$	$e_0$	État	Zone
BH-BBA-19-18	3,5 à 3,6	63,3	49,5	110	0,99	0,031	1,774	surconsolidée	2a
BH-BBA-19-30	2,7 à 2,8	7,3	40,0	235	0,28	0,030	0,588	surconsolidée	1b
BH-BBA-19-10	8,0 à 8,1	84,1	41,0	85	1,53	0,049	2,338	surconsolidée	2c
BH-BBA-19-31	3,46	40,9	54,6	95	0,51	0,022	1,194	surconsolidée	1b
BH-BBA-20-01	7,04 à 7,14	52,6	73	150	0,74	0,06	1,49	surconsolidée	1b

D : profondeur des échantillons

#### 4.7.4 Résultats des essais des triaxiaux

Des essais triaxiaux ont été menés au laboratoire de l'ÉTS. Les spécimens ont été choisis de manière à être représentatifs de la gamme de teneurs en eau mesurées lors de l'extraction des tubes à paroi mince.

Les essais de cisaillement triaxial ont été réalisés avec trois cheminements de contraintes différents :

- Consolidation isotrope de 150 kPa avec cisaillement non drainé (CU-150);
- Consolidation isotrope de 350 kPa avec cisaillement non drainé (CU-350);
- Consolidation isotrope de 350 kPa avec cisaillement drainé (CD-350).

Les trois cheminements de contraintes ont été appliqués à trois paires de forages représentatifs des sols présents dans trois parties du site à l'étude (forages BH-BBA-19-10 et BH-BBA-19-15, BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20, BH-BBA-19-30 et BH-BBA-19-31). Au total, huit essais de cisaillement triaxial ont été réalisés.

La procédure des essais de cisaillement triaxial drainé et non drainé est basée sur les normes ASTM D4767 et D7181.

Le Tableau 20 présente une synthèse des résultats obtenus lors de la consolidation des spécimens.

Tableau 20 : Résultats de la consolidation

Spécimen	Type d'essai	$\Delta V_c$ (cm <sup>3</sup> )	Compressibilité (kPa <sup>-1</sup> )	$c_v$ (m <sup>2</sup> /an)
BH-BBA-19-15-B	CU-150	11,1	$4,7 \times 10^{-4}$	10,1
15-C	CU-350	22,1	$3,6 \times 10^{-4}$	19,6
15-D	CD-350	19,6	$3,4 \times 10^{-4}$	16,3
BH-BBA-19-18-B	CU-150	13,4	$6,7 \times 10^{-4}$	3,3
18-D	CU-350	17,9	$3,1 \times 10^{-4}$	17,7
BH-BBA-19-30-C	CU-200	9,4	$3,2 \times 10^{-4}$	20,0
30-B	CU-350	20,5	$3,5 \times 10^{-4}$	16,6
30-A	CD-350	22,1	$3,5 \times 10^{-4}$	12,9

La Figure 3 présente les cheminements de contrainte pour l'ensemble des essais de cisaillement triaxial. Malgré la variabilité de la teneur en eau qui a été décrite à la section 4.7.2, l'on remarque que l'ensemble des essais mène à une enveloppe de rupture cohérente. L'enveloppe qui est tracé à la Figure 3 correspond à un angle de frottement interne  $\phi' = 30^\circ$  et une cohésion effective nulle, un résultat cohérent avec ceux qui sont observés avec les argiles marines pour des essais à l'état normalement consolidé (Leroueil et al. 1985).

Les essais drainés donnent des résultats qui apparaissent plus variables que ceux des essais non drainés (Figure 3). On peut donner deux explications à cette observation. On note tout d'abord que la contrainte déviatorique maximale pour les essais drainés est atteinte pour de grandes déformations (Figure 4). La contrainte déviatorique continue d'ailleurs à augmenter à l'approche du critère d'arrêt de la norme D7181 ( $\epsilon = 15\%$ ). Les contraintes dans le spécimen sont moins bien connues pour de grandes déformations en raison de la distorsion des spécimens. La contrainte déviatorique à la rupture qui est plus élevée pour le spécimen 18D est probablement associée à la nature très sableuse des spécimens des forages BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20. On remarque d'ailleurs que le spécimen 18D présente la teneur en eau initiale la plus faible parmi tous les spécimens. L'extrémité du cheminement de contrainte du spécimen 18D correspond à un angle  $\phi' = 35^\circ$ .

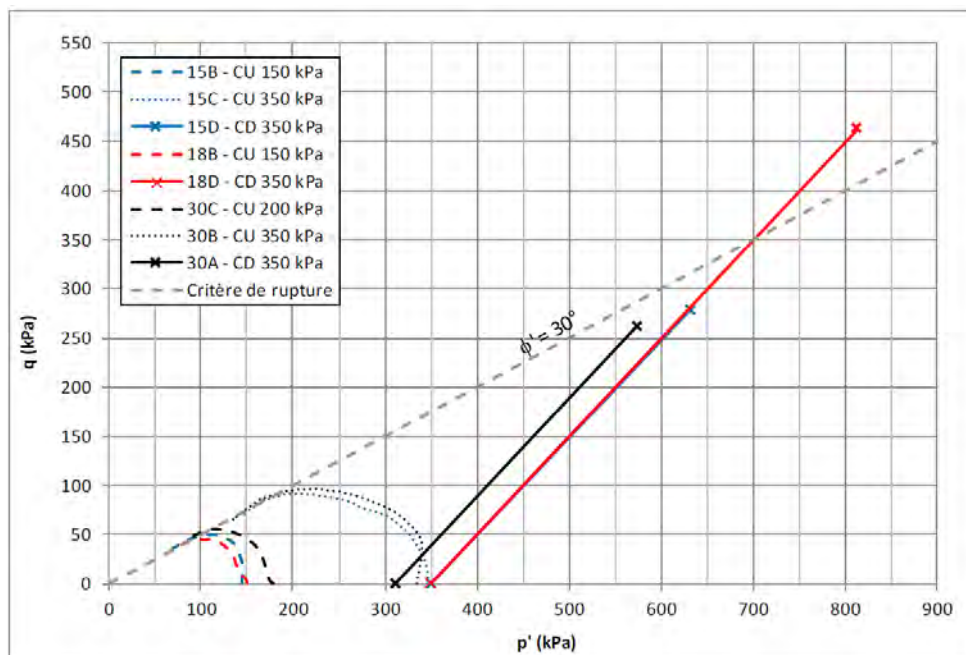


Figure 3 : Cheminement de contrainte pour l'ensemble des essais de cisaillement triaxial

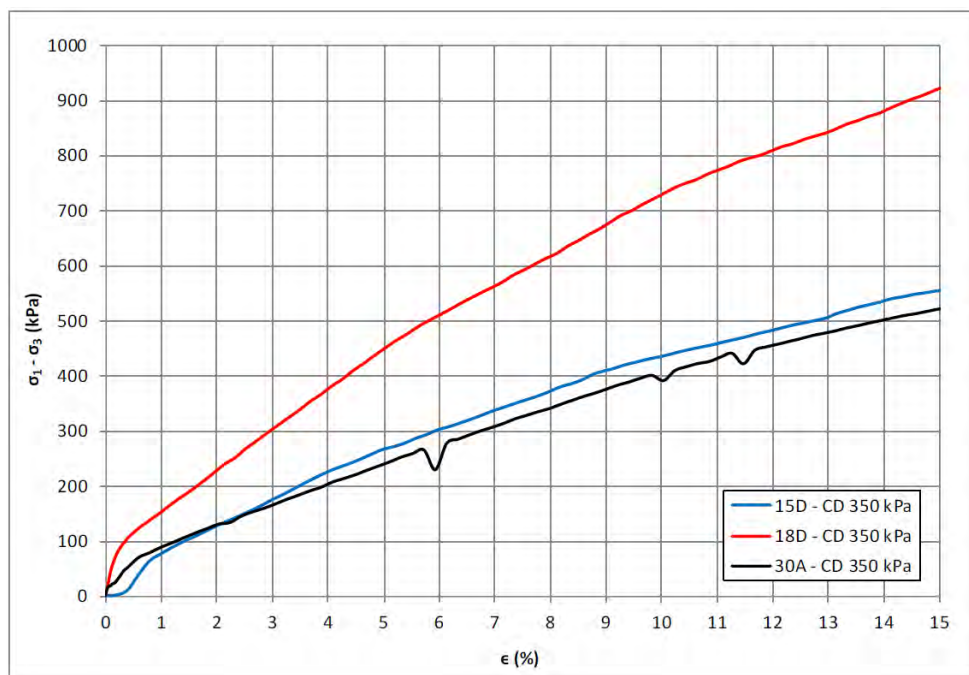


Figure 4 : Relation entre la contrainte déviatorique et la déformation axiale pour les essais drainés avec une contrainte de consolidation de 350 kPa.

Les Figure 5 et 6 présentent respectivement la contrainte déviatorique et la pression interstitielle pour les essais non drainés. Les résultats sont représentatifs d'argiles normalement consolidées avec un comportement contractant. Des pressions interstitielles positives ont été générées pour tous les spécimens. Ces résultats sont cohérents avec les diminutions de volume qui ont été observées pour les essais drainés (Figure 7).

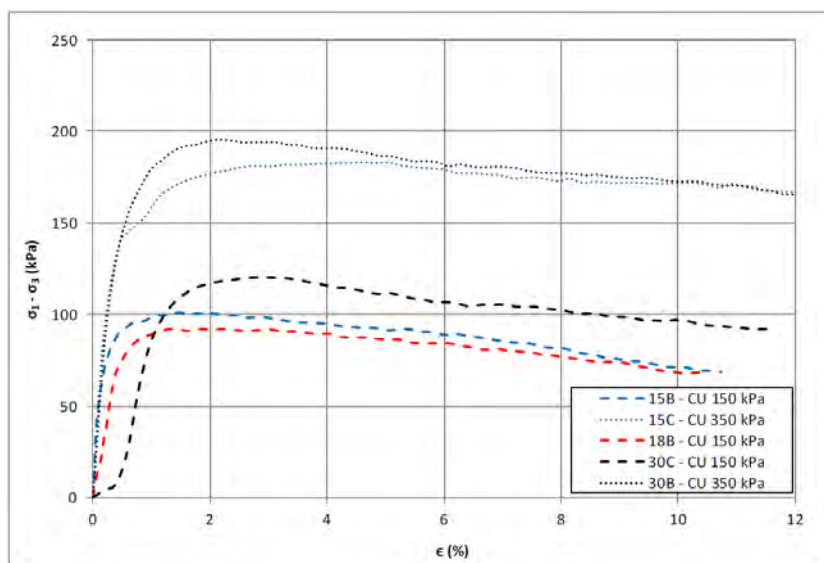


Figure 5 : Contrainte déviatorique pour les essais non drainés

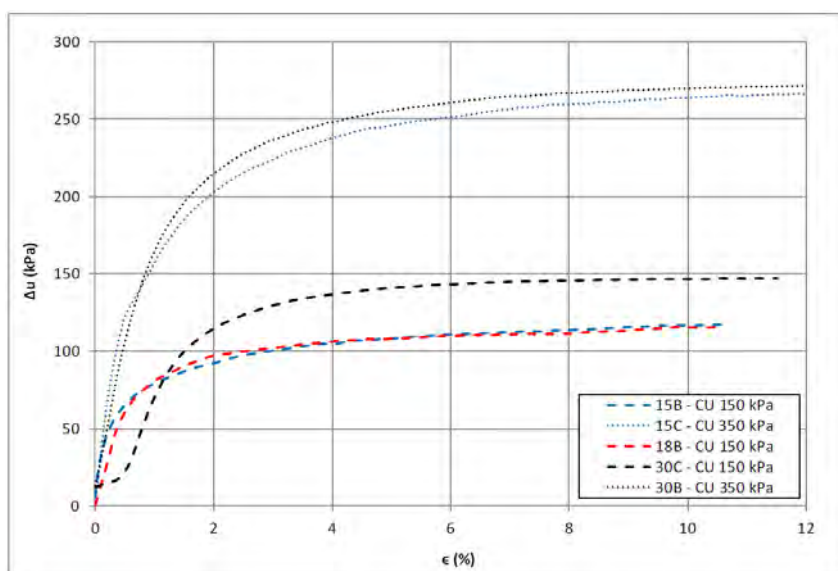


Figure 6 : Pression interstitielle pour les essais non drainés

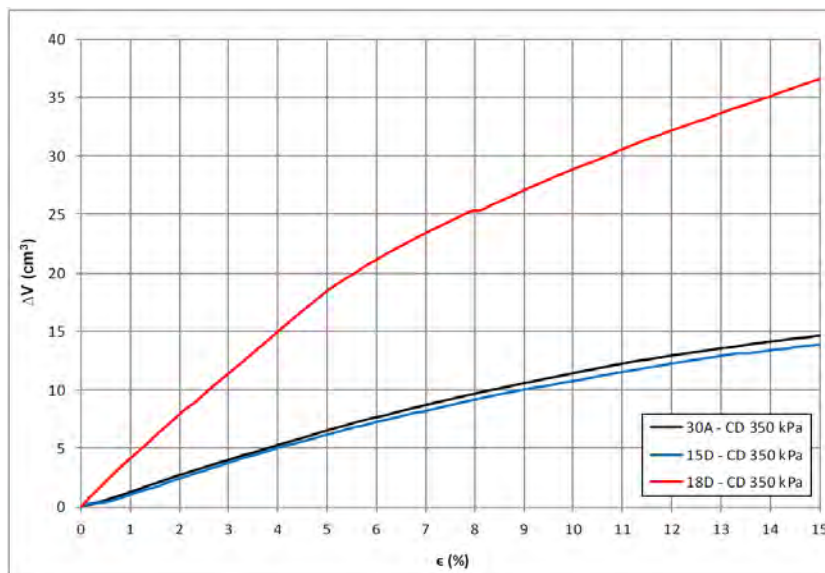


Figure 7 : Relation entre le changement de volume et la déformation axiale pour les essais drainés avec une contrainte de consolidation de 350 kPa

#### 4.8 Nappe phréatique

Le niveau des eaux souterraines au site était variable. Au sud, il a été rencontré entre 0,92 et 2,9 m de profondeur. Le niveau était plus profond dans quelques forages et dans certains, la nappe phréatique n'a pas été atteinte. Au nord, les eaux souterraines ont été rencontrées entre 0,76 et 2,3 m de profondeur. Dans les résidus solides, les eaux souterraines ont été rencontrées entre 3,81 et 6,86 m de profondeur. Du côté ouest, elles ont été rencontrées entre 0,8 et 3,0 m de profondeur. Le Tableau 21 résume les profondeurs d'eau souterraine au site.

Tableau 21 : Profondeur d'eau souterraine

ID	Zone	Profondeur d'eau (m)	ID	Zone	Profondeur d'eau (m)
BH-BBA19-01	1a	2,23	BH-BBA19-16	2b	0,76
BH-BBA19-02	1a	Sec	BH-BBA19-17	2a	Sec
BH-BBA19-03	1a	2,80	BH-BBA19-18	2a	2,29
BH-BBA19-04	1a	Sec	BH-BBA19-20	2a	0,76
BH-BBA19-05	1a	Sec	BH-BBA19-21	2a	2,29
BH-BBA19-06	1a	0,9	BH-BBA19-22	2a	Sec
BH-BBA19-07	1a	2,89	BH-BBA19-23	3	4,57
BH-BBA19-08	2c	0	BH-BBA19-24	3	4,57

ID	Zone	Profondeur d'eau (m)	ID	Zone	Profondeur d'eau (m)
BH-BBA19-09	2c	0	BH-BBA19-25	3	5,33
BH-BBA19-10	2c	0	BH-BBA19-26	3	4,57
BH-BBA19-11	1b	0,8	BH-BBA19-27	3	3,81
BH-BBA19-12	1b	2,67	BH-BBA19-28	3	6,86
BH-BBA19-13	1b	2,60	BH-BBA19-29	3	?
BH-BBA19-14	2b	2,95	BH-BBA19-30	1b	3,05
BH-BBA19-15	2b	5,33	BH-BBA19-31	1b	3,05

Remarque : la profondeur de l'eau a été enregistrée juste après avoir terminé les forages, 26 mars et le 10 avril 2019

## 5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Suite à l'analyse des résultats des forages et des tests effectués au site de la mine Bachelor, les conclusions suivantes ont été émises :

- Dans la zone 1a (sous la digue sud) la stratigraphie du site consistait en une couche de sol végétale et de sable silteux, suivie d'un horizon de till. L'argile n'existe pas dans la zone 1a sous la digue sud;
- La compacité de sable silteux sus-jacent à l'argile varie de très lâche à compact. Un sable silteux avec une compacité très lâche a été rencontré à de très faibles profondeurs (0,3 m dans la zone 1a);
- Dans les autres zones, pour la majorité des forages, l'horizon de till a été rencontré sous l'argile. Aux forages BH-BBA-19-11 et BH-BBA-19-13 (zone 1b) et BH-BBA-19-17 et BH-BBA-19-22 (zone 2a) le sol argileux n'a pas été rencontré, la couche de sable supérieure étant suivie par un dépôt granulaire de till;
- La composition prédominante du till est constituée de sable silteux avec gravier et trace d'argile. Mais dans certains échantillons, la quantité de gravier et de silt peut atteindre 60 % et 64 % respectivement. La compacité de till varie de compact à très dense dans les zones 1a, 1b et 2c et de lâche à très dense dans la zone 2a et 2b;
- Le sol argileux est rencontré principalement dans la partie centrale de la vallée, vers le nord et l'ouest (sur les zones 2a, 2b, 2c et 1b). L'épaisseur de la couche d'argile est minimale dans la limite est du site;
- En raison de difficultés d'accès causées par un marais dans cette zone, le forage BH-BBA-19-19 n'a pas pu être réalisé pendant la campagne géotechnique. Cet endroit peut être un endroit plus critique qui a besoin de plus d'investigation géotechnique;

- L'épaisseur du sol argileux varie entre 0,6 m et 11,35 m dans la zone 2a, entre 2,3 et 6,0 dans la zone 2b et entre 1,5 et 9 m dans la zone 2c. Dans la zone 1b (au centre de la digue ouest), une couche de sol argileux d'une épaisseur variant de 4,6 m à 7,6 m a été observée;
- La consistance de l'argile varie de très raide à très molle. Le dépôt d'argile possède des résistances au cisaillement oscillant majoritairement entre 14 kPa et 100 kPa dans la zone 2c (sur la digue interne), entre 4 kPa et 134 kPa dans la zone 1b (sur la digue ouest), entre 27 kPa et 100 kPa dans la zone 2b (sur la digue médiane) et entre 16 kPa et 42 kPa dans la zone 2a (sur la digue nord). La sensibilité de l'argile change de faible à extrêmement sensible. La plasticité de l'argile varie de plasticité faible à plasticité élevée;
- L'argile sous la croûte est ferme à très molle et légèrement surconsolidée avec une pression de préconsolidation entre le 85 kPa dans la zone 2c (digue médiane) et 110 à 150 kPa dans la zone 1b (digue ouest). Dans la zone 1b, un échantillon prélevé à la croûte (2,75 m de profondeur) présentait une pression de préconsolidation de 235 kPa;
- L'indice de recompression,  $C_r$ , l'indice de compression,  $C_c$ , et la pression de préconsolidation,  $P'_c$ , étaient nécessaires pour estimer les déformations du sol anticipées sous le chargement de la future digue. Ces informations ont été obtenues à partir des tests de consolidation;
- La profondeur du socle rocheux est faible du côté sud, mais sa profondeur augmente en se déplaçant vers le nord;
- Les échantillons de résidus soumis aux essais ne sont pas producteur d'acide. La granulométrie des résidus (réalisée par d'autres) montre que les résidus sont constitués d'environ 80-90 % de silt et argile et 10-20 % de sable. Les résidus miniers semblent être trop fins pour la construction des digues. Mais la portion sèche (au-dessus de la nappe phréatique) peut être utilisée pour la protection des géomembranes;
- Les argiles dans le site de Bachelor sont hétérogènes et varvée avec une teneur en eau qui varie principalement entre 30 et 65 %. La présence d'horizons plus sableux a été observée ;
- Les résultats des essais triaxiaux fourniront des informations sur le comportement à court et à long terme de l'argile lorsque soumise à un chargement. Ce résultat peut être utilisé pour optimiser les bancs de stabilité nécessaires à assurer la stabilité des digues. Les résultats des essais triaxiaux montrent que l'argile est normalement consolidée avec un comportement contractant;
- D'après les résultats des essais triaxiaux fournis à l'annexe D, la future résistance au cisaillement non drainée et le temps de consolidation nécessaire pour atteindre cette résistance au cisaillement non drainée qui se produiront en fonction de la consolidation future anticipée sous le poids des digues projetés peut être estimée.

Cette information est nécessaire pour évaluer si les laminages pouvaient présenter un plan horizontal faible qui pourrait abaisser le facteur de sécurité d'une digue. Il est recommandé d'effectuer des essais de cisaillement directs pour obtenir des résultats sur la résistance au

cisaillement non drainée de l'argile varvée lorsqu'elle est soumise à des forces de cisaillement horizontales. Les résultats des investigations en cours fournissent les données nécessaires pour évaluer la capacité géotechnique du site à soutenir le développement proposé.

L'élément le plus important concernant la construction des digues est l'état non drainé de l'argile de la fondation. La stabilité de la fondation doit être étudiée en détail lors de la conception d'ingénierie des digues. Les constructions des digues doivent être faites de manière à ce que des pressions interstitielles excessives aient suffisamment de temps pour se dissiper avant d'ajouter une nouvelle étape de chargement. Des instruments géotechniques appropriés devraient être conçus pour suivre le comportement de l'argile et la dissipation de pression interstitielle excessives. Les digues de stabilisation peuvent être utilisées comme une option pour atteindre la stabilité requise des digues ouest, nord, médiane et interne.

Nous recommandons d'utiliser des résidus miniers secs, déposés dans le parc à résidus solides entre les digues médianes et internes, pour la protection des géomembranes. Cette option permet d'agrandir la surface du bassin 1 ; par conséquent, étant donné sa surface plus grande, il est possible de réduire la hauteur des digues internes et médianes afin d'adapter les volumes requis.

## 6. AUTRES CONSIDÉRATIONS

Ce rapport a été préparé pour Bonterra afin d'évaluer les conditions du sous-sol et des fondations des sites des parcs à résidus miniers Bachelor. Nos commentaires se limitent au site évalué et aux sujets abordés.

Les commentaires formulés dans le présent rapport sont destinés à guider les ingénieurs concepteurs. Le nombre de trous d'essai requis pour déterminer les conditions souterraines locales entre les sites d'essai, qui peuvent influencer sur les coûts de construction, les techniques de construction, le séquençage, l'équipement et le calendrier, etc. serait en fait plus grand que ce qui a été effectué aux fins de la conception. Dans cette optique, tout entrepreneur qui soumissionne ou entreprend des travaux devrait décider de ses propres recherches, ainsi que de ses propres interprétations des données factuelles sur les sols et des observations des eaux souterraines, afin de tirer ses propres conclusions sur la façon dont les conditions du sous-sol et des eaux souterraines peuvent les affecter.

Le mandat de l'évaluation géotechnique de ce projet a déjà été présenté dans le présent rapport. S'il y a des changements, comme l'emplacement de l'infrastructure, l'information obtenue au cours de cette évaluation pourrait être insuffisante. Dans ce cas, les renseignements révisés sur la conception devraient être examinés par ce bureau et, au besoin, d'autres travaux sur le terrain et rapports pourraient être nécessaires. Il est recommandé que BBA examine les plans de fondation avant de finaliser la conception.



Bien que cette évaluation ait commenté les procédures d'excavation, la présence de conditions, qui seraient difficiles à établir à partir de petits trous d'essai, peut affecter le type et la nature des procédures de construction et d'assèchement, etc. qui seraient utilisées dans la pratique par l'entrepreneur. Ces conditions comprennent, par exemple, les fluctuations locales et saisonnières de la nappe phréatique, les changements erratiques du profil du sol entre les essais, les couches minces de sol ayant une perméabilité faible ou importante par rapport à la masse générale du sol et, éventuellement, les sources de recharge relativement importante, etc.

L'évaluation et les commentaires sont nécessairement continus à mesure que de nouveaux renseignements sur les conditions souterraines deviennent disponibles. Par exemple, au fur et à mesure que des renseignements plus précis sont disponibles concernant les conditions entre les trous d'essai lorsque la construction est en cours. L'interprétation entre les essais, ainsi que les recommandations de ce rapport, doivent donc être vérifiées par des inspections sur le terrain pour valider l'information à utiliser pendant la phase de construction.

L'information contenue dans le présent rapport ne reflète aucunement l'impact environnemental de ce projet et n'a pas été abordée dans le présent rapport, puisque cet aspect dépasse la portée et le cadre de référence. Si des informations spécifiques sont requises, des essais supplémentaires peuvent être nécessaires.

Il s'agit d'un rapport préliminaire seulement, basé sur une exploration limitée pour répondre à des questions spécifiques posées par le client. Ce rapport n'a pas été préparé pour répondre aux besoins des professionnels de la conception, des entrepreneurs ou de toute autre partie, et toute utilisation de ce rapport par eux sans l'aide de l'ingénieur des sols et des fondations qui l'a préparé constitue une utilisation inappropriée, qui pourrait mener à des hypothèses erronées, des conclusions erronées et autres problèmes connexes.

Nous croyons que les résultats obtenus au cours de cette investigation, notamment des tests in situ et en laboratoire, contribueront à la conception de l'infrastructure dans la mine Bachelor.



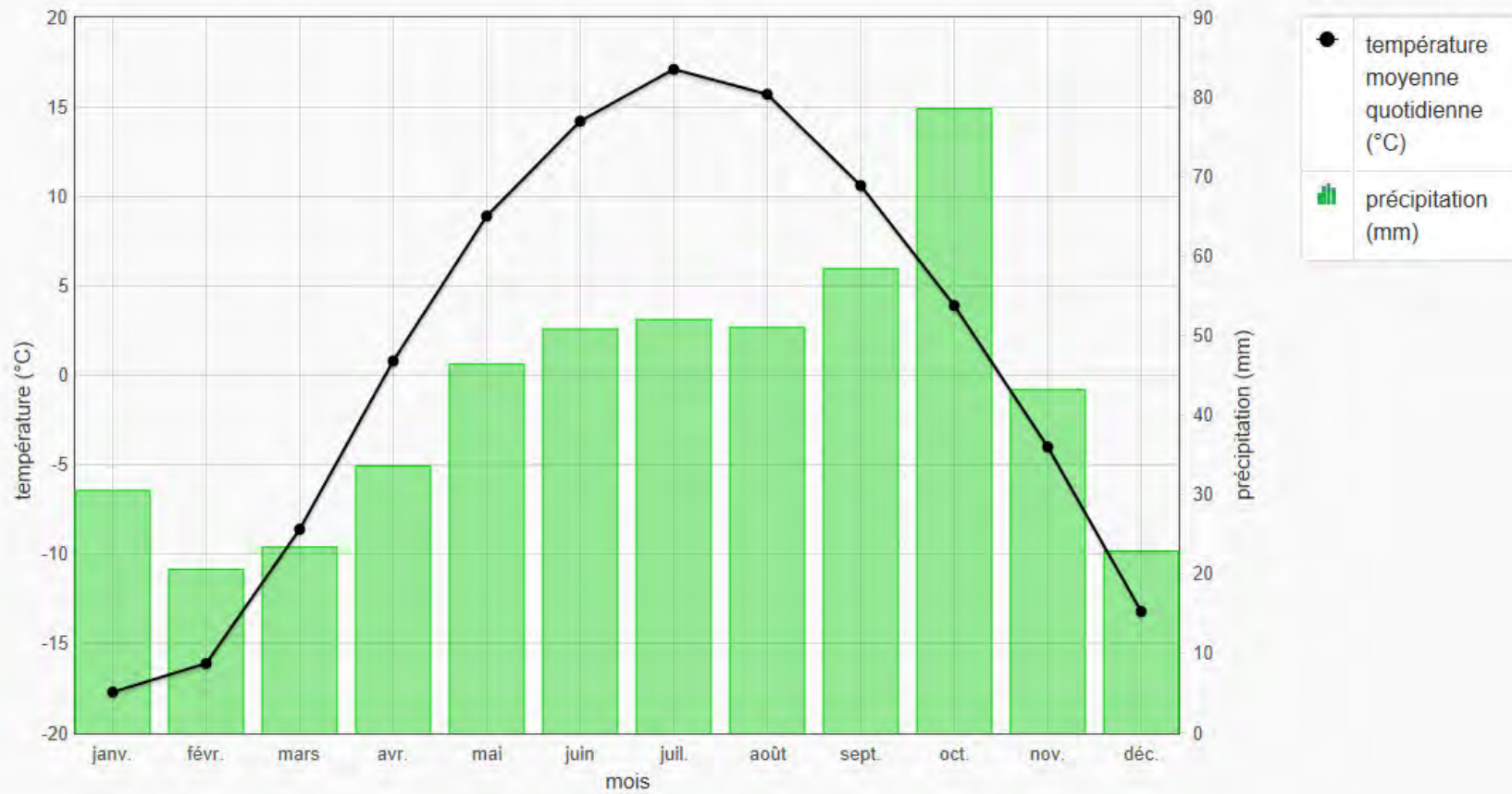
## Annexe A : Données climatiques

<b>Données des stations pour le calcul des normales climatiques au Canada de 1971 à 2000</b>													
	<b>janv.</b>	<b>févr.</b>	<b>mars</b>	<b>avr.</b>	<b>mai</b>	<b>juin</b>	<b>juil.</b>	<b>août</b>	<b>sept.</b>	<b>oct.</b>	<b>nov.</b>	<b>déc.</b>	<b>année</b>
<b>Moyenne quotidienne (°C)</b>	-17,7	-16,1	-8,6	0,8	8,9	14,2	17,1	15,7	10,6	3,9	-4,0	-13,2	1,0
<b>Écart type</b>	3,4	3,2	2,4	2,3	1,9	1,6	0,9	1,4	1,7	2,1	2,0	3,8	2,7
<b>Maximum quotidien (°C)</b>	-12,0	-9,7	-2,3	6,6	15,3	20,6	23,1	21,4	15,5	7,7	-0,6	-8,4	6,4
<b>Minimum quotidien (°C)</b>	-23,4	-22,4	-15,0	-5,0	2,4	7,9	11,2	10,1	5,7	0,0	-7,4	-17,9	-4,5
<b>Maximum extrême (°C)</b>	10,5	10,0	16,5	28,0	32,2	33,5	34,4	33,9	31,1	26,1	15,0	13,0	
<b>Date (aaaa/jj)</b>	1995 14	1994 19	1987 23	1986 28	1977 23	1994 16	1969 15	1970 10	1971 02	1970 09	1977 03	1982 03	
<b>Minimun extrême (°C)</b>	-43,0	-42,2	-40,0	-26,7	-13,9	-3,9	-1,7	-2,0	-7,8	-13,5	-28,9	-40,0	
<b>Date (aaaa/jj)</b>	1981 03	1979 14	1989 07	1967 04	1974 05	1972 11	1978 14	1982 28	1967 21	1981 22	1978 27	1993 27	

**Données des stations pour le calcul des normales climatiques au Canada de 1971 à 2000**

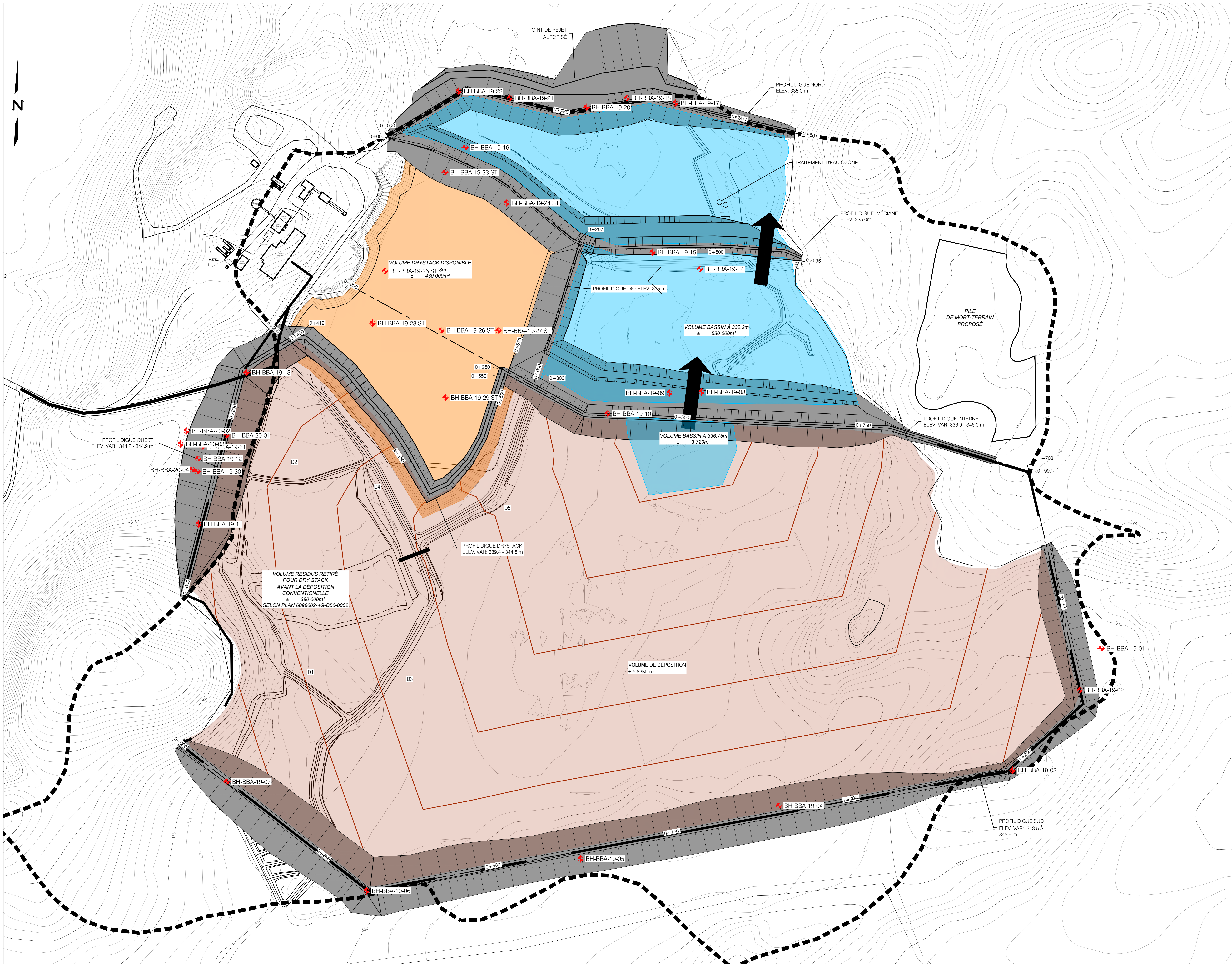
	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	année
<b>Chute de pluie (mm)</b>	1,9	2,0	11,7	40,6	73,0	97,8	122,9	108,2	119,0	82,5	37,7	6,4	703,8
<b>Chute de neige (cm)</b>	50	28	33	17	2	0	0	0	0	9	34	52	226
<b>Précipitation (mm)</b>	52,4	29,6	44,5	58,0	75,3	98,0	122,9	108,2	119,3	91,1	71,7	58,5	929,4
<b>Couverture de neige moyenne (cm)</b>	42	52	49	17	0	0	0	0	0	0	8	22	16
<b>Couverture de neige médiane (cm)</b>	42	53	50	16	0	0	0	0	0	0	7	22	16
<b>Couverture de neige, fin de mois (cm)</b>	52	52	36	0	0	0	0	0	0	1	13	31	15
<b>Extrême quotidien de pluie (mm)</b>	22,9	7,8	12,7	33,6	34,4	50,8	52,0	51,0	58,4	43,0	43,2	20,3	
<b>Date (aaaa/jj)</b>	1995/ 14	1981/ 23	Nov-73	Apr-81	Jan-86	1971/ 20	1991/ 16	1988/ 14	Feb-78	1989/ 20	Mar-74	Jan-77	
<b>Extrême quotidien de neige (cm)</b>	31	21	23	14	12	3	0	0	3	40	18	23	
<b>Date (aaaa/jj)</b>	Sep-78	1995/ 15	1989/ 14	1986/ 21	1967/ 16	Sep-80	Jan-67	Jan-67	1992/ 29	1979/ 14	1976/ 27	1976/ 20	
<b>Extrême quotidien de précipitation (mm)</b>	30,5	20,6	23,4	33,6	46,4	50,8	52,0	51,0	58,4	78,5	43,2	22,9	
<b>Date (aaaa/jj)</b>	Sep-78	1995/ 15	Sep-92	Apr-81	Jan-86	1971/ 20	1991/ 16	1988/ 14	Feb-78	1979/ 14	Mar-74	1976/ 20	
<b>Extrême quotidien couverture de neige (cm)</b>	82	95	95	83	12	0	0	0	0	17	35	45	
<b>Date (aaaa/jj)</b>	1997/ 25	1990/ 17	1997/ 27	Jan-97	Feb-86	Jan-81	Jan-81	Jan-80	Jan-80	Oct-93	1980/ 17	1980/ 24	

### Graphique des températures et des précipitations pour les normales climatiques au Canada de 1971 à 2000 LEBEL SUR QUEVILLON





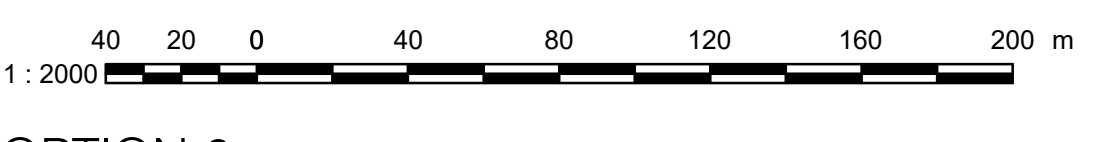
## Annexe B : Plan des forages



DONNÉES DES FORAGES			
DESCRIPTION	X	Y	ELEV.
BH-BBA-20-01	416916.000	5483210.000	8.86
BH-BBA-20-02	416961.000	5483216.000	6.09
BH-BBA-20-03	416953.000	5483198.000	5.20
BH-BBA-20-04	416969.000	5483163.000	5.33
BH-BBA-19-09	417325.730	5483268.140	324.45
BH-BBA-19-01	418119.970	5482916.830	332.89
BH-BBA-19-02	418090.570	5482859.610	337.66
BH-BBA-19-03	417996.070	5482749.340	339.00
BH-BBA-19-04	417676.360	5482700.440	334.60
BH-BBA-19-05	417403.300	5482627.550	336.45
BH-BBA-19-06	417106.840	5482583.410	333.40
BH-BBA-19-07	416916.620	5482733.520	334.89
BH-BBA-19-08	417569.850	5483269.490	325.09
BH-BBA-19-10	417440.220	5483239.660	326.00
BH-BBA-19-11	416877.740	5483067.880	330.71
BH-BBA-19-12	416877.030	5483177.740	328.45
BH-BBA-19-13	416943.910	5483296.510	332.83
BH-BBA-19-14	417567.790	5483438.680	328.03
BH-BBA-19-15	417502.230	5483461.850	331.77
BH-BBA-19-16	417244.840	5483606.000	327.70
BH-BBA-19-17	417533.930	5483667.060	328.27
BH-BBA-19-18	417467.230	5483674.080	325.62
BH-BBA-19-20	417411.450	5483661.210	325.55
BH-BBA-19-21	417306.090	5483673.840	327.42
BH-BBA-19-22	417235.580	5483683.350	328.46
BH-BBA-19-23 ST	417217.010	5483571.840	334.67
BH-BBA-19-24 ST	417301.780	5483529.610	334.32
BH-BBA-19-25 ST	417134.410	5483436.110	335.99
BH-BBA-19-26 ST	417211.820	5483354.550	335.73
BH-BBA-19-27 ST	417290.190	5483353.930	334.56
BH-BBA-19-28 ST	417117.160	5483364.180	336.45
BH-BBA-19-29 ST	417217.622	5483261.936	335.46
BH-BBA-19-30	416875.900	5483160.190	329.57
BH-BBA-19-31	416882.730	5483194.030	320.78

LÉGENDE  
VW-VIBRATING WIRE PIEZOMETER

EN DÉVELOPPEMENT  
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION  
BBA  
DATE: 2019-08-21



VUE D'ENSEMBLE  
Échelle 1:2000

OPTION 6  
DEPOSITION CONVENTIONNELLE  
TONNAGE VISE: 8M1  
VOLUME (1.4400%): ± 5.6M m³

LÉGENDE:  
■ BASSIN VERSANT  
→ DÉVERSIOIR D'OPÉRATION PROPOSÉ  
→ DÉVERSIOIR D'URGENCE ET STRUCTURE DE DÉCANTATION PROPOSÉS  
--- COURBE ARGILE (INTERVALLES AUX 3 m)

NOTES  
1. LORS D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE, IL EST ESSENTIEL DE PROCÉDER À UNE CAMPAGNE D'ESSAIS GÉOTECHNIQUES SUR LE SITE AINSI QU'À DES TESTS DE LABORATOIRE ET CE, AFIN DE MEUX CARACTÉRISER L'ARGILE EN PLACE.  
2. INTERPRÉTATION BASÉE SUR DES FORAGES GÉOTECHNIQUES LIMITÉS

DESSIN No	DESCRIPTION	REV	DESCRIPTION	VERIFÉ PAR	APPRUVÉ PAR	DATE
DESSINS DE RÉFÉRENCE						
RÉVISIONS						



PROJET: ÉTUDE PARC À RÉSIDUS METANOR	DESSINÉ PAR: MA. DOUCET
TITRE: PARC À RÉSIDUS CAMPAGNE DE FORAGE VUE EN PLAN	APPRUVÉ PAR: L. RICHARD
CLIENT:	DATE: 2019-06-21
CONÇU PAR: L. RICHARD	FEUILLE: 00
VERIFÉ PAR: MAREFAY	FORMAT: A0
ÉCHELLE: 1:2000	REV: AA
DESSIN No: 6098003-4G-D50-0001	



## Annexe C : Résultats des analyses





NOM DU CLIENT: BBA INC.  
2020 ROBERT-BOURASSA BLVD  
MONTREAL, QC H3A 2A5  
514-866-2111

À L'ATTENTION DE: Luciano Piciacchia

N° DE PROJET: 6098003

N° BON DE TRAVAIL: 19M463363

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Amar Bellahsene, Chimiste

DATE DU RAPPORT: 2019-05-21

VERSION\*: 1

NOMBRE DE PAGES: 4

Si vous désirez de l'information concernant cette analyse, S.V.P. contactez votre chargé de projets au (514) 337-1000.

\*NOTES

Nous disposerons des échantillons dans les 30 jours suivants les analyses. S.V.P. Contactez le laboratoire si vous désirez avoir un délai d'entreposage.

NOM DU CLIENT: BBA INC.

PRÉLEVÉ PAR:

À L'ATTENTION DE: Luciano Piciacchia

LIEU DE PRÉLÈVEMENT:

## PGA (sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2019-05-02

DATE DU RAPPORT: 2019-05-21

Paramètre	Unités	C / N	IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON:							
			BH-BBA-19-29	BH-BBA-19-25	BH-BBA-19-24	BH-BBA-19-23	BH-BBA-19-26	BH-BBA-19-27	BH-BBA-19-28	
MATRICE:			Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:			2019-05-02	2019-05-02	2019-05-02	2019-05-02	2019-05-02	2019-05-02	2019-05-02	2019-05-02
LDR			170597	170599	170600	170601	170602	170603	170604	
Soufre total	%		0.02	0.63	0.84	0.63	0.71	0.68	0.61	0.71
Potentiel d'acidité maximum (PA)	Kg CaCO3/		19.7	26.3	19.7	22.2	21.3	19.1	22.2	
Potentiel de neutralisation brut (PN)	Kg CaCO3/		20	118	85	88	111	95	78	101
Potentiel de neutralisation net (PNN)	Kg CaCO3/		20	98	59	69	89	74	58	79
Potentiellement générateur d'acide			Non producteur	Non producteur	Non producteur	Non producteur	Non producteur	Non producteur	Non producteur	Non producteur

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

170597-170604 L'échantillon est potentiellement générateur d'acide si :  
- le potentiel de neutralisation net est inférieur à 20 kg CaCO3/tonne ;  
- ou si le rapport du potentiel de neutralisation brut et du potentiel d'acidité maximal est inférieur à 3.

Une LDR plus élevée indique qu'une dilution a été effectuée afin de réduire la concentration des analytes ou de réduire l'interférence de la matrice.

Certifié par:




La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MELCC. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MELCC.

## Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: BBA INC.

N° BON DE TRAVAIL: 19M463363

N° DE PROJET: 6098003

À L'ATTENTION DE: Luciano Piciacchia

PRÉLEVÉ PAR:

LIEU DE PRÉLÈVEMENT:

PARAMÈTRE	PRÉPARÉ LE	ANALYSÉ LE	AGAT P.O.N.	RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE	TECHNIQUE ANALYTIQUE
<b>Analyse des Sols</b>					
Soufre total	2019-05-13	2019-05-13	INOR-101-6056F	MA.310-CS 1.0	COMBUSTION
Potentiel d'acidité maximum (PA)	2019-05-10	2019-05-13	INOR-101-6060F	MA. 110 - Acisol 1.0	PH METER
Potentiel de neutralisation brut (PN)	2019-05-10	2019-05-13	INOR-101-6060F	MA. 110 - Acisol 1.0	PH METER
Potentiel de neutralisation net (PNN)	2019-05-10	2019-05-13	INOR-101-6060F	MA. 110 - Acisol 1.0	PH METER
Potentiellement générateur d'acide	2019-05-10	2019-05-13	INOR-101-6060F	MA. 110 - Acisol 1.0	PH METER



**Client** : BBA  
**Projet** : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit** : .

**Dossier** : B-0020788-1  
**Réf. client**

**Rapport n°** : 42 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance : Matériau en place;  
 N° d'échantillon : 42      N° d'échantillon client : projet: 609€      Échantillonné par : le client  
 Sondage n° : BH-BBA-18-31 (SS#5)      Date d'échantillonnage :  
 Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
 Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

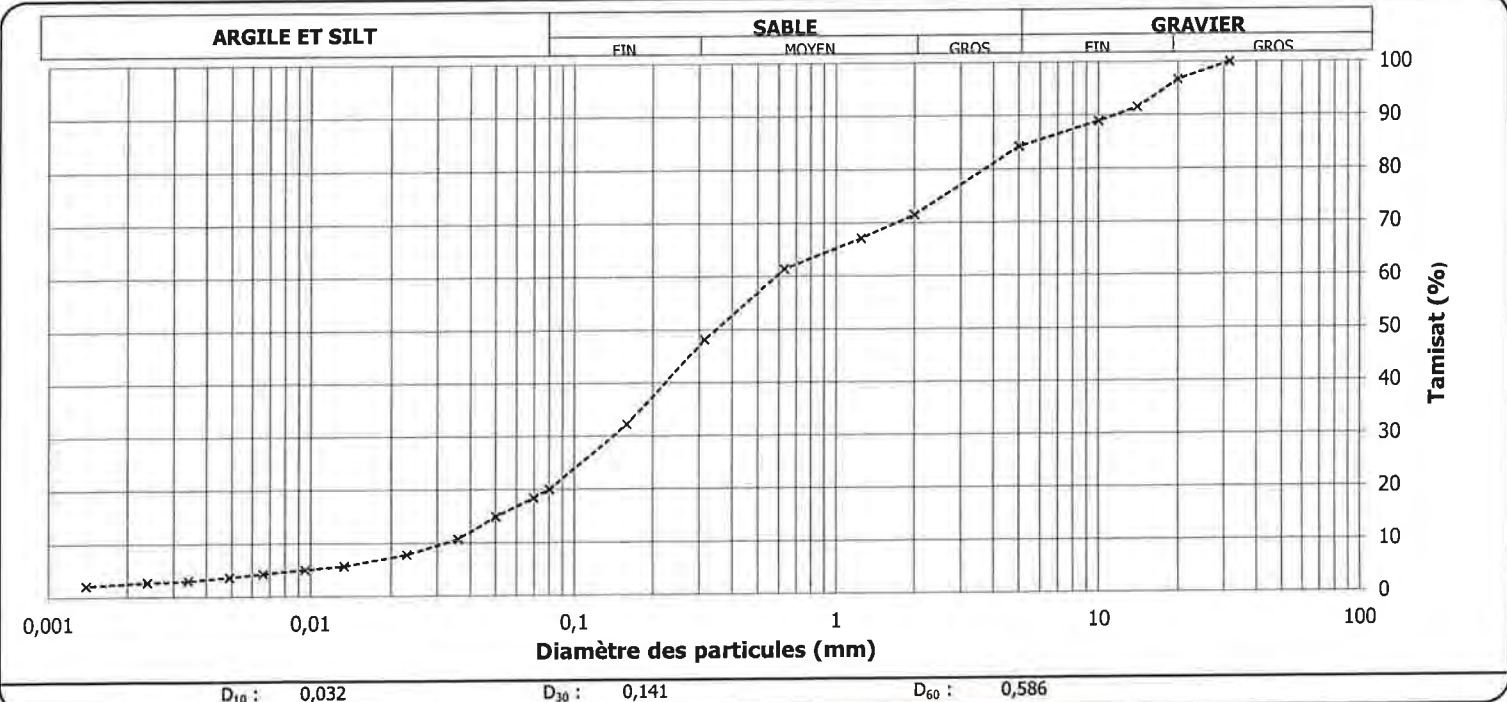
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		69,6 µm	18,4
56 mm		50,0 µm	14,9
40 mm		36,0 µm	10,7
31,5 mm	100	23,0 µm	7,8
20 mm	97	13,4 µm	5,7
14 mm	92	9,5 µm	5,0
10 mm	89	6,6 µm	4,3
5 mm	84	4,9 µm	3,6
2 mm	72	3,4 µm	3,0
1,25 mm	67	2,4 µm	2,7
0,630 mm	61	1,4 µm	2,1
0,315 mm	48		
0,160 mm	32		
0,080 mm	20,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

<b>Proportion selon analyse (%)</b>		Sable :	64,2
Cailloux :	0,0	Silt :	17,5
Gravier :	15,8	Argile :	2,5



**Préparé par** : Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date** : 2019-05-24

**Approuvé par** : *C. Pelletier*  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date** : 2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**

**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**

**Endroit : .**

**Rapport n° : 43** **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 43 N° d'échantillon client : projet: 609€ Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-19-21 (SS#10) Date d'échantillonnage :  
Profondeur : Date de réception : 2019-05-03  
Localisation : Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

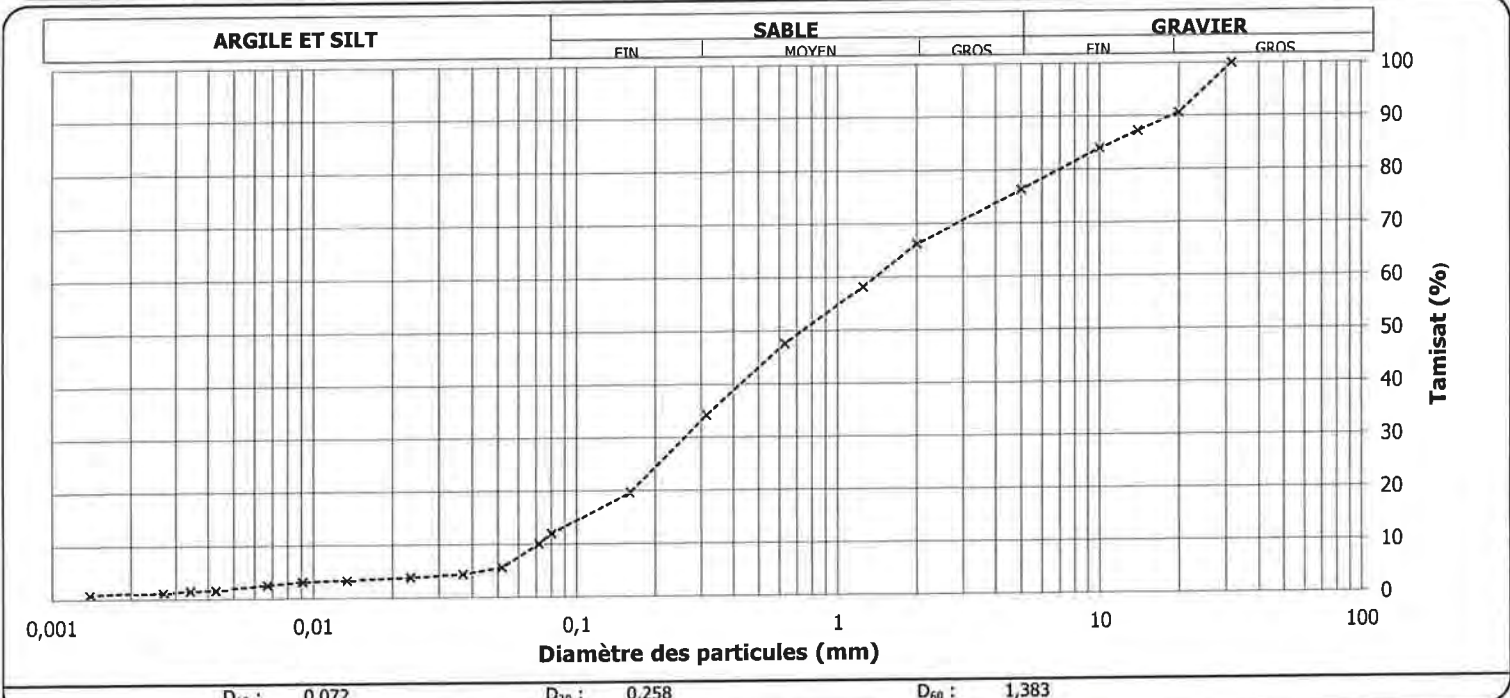
Analyse granulométrique (N° 2501-025)		Analyse sédimentométrique (N° 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		71,7 µm	10,0
56 mm		51,8 µm	5,6
40 mm		36,9 µm	4,4
31,5 mm	100	23,4 µm	3,8
20 mm	91	13,5 µm	3,4
14 mm	87	9,1 µm	3,1
10 mm	84	6,7 µm	2,5
5 mm	76	4,3 µm	1,7
2 mm	66	3,4 µm	1,5
1,25 mm	58	2,7 µm	1,3
0,630 mm	48	1,4 µm	0,9
0,315 mm	34		
0,160 mm	20		
0,080 mm	12,0		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)			
Sable :	64,3		
Cailloux :	0,0	Silt :	10,9
Gravier :	23,7	Argile :	1,1



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**  
**Endroit : .**

**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**  
**Rapport n° : 44**      **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance : Matériau en place;  
 N° d'échantillon : 44      N° d'échantillon client : projet: 609E      Échantillonné par : le client  
 Sondage n° : BH-BBA-18-18 (SS#5)      Date d'échantillonnage :  
 Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
 Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

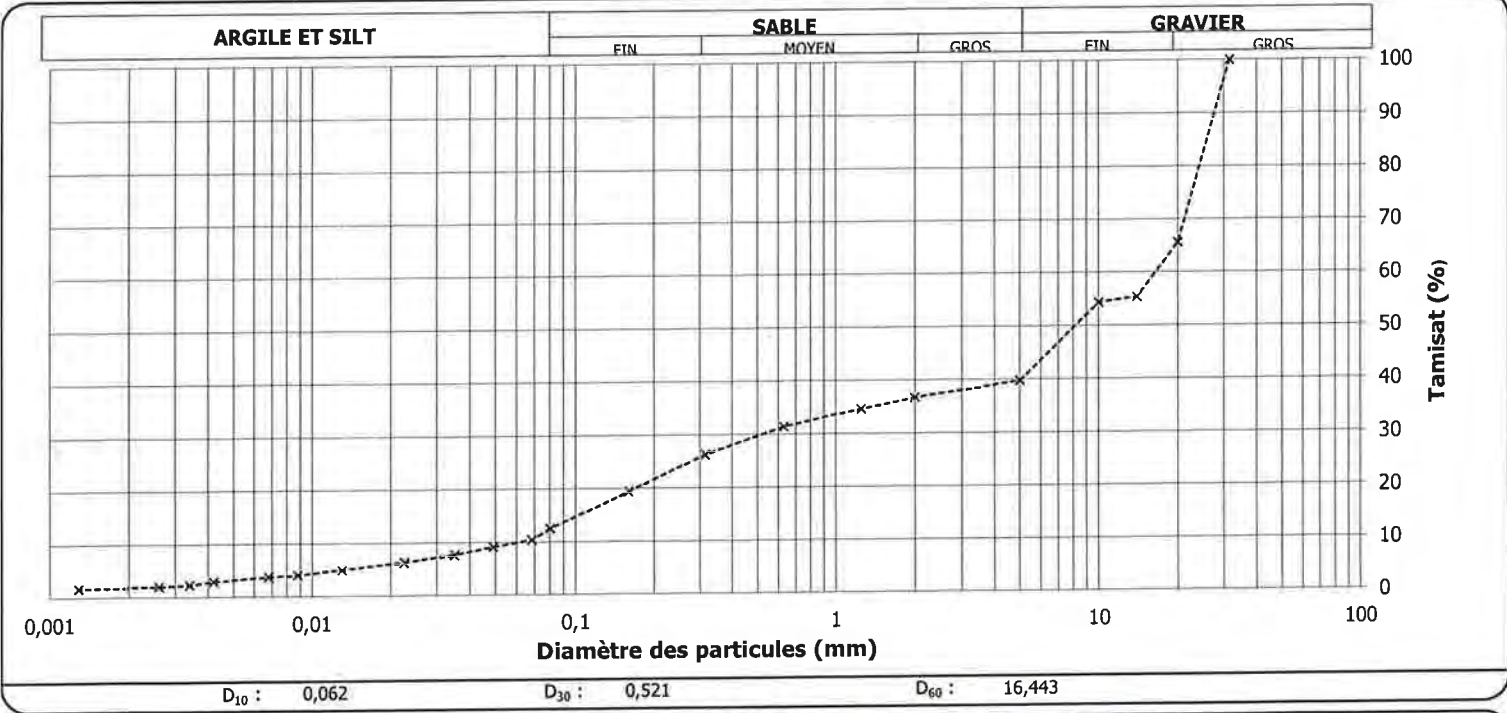
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm		68,5 µm	10,4
80 mm		49,0 µm	9,1
56 mm		35,1 µm	7,7
40 mm		22,5 µm	6,3
31,5 mm	100	13,1 µm	5,0
20 mm	66	8,8 µm	4,0
14 mm	55	6,8 µm	3,7
10 mm	54	4,2 µm	2,9
5 mm	40	3,4 µm	2,3
2 mm	37	2,6 µm	2,0
1,25 mm	35	1,3 µm	1,8
0,630 mm	31		
0,315 mm	26		
0,160 mm	20		
0,080 mm	12,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	27,2
Cailloux :	0,0
Gravier :	60,3
Silt :	10,6
Argile :	1,9



**Préparé par :**      **Date :**  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe      2019-05-24

**Approuvé par :**      **Date :**  
  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe      2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**

**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**

**Endroit : .**

**Rapport n° : 45**      **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

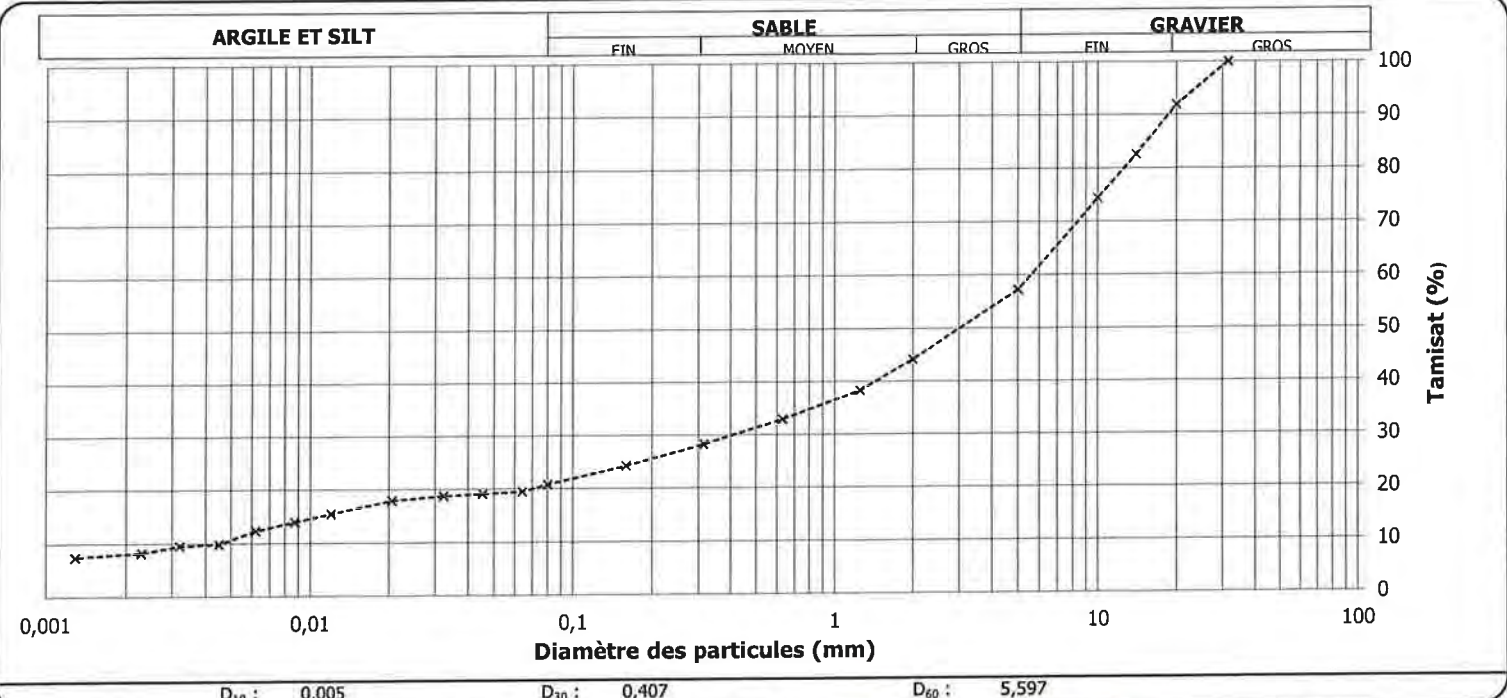
Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 45      N° d'échantillon client : projet: 609€      Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-18-16 (SS#12, 13)      Date d'échantillonnage :  
Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		64,0 µm	19,5
56 mm		45,4 µm	19,1
40 mm		32,3 µm	18,7
31,5 mm	100	20,5 µm	17,9
20 mm	92	12,1 µm	15,5
14 mm	83	8,7 µm	13,9
10 mm	74	6,2 µm	12,3
5 mm	57	4,5 µm	9,8
2 mm	44	3,2 µm	9,5
1,25 mm	38	2,3 µm	8,2
0,630 mm	33	1,3 µm	7,5
0,315 mm	28		
0,160 mm	24		
0,080 mm	20,8		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	36,4
Cailloux :	0,0
Silt :	12,8
Gravier :	42,8
Argile :	8,0



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-07

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.



**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit :** .

**Dossier :** B-0020788-1  
**Réf. client :**
**Rapport n° :** 46      **Rév. 0**  
**Page** 1 **de** 1

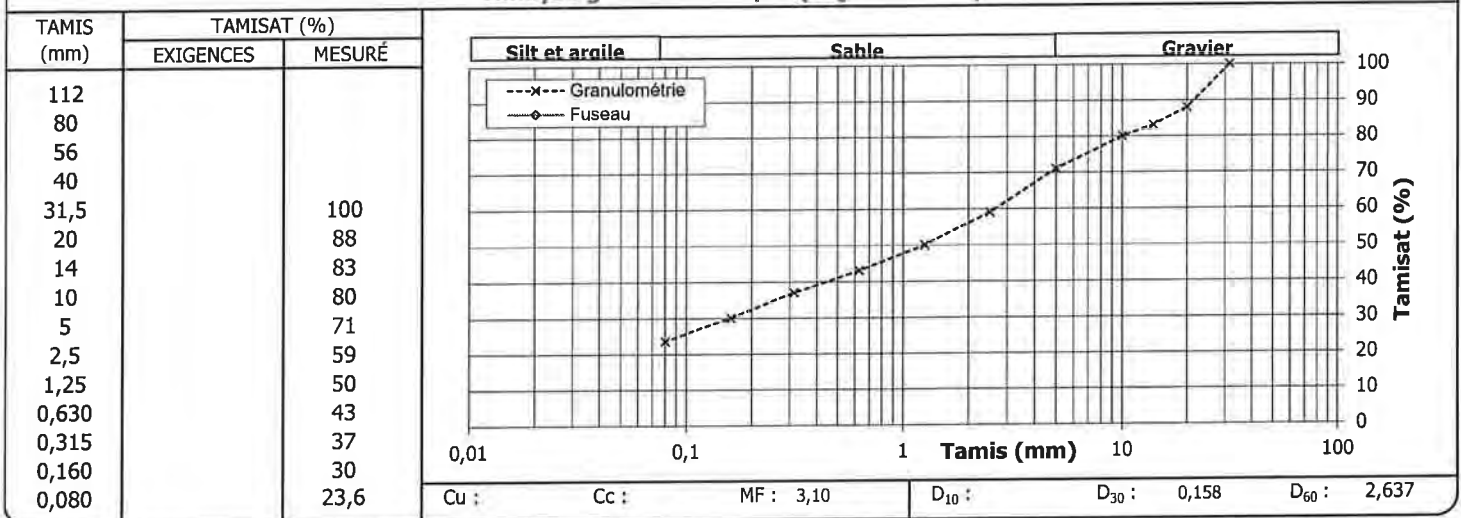
**Échantillonnage**

 N° d'échantillon : 46  
 N° d'échantillon client : projet: 6098003-BBA  
 Type de matériau :  
 Source première; ville : Matériau en place;  
 Endroit échantillonné : BH-BBA-19-13 (SS#4);

**Spécification n° 1**

 Référence : Divers  
 Usage :  
 Calibre :  
 Classe :

 Prélevé le :  
 Par : le client  
 Reçu le : 2019-05-03

**Analyse granulométrique (NQ 2501-025)**

**Proportions selon analyse granulométrique (%)**

Masse vol. sèche maximale kg/m <sup>3</sup>	Humidité optimale %	Retenu 5 mm %
--	------------------------	------------------

Cailloux : 0,0	Sable : 47,2
Gravier : 29,2	Silt et argile : 23,6

**Autres essais**
**Exigé**
**Mesuré**
**Remarques**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

UN ASTERISQUE ACCOMPAGNE TOUT RÉSULTAT NON CONFORME À L'EXIGENCE SPECIFIÉE.

**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-07

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)

**Dossier :** B-0020788-1  
**Réf. client**

**Endroit :** .

**Rapport n° :** 47 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 47 N° d'échantillon client : projet: 6098 Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-19-07 (SS#01) Date d'échantillonnage :  
Profondeur : Date de réception : 2019-05-03  
Localisation : Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

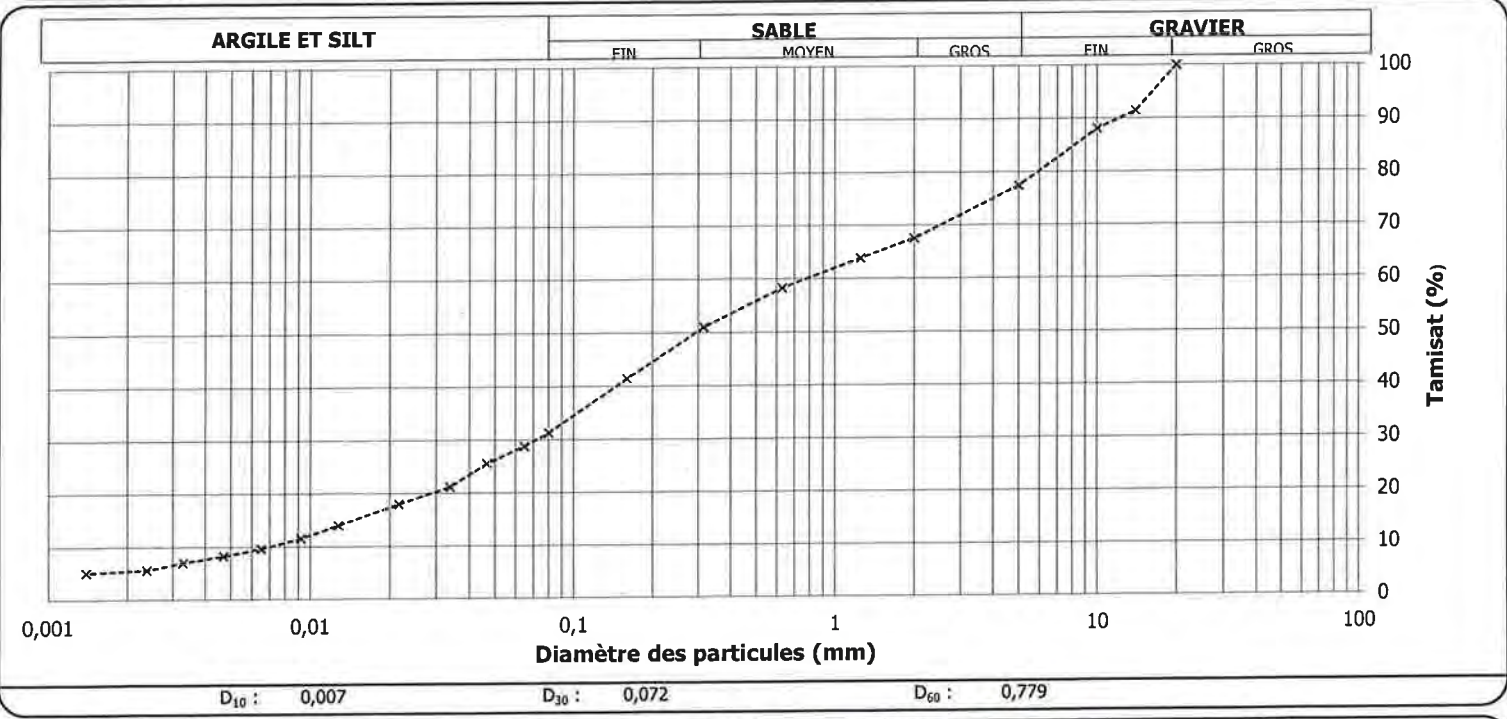
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm		64,8 µm	28,8
80 mm		46,7 µm	25,6
56 mm		33,8 µm	21,2
40 mm		21,8 µm	18,0
31,5 mm		12,8 µm	14,0
20 mm	100	9,2 µm	11,5
14 mm	91	6,5 µm	9,6
10 mm	88	4,7 µm	8,2
5 mm	77	3,3 µm	7,0
2 mm	68	2,4 µm	5,6
1,25 mm	64	1,4 µm	5,1
0,630 mm	58		
0,315 mm	51		
0,160 mm	41		
0,080 mm	31,3		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

**Proportion selon analyse (%)**

Sable :	46,1
Cailloux :	0,0
Silt :	25,9
Gravier :	22,6
Argile :	5,4



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**
**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**
**Endroit : .**
**Rapport n° : 48**      **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**
**ÉCHANTILLONNAGE**

 Provenance : Matériau en place;  
 N° d'échantillon : 48      N° d'échantillon client : projet: 609€ Échantillonné par : le client  
 Sondage n° : BH-BBA-19-6B (SS#4)      Date d'échantillonnage :  
 Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
 Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

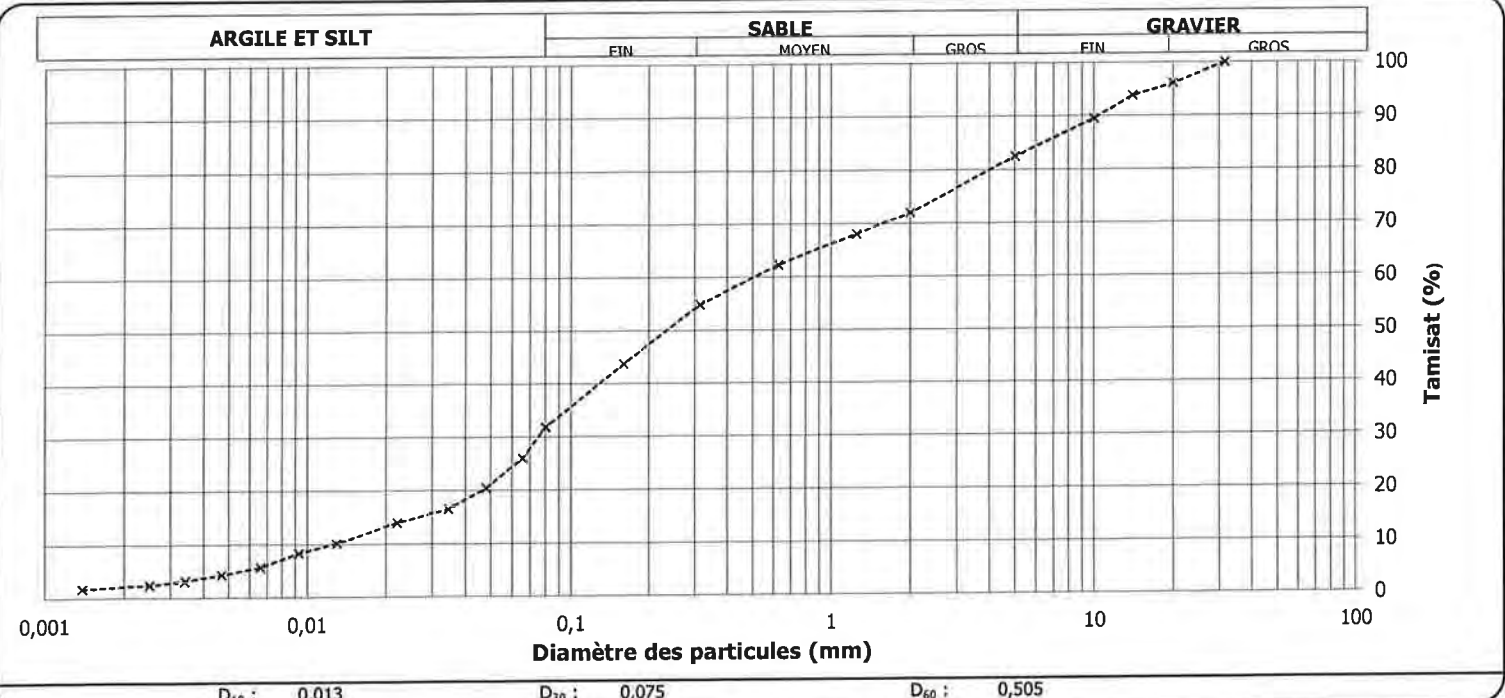
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		65,9 µm	26,1
56 mm		48,0 µm	20,4
40 mm		34,6 µm	16,6
31,5 mm	100	22,1 µm	14,1
20 mm	96	13,0 µm	10,2
14 mm	94	9,3 µm	8,3
10 mm	90	6,6 µm	5,7
5 mm	83	4,7 µm	4,3
2 mm	72	3,4 µm	3,2
1,25 mm	68	2,5 µm	2,4
0,630 mm	62	1,4 µm	1,9
0,315 mm	55		
0,160 mm	44		
0,080 mm	31,8		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	50,7
Cailloux :	0,0
Silt :	29,6
Gravier :	17,5
Argile :	2,2


**Préparé par :**      **Date :**  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe      2019-05-24

**Approuvé par :**      **Date :**  
  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe      2019-05-07

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit :** .

**Dossier :** B-0020788-1  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 49 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

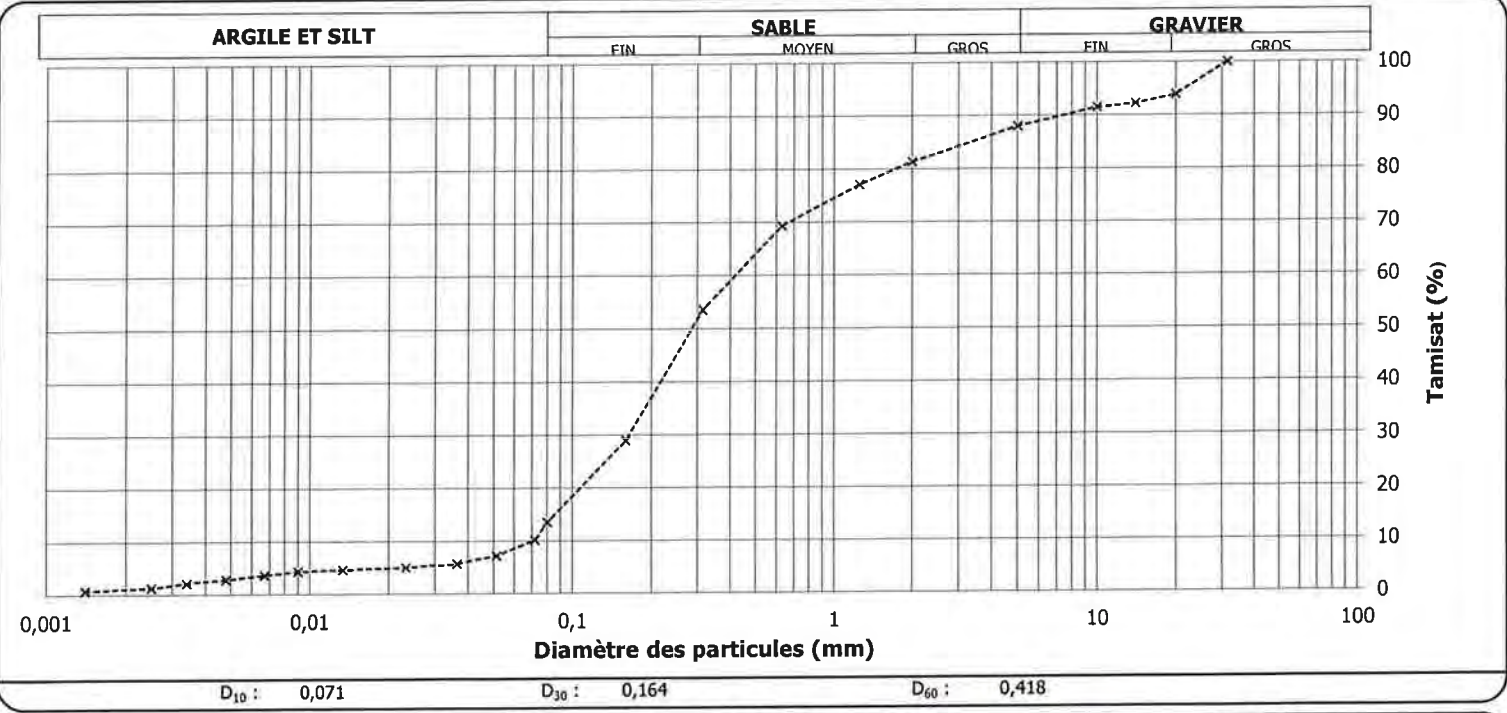
**Provenance :** Matériau en place;  
**N° d'échantillon :** 49 **N° d'échantillon client :** projet: 609€ **Échantillonné par :** le client  
**Sondage n° :** BH-BBA-19-12 (SS#14) **Date d'échantillonnage :**  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2019-05-03  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm		71,8 µm	10,1
80 mm		51,3 µm	7,2
56 mm		36,5 µm	5,8
40 mm		23,2 µm	5,0
31,5 mm	100	13,4 µm	4,7
20 mm	94	9,0 µm	4,3
14 mm	92	6,7 µm	3,6
10 mm	92	4,8 µm	2,8
5 mm	88	3,4 µm	2,2
2 mm	81	2,5 µm	1,3
1,25 mm	77	1,4 µm	0,7
0,630 mm	69		
0,315 mm	54		
0,160 mm	29		
0,080 mm	13,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	74,5
Cailloux :	0,0
Gravier :	12,0
Silt :	12,5
Argile :	1,0



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
**Date :** 2019-05-27  
Claire Pelletier, Chef d'équipe

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**

**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**

**Endroit : .**

**Rapport n° : 50** **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

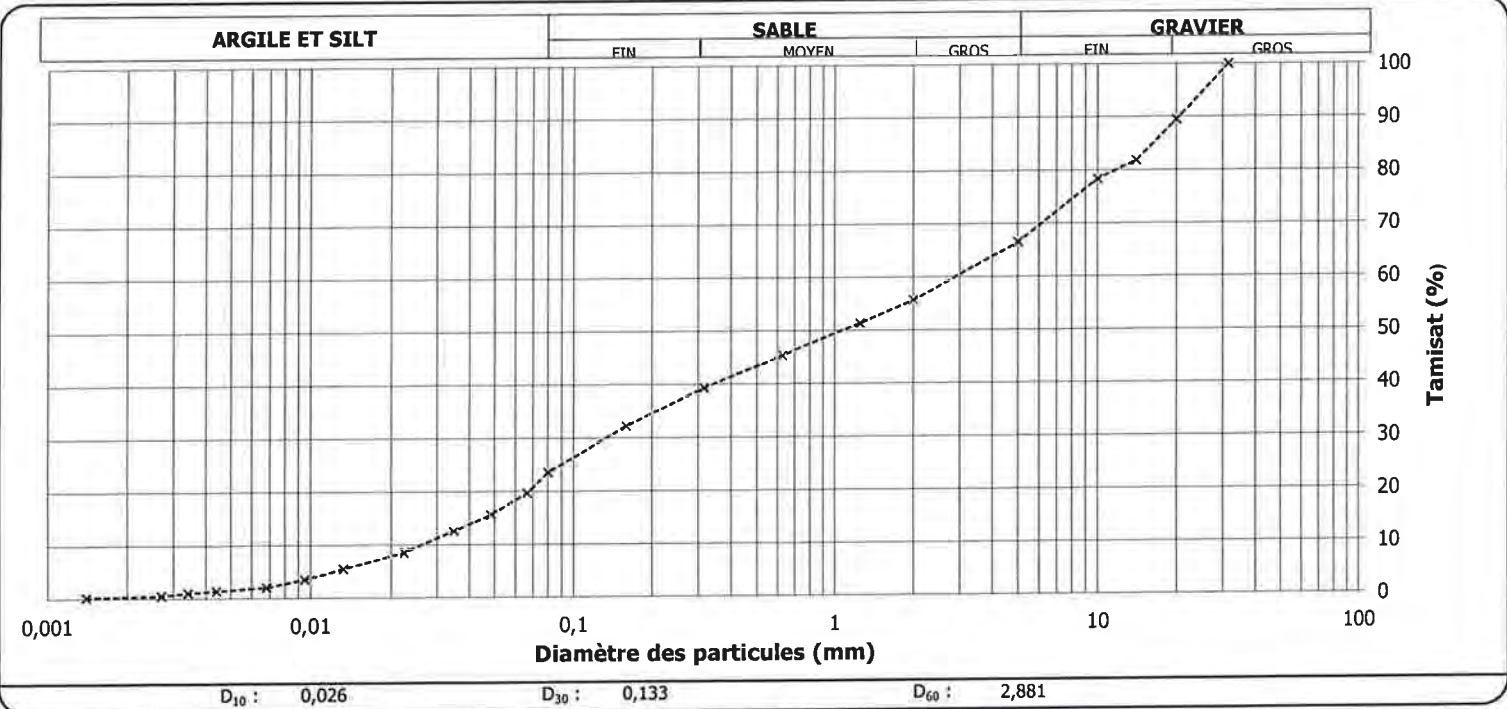
Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 50 N° d'échantillon client : projet: 6098 Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-19-05 (SS#03) Date d'échantillonnage :  
Profondeur : Date de réception : 2019-05-03  
Localisation : Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm		66,6 µm	19,7
80 mm		48,5 µm	15,7
56 mm		34,9 µm	12,6
40 mm		22,6 µm	8,6
31,5 mm	100	13,3 µm	5,6
20 mm	90	9,5 µm	3,5
14 mm	82	6,8 µm	2,0
10 mm	78	4,4 µm	1,4
5 mm	67	3,4 µm	1,0
2 mm	56	2,7 µm	0,5
1,25 mm	51	1,4 µm	0,2
0,630 mm	45		
0,315 mm	39		
0,160 mm	32		
0,080 mm	23,6		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	42,9
Cailloux :	0,0
Silt :	23,3
Gravier :	33,5
Argile :	0,3



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit :** .

**Dossier :** B-0020788-1  
**Réf. client**  
**Rapport n° :** 51 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

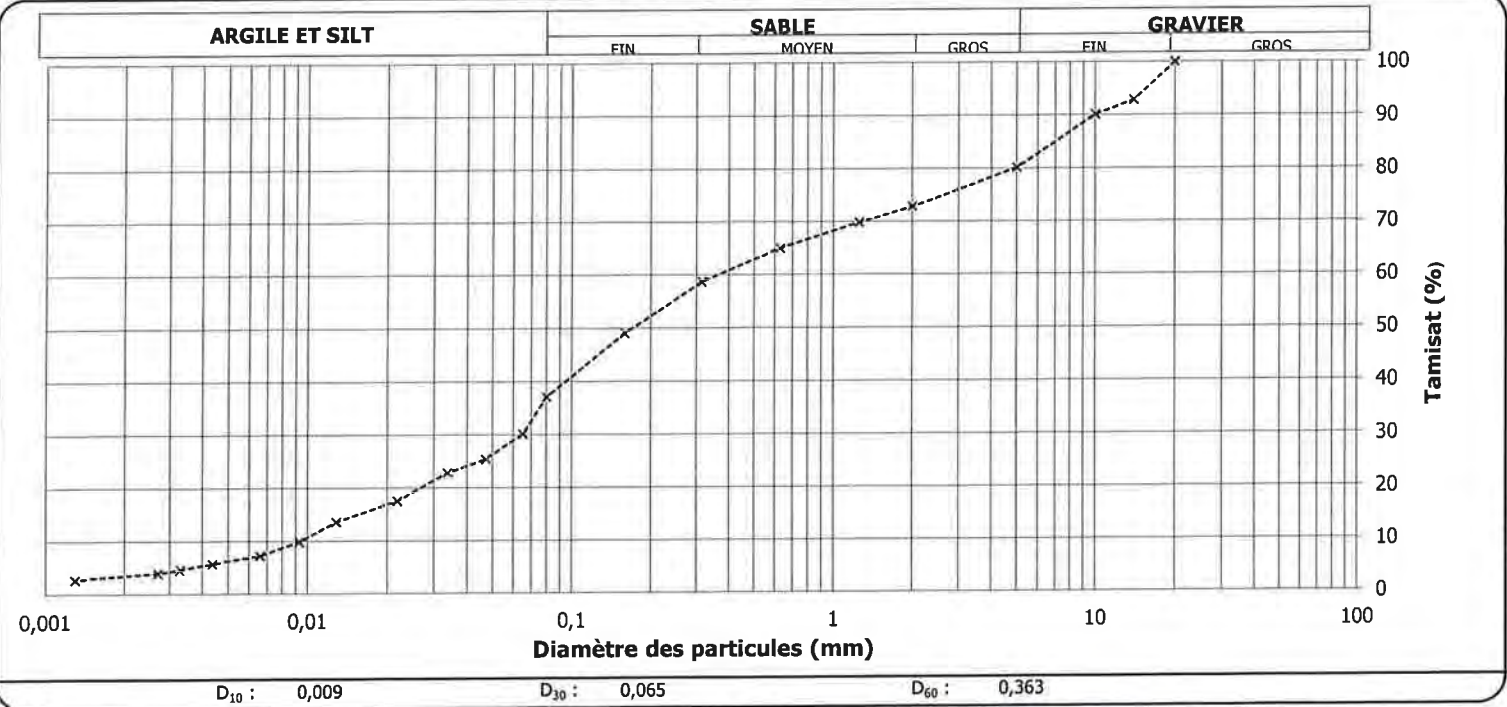
**Provenance :** Matériau en place;  
**N° d'échantillon :** 51 **N° d'échantillon client :** projet: 6098 **Échantillonné par :** le client  
**Sondage n° :** BH-BBA-19-03 (SS#03) **Date d'échantillonnage :**  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2019-05-03  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		65,1 µm	30,1
56 mm		47,1 µm	25,5
40 mm		33,9 µm	22,9
31,5 mm		21,9 µm	17,6
20 mm	100	12,9 µm	13,7
14 mm	93	9,3 µm	9,8
10 mm	90	6,6 µm	7,2
5 mm	80	4,4 µm	5,8
2 mm	73	3,3 µm	4,6
1,25 mm	70	2,7 µm	3,9
0,630 mm	65	1,3 µm	2,8
0,315 mm	59		
0,160 mm	49		
0,080 mm	37,1		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	43,0
Cailloux :	0,0
Gravier :	19,9
Silt :	33,8
Argile :	3,4



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-07

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.



**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit :** .

**Dossier :** B-0020788-1  
**Réf. client**

**Rapport n° :** 53 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

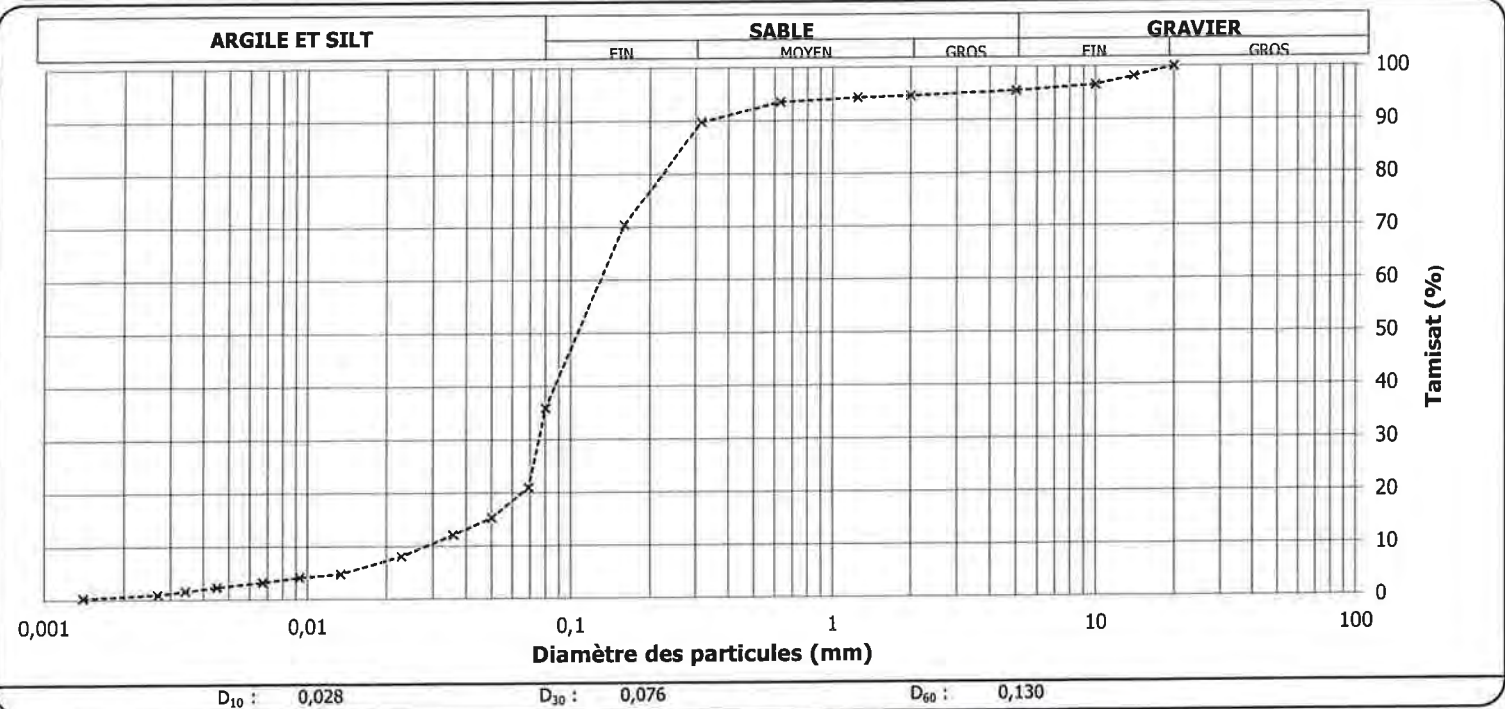
**Provenance :** Matériau en place;  
**N° d'échantillon :** 53 **N° d'échantillon client :** projet: 609E **Échantillonné par :** le client  
**Sondage n° :** BH-BBA-19-02 (SS#02) **Date d'échantillonnage :**  
**Profondeur :** **Date de réception :** 2019-05-03  
**Localisation :** **Densité relative des particules < 2 mm :** 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		69,2 µm	21,0
56 mm		50,0 µm	15,3
40 mm		35,8 µm	12,1
31,5 mm		22,9 µm	8,1
20 mm	100	13,4 µm	4,8
14 mm	98	9,3 µm	4,1
10 mm	97	6,7 µm	3,2
5 mm	96	4,5 µm	2,3
2 mm	95	3,4 µm	1,6
1,25 mm	94	2,7 µm	0,9
0,630 mm	94	1,4 µm	0,3
0,315 mm	90		
0,160 mm	70		
0,080 mm	35,9		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	59,6
Cailloux :	0,0
Silt :	35,3
Gravier :	4,5
Argile :	0,6



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.



**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**

**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**

**Endroit : .**

**Rapport n° : 54**      **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

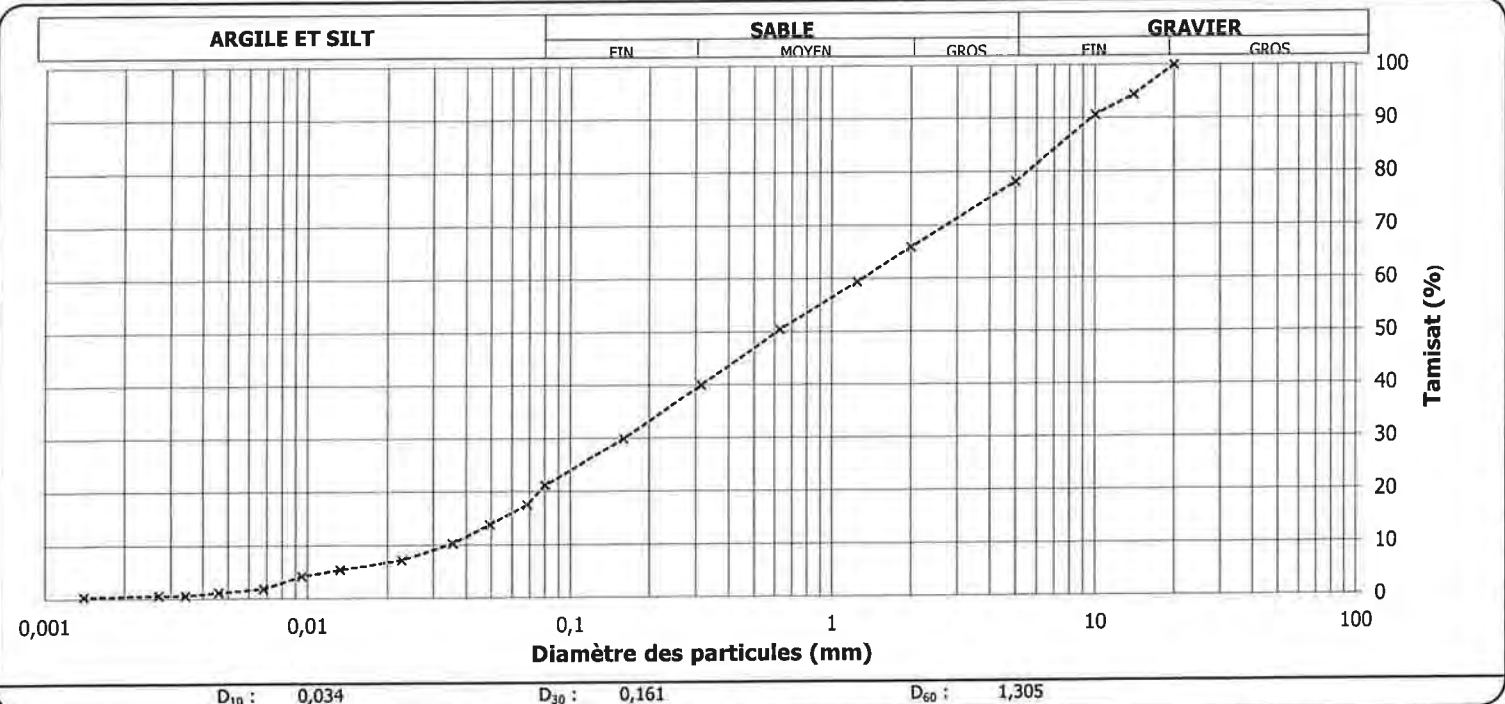
Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 54      N° d'échantillon client : projet: 6098 Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-19-01 (SS#07)      Date d'échantillonnage :  
Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm		68,7 µm	17,5
56 mm		49,3 µm	13,8
40 mm		35,5 µm	10,3
31,5 mm		22,8 µm	7,2
20 mm	100	13,3 µm	5,4
14 mm	94	9,5 µm	4,2
10 mm	91	6,8 µm	1,8
5 mm	78	4,6 µm	1,1
2 mm	66	3,4 µm	0,6
1,25 mm	59	2,7 µm	0,6
0,630 mm	50	1,4 µm	0,3
0,315 mm	40		
0,160 mm	30		
0,080 mm	21,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)		Sable :	56,9
Cailloux :	0,0	Silt :	20,8
Gravier :	21,9	Argile :	0,4



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-24

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-07

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**

**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**

**Endroit : .**

**Rapport n° : 55**      **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

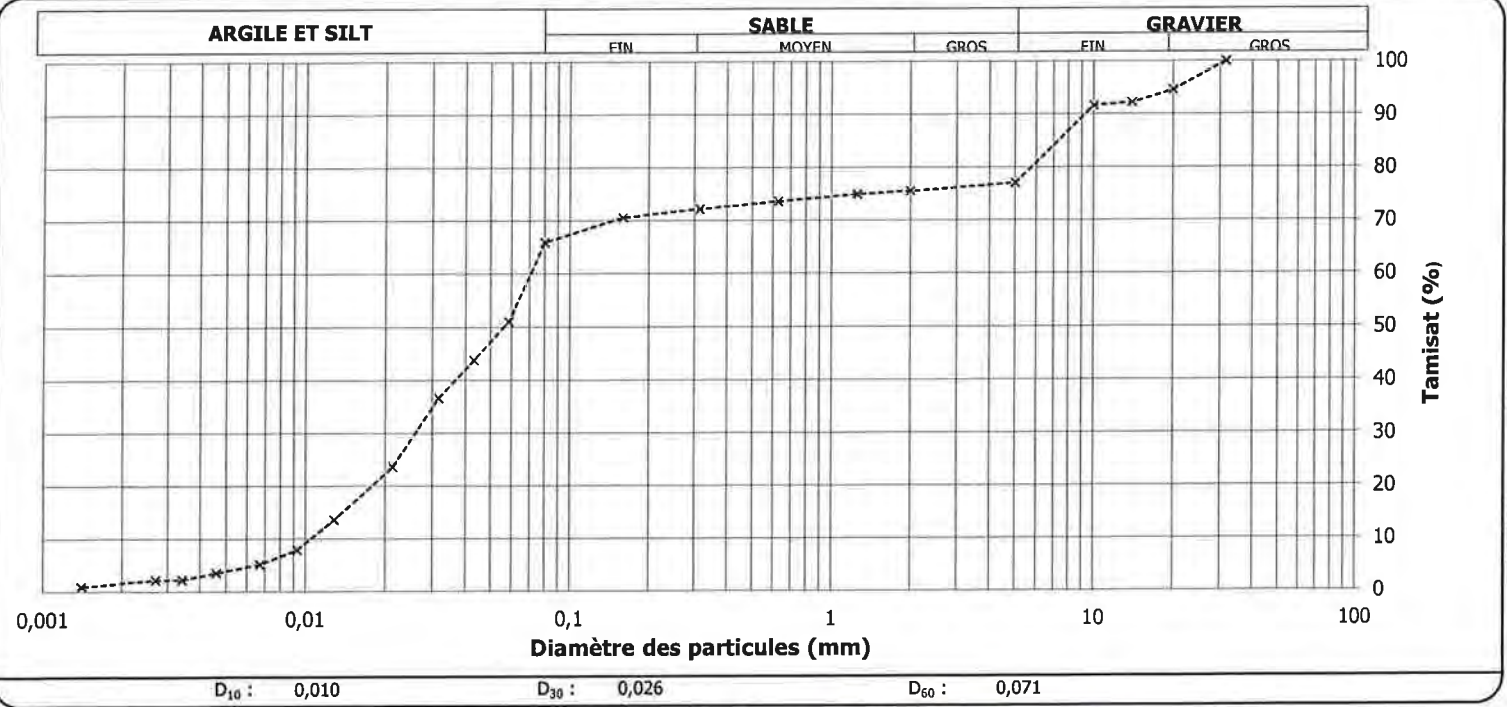
Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 55      N° d'échantillon client : projet: 6098 Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-18-31 (SS#03)      Date d'échantillonnage :  
Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm		58,6 µm	51,0
56 mm		43,2 µm	43,9
40 mm		31,8 µm	36,7
31,5 mm	100	21,4 µm	23,7
20 mm	95	12,9 µm	13,7
14 mm	92	9,3 µm	7,9
10 mm	92	6,7 µm	5,1
5 mm	77	4,6 µm	3,5
2 mm	76	3,4 µm	2,2
1,25 mm	75	2,7 µm	2,2
0,630 mm	74	1,4 µm	1,0
0,315 mm	72		
0,160 mm	71		
0,080 mm	65,9		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

**REMARQUES**  
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)		Sable :	11,1
Cailloux :	0,0	Silt :	64,3
Gravier :	23,0	Argile :	1,6



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-17

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-07

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

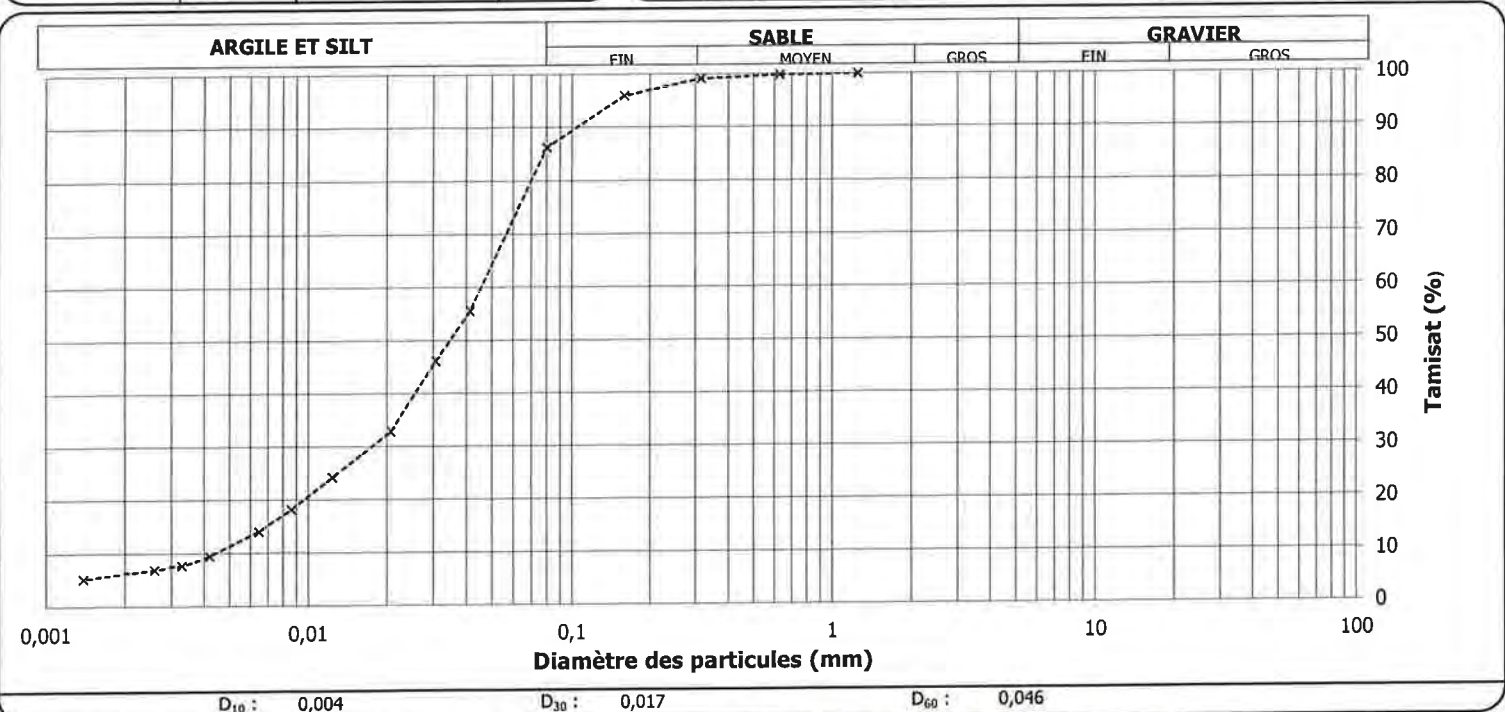
**Client : BBA**  
**Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)**
**Dossier : B-0020788-1**  
**Réf. client**
**Endroit : .**
**Rapport n° : 56**      **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**
**ÉCHANTILLONNAGE**

 Provenance : Matériau en place;  
 N° d'échantillon : 56      N° d'échantillon client : projet: 609E Échantillonné par : le client  
 Sondage n° : BH-BBA-18-20 (SS#08)      Date d'échantillonnage :  
 Profondeur :      Date de réception : 2019-05-03  
 Localisation :      Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamis	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm			
80 mm			
56 mm		41,4 µm	55,6
40 mm		30,8 µm	46,2
31,5 mm		20,8 µm	32,9
20 mm		12,4 µm	24,3
14 mm		8,6 µm	18,2
10 mm		6,5 µm	14,1
5 mm		4,2 µm	9,4
2 mm		3,3 µm	7,8
1,25 mm	100	2,6 µm	7,0
0,630 mm	100	1,4 µm	5,3
0,315 mm	99		
0,160 mm	96		
0,080 mm	86,2		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ

REMARQUES	
Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.	
<b>Proportion selon analyse (%)</b>	
Sable :	13,8
Cailloux :	0,0
Silt :	80,1
Gravier :	0,0
Argile :	6,2


**Préparé par :**      **Date :**  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe      2019-05-24

**Approuvé par :**      **Date :**  
  
 Claire Pelletier, Chef d'équipe      2019-05-27

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

Client :	BBA	Réf. client :	6098003		
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1	Éch. 29	
Forage n°:	BH-BBA-19-09	Éch. :	ST-02	Profondeur :	6,10 à 6,72 m
Date d'échantillonnage :	2019-04-05	Date extraction :	2019-05-03	Tube en bon état :	Oui
<b>Description du matériau</b>					
Longueur tube : 76 cm		Récupération : 62/62 cm			
Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique			
 <p style="text-align: center; font-size: small;">Vue du dessus</p>	<p>6,10-6,25 m : remanié, non conservé</p> <p>6,30 à 6,40 : conservé</p> <p>6,40 à 6,50 : résistance au cône et limite</p> <p>6,50 à 6,60 : conservé</p> <p>6,60 à 6,70 : conservé</p>	<p>6,10-6,72 m : argile silteuse variée (lits entre 3 et 5 mm)</p> <p>Couleur : alternance de lits millimétriques gris verdâtre et gris brun</p> <p>Couleur : gris verdâtre et gris brun</p> <p>Consistance : molle</p> <p>Plasticité : élevée</p> <p>Sensibilité : élevée</p> <div style="text-align: center;">  <p><b>Varves</b></p> </div>			
<b>Remarques :</b>					
Effectué par : Valérie Trempe, géo. stagiaire				Date: 2019-06-04	
Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire				Date: 2019-06-06	

<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 29 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon laboratoire	: 29	Prélevé le	: 2019-04-05
N° d'échantillon client	:	Par	: Client
N° de sondage	: BH-BBA-19-09	Reçu le	: 2019-05-02
N° d'échantillon	: ST-02	Type de matériau	:
Profondeur	: 6,40 à 6,50 m		

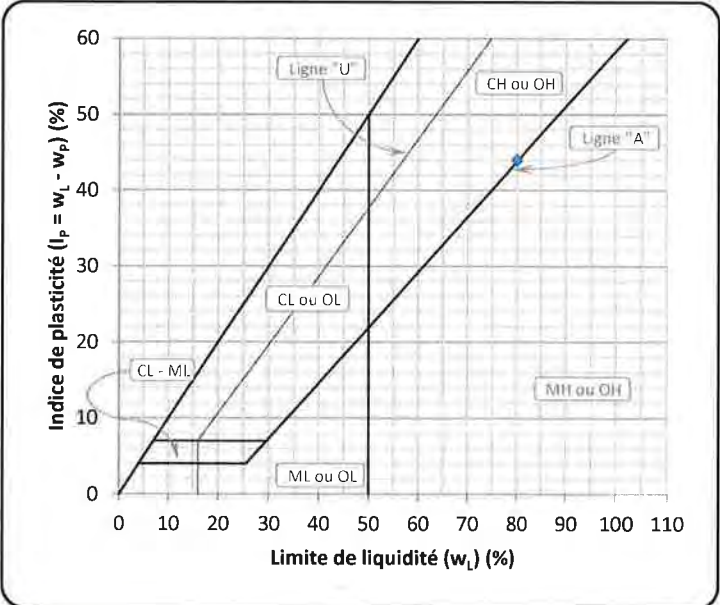
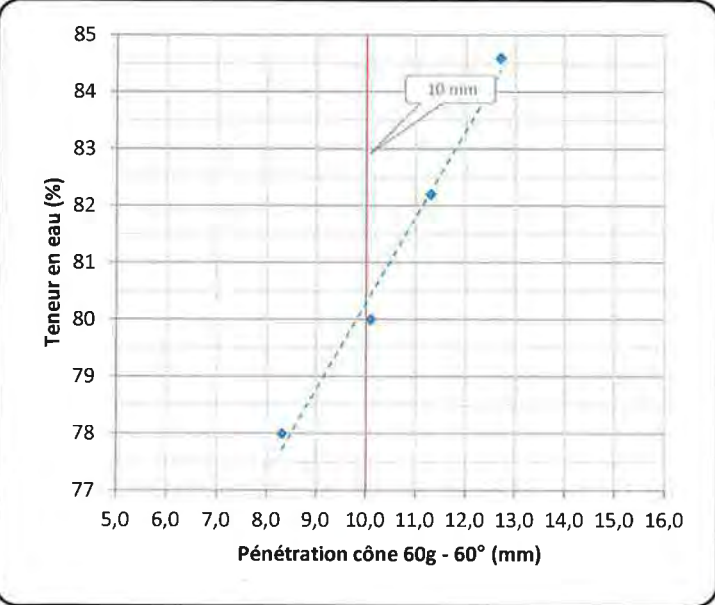
PARAMÈTRES D'ESSAI			
Méthode d'essai	: <input checked="" type="checkbox"/> plusieurs points	Tamissage 400 µm	: <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> à sec
	: <input type="checkbox"/> point unique		: <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> humide
Mode opératoire	: <input type="checkbox"/> assèchement	Température de séchage	: °C
	: <input checked="" type="checkbox"/> addition d'eau		(Si sol pulvérulent)

HUMIDITÉ NATURELLE	
Teneur en eau (%)	78,8

LIMITE DE PLASTICITÉ		
Teneur en eau 1 (%)	35,6	Moyenne
Teneur en eau 2 (%)	35,9	35,8

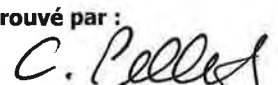
RÉSULTATS	
Humidité naturelle (w) (%)	79
Limite de plasticité (w <sub>p</sub> ) (%)	36
Limite de liquidité (w <sub>L</sub> ) (%)	80
Indice de plasticité (I <sub>p</sub> ) (%)	44
Indice de liquidité (I <sub>L</sub> )	1,0
Classification	: CH ou OH

LIMITE DE LIQUIDITÉ								
Pénétration 1 et 2 (mm)	8,3	8,3	10,0	10,1	11,3	11,3	12,7	12,7
Pénétration moyenne (mm)	8,3		10,1		11,3		12,7	
Teneur en eau (%)	78,0		80,0		82,2		84,6	



REMARQUES	

<b>Préparé par :</b> Valérie Trempe, géo. Stagiaire	<b>Date :</b> 2019-05-13
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

<b>Client</b> : BBA <b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA) <b>Endroit</b> :	<b>Dossier</b> : B-0020788-1 <b>Réf. client</b> : 6098003-BBA <b>Rapport n°</b> : 29 <b>Rév.</b> 0 <b>Page</b> 1 de 1
---	--

### ÉCHANTILLONNAGE

N° d'échantillon : 29 N° d'éch. client : Endroit échantillonné : N° forage : BH-BBA-19-09    N° d'éch. : ST-02 Profondeur : 6,40 à 6,50 m	Description de l'échantillon : Prélevé le : 2019-04-05 Par : Client Reçu le : 2019-05-02
---	---

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30° <input type="checkbox"/> 400g / 30°		Appareil n° 5159	Cône n° 8904	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{u100} = \frac{g K_{30} M_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_{u400} = \frac{g K_{30} M_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{30} = 1,0$ <p><b>Résistance (Cu) : 24 kPa</b></p>
1	6,6 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	STA-84	
2	6,2 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	31,33	
3	6,5 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	91,24	
4	6,3 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	65,39	
5	6,5 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	75,9	

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu<sub>r</sub>)

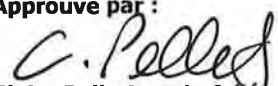
<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°		Appareil n° 5159	Cône n° 66069	Balance n° 63022	
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{u,r60} = \frac{g K_{60} M_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{u,r10} = \frac{g K_{60} M_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{60} = 0,3$ <p><b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 2,0 kPa</b></p>
1	9,3	9,6	Contenant n°	CL-22	
2	8,9	9,5	Masse du contenant (g)	31,75	
3	9,7	8,8	Masse du contenant + sol humide (g)	73,38	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	55,36	
Facultatif			Teneur en eau (%)	76,3	
Pénétration moyenne (mm)	9,3 <input type="checkbox"/>	9,3 <input checked="" type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .		Conforme

### REMARQUES

### Sensibilité (Cu/Cu<sub>r</sub>)

Sensibilité au remaniement	
<b>12</b>	< 2    Insensible
	2 - 4    Sensibilité moyenne
	4 - 8    Sensible
	8 - 16    Très sensible
	> 16    Extrêmement sensible


**Préparé par :** Valérie Trempe, géo. Stagiaire      **Date :** 2019-05-06

**Approuvé par :**       **Date :** 2019-06-06  
 Claire Pelletier, chef d'équipe

Client :	BBA	Réf. client :	6098003
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1 Éch. 30
Forage n°:	BH-BBA-19-10	Éch. :	ST-06
Date d'échantillonnage	2019-04-05	Profondeur :	10,67 à 11,28 m
	Date extraction :		2019-05-06
		Tube en bon état :	Oui

### Description du matériau

Longueur tube : 76 cm      Récupération : 68 / 61 cm

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center;">Vue du dessus</p>	<p>10,67-10,80 m : remanié            10,80-10,90 m : conservé            10,90 à 11,00 m : conservé            11,00 à 11,10 : résistance au cône et limite            11,10 à 11,20 : conservé            11,20 à 11,30 : conservé            11,30 à 11,35 : remanié, non conservé</p>	<p>10,80 à 11,35 argile silteuse grise, présence de lentilles de silt</p> <p>Couleur : gris            Consistance : moyenne            Plasticité : moyenne            Sensibilité : élevée</p>

### Remarques :

Effectué par : Valérie Trempe, géo. stagiaire

Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire

Date: 2019-05-06

Date: 2019-06-06





<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> :	<b>Rapport n°</b> : 30 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

N° d'échantillon : 30	Description de l'échantillon :
N° d'éch. client :	
Endroit échantillonné :	Prélevé le : 2019-04-05
N° forage : BH-BBA-19-10    N° d'éch. : ST-06	Par : Client
Profondeur : 11,0 à 11,10 m	Reçu le : 2019-05-02

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)

**CÔNE utilisé**     100g / 30°     400g / 30°      Appareil n° GE5159    Cône n° 8904    Balance n° 63022

Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		Résistance (Cu) :
		Contenant n°	STA-13	
1	6,5 <input checked="" type="checkbox"/>			$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N} \quad \bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{N1} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2} \quad C_{N2} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{30} = 1,0$ <b>25 kPa</b>
2	6,0 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	31,52	
3	6,5 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	88,91	
4	6,3 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	70,66	
5	5,9 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	46,6	

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu<sub>r</sub>)

**CÔNE utilisé**     60g / 60°     10g / 60°      Appareil n° GE5159    Cône n° 66069    Balance n° 63022

Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		Résistance (Cu <sub>r</sub> ) :
			Contenant n°	STA-7	
1	8,1	8,5			$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N} \quad \bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{N1} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2} \quad C_{N2} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{60} = 0,3$ <b>2,7 kPa</b>
2	7,9	8,1	Masse du contenant (g)	31,40	
3	7,8	7,8	Masse du contenant + sol humide (g)	87,27	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	69,70	
Facultatif			Teneur en eau (%)	45,9	
Pénétration moyenne (mm)	7,9 <input type="checkbox"/>	8,1 <input checked="" type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .		Conforme




### REMARQUES

### Sensibilité (Cu/Cu<sub>r</sub>)

Sensibilité au remaniement	
<b>9</b>	< 2      Insensible
	2 - 4    Sensibilité moyenne
	4 - 8    Sensible
	8 - 16   Très sensible
	> 16    Extrêmement sensible

**Préparé par :** Valérie Trempe, géo. Stagiaire      **Date :** 2019-05-06

**Approuvé par :**      **Date :** 2019-06-06  
Claire Pelletier, chef d'équipe

<b>Client :</b>	BBA	<b>Réf. client :</b>	6098003	
<b>Projet :</b>	Essais de laboratoire	<b>N° projet :</b>	B-0020788-1	Éch. 31
<b>Forage n°:</b>	BH-BBA-19-12	<b>Éch. :</b>	ST-08	<b>Profondeur :</b> 5,33 à 6,10 m
<b>Date d'échantillonnage</b>	2019-04-03	<b>Date extraction :</b>	2019-05-06	<b>Tube en bon état :</b> Non
<b>Description du matériau</b>				
<b>Longueur tube :</b> 76 cm		<b>Récupération :</b> 39 / 77 cm		
Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique		
 <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">Vue du dessus</p>	<p>5,33-5,72 m : remanié, non conservé</p> <p>5,60 à 5,60 : limite</p> <p>5,60 à 5,70 : conservé</p> <p>5,70 à 5,72 : remanié, non conservé</p>	<p>5,33-5,72 m : sable silteux gris</p> <p>Couleur : gris</p> <p>Consistance : molle</p> <p>Plasticité : faible</p> <p>Sensibilité : moyenne</p>		
<b>Remarques :</b>				
<b>Effectué par :</b> Valérie Trempe, géo. stagiaire				<b>Date:</b> 2019-05-06
<b>Vérifié par :</b> Claire Pelletier, chef laboratoire				<b>Date:</b> 2019-06-06

<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 31 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon laboratoire	: 31	Prélevé le	: 2019-04-03
N° d'échantillon client	:	Par	: Client
N° de sondage	: BH-BBA-19-12	Reçu le	: 2019-05-02
N° d'échantillon	: ST-08	Type de matériau	:
Profondeur	: 5,50 à 5,60 m		

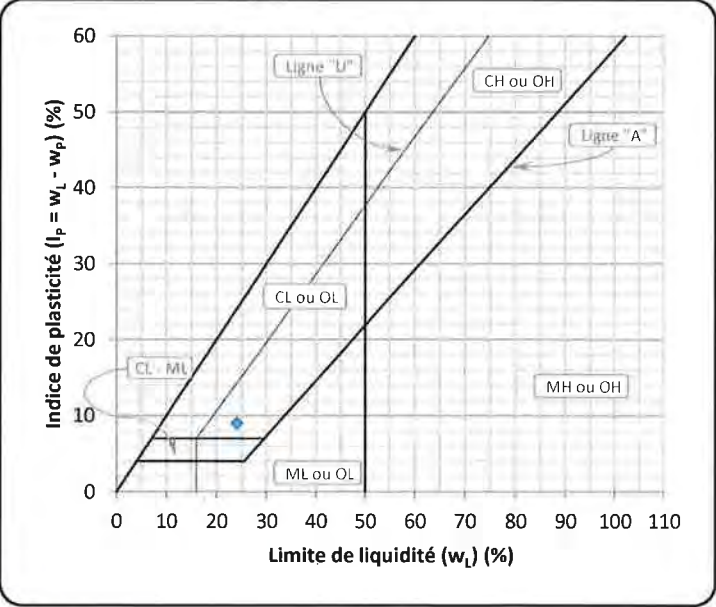
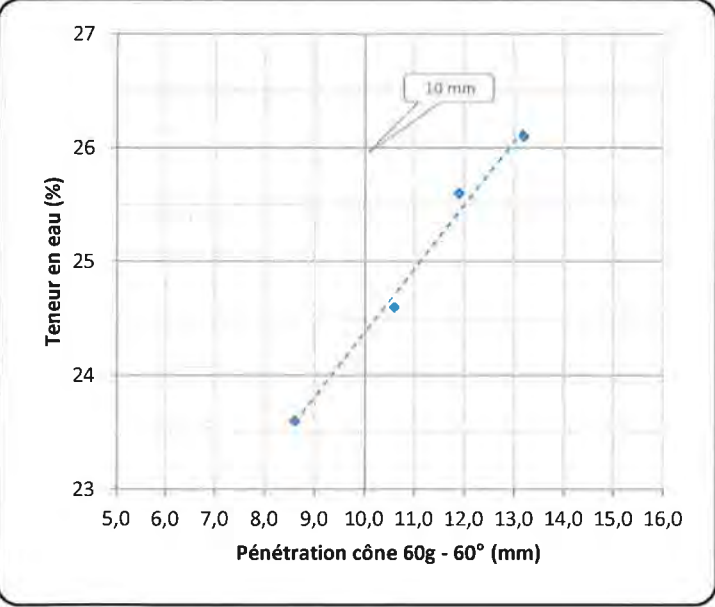
PARAMÈTRES D'ESSAI			
Méthode d'essai	: <input checked="" type="checkbox"/> plusieurs points	Tamisage 400 µm	: <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> à sec
	: <input type="checkbox"/> point unique		: <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> humide
Mode opératoire	: <input type="checkbox"/> assèchement	Température de séchage	: °C
	: <input checked="" type="checkbox"/> addition d'eau	<i>(Si sol pulvérulent)</i>	

HUMIDITÉ NATURELLE	
Teneur en eau (%)	20,6

LIMITE DE PLASTICITÉ		
Teneur en eau 1 (%)	15,3	Moyenne
Teneur en eau 2 (%)	15,3	15,3

RÉSULTATS	
Humidité naturelle (w) (%)	21
Limite de plasticité (w <sub>p</sub> ) (%)	15
Limite de liquidité (w <sub>L</sub> ) (%)	24
Indice de plasticité (I <sub>p</sub> ) (%)	9
Indice de liquidité (I <sub>L</sub> )	0,6
Classification	: CL ou OL

LIMITE DE LIQUIDITÉ								
Pénétration 1 et 2 (mm)	8,5	8,6	10,5	10,7	11,9	11,9	13,1	13,2
Pénétration moyenne (mm)	8,6		10,6		11,9		13,2	
Teneur en eau (%)	23,6		24,6		25,6		26,1	



REMARQUES	

<b>Préparé par :</b>	<b>Date :</b>
Valérie Trempe, géo. Stagiaire	2019-05-09

<b>Approuvé par :</b>	<b>Date :</b>
 Claire Pelletier, chef d'équipe	2019-06-06

Client :	BBA	Réf. client :	6098003	
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1	Éch. 32
Forage n°:	BH-BBA-18-16	Éch. :	ST-01	Profondeur :
Date d'échantillonnage	2019-04-07	Date extraction :	2019-05-03	Tube en bon état :
Oui				
<b>Description du matériau</b>				
Longueur tube : 76 cm		Récupération : 50 / 76 cm		
Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique		
 <p style="text-align: center;">Vue du dessus</p>	<p>3,05 à 3,15 m : remanié, non conservé</p> <p>3,20 à 3,30 m : conservé</p> <p>3,30 à 3,40 m : limites, résistance au cône</p> <p>3,40 à 3,50 m : conservé</p> <p>3,50 à 3,55 m : remanié, non conservé</p>	<p>3,05 à 3,55 m : silt argileux, traces de sable</p> <p>Couleur : gris</p> <p>Consistance : moyenne</p> <p>Plasticité : faible</p> <p>Sensibilité : élevée</p>		
<b>Remarques :</b>				
Effectué par : Valérie Trempe, géo. stagiaire		Date: 2019-05-06		
Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire		Date: 2019-06-06		



<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> :	<b>Rapport n°</b> : 32 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon	: 32	Description de l'échantillon	:
N° d'éch. client	:	Prélevé le	: 2019-04-07
Endroit échantillonné	:	Par	: Client
N° forage	: BH-BBA-18-16      N° d'éch. : ST-01	Reçu le	: 2019-05-02
Profondeur	: 3,30 à 3,40 m		

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)					
<b>CÔNE utilisé</b>		<input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30° <input type="checkbox"/> 400g / 30°	Appareil n° 5159	Cône n° 60336A	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N} \quad \bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{u1} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2} \quad C_{u2} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{30} = 1,0$ <p style="text-align: center;"><b>Résistance (Cu) : 191 kPa</b></p>	
1	2,4 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	LA-18		
2	1,7 <input type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	31,64		
3	2,0 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	105,44		
4	2,9 <input type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	87,84		
5	2,4 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	31,3		

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu <sub>r</sub> )					
<b>CÔNE utilisé</b>		<input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°	Appareil n° 5159	Cône n° 66069	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N} \quad \bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{u,r} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2} \quad C_{u,r} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{60} = 0,3$ <p style="text-align: center;"><b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 9,4 kPa</b></p>
1	4,3	4,3	Contenant n°	LA-5	
2	4,3	4,3	Masse du contenant (g)	31,61	
3	4,3	4,5	Masse du contenant + sol humide (g)	87,51	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	75,08	
Facultatif			Teneur en eau (%)	28,6	
Pénétration moyenne (mm)	4,3 <input type="checkbox"/>	4,3 <input checked="" type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .		Conforme

REMARQUES

Sensibilité (Cu/Cu <sub>r</sub> )	
20	<b>Sensibilité au remaniement</b>
	< 2      Insensible
	2 - 4      Sensibilité moyenne
	4 - 8      Sensible
	8 - 16      Très sensible
	> 16      Extrêmement sensible


<b>Préparé par :</b> Valérie Trempe, géo. Stagiaire	<b>Date :</b> 2019-05-06
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

Client :	BBA	Réf. client :	6098003
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1 Éch. 33
Forage n°:	BH-BBA-18-18	Éch. :	ST-01
Date d'échantillonnage	2019-04-08	Profondeur :	3,05 à 3,81 m
		Date extraction :	2019-05-03
		Tube en bon état :	Oui

**Description du matériau**

Longueur tube : 76 cm      Récupération : 65 / 76 cm

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center; font-size: small;">Vue du dessus</p>	<p>3,05 à 3,15 m : remanié, non conservé</p> <p>3,30 à 3,40 m : conservé</p> <p>3,40 à 3,50 m : limite et résistance au cône</p> <p>3,50 à 3,60 m : consolidation</p> <p>3,60 à 3,70 m : conservé</p>	<p>3,05 à 3,15 m : remanié, sable grossier</p> <p>3,15 à 3,71 m : argile silteuse grise, présence de quelques lits de silt. Présence de racines tout le long de l'échantillon, possiblement remanié</p> <p>Couleur : gris</p> <p>Consistance : raide</p> <p>Plasticité : élevée</p> <p>Sensibilité : moyenne</p>

**Remarques :**

Effectué par : Valérie Trempe, géo. stagiaire	Date: 2019-05-06
Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire	Date: 2019-06-06

Client: BBA

Date : 2019-05-07

Projet : Services techniques/ Essais de laboratoire (BBA) (6098003)

Dossier n°: B-0020788-1

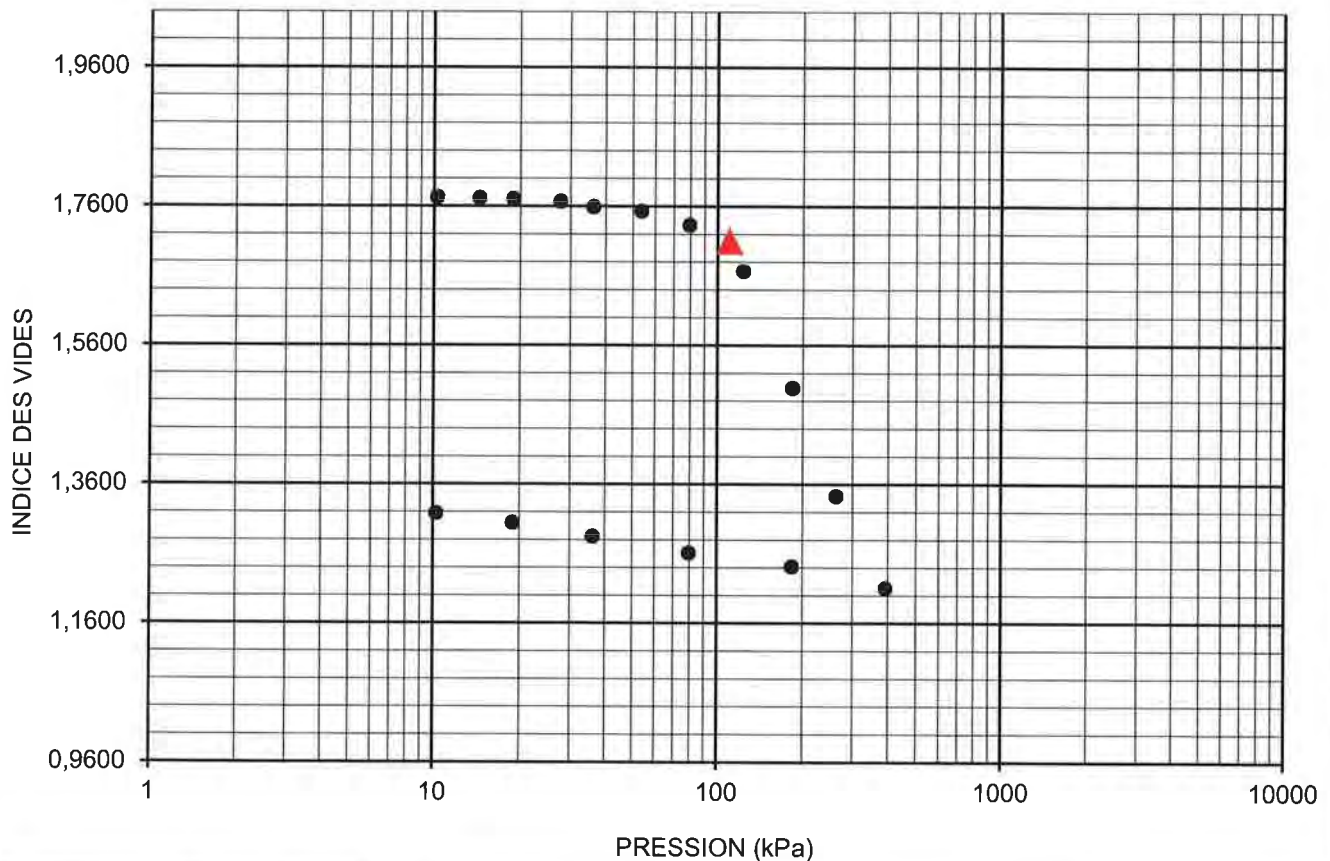
Sondage n°: H-BBA-18-18, ST-0) Échantillon n°: 33

Profondeur (m) : 3,50 à 3,60 m

Contrainte hydrostatique au niveau de l'essai (date) :

 Fournie par  le client  Englobe

## COURBE PRESSION vs INDICE DES VIDES




### Caractéristiques géotechniques des sols :


Indice des vides initial ( $e_0$ ) :	<u>1,774</u>	Indice de recompression ( $C_r$ ) :	<u>0,031</u>
Teneur en eau initiale ( $w$ ) :	<u>63,3%</u>	Indice de compression vierge ( $C_c$ ) :	<u>0,99</u>
Poids volumique humide initial ( $\gamma_h$ ) :	<u>15,9 kN/m<sup>3</sup></u>	Contrainte effective initiale ( $\sigma'_v$ ) :	<u>49,5 kPa</u>
Degré de saturation initial ( $S_r$ ) :	<u>98,2%</u>	Pression de préconsolidation ( $\sigma'_p$ ) :	<u>110 kPa</u>
		Écart de surconsolidation ( $\Delta\sigma$ ) :	<u>60,5 kPa</u>

**Remarques :** Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.  
La contrainte effective initiale a été fournie par le client.

Préparé par :

Vérifié par :

  
 Azedine Boukhari, tech.

  
 Famakhan Fainke, ing.



<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 33 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon laboratoire	: 33	Prélevé le	: 2019-04-08
N° d'échantillon client	:	Par	: Client
N° de sondage	: BH-BBA-18-18	Reçu le	: 2019-05-02
N° d'échantillon	: ST-01	Type de matériau	:
Profondeur	: 3,40 à 3,50 m		

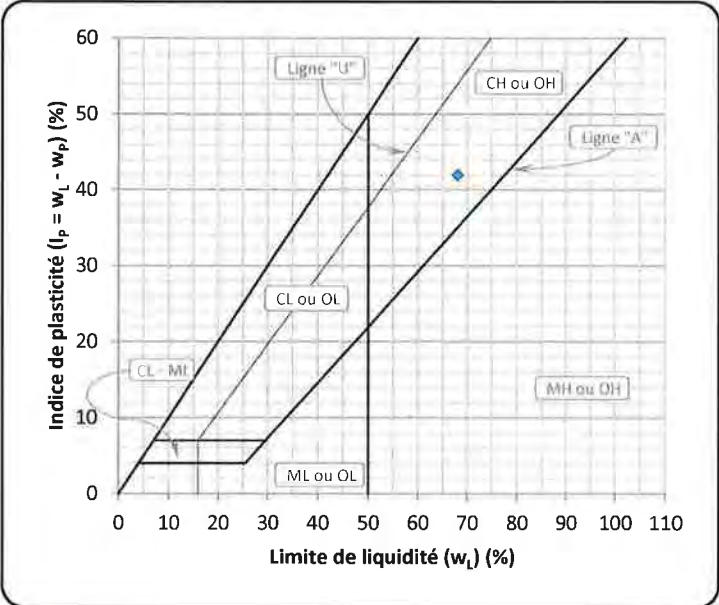
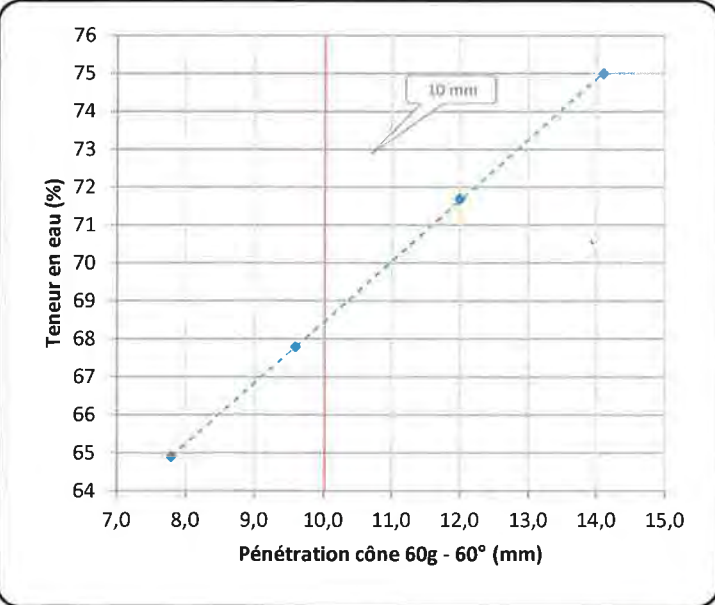
PARAMÈTRES D'ESSAI			
Méthode d'essai	: <input checked="" type="checkbox"/> plusieurs points	Tamissage 400 µm	: <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> à sec
	: <input type="checkbox"/> point unique		: <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> humide
Mode opératoire	: <input type="checkbox"/> assèchement	Température de séchage	: °C
	: <input checked="" type="checkbox"/> addition d'eau		(Si sol pulvérulent)

HUMIDITÉ NATURELLE	
Teneur en eau (%)	50,5

LIMITE DE PLASTICITÉ		
Teneur en eau 1 (%)	25,7	Moyenne
Teneur en eau 2 (%)	25,9	25,8

RÉSULTATS	
Humidité naturelle (w) (%)	51
Limite de plasticité (w <sub>p</sub> ) (%)	26
Limite de liquidité (w <sub>L</sub> ) (%)	68
Indice de plasticité (I <sub>p</sub> ) (%)	42
Indice de liquidité (I <sub>l</sub> )	0,6
Classification	: CH ou OH

LIMITE DE LIQUIDITÉ								
Pénétration 1 et 2 (mm)	7,7	7,8	9,5	9,7	12,0	12,0	14,1	14,1
Pénétration moyenne (mm)	7,8		9,6		12,0		14,1	
Teneur en eau (%)	64,9		67,8		71,7		75,0	



REMARQUES	

<b>Préparé par :</b>	<b>Date :</b>
Valérie Trempe, géo. Stagiaire	2019-05-10

<b>Approuvé par :</b>	<b>Date :</b>
 Claire Pelletier, chef d'équipe	2019-06-06

<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> :	<b>Rapport n°</b> : 33 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon : 33	Description de l'échantillon :		
N° d'éch. client :			
Endroit échantillonné :	Prélevé le : 2019-04-08		
N° forage : BH-BBA-18-18	N° d'éch. : ST-01	Par : Client	
Profondeur : 3,40 à 3,50 m	Reçu le : 2019-05-02		

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)					
<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30° <input type="checkbox"/> 400g / 30°		Appareil n° 5159		Cône n° 60336A	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{u1} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_{u2} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{30} = 1,0$ <p style="text-align: center;"><b>Résistance (Cu) : 16 kPa</b></p>	
1	6,6 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	STA-14		
2	6,5 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	31,30		
3	8,6 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	71,54		
4	8,7 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	57,88		
5	8,2 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	51,4		

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu <sub>r</sub> )						
<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°		Appareil n° 5159		Cône n° 66069	Balance n° 63022	
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{u,r} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{u,r} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{60} = 0,3$ <p style="text-align: center;"><b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 3,0 kPa</b></p>	
1	7,6	7,8	Contenant n°	STA-21		
2	7,5	7,7	Masse du contenant (g)	31,49		
3	7,8	7,6	Masse du contenant + sol humide (g)	76,07		
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	58,52		
Facultatif			Teneur en eau (%)	64,9		
Pénétration moyenne (mm)	7,6 <input type="checkbox"/>	7,7 <input checked="" type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .			Conforme

REMARQUES

Sensibilité (Cu/Cu <sub>r</sub> )	
<b>5</b>	<b>Sensibilité au remaniement</b>
	< 2      Insensible
	2 - 4      Sensibilité moyenne
	4 - 8      Sensible
	8 - 16      Très sensible
	> 16      Extrêmement sensible


<b>Préparé par :</b> Valérie Trempe, géo. Stagiaire	<b>Date :</b> 2019-05-06
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

Client :	<u>BBA</u>	Réf. client :	<u>6098003</u>
Projet :	<u>Essais de laboratoire</u>	N° projet :	<u>B-0020788-1</u> Éch. 34
Forage n°:	<u>BH-BBA-19-20</u>	Éch. :	<u>ST-06</u>
Date d'échantillonnage	<u>2019-04-05</u>	Date extraction :	<u>2019-05-09</u>
		Profondeur :	<u>6,10 à 6,71 m</u>
		Tube en bon état :	<u>Oui</u>

**Description du matériau**

Longueur tube : 76 cm      Récupération : 23 / 61 cm

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center;">Vue du dessus</p>	<p>6,10 à 6,17 m : remanié, non conservé</p> <p>6,20 à 6,30 m : limite, granulo, et sédimento</p> <p>6,30 à 6,33 m : remanié, non conservé</p>	<p>6,10 à 6,17 m : argile mélangée avec de la paraffine.</p> <p>6,17 à 6,33 m : argile silteuse, traces de sable</p> <p>Couleur : gris verdâtre</p> <p>Consistance : très molle</p> <p>Plasticité : élevée</p> <p>Sensibilité : moyenne</p>

**Remarques :**

Effectué par : <u>Valérie Trempe, géo. stagiaire</u>	Date: <u>2019-05-06</u>
Vérifié par : <u>Claire Pelletier, chef laboratoire</u>	Date: <u>2019-06-06</u>



**Client** : BBA  
**Projet** : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit** : .

**Dossier** : B-0020788-1  
**Réf. client**  
**Rapport n°** : 34 **Rév.** 0  
**Page** 1 de 1

**ÉCHANTILLONNAGE**

Provenance : Matériau en place;  
N° d'échantillon : 34 N° d'échantillon client : Échantillonné par : le client  
Sondage n° : BH-BBA-19-20, ST-06 Date d'échantillonnage :  
Profondeur : 6,20 à 6,30 m Date de réception : 2019-05-02  
Localisation : Densité relative des particules < 2 mm : 2.700(estimé)

**Analyse granulométrique (NQ 2501-025)**      **Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)**

Tamis	Tamisé (%)	Diamètre équivalent	Tamisé (%)
112 mm			
80 mm		54,1 µm	96,0
56 mm		38,9 µm	92,7
40 mm		27,6 µm	91,6
31,5 mm		17,6 µm	89,4
20 mm		10,4 µm	86,2
14 mm		7,0 µm	79,7
10 mm		5,5 µm	70,7
5 mm		3,4 µm	58,8
2,5 mm		2,9 µm	53,3
1,25 mm	100	2,3 µm	49,0
0,630 mm	100	1,3 µm	41,3
0,315 mm	100		
0,160 mm	99		
0,080 mm	97,2		

**AUTRES ESSAIS**

Teneur en eau (NQ 2501-170) (%)

**MESURÉ**

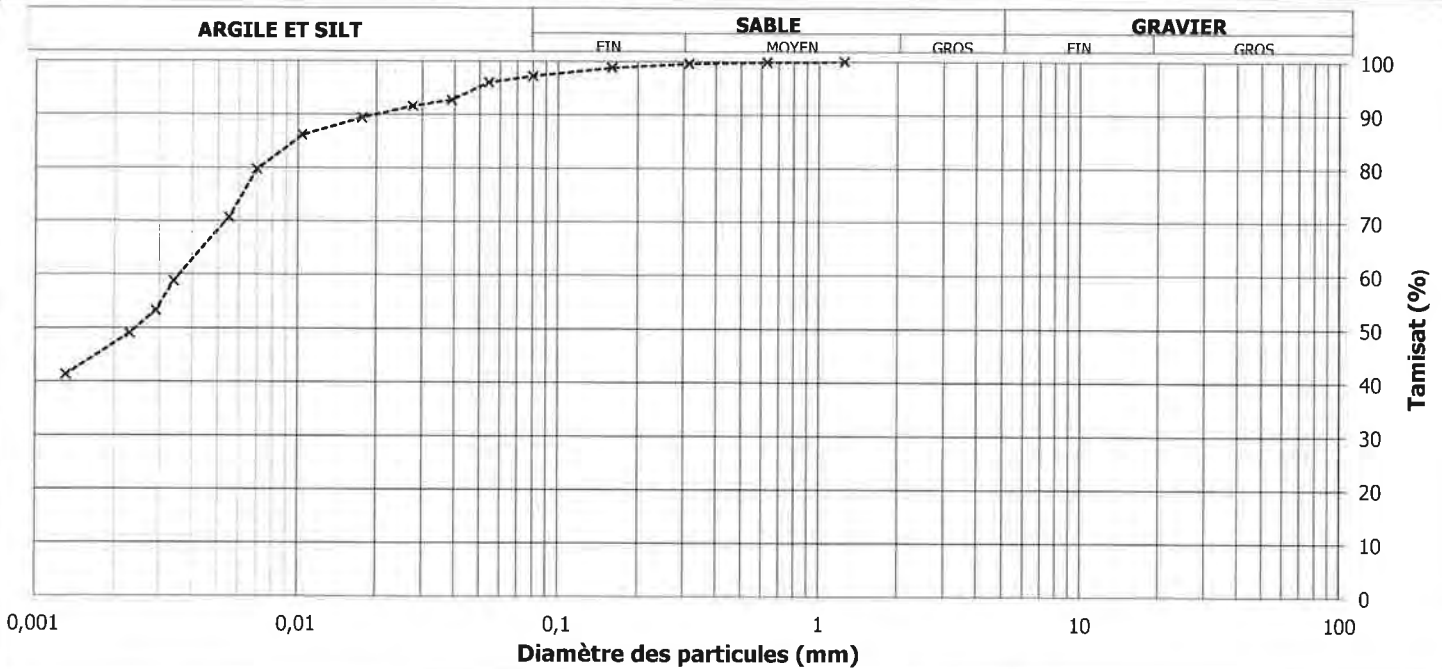
48,3

**REMARQUES**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

**Proportion selon analyse (%)**

Cailloux : 0,0      Sable : 2,8  
Gravier : 0,0      Silt : 50,5  
Argile : 46,7



D<sub>10</sub> :      D<sub>30</sub> : 0,004      D<sub>60</sub> : 0,004

**Préparé par** : Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date** : 2019-05-31

**Approuvé par** : *C. Pelletier*  
Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date** : 2019-06-06

Le rapport d'essais ci-présent ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite d'un responsable autorisé de Englobe Corp. Les résultats des essais effectués ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le rapport.

<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 34 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon laboratoire	: 34	Prélevé le	: 2019-04-05
N° d'échantillon client	:	Par	: Client
N° de sondage	: BH-BBA-19-20	Reçu le	: 2019-05-02
N° d'échantillon	: ST-06	Type de matériau	:
Profondeur	: 6,20 à 6,30 m		

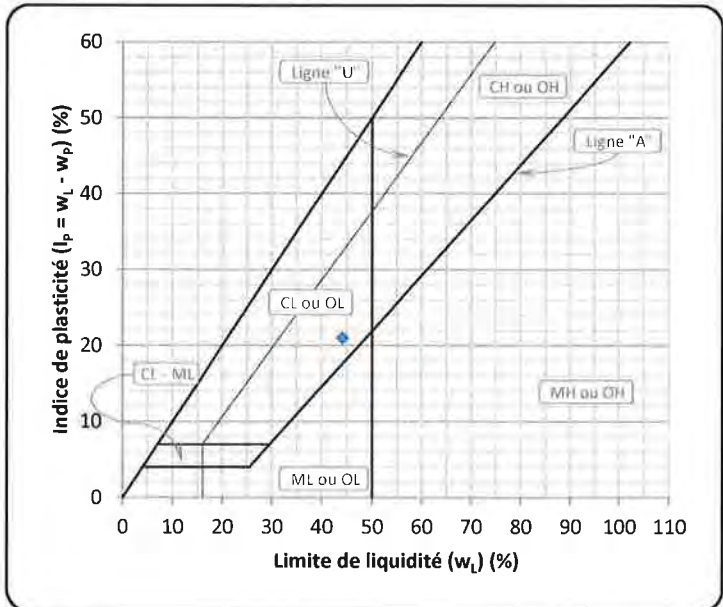
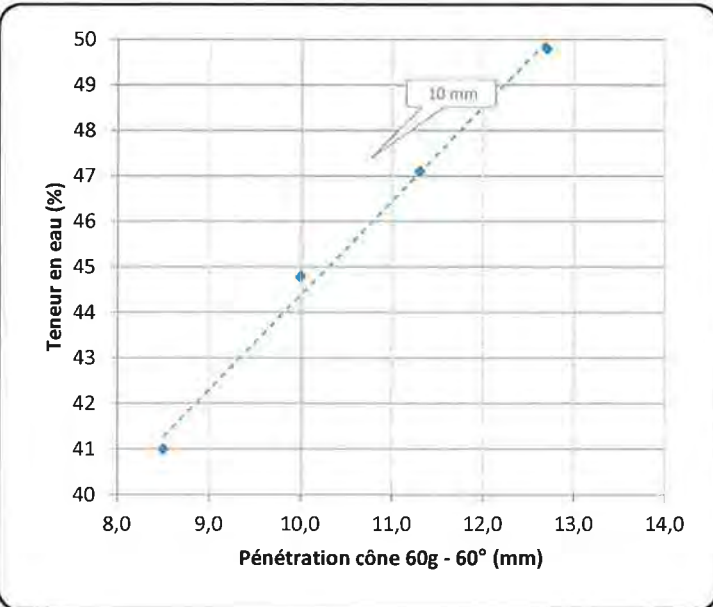
PARAMÈTRES D'ESSAI			
Méthode d'essai	: <input checked="" type="checkbox"/> plusieurs points	Tamissage 400 µm	: <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> à sec
	: <input type="checkbox"/> point unique		: <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> humide
Mode opératoire	: <input checked="" type="checkbox"/> assèchement	Température de séchage	:      °C
	: <input type="checkbox"/> addition d'eau		(Si sol pulvérulent)

HUMIDITÉ NATURELLE	
Teneur en eau (%)	48,3

LIMITE DE PLASTICITÉ		
Teneur en eau 1 (%)	23,4	Moyenne 23,3
Teneur en eau 2 (%)	23,2	

RÉSULTATS	
Humidité naturelle (w) (%)	48
Limite de plasticité (w <sub>p</sub> ) (%)	23
Limite de liquidité (w <sub>L</sub> ) (%)	44
Indice de plasticité (I <sub>p</sub> ) (%)	21
Indice de liquidité (I <sub>L</sub> )	1,2
Classification	: CL ou OL

LIMITE DE LIQUIDITÉ								
Pénétration 1 et 2 (mm)	12,7	12,7	11,3	11,2	10,0	10,0	8,5	8,5
Pénétration moyenne (mm)	12,7		11,3		10,0		8,5	
Teneur en eau (%)	49,8		47,1		44,8		41,0	



REMARQUES	


<b>Préparé par :</b> Valérie Trempe, géo. Stagiaire	<b>Date :</b> 2019-05-10
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

Client :	BBA	Réf. client :	6098003		
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1	Éch. 35	
Forage n°:	BH-BBA-19-21	Éch. :	ST-04	Profondeur :	4,57 à 5,18 m
Date d'échantillonnage	---	Date extraction :	2019-05-08	Tube en bon état :	Oui

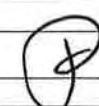
**Description du matériau**

Longueur tube : 76 cm      Récupération : ---

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center;"><b>Vue du dessus</b></p>	<p>4,82 à 5,18 m : remanié, granulométrie, sédimentométrie et teneur en eau</p>	<p>4,82 à 5,18 m : sable silteux avec un peu de gravier</p> <p>Couleur : gris Consistance : ferme</p>

**Remarques :**

Effectué par : Luis Octavio Galvez, tech senior	Date: 2019-05-18
Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire	Date: 2019-06-06



**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)

**Dossier :** B-0020788-1

**Réf. client**

**6098003-BBA**

**Endroit :** .

**Rapport n° :** 35 **Rév. 0**

**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

**Provenance :** Matériau en place;

**N° d'échantillon :** 35

**N° d'échantillon client :**

**Échantillonné par :** le client

**Sondage n° :** BH-BBA-19-21, ST-04

**Date d'échantillonnage :**

**Profondeur :** 4,57 à 5,18 m

**Date de réception :** 2019-05-02

**Localisation :**

**Densité relative des particules < 2 mm :** 2.700(estimé)

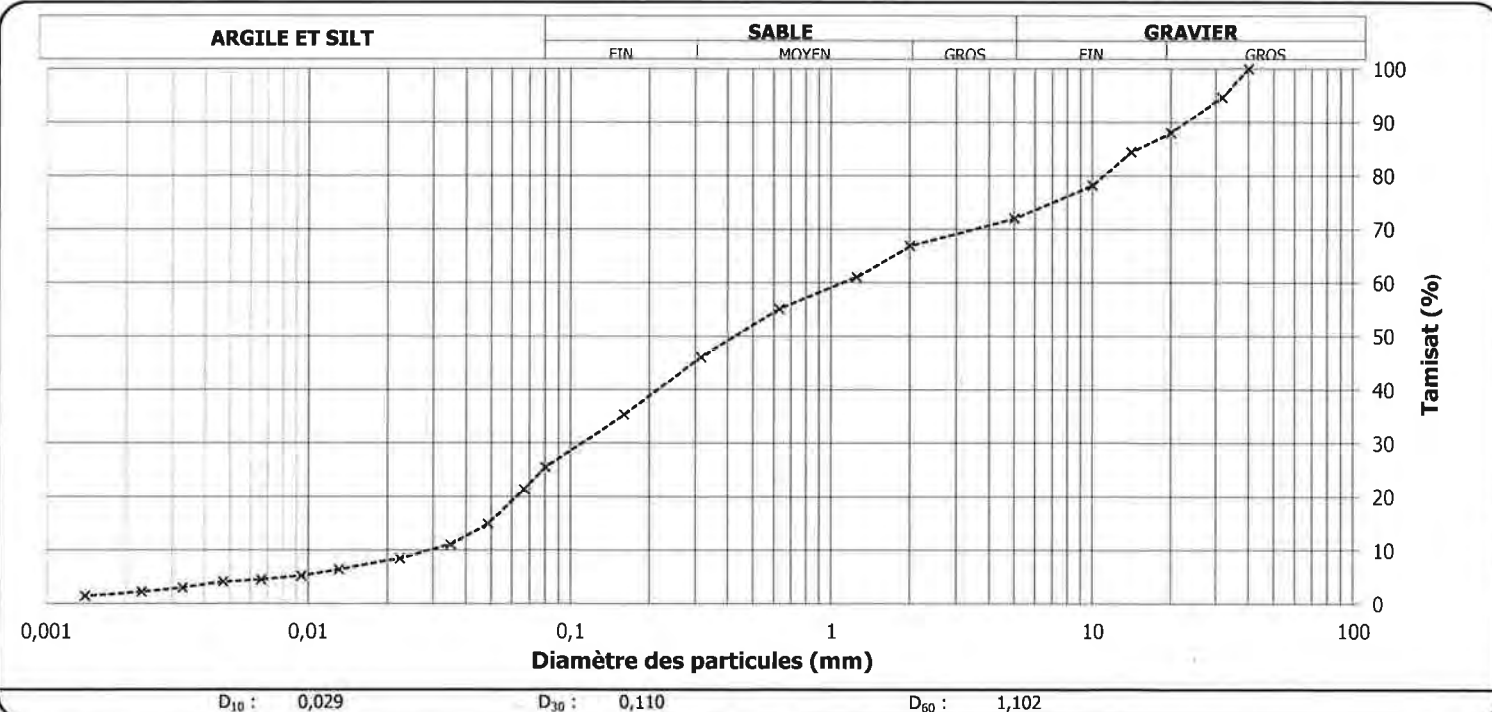
Analyse granulométrique (NQ 2501-025)		Analyse sédimentométrique (NQ 2501-025)	
Tamais	Tamisat (%)	Diamètre équivalent	Tamisat (%)
112 mm		66,5 µm	21,4
80 mm		48,5 µm	15,0
56 mm		34,9 µm	11,1
40 mm	100	22,3 µm	8,5
31,5 mm	95	13,1 µm	6,4
20 mm	88	9,4 µm	5,2
14 mm	85	6,6 µm	4,5
10 mm	78	4,7 µm	4,1
5 mm	72	3,3 µm	3,0
2 mm	67	2,3 µm	2,2
1,25 mm	61	1,4 µm	1,4
0,630 mm	55		
0,315 mm	46		
0,160 mm	35		
0,080 mm	25,5		

AUTRES ESSAIS	MESURÉ
Teneur en eau (NQ 2501-170) (%)	6,6

**REMARQUES**

Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.

Proportion selon analyse (%)	
Sable :	46,5
Cailloux :	0,0
Gravier :	28,0
Silt :	23,6
Argile :	1,9



**Préparé par :** Claire Pelletier, Chef d'équipe  
**Date :** 2019-05-16

**Approuvé par :** *C. Pelletier*  
**Claire Pelletier, Chef d'équipe**  
**Date :** 2019-06-06

Client :	BBA	Réf. client :	6098003				
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1	Éch. 36			
Forage n°:	BH-BBA-18-30	Éch. :	ST-01	Profondeur :	1,52 à 2,29 m		
Date d'échantillonnage	---	Date extraction :	2019-05-08	Tube en bon état :	Oui		
<b>Description du matériau</b>							
Longueur tube :		76 cm		Récupération :		20 / 77 cm	
<b>Profondeur (cm)</b>		<b>Sommaire des essais réalisés et états</b>		<b>Description stratigraphique</b>			
 <p style="text-align: center;">Vue du dessus</p>		2,09 à 2,14 m : conservé 2,14 à 2,24 m : résistance au cône et limite 2,24 à 2,29 m : conservé		2,09 à 2,29 m : argile silteuse  Couleur : brune Consistance : ferme			
<b>Remarques :</b>							
Effectué par :		Luis Octavio Galvez, tech senior		Date :		2019-06-05	
Vérifié par :		Claire Pelletier, chef laboratoire		Date :		2019-06-06	



<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 36 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page 1 de 1</b>

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon laboratoire	: 36	Prélevé le	:
N° d'échantillon client	:	Par	: Client
N° de sondage	: BH-BBA-18-30	Reçu le	: 2019-05-02
N° d'échantillon	: ST-01	Type de matériau	:
Profondeur	: 2,14 à 2,24 m		

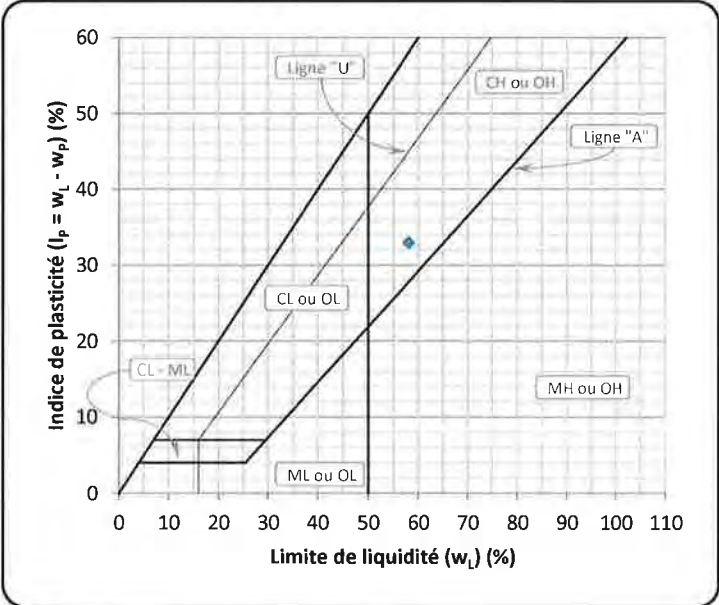
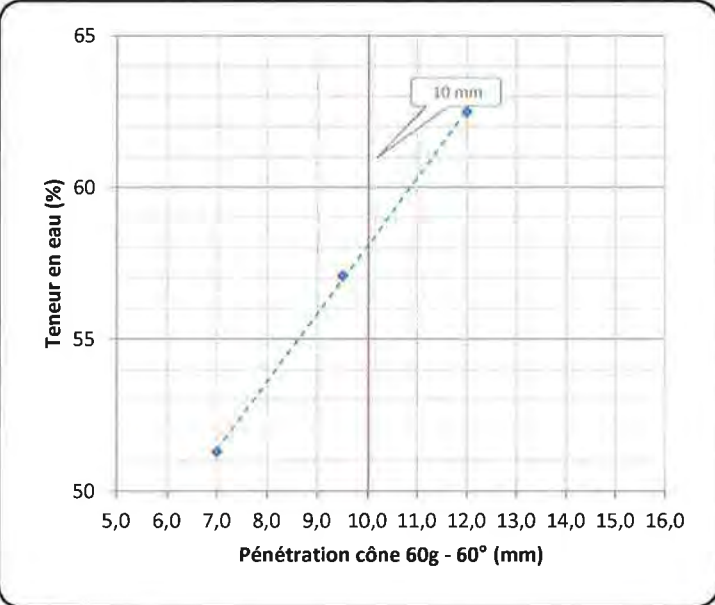
PARAMÈTRES D'ESSAI			
Méthode d'essai	: <input checked="" type="checkbox"/> plusieurs points	Tamissage 400 µm	: <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> à sec
	: <input type="checkbox"/> point unique		: <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> humide
Mode opératoire	: <input type="checkbox"/> assèchement	Température de séchage	: °C
	: <input checked="" type="checkbox"/> addition d'eau		(Si sol pulvérulent)

HUMIDITÉ NATURELLE	
Teneur en eau (%)	30,4

LIMITE DE PLASTICITÉ		
Teneur en eau 1 (%)	25,5	Moyenne
Teneur en eau 2 (%)	25,3	25,4

RÉSULTATS	
Humidité naturelle (w) (%)	30
Limite de plasticité (w <sub>p</sub> ) (%)	25
Limite de liquidité (w <sub>L</sub> ) (%)	58
Indice de plasticité (I <sub>p</sub> ) (%)	33
Indice de liquidité (I <sub>L</sub> )	0,2
Classification	: CH ou OH

LIMITE DE LIQUIDITÉ						
Pénétration 1 et 2 (mm)	7,0	7,0	9,5	9,5	12,0	12,0
Pénétration moyenne (mm)	7,0		9,5		12,0	
Teneur en eau (%)	51,3		57,1		62,5	



REMARQUES	

<b>Préparé par</b> :	<b>Date</b> :
Luis Galvez Cossio, technicien senior	2019-05-06

<b>Approuvé par</b> :	<b>Date</b> :
 Claire Pelletier, chef d'équipe	2019-06-06

<b>Client : BBA</b> <b>Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)</b> <b>Endroit : -</b>	<b>Dossier : B-0020788-1</b> <b>Réf. client : 6098003-BBA</b> <b>Rapport n° : 36</b> <b>Rév. 0</b> <p align="right"><b>Page 1 de 1</b></p>
---	---

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon : 36	Description de l'échantillon :		
N° d'éch. client :			
Endroit échantillonné :	Prélevé le :		
N° forage : BH-BBA-18-30	N° d'éch. : ST-01	Par : Client	
Profondeur : 2,14 à 2,24 m		Reçu le : 2019-05-02	

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)						
<b>CÔNE utilisé</b>		<input type="checkbox"/> 100g / 30° <input checked="" type="checkbox"/> 400g / 30°	Appareil n° 190195	Cône n° 191024	Balance n° 10206	
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{u1} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_{u2} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8$ $K_{30} = 1,0$ <p><b>Résistance (Cu) : 526 kPa</b></p>		
1	3,2	<input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°			211
2	3,8	<input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)			26,96
3	1,8	<input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)			114,65
4	2,4	<input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)			94,23
5	1,9	<input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)			30,4

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu <sub>r</sub> )					
<b>CÔNE utilisé</b>		<input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°	Appareil n°	Cône n°	Balance n°
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{u1} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{u2} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8$ $K_{60} = 0,3$ <p><b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 322,7 kPa</b></p>
1	0,8	0,6	Contenant n°	3	
2	0,8	0,7	Masse du contenant (g)	32,89	
3	0,6	0,7	Masse du contenant + sol humide (g)	75,51	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	65,80	
Facultatif			Teneur en eau (%)	29,5	
Pénétration moyenne (mm)	0,7	<input checked="" type="checkbox"/>	0,7	<input type="checkbox"/>	<i>L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu<sub>r</sub>.</i> <p align="right"><i>Conforme</i></p>

REMARQUES

Sensibilité (Cu/Cu <sub>r</sub> )	
2	<b>Sensibilité au remaniement</b>
	< 2      Insensible
	2 - 4      Sensibilité moyenne
	4 - 8      Sensible
	8 - 16    Très sensible
	> 16    Extrêmement sensible

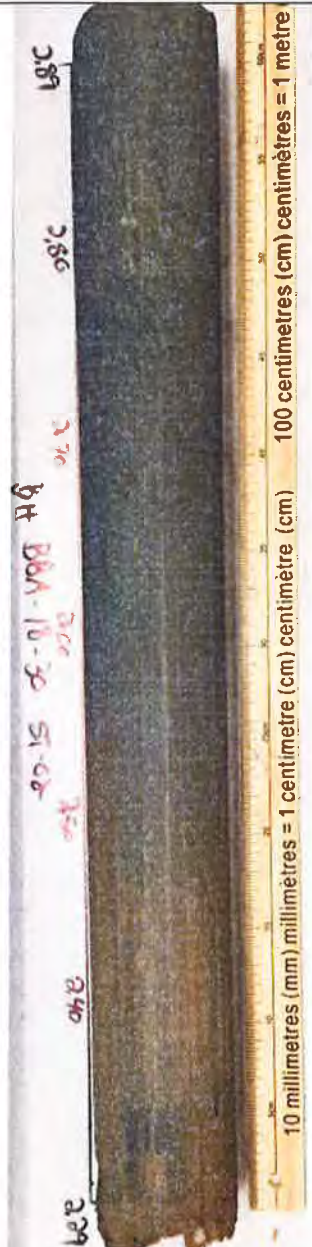
<b>Préparé par :</b> Luis Galvez Cossio, technicien senior	<b>Date :</b> 2019-05-10
---	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

Client :	BBA	Réf. client :	6098003
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1 Éch. 37
Forage n°:	BH-BBA-18-30	Éch. :	ST-02
Date d'échantillonnage	2019-04-09	Profondeur :	2,29 à 3,05 m
		Date extraction :	2019-05-13
		Tube en bon état :	Oui

### Description du matériau

Longueur tube : 76 cm      Récupération : 60 / 76 cm

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Vue du dessus</p>	<p>2,29 à 2,35 m : remanié, non conservé</p> <p>2,40 à 2,60 m : conservé</p> <p>2,60 à 2,70 m : résistance au cône, limite</p> <p>2,70 à 2,80 m : consolidation</p> <p>2,80 à 2,89 m : conservé</p>	<p>2,29 à 2,35 m : remanié</p> <p>2,35 à 2,89 m : argile silteuse, traces de sable et oxydation</p> <p>Couleur : gris-brun</p> <p>Consistance : raide</p> <p>Plasticité : moyenne</p> <p>Sensibilité : moyenne</p>

Effectué par : Valérie Trempe, géo. stagiaire

Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire

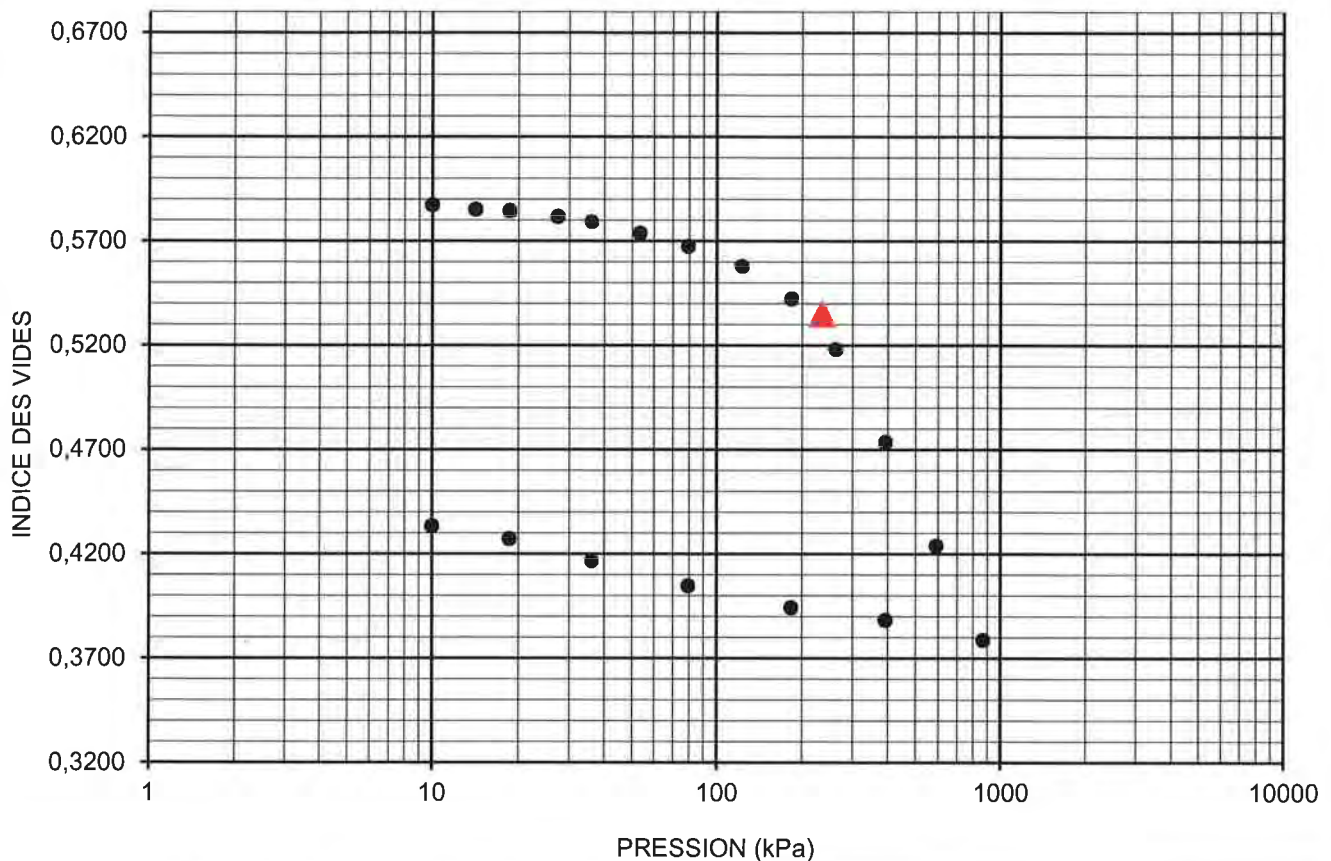


Date: 2019-05-06

Date: 2019-06-06

**Client:** BBA **Date :** 2019-05-13  
**Projet :** V/ Projet: 6098003- BBA **Dossier n°:** B-0020788-1  
**Sondage n°:** BH-BBA-18-30, ST-02 **Échantillon n°:** 37 **Profondeur (m) :** 2,70 à 2,80  
**Contrainte hydrostatique au niveau de l'essai (date) :** \_\_\_\_\_ Fournie par  le client  Englobe

## COURBE PRESSION vs INDICE DES VIDES

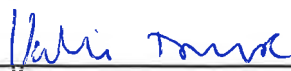


### Caractéristiques géotechniques des sols :

Indice des vides initial ( $e_0$ ) :	<u>0,588</u>	Indice de recompression ( $C_r$ ) :	<u>0,030</u>
Teneur en eau initiale ( $w$ ) :	<u>7,3%</u>	Indice de compression vierge ( $C_c$ ) :	<u>0,28</u>
Poids volumique humide initial ( $\gamma_h$ ) :	<u>18,2 kN/m<sup>3</sup></u>	Contrainte effective initiale ( $\sigma'_v$ ) :	<u>40 kPa</u>
Degré de saturation initial ( $S_r$ ) :	<u>34,1%</u>	Pression de préconsolidation ( $\sigma'_p$ ) :	<u>235 kPa</u>
		Écart de surconsolidation ( $\Delta\sigma$ ) :	<u>195 kPa</u>

**Remarques :** Le prélèvement et le transport de l'échantillon ont été effectués par un représentant du client.  
 La contrainte effective initiale a été fournie par le client.

Préparé par :



Valérie Trempe, géo. Stagiaire

Vérifié par :



Famakhan Fainke, ing.

**Client :** BBA  
**Projet :** Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)  
**Endroit :** -

**Dossier :** B-0020788-1  
**Réf. client :** 6098003-BBA  
**Rapport n° :** 37 **Rév. 0**  
**Page 1 de 1**

**ÉCHANTILLONNAGE**

N° d'échantillon laboratoire : 37  
N° d'échantillon client :  
N° de sondage : BH-BBA-18-30  
N° d'échantillon : ST-02  
Profondeur : 2,60 à 2,70 m  
Prélevé le : 2019-04-09  
Par : Client  
Reçu le : 2019-05-02  
Type de matériau :

**PARAMÈTRES D'ESSAI**

Méthode d'essai :  plusieurs points  point unique  
Mode opératoire :  assèchement  addition d'eau  
Tamisage 400 µm :  oui  non  à sec  humide  
Température de séchage : °C  
*(Si sol pulvérulent)*

**HUMIDITÉ NATURELLE**

Teneur en eau (%) : 41,1

**LIMITE DE PLASTICITÉ**

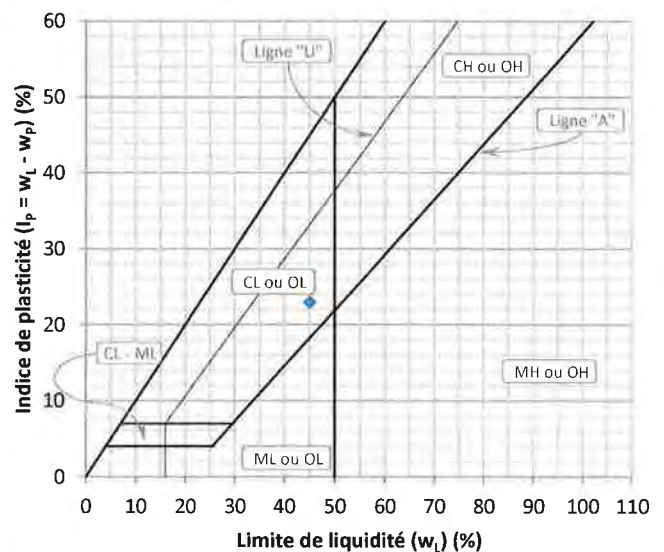
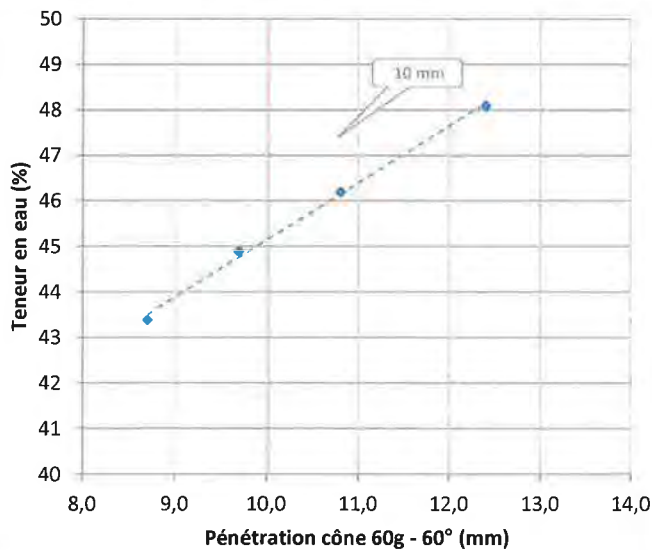
Teneur en eau 1 (%)	21,6	Moyenne 21,8
Teneur en eau 2 (%)	21,9	

**RÉSULTATS**

Humidité naturelle ( $w$ ) (%) : 41  
Limite de plasticité ( $w_p$ ) (%) : 22  
Limite de liquidité ( $w_L$ ) (%) : 45  
Indice de plasticité ( $I_p$ ) (%) : 23  
Indice de liquidité ( $I_L$ ) : 0,8  
Classification : CL ou OL

**LIMITE DE LIQUIDITÉ**

Pénétration 1 et 2 (mm)	8,7	8,6	9,7	9,7	10,7	10,8	12,4	12,4
Pénétration moyenne (mm)	8,7		9,7		10,8		12,4	
Teneur en eau (%)	43,4		44,9		46,2		48,1	



**REMARQUES**

**Préparé par :**

Valérie Trempe, géo. Stagiaire

**Date :**

2019-05-22

**Approuvé par :**

C. Pelletier  
Claire Pelletier, chef d'équipe

**Date :**

2019-06-06

<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> :	<b>Rapport n°</b> : 37 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon	: 37	Description de l'échantillon	:
N° d'éch. client	:		
Endroit échantillonné	:	Prélevé le	: 2019-04-09
N° forage	: BH-BBA-18-30	N° d'éch.	: ST-02
Profondeur	: 2,60 à 2,70 m	Par	: Client
		Reçu le	: 2019-05-02

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)					
<b>CÔNE utilisé</b>	<input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30°	<input type="checkbox"/> 400g / 30°	Appareil n° 5159	Cône n° 60336A	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $Cu = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $Cu = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8$ $K_{30} = 1,0$	
1	4,0 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	12		
2	4,2 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	1,31		
3	5,4 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	84,61		
4	4,3 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	62,81		
5	4,3 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	35,4	<b>Résistance (Cu) : 49 kPa</b>	


RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu <sub>r</sub> )					
<b>CÔNE utilisé</b>	<input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60°	<input type="checkbox"/> 10g / 60°	Appareil n° 5159	Cône n° 66069	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $Cu_r = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $Cu_r = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8$ $K_{60} = 0,3$
1	3,7	3,9	Contenant n°	23	
2	3,8	3,8	Masse du contenant (g)	1,31	
3	3,6	3,7	Masse du contenant + sol humide (g)	88,52	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	66,33	
Facultatif			Teneur en eau (%)	34,1	
Pénétration moyenne (mm)	3,7 <input type="checkbox"/>	3,8 <input checked="" type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .		Conforme

REMARQUES

Sensibilité (Cu/Cu <sub>r</sub> )	
<b>4</b>	<b>Sensibilité au remaniement</b>
	< 2    Insensible
	2 - 4    Sensibilité moyenne
	4 - 8    Sensible
	8 - 16    Très sensible
> 16    Extrêmement sensible	

<b>Préparé par :</b> Valérie Trempe, géo. Stagiaire	<b>Date :</b> 2019-05-06
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

<b>Client :</b>	BBA	<b>Réf. client :</b>	6098003	
<b>Projet :</b>	Essais de laboratoire	<b>N° projet :</b>	B-0020788-1	Éch. 38
<b>Forage n°:</b>	BH-BBA-19-31	<b>Éch. :</b>	ST-02	<b>Profondeur :</b> 3,05 à 3,81 m
<b>Date d'échantillonnage</b>	---	<b>Date extraction :</b>	2019-05-08	<b>Tube en bon état :</b> Oui
<b>Description du matériau</b>				
<b>Longueur tube :</b> 76 cm		<b>Récupération :</b> 52 / 76 cm		
<b>Profondeur (cm)</b>	<b>Sommaire des essais réalisés et états</b>	<b>Description stratigraphique</b>		
	<p>3,29 à 3,31 m : non conservé</p> <p>3,31 à 3,41 m : conservé</p> <p>3,41 à 3,51 m : conservé</p> <p>3,51 à 3,61 m : Résistance au cône et limites</p> <p>3,61 à 3,71 m : conservé</p> <p>3,77 à 3,81 m : non conservé</p>	<p>3,29 à 3,81 m : argile silteuse avec présence d'oxydation</p> <p>2,35 à 2,89 m : argile silteuse, traces de sable et oxydation</p> <p>Lit de sable à 3,29 m et 3,77 m</p> <p>Couleur : grise</p> <p>Consistance : ferme</p>		
<b>Vue du dessus</b>				
<b>Effectué par :</b> Luis Octavio Galvez, tech senior		<b>Date:</b> 2019-05-06		
<b>Vérifié par :</b> Claire Pelletier, chef laboratoire		<b>Date:</b> 2019-06-06		



<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 38 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon laboratoire	: 38	Prélevé le	:
N° d'échantillon client	:	Par	: Client
N° de sondage	: BH-BBA-18-31	Reçu le	: 2019-05-02
N° d'échantillon	: ST-02	Type de matériau	:
Profondeur	: 3,51 à 3,61 m		

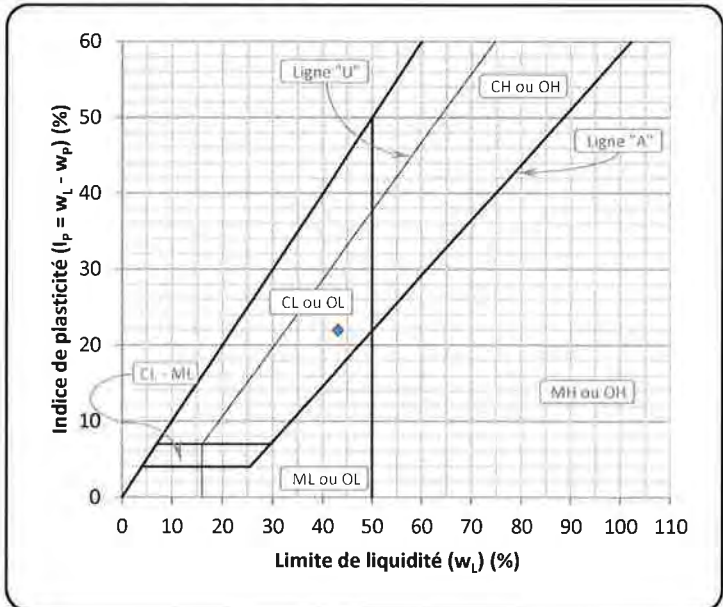
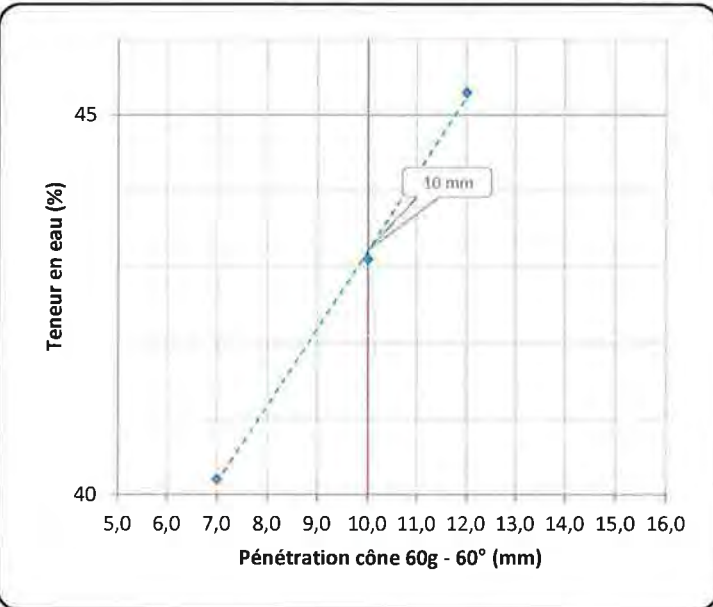
PARAMÈTRES D'ESSAI			
Méthode d'essai	: <input checked="" type="checkbox"/> plusieurs points	Tamissage 400 µm	: <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> à sec
	: <input type="checkbox"/> point unique		: <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> humide
Mode opératoire	: <input type="checkbox"/> assèchement	Température de séchage	: °C
	: <input checked="" type="checkbox"/> addition d'eau		(Si sol pulvérulent)

HUMIDITÉ NATURELLE	
Teneur en eau (%)	42,8

LIMITE DE PLASTICITÉ		
Teneur en eau 1 (%)	21,3	Moyenne 21,2
Teneur en eau 2 (%)	21,1	

RÉSULTATS	
Humidité naturelle (w) (%)	43
Limite de plasticité (w <sub>p</sub> ) (%)	21
Limite de liquidité (w <sub>L</sub> ) (%)	43
Indice de plasticité (I <sub>p</sub> ) (%)	22
Indice de liquidité (I <sub>L</sub> )	1,0
Classification	CL ou OL

LIMITE DE LIQUIDITÉ						
Pénétration 1 et 2 (mm)	7,0	7,0	10,0	10,0	12,0	12,0
Pénétration moyenne (mm)	7,0		10,0		12,0	
Teneur en eau (%)	40,2	43,1	45,3			



REMARQUES	

<b>Préparé par</b> :	<b>Date</b> :
Luis Galvez Cossio, technicien senior	2019-05-06

<b>Approuvé par</b> :	<b>Date</b> :
 Claire Pelletier, chef d'équipe	2019-06-06



<b>Client</b> : BBA <b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA) <b>Endroit</b> : -	<b>Dossier</b> : B-0020788-1 <b>Réf. client</b> : 6098003-BBA <b>Rapport n°</b> : 38      Rév. 0 <div style="text-align: right;"><b>Page 1 de 1</b></div>
---	--

ÉCHANTILLONNAGE			
N° d'échantillon	: 38	Description de l'échantillon	:
N° d'éch. client	:	Prélevé le	:
Endroit échantillonné	:	Par	: Client
N° forage	: BH-BBA-18-31	N° d'éch.	: ST-02
Profondeur	: 3,51 à 3,61 m	Reçu le	: 2019-05-02

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)					
<b>CÔNE utilisé</b>		<input type="checkbox"/> 100g / 30° <input checked="" type="checkbox"/> 400g / 30°	Appareil n° 1901758	Cône n° 191024	Balance n° 40206
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{u1} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_{u2} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{30} = 1,0$ <p><b>Résistance (Cu) : 46 kPa</b></p>	
1	8,2 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	A16		
2	7,0 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	33,85		
3	10,7 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	107,30		
4	10,2 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	85,29		
5	9,7 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	42,8		

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu <sub>r</sub> )					
<b>CÔNE utilisé</b>		<input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°	Appareil n°	Cône n°	Balance n°
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{u,r} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{u,r} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8 \quad K_{60} = 0,3$ <p><b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 4,8 kPa</b></p>
1	6,0	6,0	Contenant n°	C-10	
2	5,9	6,1	Masse du contenant (g)	33,06	
3	5,5	6,0	Masse du contenant + sol humide (g)	69,63	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	58,82	
Facultatif			Teneur en eau (%)	42,0	
Pénétration moyenne (mm)	5,8 <input type="checkbox"/>	6,0 <input checked="" type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .		Conforme

REMARQUES

Sensibilité (Cu/Cu <sub>r</sub> )	
<b>10</b>	<b>Sensibilité au remaniement</b>
	< 2      Insensible
	2 - 4      Sensibilité moyenne
	4 - 8      Sensible
	8 - 16    Très sensible
> 16    Extrêmement sensible	


<b>Préparé par :</b> Luis Galvez Cossio, technicien senior	<b>Date :</b> 2019-05-10
---	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
---	-----------------------------

Client :	BBA	Réf. client :	6098003
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1 Éch. 39
Forage n°:	BH-BBA-19-10	Éch. :	ST-04
Date d'échantillonnage	2019-04-05	Profondeur :	7,62 à 8,23 m
		Date extraction :	2019-05-13
		Tube en bon état :	Oui

### Description du matériau

Longueur tube : 76 cm      Récupération : 69 / 61 cm

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center;">Vue du dessus</p>	<p>7,62 à 7,72 m : remanié, non conservé</p> <p>7,70 à 7,80 m : conservé</p> <p>7,80 à 7,90 m : conservé (sac)</p> <p>7,90 à 8,00 m : résistance au cône</p> <p>8,00 à 8,10 m : consolidation</p> <p>8,10 à 8,30 m : conservé</p> <p>8,30 à 8,31 m : remanié, non conservé</p>	<p>7,62 à 8,31 m : argile silteuse varvée</p> <p>Fissures à 7,82 m, 7,87 m et 7,98 m</p> <p>Couleur : gris</p> <p>Consistance : moyenne</p> <p>Plasticité : élevée</p> <p>Consistance : moyenne</p> <div style="text-align: center;">  <p>BH BBA 19-10 ST-04 Varves</p> </div>

Effectué par : Valérie Trempe, géo. stagiaire

Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire



Date: 2019-05-13

Date: 2019-06-06

Client: BBA

Date : 2019-05-15

Projet : V/ Projet: 6098003- BBA

Dossier n°: B-0020788-1

Sondage n°: BH-BBA-19-10, ST-04

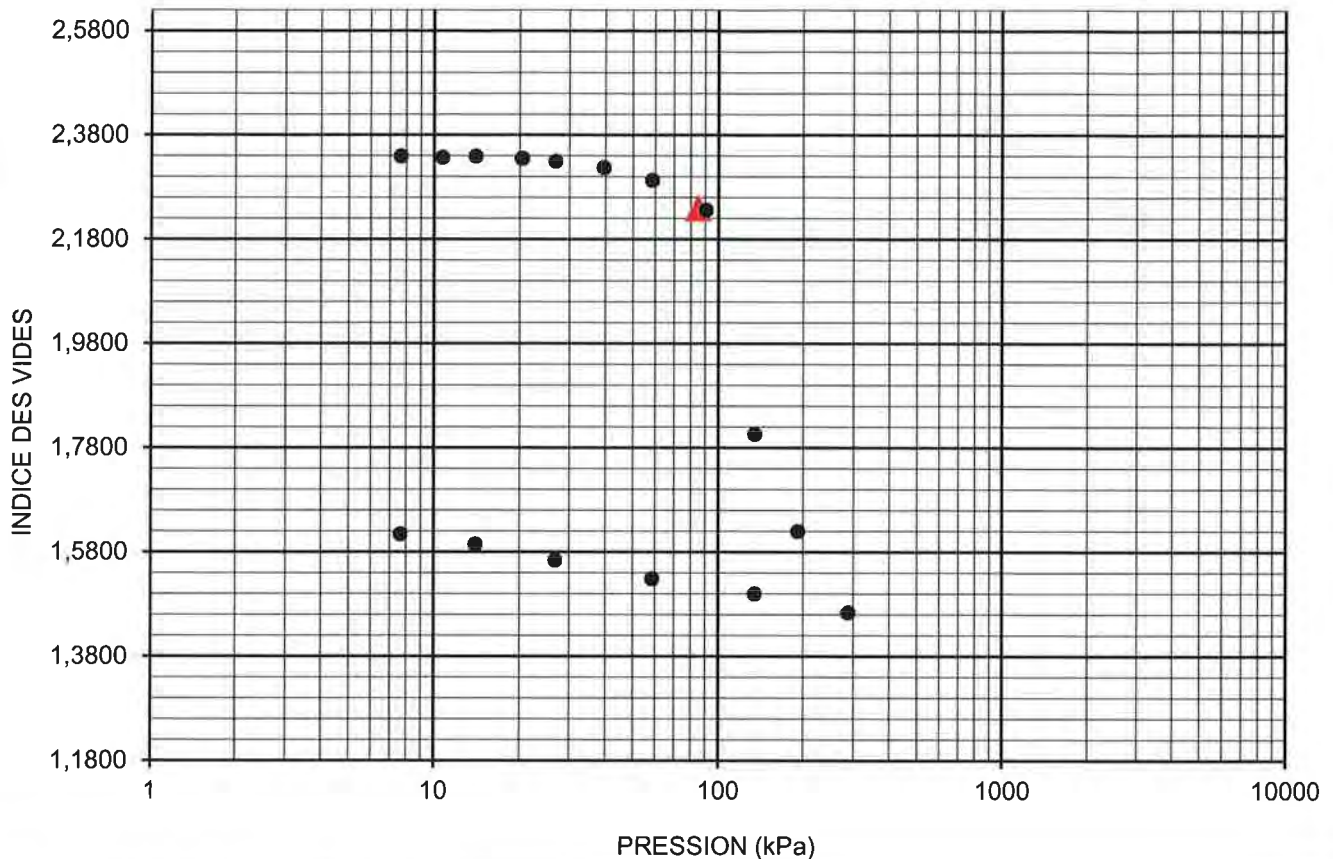
Échantillon no: 39

Profondeur (m) : 8,00 - 8,10

Contrainte hydrostatique au niveau de l'essai (date) :

Fournie par  le client  Englobe

## COURBE PRESSION vs INDICE DES VIDES



### Caractéristiques géotechniques des sols :

Indice des vides initial ( $e_0$ ) :	<u>2,338</u>	Indice de recompression ( $C_r$ ) :	<u>0,049</u>
Teneur en eau initiale ( $w$ ) :	<u>84,1%</u>	Indice de compression vierge ( $C_c$ ) :	<u>1,53</u>
Poids volumique humide initial ( $\gamma_h$ ) :	<u>14,9 kN/m<sup>3</sup></u>	Contrainte effective initiale ( $\sigma'_v$ ) :	<u>41 kPa</u>
Degré de saturation initial ( $S_r$ ) :	<u>98,9%</u>	Pression de préconsolidation ( $\sigma'_p$ ) :	<u>85 kPa</u>
		Écart de surconsolidation ( $\Delta\sigma$ ) :	<u>44 kPa</u>

### Remarques :

Préparé par :

Vérifié par :

Valérie Trempe  
Valérie Trempe, géo. Stag.

Famakh  
Famakh Fainke, ing.

<b>Client</b> : BBA <b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA) <b>Endroit</b> :	<b>Dossier</b> : B-0020788-1 <b>Réf. client</b> : 6098003-BBA <b>Rapport n°</b> : 39 <b>Rév.</b> 0 <b>Page</b> 1 de 1
---	--

### ÉCHANTILLONNAGE

N° d'échantillon : 39	Description de l'échantillon :
N° d'éch. client :	
Endroit échantillonné :	Prélevé le :
N° forage : BH-BBA-19-10	N° d'éch. : ST-04
Profondeur : 7,90 à 8,00 m	Par : Client
	Reçu le : 2019-05-02

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30° <input type="checkbox"/> 400g / 30°		Appareil n° GE5159	Cône n° 8904	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{H1} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_{H2} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8$ $K_{30} = 1,0$ <b>Résistance (Cu) : 24 kPa</b>
1	6,5 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	A-3	
2	6,8 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	1,31	
3	5,1 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	64,68	
4	6,7 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	37,72	
5	6,9 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	74,0	

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu<sub>r</sub>)

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°		Appareil n° GE5159	Cône n° 66069	Balance n° 63022
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau	$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{Hr} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{Hr} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8$ $K_{60} = 0,3$ <b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 1,5 kPa</b>
1	10,8	11,2	Contenant n° A-1	
2	10,5	10,7	Masse du contenant (g) 1,32	
3	10,7	10,5	Masse du contenant + sol humide (g) 73,94	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g) 41,88	
Facultatif			Teneur en eau (%) 79,0	
Pénétration moyenne (mm)	10,7 <input type="checkbox"/>	10,8 <input checked="" type="checkbox"/>	<i>L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : Conforme</i> <i>La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu<sub>r</sub>.</i>	


### REMARQUES

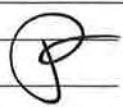
### Sensibilité (Cu/Cu<sub>r</sub>)

<b>16</b>	Sensibilité au remaniement	
	< 2	Insensible
	2 - 4	Sensibilité moyenne
	4 - 8	Sensible
	8 - 16	Très sensible
	> 16	Extrêmement sensible

<b>Préparé par :</b> Valérie Trempe, géo. Stagiaire	<b>Date :</b> 2019-05-06
--	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------

Client :	BBA	Réf. client :	6098003				
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1	Éch. 40			
Forage n°:	BH-BBA-19-09	Éch. :	ST-03	Profondeur :	7,62 à 8,23 m		
Date d'échantillonnage	---	Date extraction :	2019-05-08	Tube en bon état :	Oui		
<b>Description du matériau</b>							
Longueur tube :		76 cm		Récupération :		33 / 61 cm	
<b>Profondeur (cm)</b>	<b>Sommaire des essais réalisés et états</b>			<b>Description stratigraphique</b>			
 <p style="text-align: center;"><b>Vue du dessus</b></p>	<p>7,93 à 8,03 m : résistance au cône</p> <p>8,03 à 8,13 m : conservé</p> <p>8,13 à 8,23 m : conservé</p>			<p>7,90 à 8,23 m : argile, un peu de silt</p> <p>Couleur : gris</p> <p>Consistance : molle à ferme</p>			
Effectué par :		Luis Octavio Galvez, tech senior		Date:		2019-05-08	
Vérifié par :		Claire Pelletier, chef laboratoire		Date:		2019-06-06	



<b>Client</b> : BBA	<b>Dossier</b> : B-0020788-1
<b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)	<b>Réf. client</b> : 6098003-BBA
<b>Endroit</b> : -	<b>Rapport n°</b> : 40 <b>Rév.</b> 0
	<b>Page</b> 1 de 1

### ÉCHANTILLONNAGE

N° d'échantillon : 40	Description de l'échantillon :
N° d'éch. client :	
Endroit échantillonné :	Prélevé le :
N° forage : BH-BBA-19-09    N° d'éch. : ST-03	Par : Client
Profondeur : 7,93 - 8,03	Reçu le : 2019-05-02

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30° <input type="checkbox"/> 400g / 30°	Appareil n° 190175	Cône n° 191024	Balance n° 40206
--	--------------------	----------------	------------------

Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_{100} = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_{400} = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ $g = 9,8$ $K_{30} = 1,0$ <b>Résistance (Cu) : 14 kPa</b>
1	9,4 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	A-2	
2	9,8 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	33,17	
3	7,3 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	104,78	
4	7,1 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	76,13	
5	7,1 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	66,7	

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu<sub>r</sub>)

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°	Appareil n°	Cône n°	Balance n°
--	-------------	---------	------------

Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{60r} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{10r} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ $g = 9,8$ $K_{60} = 0,3$ <b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 1,8 kPa</b>
1	9,9	10,0	Contenant n°	1645	
2	10,0	10,3	Masse du contenant (g)	28,07	
3	9,5	9,8	Masse du contenant + sol humide (g)	64,46	
<i>Facultatif</i>			Masse du contenant + sol sec (g)	50,09	
<i>Facultatif</i>			Teneur en eau (%)	65,3	

Pénétration moyenne (mm)    9,8        10,0        *L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm ; La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu<sub>r</sub>.*      *Conforme*

### REMARQUES

### Sensibilité (Cu/Cu<sub>r</sub>)

<b>8</b>	Sensibilité au remaniement	
	< 2	Insensible
	2 - 4	Sensibilité moyenne
	4 - 8	Sensible
	8 - 16	Très sensible
> 16	Extrêmement sensible	


**Préparé par :** Luis Galvez Cossio, technicien senior      **Date :** 2019-05-10


**Approuvé par :** *C. Pelletier*      **Date :** 2019-06-06  
Claire Pelletier, chef d'équipe

Client :	BBA	Réf. client :	6098003
Projet :	Essais de laboratoire	N° projet :	B-0020788-1 Éch. 41
Forage n°:	BH-BBA-19-20	Éch. :	ST-05
Date d'échantillonnage	---	Profondeur :	4,57 à 5,18 m
		Date extraction :	2019-05-08
		Tube en bon état :	Oui

**Description du matériau**

Longueur tube : 76 cm      Récupération : 58 / 61 cm

Profondeur (cm)	Sommaire des essais réalisés et états	Description stratigraphique
 <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Vue du dessus</p>	<p>4,60 à 4,68 m : non conservé</p> <p>4,68 à 4,78 m : conservé</p> <p>4,78 à 4,88 m : conservé</p> <p>4,88 à 4,98 m : résistance au cône</p> <p>4,98 à 5,08 m : conservé</p> <p>5,08 à 5,18 m : conservé</p>	<p>4,60 à 5,18 m : argile, un peu de silt</p> <p>4,68 m : lit de matières organiques</p> <p>Couleur : gris</p> <p>Consistance : molle à ferme</p>

Effectué par : Luis Octavio Galvez		Date: 2019-05-08
Vérifié par : Claire Pelletier, chef laboratoire		Date: 2019-06-06

<b>Client</b> : BBA <b>Projet</b> : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA) <b>Endroit</b> :	<b>Dossier</b> : B-0020788-1 <b>Réf. client</b> : 6098003-BBA <b>Rapport n°</b> : 41 <b>Rév.</b> 0 <p align="right"><b>Page 1 de 1</b></p>
---	---

**ÉCHANTILLONNAGE**

N° d'échantillon : 41 N° d'éch. client : Endroit échantillonné : N° forage : BH-BBA-19-20    N° d'éch. : ST-05 Profondeur : 4,88 - 4,98 m	Description de l'échantillon : Prélevé le : Par : Client Reçu le : 2019-05-02
---	--

**RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT INTACT (Cu)**

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 100g / 30° <input type="checkbox"/> 400g / 30°		Appareil n° 190175	Cône n° 191024	Balance n° 40206
Essai n°	Lectures (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{100}^2 = \frac{\sum P_{100}^2}{N}$ $\bar{P}_{400}^2 = \frac{\sum P_{400}^2}{N}$ $C_u = \frac{g K_{30} m_{100}}{\bar{P}_{100}^2}$ $C_u = \frac{g K_{30} m_{400}}{\bar{P}_{400}^2}$ <p align="center">g = 9,8      K<sub>30</sub> = 1,0</p> <p align="center"><b>Résistance (Cu) : 28 kPa</b></p>
1	5,7 <input checked="" type="checkbox"/>	Contenant n°	405	
2	6,7 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant (g)	31,53	
3	6,2 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol humide (g)	109,99	
4	5,8 <input checked="" type="checkbox"/>	Masse du contenant + sol sec (g)	83,52	
5	5,3 <input checked="" type="checkbox"/>	Teneur en eau (%)	50,9	

**RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT À L'ÉTAT REMANIÉ (Cu<sub>r</sub>)**

<b>CÔNE utilisé</b> <input checked="" type="checkbox"/> 60g / 60° <input type="checkbox"/> 10g / 60°		Appareil n°	Cône n°	Balance n°	
Essai n°	Lectures série 1 (mm)	Lectures série 2 (mm)	Teneur en eau		$\bar{P}_{60}^2 = \frac{\sum P_{60}^2}{N}$ $\bar{P}_{10}^2 = \frac{\sum P_{10}^2}{N}$ $C_{u_r} = \frac{g K_{60} m_{60}}{\bar{P}_{60}^2}$ $C_{u_r} = \frac{g K_{60} m_{10}}{\bar{P}_{10}^2}$ <p align="center">g = 9,8      K<sub>60</sub> = 0,3</p> <p align="center"><b>Résistance (Cu<sub>r</sub>) : 3,6 kPa</b></p>
1	7,0	7,7	Contenant n°	1000	
2	6,8	6,2	Masse du contenant (g)	32,51	
3	7,2	6,2	Masse du contenant + sol humide (g)	78,58	
Facultatif			Masse du contenant + sol sec (g)	63,33	
Facultatif			Teneur en eau (%)	49,5	
Pénétration moyenne (mm)	7,0 <input checked="" type="checkbox"/>	6,7 <input type="checkbox"/>	L'écart entre les 2 pénétrations moyennes doit être ≤ 0,3 mm : La valeur la plus élevée doit être retenue pour le calcul du Cu <sub>r</sub> .		Conforme

**REMARQUES**

**Sensibilité (Cu/Cu<sub>r</sub>)**

<b>8</b>	Sensibilité au remaniement	
	< 2	Insensible
	2 - 4	Sensibilité moyenne
	4 - 8	Sensible
	8 - 16	Très sensible
	> 16	Extrêmement sensible

<b>Préparé par :</b> Luis Galvez Cossio, technicien senior	<b>Date :</b> 2019-05-10
---	-----------------------------

<b>Approuvé par :</b>  Claire Pelletier, chef d'équipe	<b>Date :</b> 2019-06-06
--	-----------------------------



Client: BBA

Date : 2019-05-14

Projet : Services techniques; Essais de laboratoire (BBA)

Dossier n°: B-0020788-1

Sondage n°: BH-BBA-18-31; ST-02

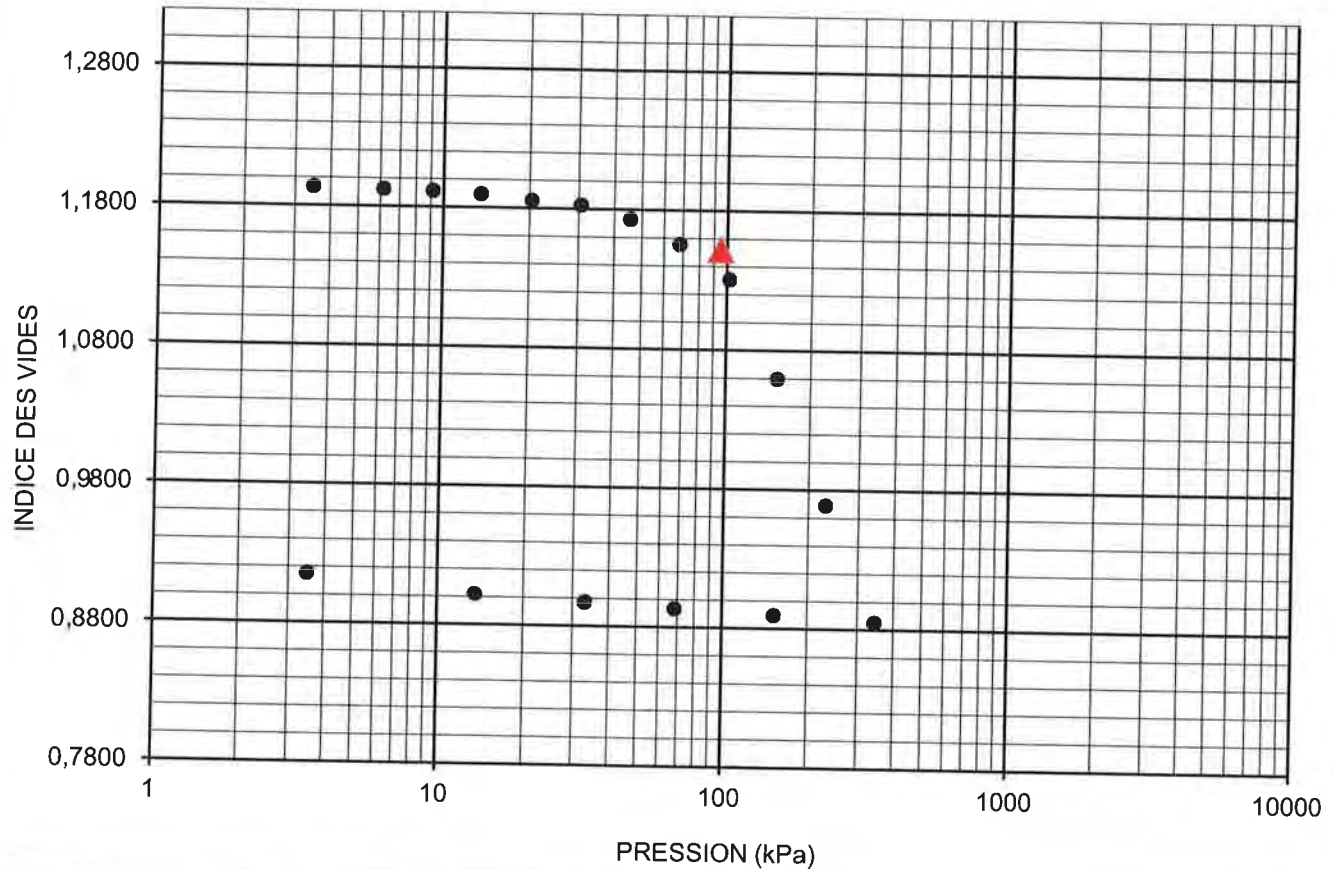
Échantillon no: 38

Profondeur (m) : 3,46

Contrainte hydrostatique au niveau de l'essai (date) : \_\_\_\_\_

Fournie par  le client  Englobe

## COURBE PRESSION vs INDICE DES VIDES



### Caractéristiques géotechniques des sols :

Indice des vides initial ( $e_0$ ) : 1,194  
 Teneur en eau initiale (w) : 40,9%  
 Poids volumique humide initial ( $\gamma_h$ ) : 17,3 kN/m<sup>3</sup>  
 Degré de saturation initial ( $S_r$ ) : 94,3%


Indice de recompression ( $C_r$ ) : 0,022  
 Indice de compression vierge ( $C_c$ ) : 0,51  
 Contrainte effective initiale ( $\sigma'_v$ ) : 54,6 kPa  
 Pression de préconsolidation ( $\sigma'_p$ ) : 95,0 kPa  
 Écart de surconsolidation ( $\Delta\sigma$ ) : 40,4 kPa

Remarques :

Préparé par :

Vérifié par :

Luis Galvez Cossio, technicien senior

  
Famakhan Fainke, ing.



## Protocole de laboratoire

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : BBA N/D : LC-20-0023-00  
Projet : Test de laboratoire Profondeur : 7,24 - 7,34 m  
Lieu : N° Labo. : 201864 (1)

#### Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité $S_t$
Intact	12,22	12,07	11,75	11,75	11,70	11,90	27,69	23,01
Remanié	12,22	12,19	11,92			12,11	1,20	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 * K * (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

$$K (30^\circ) = 0,1$$

$$K (60^\circ) = 0,03$$

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

**Remarques :** \*\*\* Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : BH-BBA-20-01 SHELBY-1 (6,83 - 7,44 m)

Longueur de récupération : 530 mm

Teneur en eau (intact) : 55,00%

Teneur en eau (remanié) : 51,80%

Date : 2020-09-03

Préparé par : Valérie Fauteux

Approuvé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux



## Protocole de laboratoire

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : BBA N/D : LC-20-0023-00  
Projet : Test de laboratoire Profondeur : 6,94 - 7,04 m  
Lieu : N° Labo. : 201864 (2)

#### Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité $S_t$
Intact	12,56	12,43	11,95	11,46	11,15	11,91	27,63	16,49
Remanié	10,32	10,26	10,19			10,26	1,68	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 * K * (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

$$K (30^\circ) = 0,1$$

$$K (60^\circ) = 0,03$$

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

**Remarques :** \*\*\* Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : BH-BBA-20-01 SHELBY-1(6,83 - 7,44 m)

Longueur de récupération : 530 mm

Teneur en eau (intact) : 49,20%

Teneur en eau (remanié) : 54,40%

Date : 2020-09-03

Préparé par : Valérie Fauteux

Approuvé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux



## Protocole de laboratoire

### RÉSISTANCE AU CISAILEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : BBA N/D : LC-20-0023-00

Projet : Test de laboratoire Profondeur : 3,36 - 3,46 m

Lieu : N° Labo. : 201867

#### Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité $S_t$
Intact	7,88	7,75	6,97	6,90	6,75	7,25	18,65	22,23
Remanié	14,59	14,51	14,40			14,50	0,84	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 * K * (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

$$K (30^\circ) = 0,1$$

$$K (60^\circ) = 0,03$$

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

**Remarques :** \*\*\* Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : BH-BBA-20-02 SHELBY-1(3,05 - 3,66 m)

Longueur de récupération : 660 mm

Teneur en eau (intact) : 41,10%

Teneur en eau (remanié) : 39,60%

Date : 2020-09-03

Préparé par : Valérie Fauteux

Approuvé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux



## Protocole de laboratoire

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : BBA N/D : LC-20-0023-00  
Projet : Test de laboratoire Profondeur : 2,57 - 2,67 m  
Lieu : N° Labo. : 201871

#### Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité $S_t$
Intact	7,61	7,49	7,03	6,81	6,75	7,14	19,23	19,76
Remanié	13,59	13,49	13,32			13,47	0,97	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 * K * (Q) / (P^2)$$

où

**K** : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

$$K (30^\circ) = 0,1$$

$$K (60^\circ) = 0,03$$

**Q** : masse du cône en grammes

**P** : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

**Remarques** : \*\*\* Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : BH-BBA-20-03 SHELBY-1 (2,26 - 2,87 m)

Longueur de récupération : 620 mm

Teneur en eau (intact) : 44,00%

Teneur en eau (remanié) : 45,20%

Date : 2020-09-03

Préparé par : Valérie Fauteux

Approuvé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux



## Protocole de laboratoire

### RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : BBA N/D : LC-20-0023-00

Projet : Test de laboratoire Profondeur : 1,93 - 2,03 m

Lieu : N° Labo. : 201873

#### Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité $S_t$
Intact	4,20	3,88	3,84	3,99	3,44	3,87	261,74	4,93
Remanié	1,94	1,80	1,73			1,82	53,12	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 * K * (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

$$K (30^\circ) = 0,1$$

$$K (60^\circ) = 0,03$$

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

**Remarques :** \*\*\* Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : BH-BBA-20-04 SHELBY-1 (1,52 - 2,13 m)

Longueur de récupération : 250 mm

Teneur en eau (intact) : 27,00%

Teneur en eau (remanié) : 23,20%

Date : 2020-09-03

Préparé par : Valérie Fauteux

Approuvé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux



Protocole de laboratoire

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : BBA N/D : LC-20-0023-00

Projet : Test de laboratoire Profondeur : 3,36 - 3,46 m

Lieu : N° Labo. : 201875

Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité $S_t$
Intact	8,31	8,15	7,93	7,61	7,60	7,92	15,63	17,91
Remanié	14,28	14,26	14,12			14,22	0,87	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 * K * (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

$$K (30^\circ) = 0,1$$

$$K (60^\circ) = 0,03$$

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

Remarques : \*\*\* Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : BH-BBA-20-04 SHELBY-2(3,05 - 3,66 m)

Longueur de récupération : 590 mm

Teneur en eau (intact) : 46,10%

Teneur en eau (remanié) : 39,90%

Date : 2020-09-03

Préparé par : Valérie Fauteux

Approuvé par : Marie-Hélène Lalande-Héroux

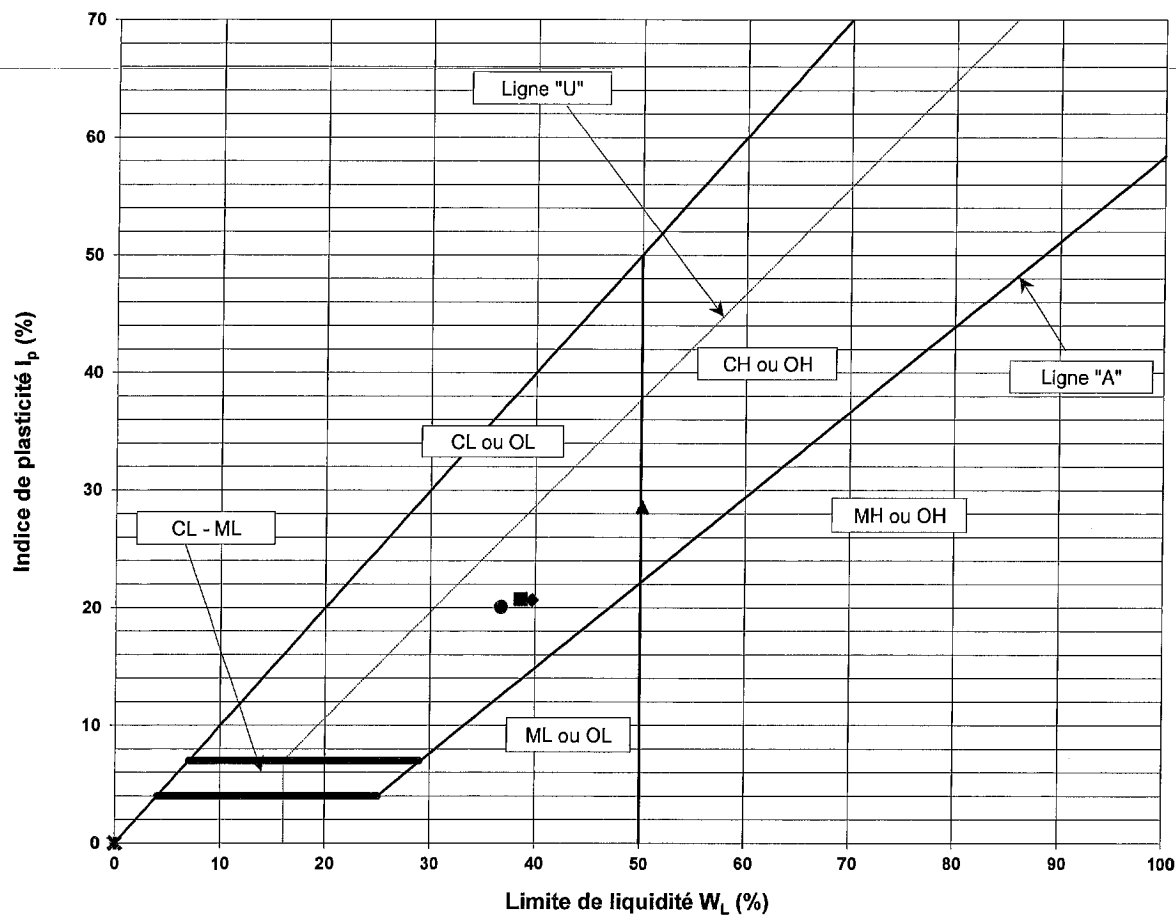
CLIENT : BBA

N/D : LC-20-0023-00

PROJET :

N° CLIENT : BBA100

ENDROIT :



Selon ASTM D-2487

### RÉSULTATS

Légende	Sondage	Éch. n°	Profondeur (m)	$W_n$	$W_L$	$W_p$	$I_p$	$I_L$	Classification
▲	BH-BBA-20-01 SHELBY-1		22,5' - 24,5'	53,4%	50%	22%	29%	1,1	CH
◆	BH-BBA-20-04 SHELBY-2		10' - 12'	46,8%	40%	19%	21%	1,3	CL
●	BH-BBA-20-02 SHELBY-1		10' - 12'	39,9%	37%	17%	20%	1,2	CL
■	BH-BBA-20-03 SHELBY-1		7,5' - 9,5'	38,7%	39%	18%	21%	1,0	CL
*									

Préparé par : V.Fauteux

Approuvé par : Ibrahim Ja'Far, ing.

Date : 2020-02-19





# ABS

## Protocole de Laboratoire

### Limites d'Atterberg au cône suédois

B.N.Q. 2501-092

Client: BBA	N/D : LC-20-0023-00	No LAB: 201864
Projet:	No Ech. : SHELBY-1	Prof. : 22,5' - 24,5'
Lieu:	Manipulateur A. Ghegad	Date: 2020-09-03

### Tableau des données

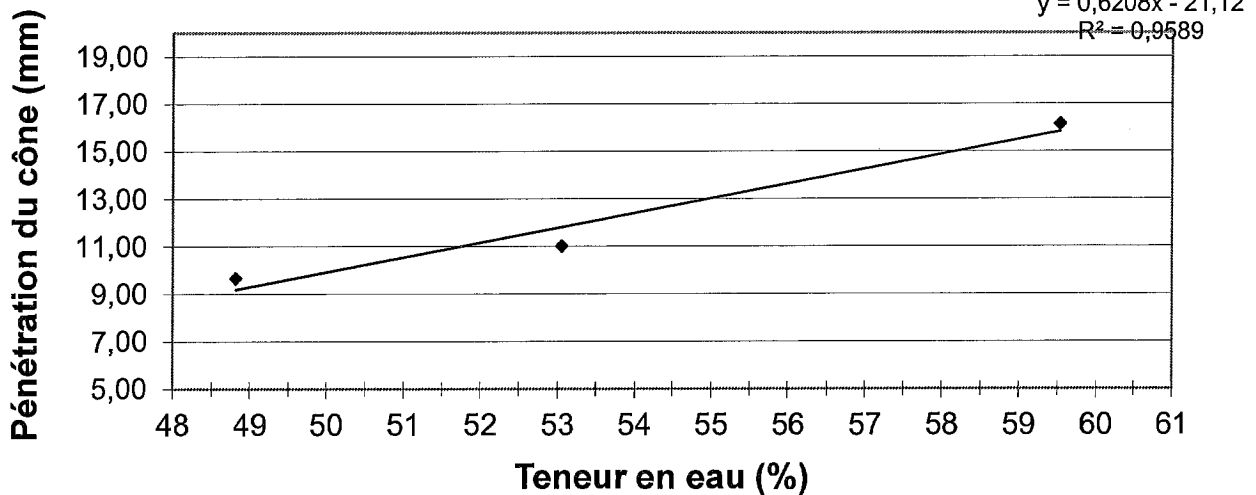
#### Détermination de la limite de liquidité

No # d'essai	Pénétration obtenue (mm)			Pénétration moyenne (mm)	Masse du plat+sol humide	Masse du plat+sol sec (g)	Masse du plat (g)	Teneur en eau (%)
1	11,05	11,03	10,97	11,02	55,845	43,550	20,373	53,05
2	16,25	16,18	16,02	16,15	53,473	39,970	17,288	59,53
3	9,84	9,66	9,50	9,67	60,778	47,723	20,980	48,82

#### Détermination de la limite de plasticité

4	7,039	6,965	6,614	21,08
5	7,462	7,367	6,937	22,09

Graphique



TENEUR EN EAU	Tare	32,625
	Wt+t	138,317
	WS+t	101,547
	Wn	53,35

Tableau des résultats	
WL	50,13
WP	21,59
IP = WL - WP	28,54
IL = (WN - WP) / IP	1,11
IC = (WL - WN) / IP	-0,11



Protocole de Laboratoire

Limites d'Atterberg au cône suédois

B.N.Q. 2501-092

Client: BBA	N/D : LC-20-0023-00	No LAB: 201867
Projet:	No Ech. : SHELBY-1	Prof. : 10' - 12'
Lieu:	Manipulateur A. Ghegad	Date: 2020-09-03

Tableau des données

Détermination de la limite de liquidité

No # d'essai	Pénétration obtenue (mm)			Pénétration moyenne (mm)	Masse du plat+sol humide	Masse du plat+sol sec (g)	Masse du plat (g)	Teneur en eau (%)
1	13,43	13,35	13,14	13,31	58,816	47,321	20,969	43,62
2	11,79	11,78	11,68	11,75	58,719	46,880	17,281	40,00
3	9,49	9,49	9,49	9,49	68,020	55,439	20,366	35,87

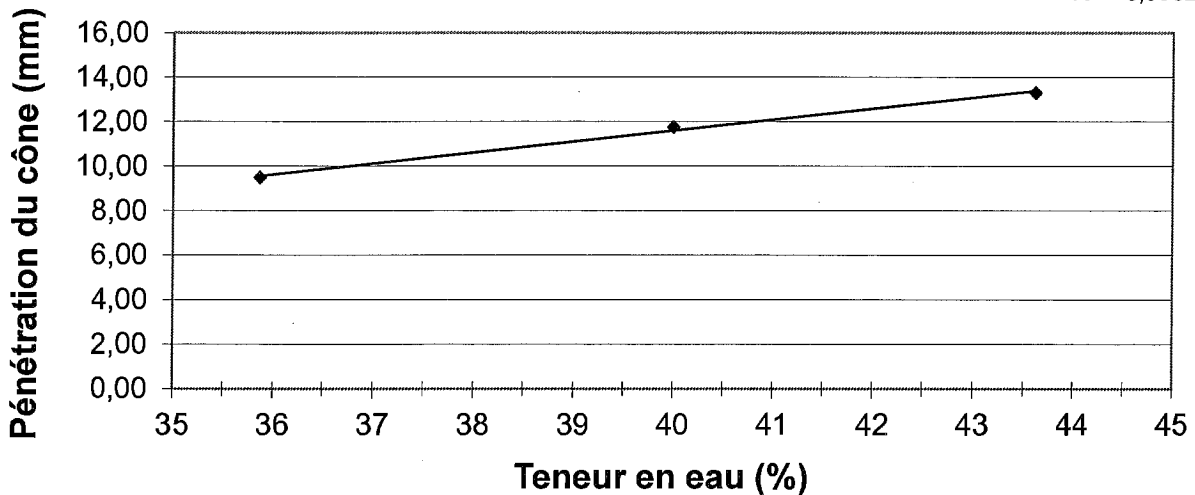
Détermination de la limite de plasticité

4	7,652	7,576	7,093	15,73
5	7,804	7,728	7,265	16,41

Graphique

$$y = 0,4938x - 8,1508$$

$$R^2 = 0,9952$$



TENEUR EN EAU	Tare	32,592
	Wt+t	146,724
	WS+t	114,182
	Wn	39,88

Tableau des résultats	
WL	36,76
WP	16,07
IP = WL - WP	20,69
IL = (WN - WP) / IP	1,15
IC = (WL - WN) / IP	-0,15

Préparé par : V.Fauteux



Protocole de Laboratoire

Limites d'Atterberg au cône suédois

B.N.Q. 2501-092

Client: BBA	N/D : LC-20-0023-00	No LAB: 201871
Projet:	No Ech. : SHELBY-1	Prof. : 7,5' - 9,5'
Lieu:	Manipulateur A. Ghegad	Date: 2020-09-03

Tableau des données

Détermination de la limite de liquidité

No # d'essai	Pénétration obtenue (mm)			Pénétration moyenne (mm)	Masse du plat+sol humide	Masse du plat+sol sec (g)	Masse du plat (g)	Teneur en eau (%)
1	13,10	12,92	12,88	12,97	56,806	45,912	21,053	43,82
2	11,46	11,37	11,36	11,40	69,178	54,885	19,936	40,90
3	9,32	9,31	9,30	9,31	69,360	56,232	21,225	37,50

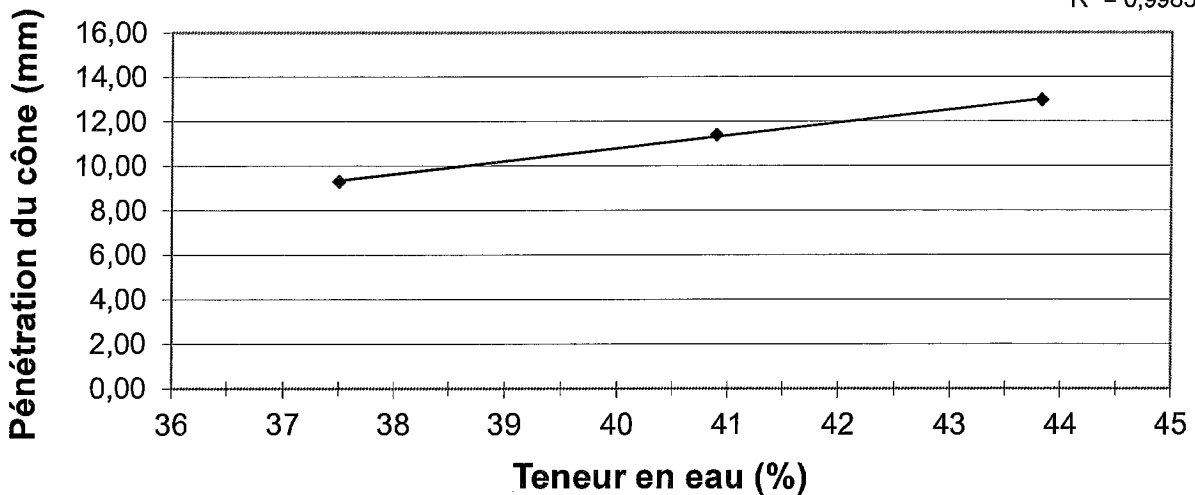
Détermination de la limite de plasticité

4	7,846	7,765	7,309	17,76
5	7,487	7,417	7,029	18,04

Graphique

$$y = 0,5797x - 12,395$$

$$R^2 = 0,9985$$



TENEUR EN EAU	Tare	34,967
	Wt+t	151,531
	WS+t	119,032
	Wn	38,66

Tableau des résultats	
WL	38,63
WP	17,90
IP = WL - WP	20,73
IL = (WN - WP) / IP	1,00
IC = (WL - WN) / IP	0,00



Protocole de Laboratoire

Limites d'Atterberg au cône suédois

B.N.Q. 2501-092

Client: BBA	N/D : LC-20-0023-00	No LAB: 201875
Projet:	No Ech. : SHELBY-2	Prof. : 10' - 12'
Lieu:	Manipulateur A. Ghegad	Date: 2020-09-03

Tableau des données

Détermination de la limite de liquidité

No # d'essai	Pénétration obtenue (mm)			Pénétration moyenne (mm)	Masse du plat+sol humide	Masse du plat+sol sec (g)	Masse du plat (g)	Teneur en eau (%)
1	14,42	14,38	14,28	14,36	57,672	45,832	21,060	47,80
2	11,87	11,75	11,71	11,78	47,569	36,661	11,669	43,65
3	10,21	10,18	10,03	10,14	54,636	42,602	12,265	39,67

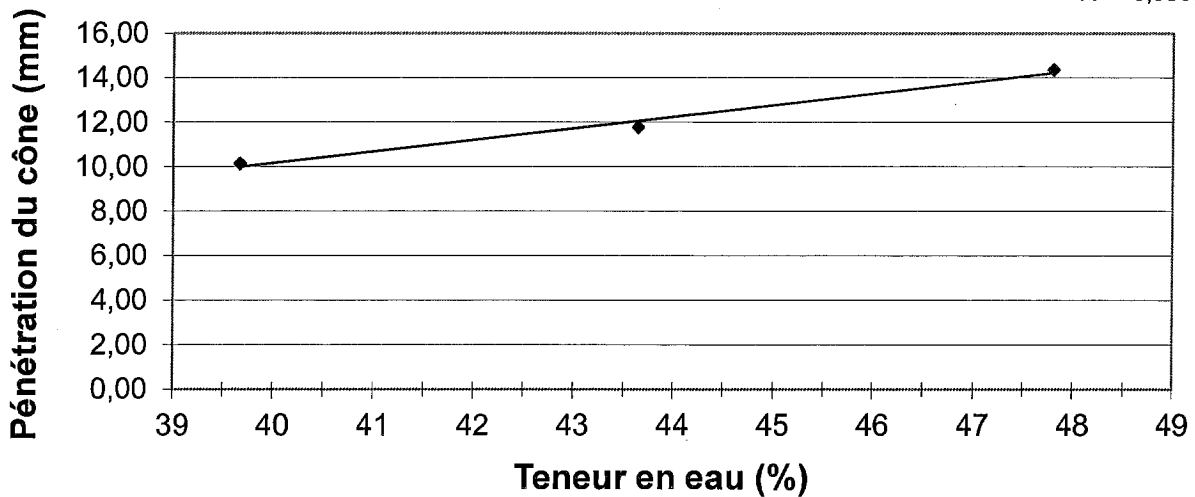
Détermination de la limite de plasticité

4	7,595	7,532	7,201	19,03
5	7,269	7,199	6,832	19,07

Graphique

$$y = 0,5197x - 10,62$$

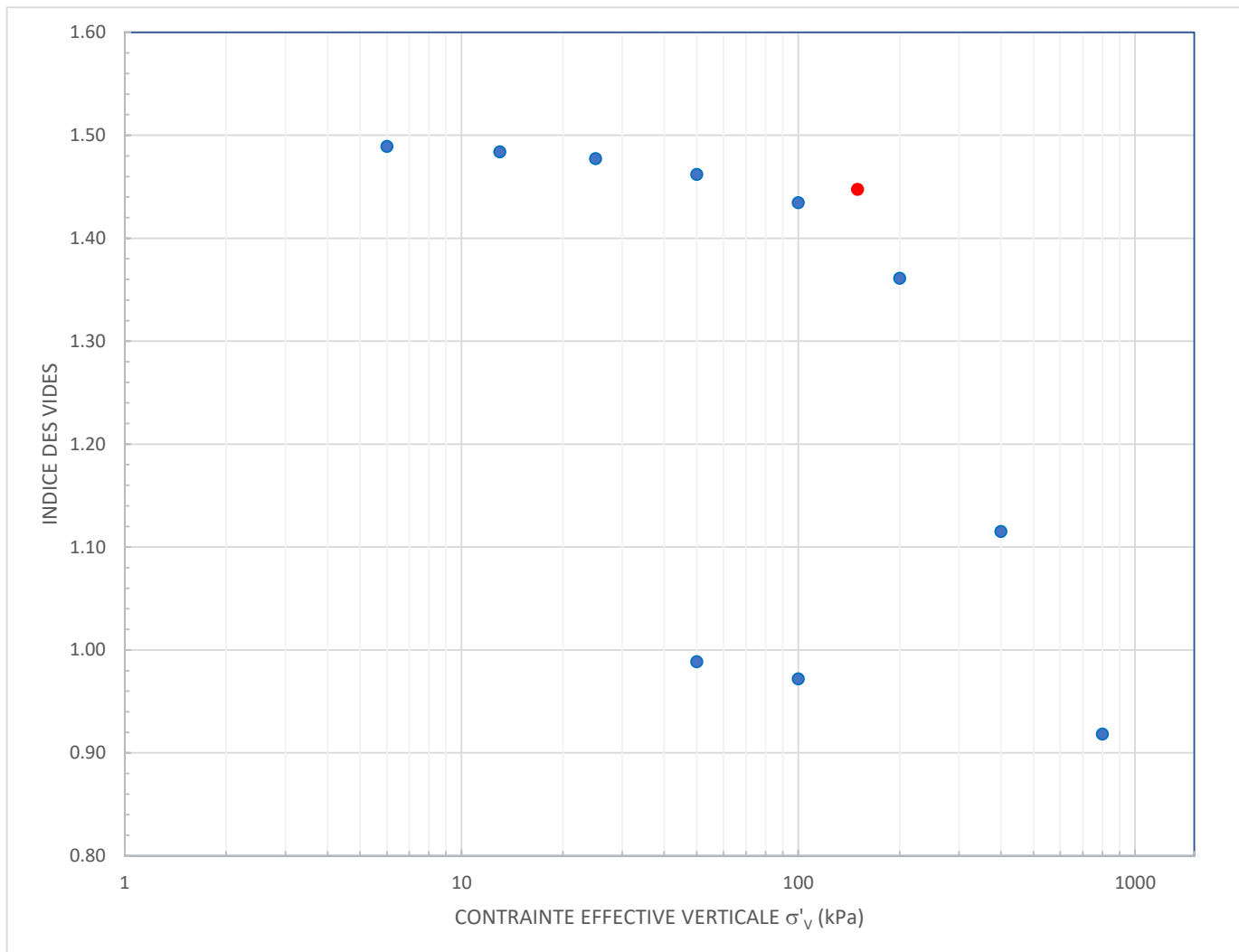
$$R^2 = 0,9866$$



TENEUR EN EAU	Tare	34,174
	Wt+t	153,624
	WS+t	115,563
	Wn	46,76

Tableau des résultats	
WL	39,68
WP	19,05
IP = WL - WP	20,63
IL = (WN - WP) / IP	1,34
IC = (WL - WN) / IP	-0,34

<b>CLIENT :</b> BBA		<b>N/D :</b> LC-20-0023-00
<b>PROJET :</b> Essai laboratoire		<b>N° CLIENT :</b>
<b>SITE :</b>		<b>N° LABO :</b> 201864
<b>FOR./ÉCH.:</b> BH-BBA-20-01		<b>PROF.:</b> 7,04 - 7,14 m
<b>PRÉLEVÉ PAR:</b> Z. Serhani, TECH.	<b>DATE PRÉL. :</b>	<b>DATE D'ESSAI :</b> 08-sept-20



### Caractéristiques géotechnique

Indice des vides initial ( $e_0$ ):	1.49	Indice de recompression ( $c_r$ ):	0.06
Teneur en eau ( $w_0$ ) (%):	52.6	Indice de compression vierge ( $c_c$ ):	0.74
Poids volumique humide ( $kN/m^3$ ):	16.7	Contrainte de préconsolidation ( $\sigma_{pc}$ ) (kPa):	<b>150</b>
Degré de saturation initial ( $S_r$ ) (%):	100	Contrainte effective initiale ( $\sigma_v$ ) (kPa):	<b>73</b>

# de projet  
# client

LC-20-0023-00  
BBA100

Tests de laboratoire

LAB	Forage	Échantillon	Profondeur	Granulo	Limits	Cisaill.	conso
201863	BH-BBA-20-01	SP-4	10'-12'	X			
201864		SHELBY-1	22.5'-24.5'		X	XX	X
201866	BH-BBA-20-02	SP-7	25'-27'	X			
201867		SHELBY-1	10'-12'		X	X	
	BH-BBA-20-03	SP-4 TESTE?	12.5'-14.5'				
201869		SP-5	15'-17'	X			
201871		SHELBY-1	7.5'-9.5'		X	X	
201872	BH-BBA-20-04	SP-5	17.5'-19.5'	X			
		SP-7 TESTE?	22.5'-24.5'				
201873		SHELBY-1	5'-7'			X	
201875		SHELBY-2	10'-12'		X	X	



20 Émilien-Marcoux, bureau 110  
Blainville, Québec, J7C 0B5  
450 435-9900

## Essais sur matériaux granulaires

Projet : Contrôle qualitatif des matériaux | Essais en laboratoire - Année 2020  
Projet # : LC20002300  
V/D :

Client : BBA Inc.  
Client # : BBA100  
Date : 19/08/2020

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	201 863	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :		31.5 mm	100		
Prélevé le :	19/08/2020	20 mm	48		
Localisation du prélèvement :	BH-BBA-20-01 SP-4	14 mm	15		
Épaisseur de la couche :	10' - 12'	10 mm	4		
Usage :		5 mm	2		
Référence client :		2.5 mm	2		
		1.25 mm	2		
		0.630 mm	2		
		0.315 mm	2		
		0.160 mm	2		
		0.080 mm	1,7		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut

Remarques

Préparé par : Valérie Fauteux Vérifié par : Valérie Fauteux Date : 25/08/2020









Client : BBA  
Projet : Essai en laboratoire - Année 2020

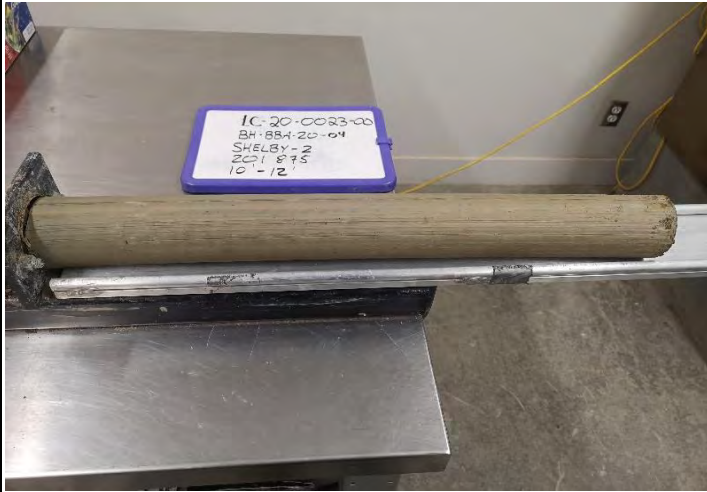


Photo n° 5 BH-BBA-20-04 SHELBY-2  
Échantillon #201875 : Longueur de récupération : 590 mm.  
Argile grisâtre à brunâtre avec traces de silt et sable, de consistance apparente molle à ferme, humide.

Client : BBA  
 Projet : Essai en laboratoire - Année 2020



Photo n° 1 BH-BBA-20-01 SHELBY-1  
 Échantillon #201864 : Longueur de récupération : 530 mm.  
 Argile grisâtre à brunâtre avec traces de silt de consistance apparente molle à ferme, humide à saturée



Photo n° 2 BH-BBA-20-02 SHELBY-1  
 Échantillon #201867 : Longueur de récupération : 660 mm.  
 Argile brunâtre de consistance apparente molle à ferme, humide à saturée

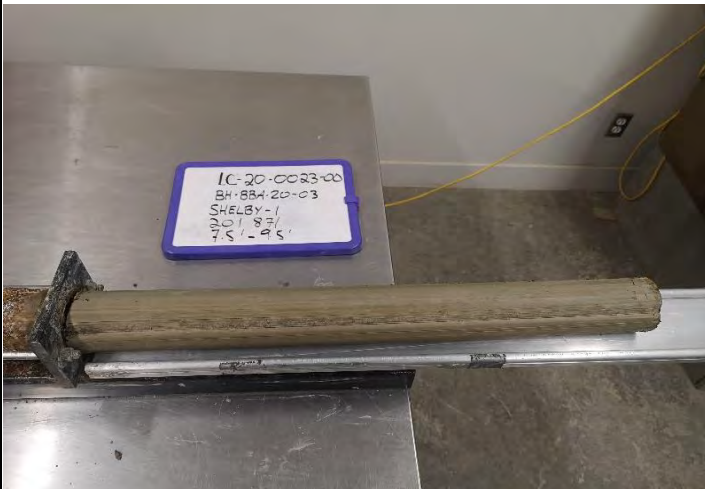


Photo n° 3 BH-BBA-20-03 SHELBY-1  
 Échantillon #201871 : Longueur de récupération : 620 mm.  
 Argile grisâtre à brunâtre avec traces de silt de consistance apparente ferme à raide, humide à saturée.



Photo n° 4 BH-BBA-20-04 SHELBY-1  
 Échantillon #201873 : Longueur de récupération : 250 mm.  
 Silt argileux brunâtre avec 15% de sable et 5% de tourbe (matière organique) de consistance apparente compacte à dense, humide.

Préparé par : Valérie Fauteux

Date : 2020-09-03

N/Réf.: CC036 (R00 26-05-11)

## ESSAIS DE CISAILLEMENT TRIAXIAL SUR UNE ARGILE MOLLE



---

FRANÇOIS DUHAIME, ING., PH.D.  
Professeur agrégé

No. membre OIQ : 143270

Laboratoire de géotechnique et de génie géoenvironnemental (LG2)

Département de génie de la construction

École de technologie supérieure

Essais de cisaillement triaxial sur une argile molle

Rapport RFD-2019-03  
Révision 2

Laboratoire de géotechnique et de génie géoenvironnemental (LG2)  
Département de génie de la construction

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

BBA

MONTREAL, 29 OCTOBRE 2020  
© FRANÇOIS DUHAIME (2019)

## **Table des matières**

1. Introduction .....	1
2. Méthodologie .....	1
3. Résultats .....	3
3.1. Détubage et teneur en eau naturelle .....	4
3.2. Cône suédois .....	5
3.3. Consolidation .....	5
3.4. Cisaillement triaxial .....	6
4. Conclusion.....	9
5. Références .....	10
Annexe 1 - Photographies des échantillons lors de l'extraction des tubes à paroi mince.....	11
Annexe 2 - Résultats détaillés des essais au cône suédois .....	15
Annexe 3 - Photographies des spécimens pour les essais de cisaillement triaxial.....	22
Annexe 4 - Résultats détaillés des essais de cisaillement triaxial .....	31

## **1. Introduction**

BBA a confié à l'ÉTS l'exécution d'une série d'essais de cisaillement triaxial drainé et non drainé avec consolidation isotrope. Ces essais ont été réalisés sur des échantillons de sol cohérent. Les spécimens ont été obtenus par l'extraction de tubes à paroi mince. Des essais au cône suédois ont aussi été réalisés.

Le rapport présente la méthodologie des différentes étapes du programme d'essais et les résultats. Le rapport a été préparé par François Duhaime avec l'aide de Maxime St-Jean. Les essais ont été réalisés par Maxime St-Jean avec l'aide de Khalil El Mekari, Alexis Vadeboncoeur et Sébastien Ménard.

## **2. Méthodologie**

Six tubes à paroi mince ont été reçus et extraits avec un piston hydraulique au laboratoire de mécanique des sols de l'ÉTS. Chaque échantillon a été identifié par le numéro du forage et une lettre. Les échantillons ont été enveloppés dans une feuille d'aluminium puis paraffinés. Les échantillons ont ensuite été entreposés dans une chambre humide.

La teneur en eau naturelle de l'argile a été mesurée à différents moments pendant le programme d'essais. Une ou deux mesures de la teneur en eau ont tout d'abord été réalisées pour chaque tube à paroi mince lors de l'extraction. Des teneurs ont ensuite été réalisées lors des essais au cône suédois et de cisaillement triaxial. Au total, entre 1 et 9 teneurs en eau naturelles ont été mesurées pour chaque tube à paroi mince.

Trois essais au cône suédois ont été réalisés pour déterminer les limites d'Atterberg (CAN/BNQ 2501-092) et la sensibilité de l'argile (CAN/BNQ 2501-110). Les spécimens ont été choisis de manière à être représentatifs de la gamme de teneurs en eau mesurées lors de l'extraction des tubes à paroi mince.

Les essais de cisaillement triaxial ont été réalisés avec trois cheminements de contraintes différents :

- Consolidation isotrope de 150 kPa avec cisaillement non drainé (CU-150);
- Consolidation isotrope de 350 kPa avec cisaillement non drainé (CU-350);
- Consolidation isotrope de 350 kPa avec cisaillement drainé (CD-350).

Les trois cheminements de contraintes ont été appliqués à trois paires de forages représentatifs des sols présents dans trois parties du site à l'étude (BH-BBA-19-10 et BH-BBA-19-15, BH-BBA-19-18, et BH-BBA-19-20, BH-BBA-19-30 et BH-BBA-19-31).

Au total, huit essais de cisaillement triaxial ont été réalisés (tableau 1). L'essai CU-350 des forages BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20 n'a pas été réalisé en raison de la nature très sableuse du sol dans les deux tubes à paroi mince qui ont été reçus pour ces forages. Les spécimens ne gardent pas leur forme et s'affaissent lors de la préparation.



Les procédures des essais de cisaillement triaxial drainé et non drainé sont basées sur les normes ASTM D4767 et D7181. Quelques modifications ont été apportées aux procédures proposées dans ces normes. Ces modifications sont décrites dans les paragraphes suivants.

Une valeur minimum du coefficient  $B$  de Skempton (1954) de 0,95 a été visée pour assurer la saturation des spécimens et du montage. Les tubulures du montage ont été purgées avec de l'eau désaérée après l'installation de chaque spécimen pour faciliter la saturation. Des contrepressions maximales d'environ 600 et 400 kPa peuvent être appliquées pour les essais réalisés avec une contrainte de consolidation de 150 et 350 kPa respectivement. La contrepression maximale est normalement déterminée par la différence entre la pression d'air du réseau d'air comprimé de l'ÉTS (environ 750 kPa) et la contrainte de consolidation visée. Une contrepression supérieure a été imposée pour l'essai CU-350 des forages BH-BBA-19-10 et BH-BBA-19-15 en utilisant une source de pression différente. Le tableau 1 donne les contrepressions qui ont été utilisées pour chaque essai et les valeurs maximales du coefficient  $B$ . Un seul essai a mené à un coefficient  $B$  légèrement inférieur à 0,95 (Spécimen 30B, essai CU-350).

**Tableau 1 : Liste des spécimens et paramètres des essais de cisaillement triaxial.**

Paire de forages	Spécimen	Type d'essai	Vitesse de déformation (%/min)	Contrepression (kPa)	B (-)
BH-BBA-19-10 BH-BBA-19-15	15B	CU-150	$3,9 \times 10^{-3}$	370	0,97
	15C	CU-350	$8,2 \times 10^{-3}$	570	0,97
	15D	CD-350	$1,6 \times 10^{-3}$	370	0,97
BH-BBA-19-18 BH-BBA-19-20	18B	CU-150	$1,8 \times 10^{-3}$	370	0,95
	18D	CD-350	$1,9 \times 10^{-3}$	320	0,97
BH-BBA-19-30 BH-BBA-19-31	30C	CU-150	$1,0 \times 10^{-2}$	520	0,96
	30B	CU-350	$6,8 \times 10^{-3}$	400	0,91
	30A	CD-350	$1,3 \times 10^{-3}$	270	0,97

Les contraintes de consolidation isotropes d'environ 150 et 350 kPa ont été appliquées en un seul palier. La consolidation des premiers spécimens a été réalisée avec possibilité de drainage à une seule extrémité du spécimen (simple drainage). Le montage a été modifié pendant la série d'essais pour permettre le drainage aux deux extrémités (double drainage) conformément aux normes ASTM D4767 et D7181. Ce changement permet de réduire la durée des essais par un facteur 4. Le  $t_{90}$ , le temps nécessaire pour compléter 90 % de la consolidation primaire, a été calculé pour chaque spécimen à partir de la relation entre le changement de volume et la racine du temps écoulé depuis le début de la consolidation (méthode de Taylor). Le  $t_{90}$  permet entre autres de calculer le coefficient de consolidation ( $c_v$ ) :

$$c_v = \frac{0,848 H_{dr}^2}{t_{90}} \quad (1)$$

où  $H_{dr}$  est la longueur ou la demi-longueur du spécimen selon les conditions de drainage (simple ou double).

Pour chaque essai drainé (CD-350), la vitesse maximale de la presse a été fixée à partir du  $t_{90}$  selon la relation proposée dans la norme ASTM D7181 :

$$\dot{\epsilon} = \frac{4}{10 t_{90}} \quad (2)$$

où la vitesse maximale de la presse  $\dot{\epsilon}$  est donnée en pourcentage par minute pour un  $t_{90}$  en minutes. Pour les essais non drainés, la norme ASTM D4767 propose de définir la vitesse maximale de la presse en fonction du  $t_{50}$ , le temps nécessaire pour compléter 50 % de la consolidation primaire :

$$\dot{\epsilon} = \frac{4}{10 t_{50}} \quad (3)$$

Le  $t_{50}$  peut être calculé à partir du  $t_{90}$  selon les facteurs temps de la théorie de la consolidation de Terzaghi :

$$t_{50} = \frac{0,197}{0,838} t_{90} \quad (4)$$

Le cisaillement a été arrêté lorsque la déformation axiale a atteint 15 %. Certains essais ont été arrêtés pour des déformations inférieures à 15% lorsque la contrainte déviatorique diminuait de plus de 20% par rapport à la valeur maximale atteinte.

La section initiale du spécimen pour l'étape de cisaillement ( $A_c$ ) a été calculée en supposant une déformation isotrope pendant la saturation :

$$A_c = \frac{V_0 - \Delta V_c - 3V_0 \frac{\Delta H_s}{H_0}}{H_0 - \Delta H_c - \Delta H_s} \quad (5)$$

où  $H_0$  et  $V_0$  sont respectivement la hauteur et le volume initial du spécimen mesurés avant l'installation dans la cellule,  $\Delta V_c$  est le changement de volume durant la consolidation,  $\Delta H_c$  et  $\Delta H_s$  sont respectivement les changements de longueur du spécimen durant la consolidation et la saturation. Les diminutions de volume et de longueur représentent des valeurs positives de  $\Delta V_c$ ,  $\Delta H_c$  et  $\Delta H_s$  dans l'équation 5. Les changements de longueur sont donnés par le déplacement de la presse nécessaire pour maintenir le piston en contact avec le spécimen.

La contrainte déviatorique a été corrigée afin de tenir compte de l'effet de confinement de la membrane selon la méthode proposée dans les normes ASTM D4767 et D7181 :

$$\Delta(\sigma_1 - \sigma_3)_m = \frac{4E_m t_m \frac{\epsilon}{100}}{\sqrt{\frac{4A_c}{\pi}}} \quad (6)$$

Où  $\epsilon$  est la déformation axiale en pourcentage,  $t_m$  est l'épaisseur de la membrane (0,3 mm pour les essais de ce rapport) et  $E_m$  est le module d'Young de la membrane (1400 kPa pour les essais de ce rapport).

### 3. Résultats

Cette section présente les principaux résultats du programme d'essais. Des résultats détaillés pour chaque section sont présentés dans les annexes.

### 3.1. Détubage et teneur en eau naturelle

Des photographies du contenu de chaque tube à paroi mince sont présentées à l'annexe 1. Le haut du tube est du côté gauche de chaque photographie.

Les échantillons sont relativement hétérogènes. L'argile est parfois très molle ou très sableuse (figure 1). Les argiles plus sableuses sont associées à des teneurs en eau plus faibles. Le forage BH-BBA-19-15 présente des teneurs en eau plus élevées. Les forages BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20 sont plus sableux.

L'hétérogénéité de l'argile peut être montrée à l'aide de profils de la teneur en eau en fonction de la profondeur (figure 2). Les deux forages comportant le plus de mesures de la teneur en eau ont été utilisés pour tracer cette figure. On remarque que les teneurs en eau se situent principalement entre 30 et 65 %.



Figure 1 : Exemple d'argile très sableuse (BH-BBA-19-18).

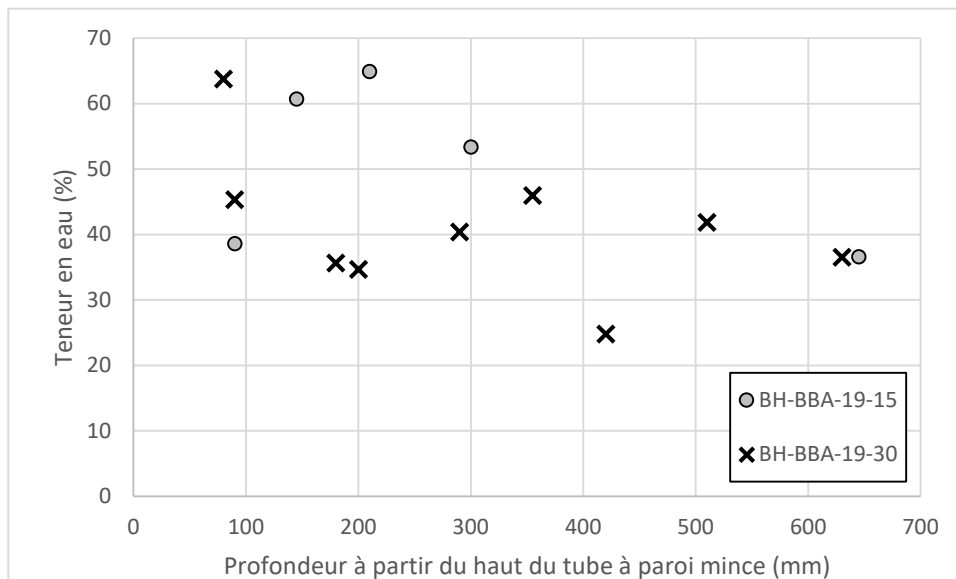


Figure 2 : variabilité de la teneur en eau naturelle.

### 3.2. Cône suédois

Le tableau 2 présente une synthèse des résultats des essais de cône suédois. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 2. Le spécimen 31B a été choisi parce que l'argile était très molle par rapport aux autres spécimens. Les deux autres spécimens sont plus représentatifs du comportement général de l'argile. On remarque que leur teneur en eau correspond approximativement aux valeurs minimum et maximum de la gamme de teneur en eau de la figure 2. Des résistances au cisaillement non drainé à l'état intact ( $c_u$ ) de 21 et 35 kPa ont été obtenus pour ces deux spécimens.

**Tableau 2 : Résultats des essais de cône suédois**

Spécimen	$w$ (%)	$w_L$ (%)	$w_p$ (%)	$I_p$ (%)	$I_L$ (-)	$c_u$ (kPa)	$c_{ur}$ (kPa)	$S_r$ (-)
15A	60,7	65	24	42	0,9	35	3,4	10
18A	34,2	33	15	18	1,0	21	1,7	13
31B	36,7	33	17	17	1,2	4,1	1,4	3

### 3.3. Consolidation

Le tableau 3 présente une synthèse des résultats obtenus lors de la consolidation des spécimens.

En raison de lectures erronées du capteur de changement de volume, les changements de volume du spécimen 18D ont été calculés à partir du changement de longueur durant la consolidation en supposant une déformation isotrope.

Tous les spécimens produisent des relations entre la diminution de volume et la racine du temps écoulé depuis le début de la consolidation qui peuvent être interprétées par la méthode de Taylor.

Malgré l'hétérogénéité rapportée à la section 3.1, la compressibilité des spécimens ( $\Delta V_c/\Delta\sigma$ ) est relativement uniforme.

**Tableau 3 : Résultats de la consolidation**

Spécimen	Type d'essai	$\Delta V_c$ (cm <sup>3</sup> )	Compressibilité (kPa <sup>-1</sup> )	$c_v$ (m <sup>2</sup> /an)
15-B	CU-150	11,1	$4,7 \times 10^{-4}$	10,1
15-C	CU-350	22,1	$3,6 \times 10^{-4}$	19,3
15-D	CD-350	19,6	$3,4 \times 10^{-4}$	16,3
18-B	CU-150	13,4	$6,7 \times 10^{-4}$	3,3
18-D	CD-350	17,9	$3,1 \times 10^{-4}$	17,7
30-C	CU-150	9,4	$3,2 \times 10^{-4}$	20,0
30-B	CU-350	20,5	$3,5 \times 10^{-4}$	16,6
30-A	CD-350	22,1	$3,5 \times 10^{-4}$	12,9

### 3.4. Cisaillement triaxial

Cette section résume les résultats des essais de cisaillement triaxial. Des photographies des spécimens avant l'installation dans la cellule et après le cisaillement sont présentées à l'annexe 3. Les résultats détaillés sont présentés à l'annexe 4.

La figure 3 présente les cheminements de contrainte avec  $q = (\sigma_1' - \sigma_3')/2$  et  $p' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$  pour l'ensemble des essais de cisaillement triaxial. Malgré la variabilité des teneurs en eau, on remarque que les essais mènent à une enveloppe de rupture cohérente. L'enveloppe qui est tracée à la figure 3 correspond à un angle de frottement interne  $\phi' = 30^\circ$  et une cohésion effective nulle, un résultat cohérent avec ceux qui sont rapportés dans la littérature pour les argiles marines à l'état normalement consolidé (p. ex. Leroueil et al. 1985).

Les essais drainés donnent des résultats qui apparaissent plus variables que ceux des essais non drainés (figure 3). On peut donner deux explications à cette observation. On note tout d'abord que la contrainte déviatorique maximale pour les essais drainés est atteinte pour de grandes déformations (figure 4). La contrainte déviatorique continue d'ailleurs à augmenter à l'approche du critère d'arrêt de la norme D7181 ( $\varepsilon = 15\%$ ). Les contraintes dans le spécimen sont moins bien connues pour de grandes déformations en raison de la distorsion des spécimens (annexe 3). La contrainte déviatorique à la rupture qui est plus élevée pour le spécimen 18D est probablement associée à la nature très sableuse des spécimens des forages BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20. On remarque d'ailleurs que le spécimen 18D présente la teneur en eau initiale la plus faible parmi tous les spécimens (tableau 4). L'extrémité du cheminement de contrainte du spécimen 18D correspond à un angle  $\phi' = 35^\circ$ .

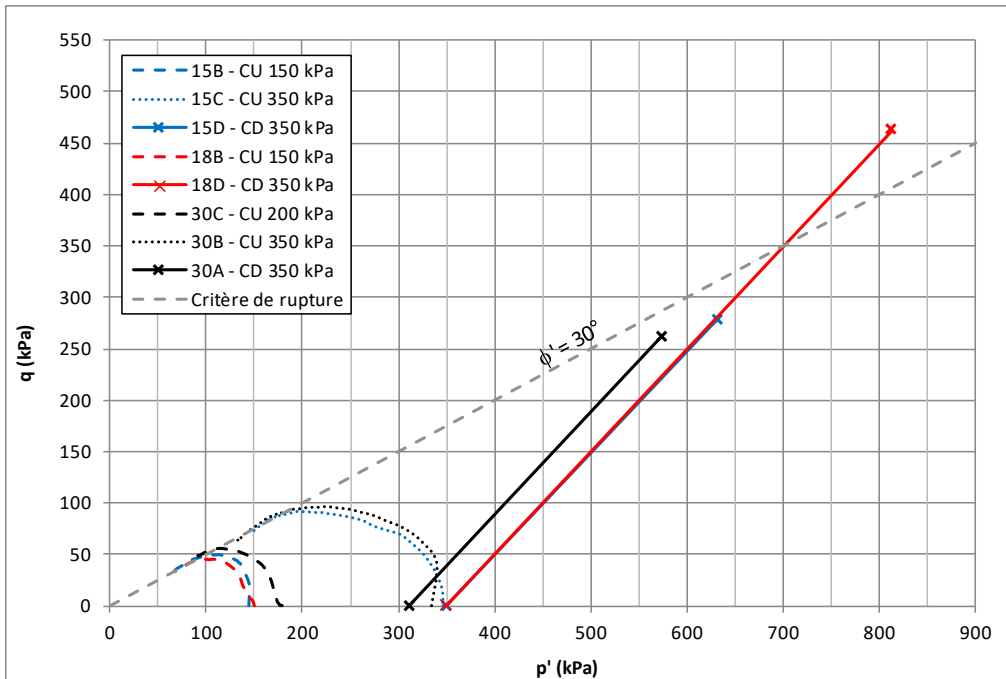
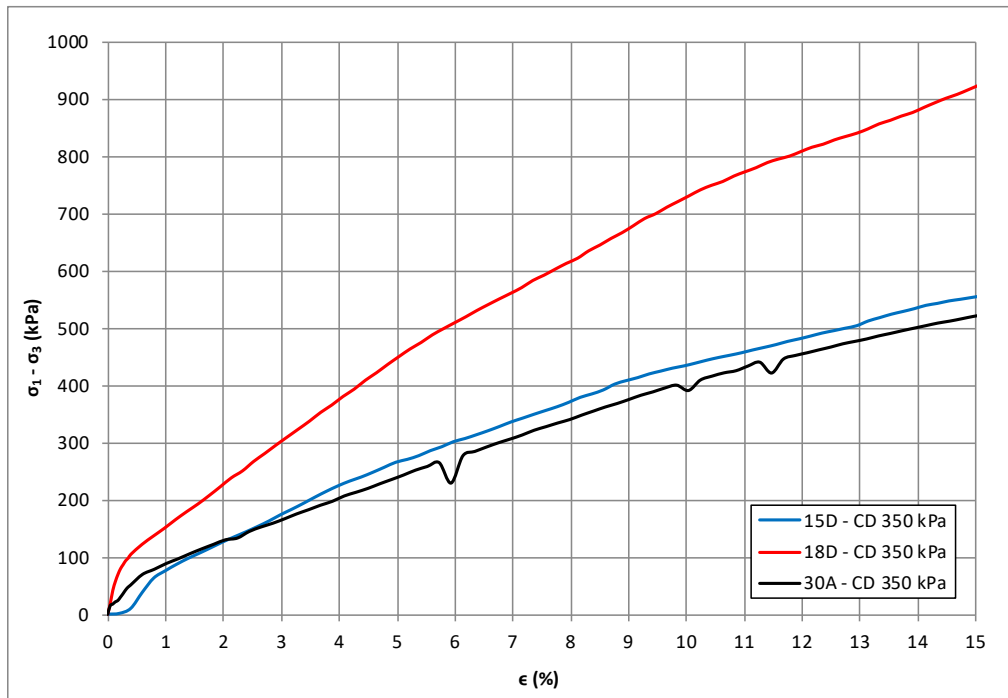


Figure 3 : Cheminement de contrainte pour l'ensemble des essais de cisaillement triaxial.



**Figure 4 : Relation entre la contrainte déviatorique et la déformation axiale pour les essais drainés avec une contrainte de consolidation de 350 kPa.**

**Tableau 4 : Teneurs en eau pour les essais de cisaillement triaxial.**

Spécimen	Type d'essai	Teneur en eau initiale (%)	Teneur en eau finale (%)
15-B	CU-150	59,1	49,9
15-C	CU-350	52,8	41,3
15-D	CD-350	52,3	36,2
18-B	CU-150	42,8	37,9
18-D	CD-350	36,6	24,3
30-C	CU-150	46,0	43,1
30-B	CU-350	37,5	36,7
30-A	CD-350	40,5	29,5

Les figures 5 et 6 présentent respectivement la contrainte déviatorique et la pression interstitielle pour les essais non drainés. Les résultats sont représentatifs d'argiles normalement consolidées avec un comportement contractant. Des pressions interstitielles positives ont été générées pour tous les spécimens. Ces résultats sont cohérents avec les diminutions de volume qui ont été observées pour les essais drainés (figure 7).

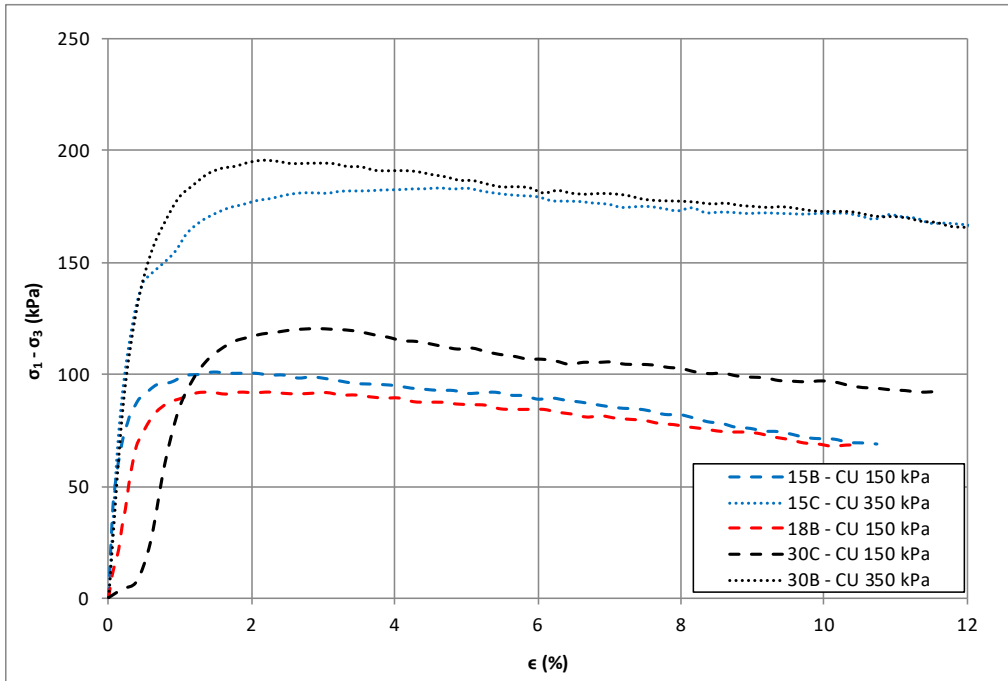


Figure 5 : Contrainte déviatorique pour les essais non drainés.

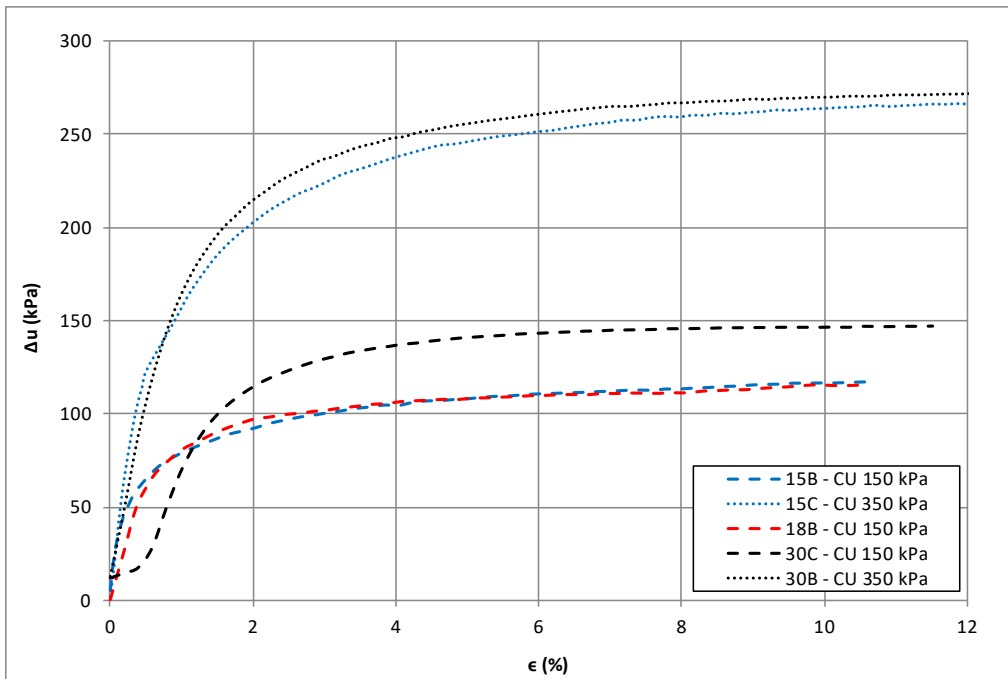
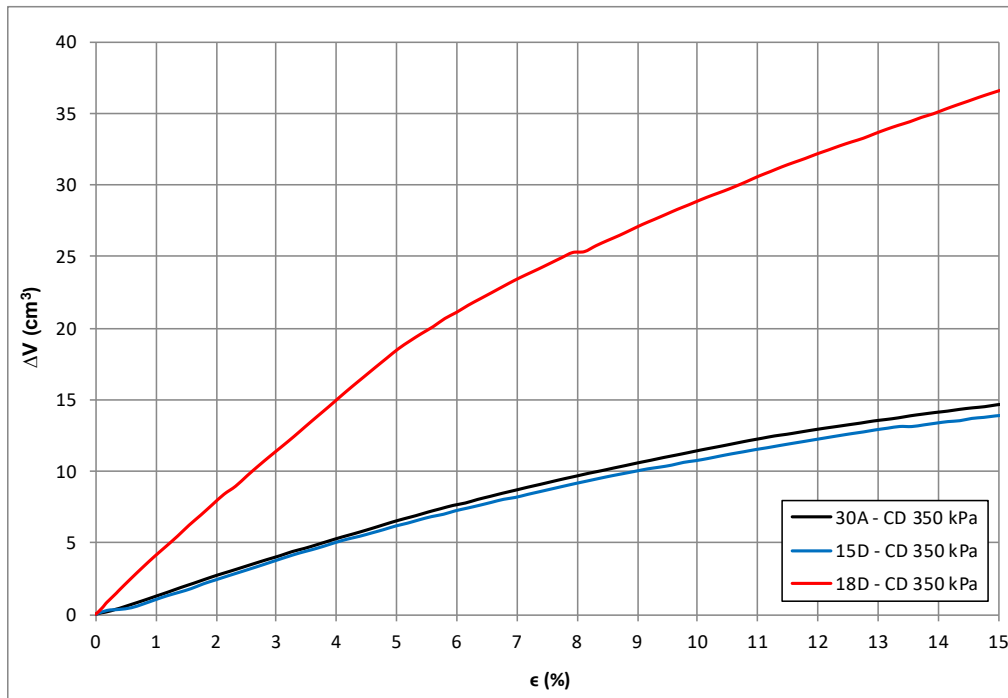


Figure 6 : Pression interstitielle pour les essais non drainés.



**Figure 7 : Relation entre le changement de volume et la déformation axiale pour les essais drainés avec une contrainte de consolidation de 350 kPa.**

#### 4. Conclusion

Ce rapport présente les résultats de l'extraction de six tubes à parois mince et de la réalisation de trois essais au cône suédois et huit essais de cisaillement triaxial.

Les échantillons obtenus lors de l'extraction des tubes à paroi mince sont hétérogènes avec une teneur en eau qui varie principalement entre 30 et 65 %. La présence d'horizons plus sableux a été observée. La nature sableuse des échantillons des forages BH-BBA-19-18 et BH-BBA-19-20 a seulement permis la réalisation de deux essais de cisaillement triaxial.

Les huit spécimens ont montré un comportement contractant lors des essais de cisaillement triaxial pour des contraintes de consolidation isotrope de 150 et 350 kPa. Ce comportement se manifeste par une augmentation des pressions interstitielles pour les essais non drainés et une diminution du volume pour les essais drainés. Les cheminements de contrainte sont cohérents avec un angle  $\phi' = 30$  pour tous les spécimens sauf pour le spécimen 18D, plus sableux, qui présente une plus grande résistance au cisaillement ( $\phi' = 35$ ).



## 5. Références

ASTM International. 2011. *Standard Test Method for Consolidated Drained Triaxial Compression Test for Soils*. Norme ASTM D7181.

ASTM International. 2011. *Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils*. Norme ASTM D4767.

CAN/BNQ. 2014. *Sols – Détermination de la limite de liquidité à l'aide du pénétromètre à cône et de la limite de plasticité*. Norme CAN/BNQ 2501-92.

CAN/BNQ. 2014. *Sols – Détermination de la résistance au cisaillement non drainé et de la sensibilité des sols cohérents à l'aide du pénétromètre à cône*. Norme CAN/BNQ 2501-110.

Leroueil, S., Magnan, J.-P., & Tavenas, F. (1985). *Remblais sur argiles molles*. Paris: Lavoisier.

Skempton, A. W. 1954. The pore-pressure coefficients A and B. *Géotechnique*, 4, 143–147.

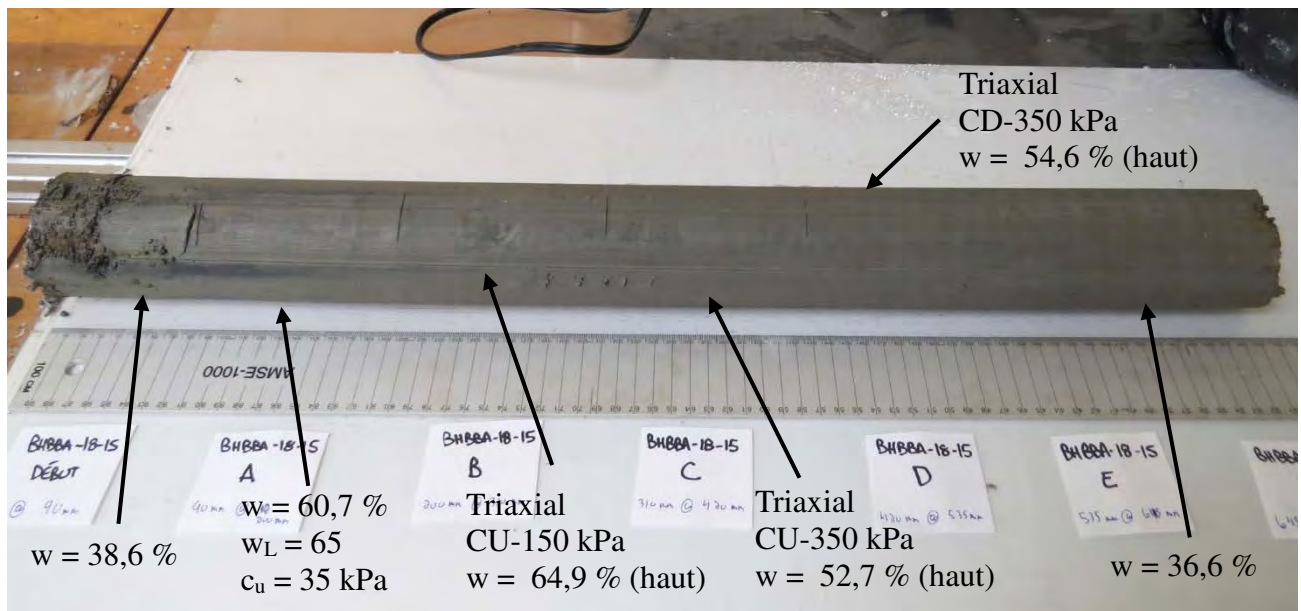
## **Annexe 1**

**Photographies des échantillons lors de l'extraction des tubes à paroi mince**

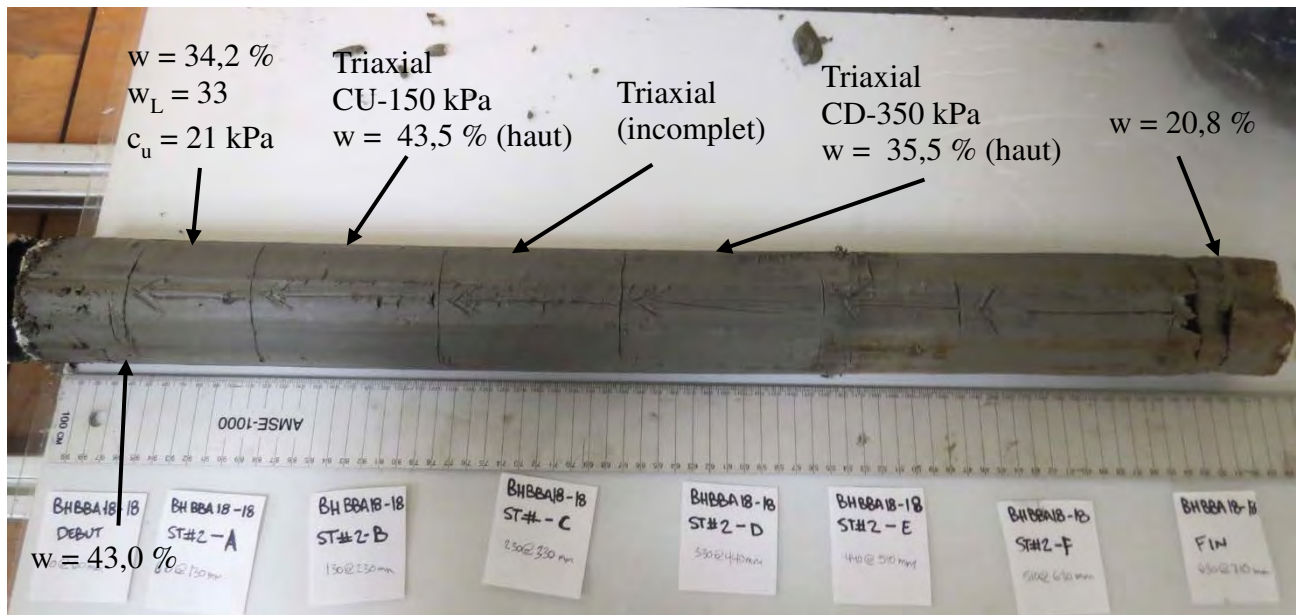
BH-BBA-19-10 (ST5)



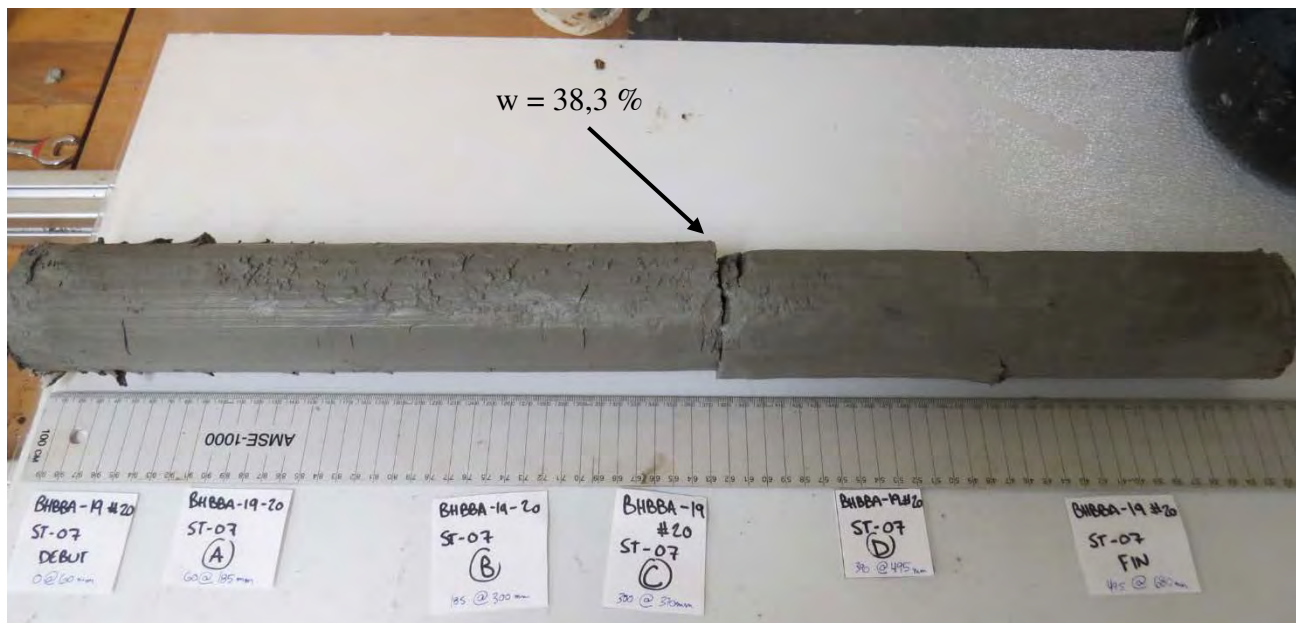
BH-BBA-19-15



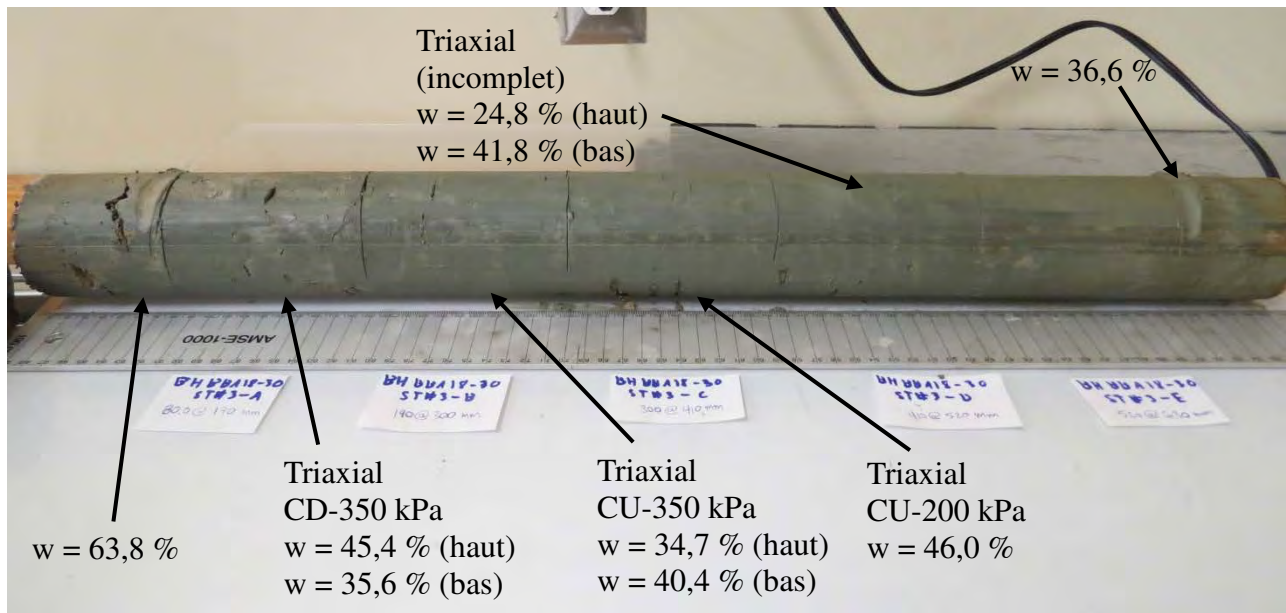
BH-BBA-19-18 (ST2)



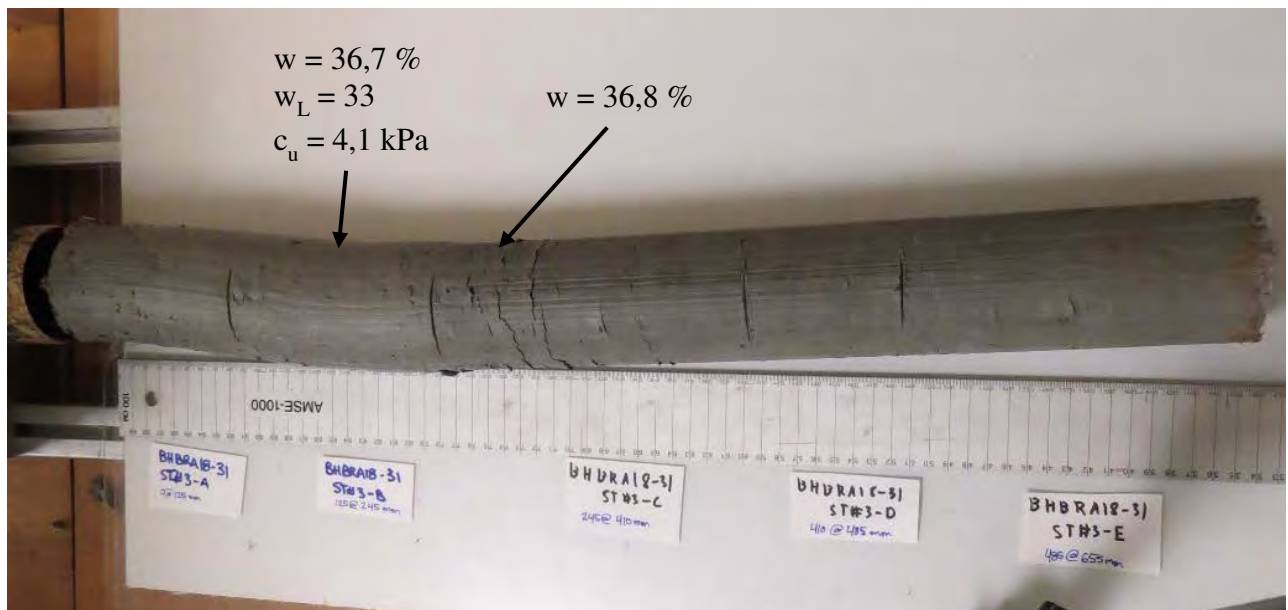
BH-BBA-19-20 (ST7)



BH-BBA-19-30 (ST3)



BH-BBA-19-31 (ST3)



**Annexe 2**  
**Résultats détaillés des essais au cône suédois**

**DÉTÉRMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG**

(PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS BNQ 2501-092)

Date: 15-mai-19

Essai n°:

Réalisé par: Maxime St-Jean

Projet: BBA - Triaxial - Été 2019

Description:

Lieu du projet: \_\_\_\_\_

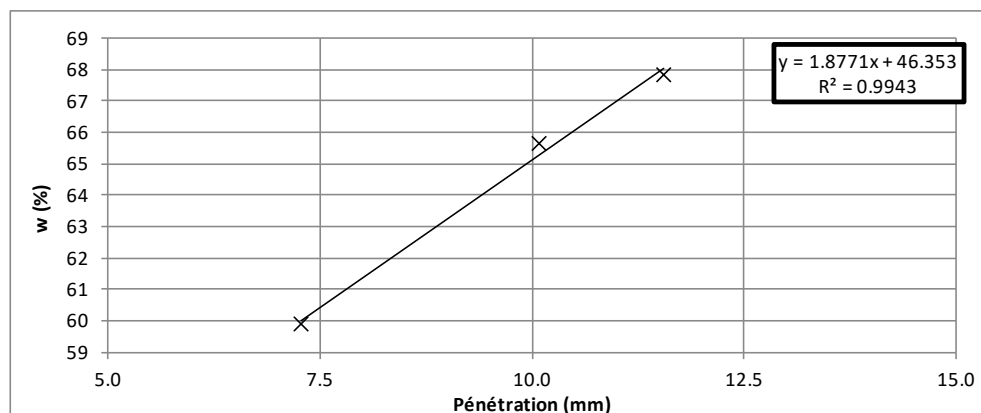
Forage: BH-BBA-19-15

Tube : ST-3

Profondeur: Spécimen A

**LIMITE DE LIQUIDITÉ**

Essai no :	1	2	3	
Récipient:	B2-1C	B-56	XT-73	
Tare (g) :	20.14	17.08	19.65	
Tare + sol humide (g) :	40.11	30.53	35.71	
Tare + sol sec (g) :	32.63	25.20	29.22	
Masse d'eau (g) :	7.48	5.33	6.49	
Masse sol sec (g) :	12.49	8.12	9.57	
Teneur en eau (%) :	59.89	65.64	67.82	
Pénétration (mm) :	7.28	10.09	11.56	

**LIMITE DE PLASTICITÉ**

Essai no :	1	2
Récipient:	X2-37	B8-4C
Tare (g) :	19.14	20.03
Tare + sol humide (g) :	29.28	30.68
Tare + sol sec (g) :	27.15	28.86
Masse d'eau (g) :	2.13	1.82
Masse sol sec (g) :	8.01	8.83
Teneur en eau (%) :	26.6	20.6

**SOMMAIRE**

$w_L$  (%) 65 (Teneur en eau à une pénétration de 10 mm)  
 $w_P$  (%) 24

**SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS**

(PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS BNQ 2501-110)

Date: 15-mai-19

Essai n°:

Réalisé par: Maxime St-Jean

Projet: BBA - Triaxial - Été 2019

Description:

Lieu du projet: \_\_\_\_\_

Forage: BH-BBA-19-15

Tube : ST-3

Profondeur: Spécimen A

**TENEURS EN EAU**

État :	Non remanié	Remanié
Récipient :	B2-5C	B5-1C
Tare (g) :	20.13	20.09
Tare + sol humide (g) :	34.03	37.62
Tare + sol sec (g) :	28.54	31.00
Masse d'eau (g) :	5.49	6.62
Masse sol sec (g) :	8.41	10.91
Teneur en eau (%) :	65.3	60.7

**PÉNÉTRATIONS**

Essai non remanié (mm)		
série 1	série 2	série 3
100 g / 30°		
5.34		
5.18		
5.34		
4.99		
5.56		

Essai remanié (mm)	
série 1	série 2
60 g / 60°	60 g / 60°
7.42	7.38
7.07	7.20
6.77	7.10

Moyenne :

7.09      7.23

**RÉSISTANCE AU CISAILEMENT ET SENSIBILITÉ**

Essai non remanié

Cône de 100 g / 30°

$$(P_{100})^2 = \frac{\sum(P_{100})^2}{N} = 27.9$$

$$K_{30} = 1.00$$

$$c_u \text{ (kPa)} = 35$$

$$S_t = 10$$

Essai remanié

Cône de 60 g / 60°

$$(P_{60})^2 = \frac{\sum(P_{60})^2}{N} = 52.2$$

$$K_{60} = 0.30$$

$$c_{ur} \text{ (kPa)} = 3.4$$

**SOMMAIRE**

$$c_u \text{ (kPa)} = \underline{\underline{35}}$$

$$c_{ur} \text{ (kPa)} = \underline{\underline{3.4}}$$

$$S_t \text{ (-)} = \underline{\underline{10}}$$



**DÉTÉRMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG**

(PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS BNQ 2501-092)

Date: 08-mai-19

Essai n°:

Réalisé par: Maxime St-Jean

Projet: BBA - Triaxial - Été 2019

Description:

Lieu du projet:

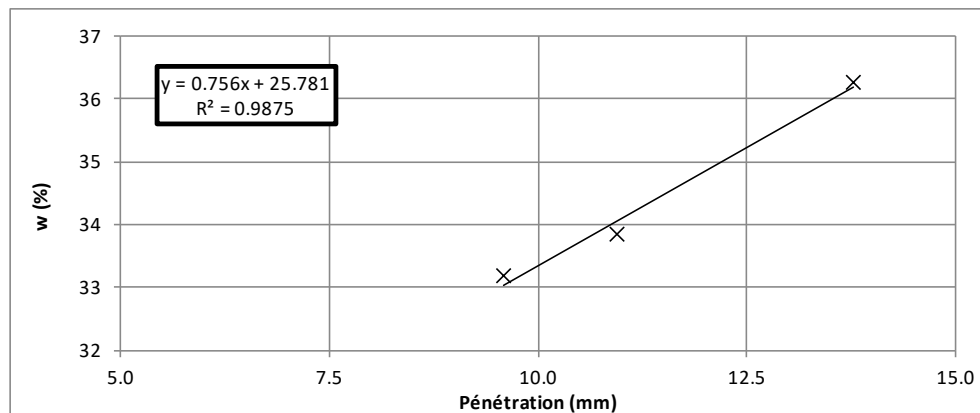
Forage: BH-BBA-19-18

Tube : ST-2

Profondeur: Spécimen A

**LIMITE DE LIQUIDITÉ**

Essai no :	1	2	3	
Récipient:	KY-52	XX-7	B-68	
Tare (g) :	18.98	19.95	16.78	
Tare + sol humide (g) :	35.68	37.82	35.08	
Tare + sol sec (g) :	31.52	33.30	30.21	
Masse d'eau (g) :	4.16	4.52	4.87	
Masse sol sec (g) :	12.54	13.35	13.43	
Teneur en eau (%) :	33.17	33.86	36.26	
Pénétration (mm) :	9.60	10.96	13.78	

**LIMITE DE PLASTICITÉ**

Essai no :	1	2
Récipient:	DD-11	XX-5
Tare (g) :	18.98	20.09
Tare + sol humide (g) :	34.06	33.98
Tare + sol sec (g) :	32.11	32.08
Masse d'eau (g) :	1.95	1.9
Masse sol sec (g) :	13.13	11.99
Teneur en eau (%) :	14.9	15.8

**SOMMAIRE**

$w_L(\%)$  33 (Teneur en eau à une pénétration de 10 mm)  
 $w_p(\%)$  15

**SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS**

(PÉNÉTRMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS BNQ 2501-110)

Date: 08-mai-19

Essai n°:

Réalisé par: Maxime St-Jean

Projet: BBA - Triaxial - Été 2019

Description:

Lieu du projet:

Forage: BH-BBA-19-18

Tube : ST-2

Profondeur: Spécimen A

**TENEURS EN EAU**

État :	Non remanié	Remanié
Récipient :	W-426	CB-2
Tare (g) :	19.99	19.09
Tare + sol humide (g) :	35.04	33.99
Tare + sol sec (g) :	30.82	30.19
Masse d'eau (g) :	4.22	3.80
Masse sol sec (g) :	10.83	11.10
Teneur en eau (%) :	39.0	34.2

**PÉNÉTRATIONS**

Essai non remanié (mm)		
série 1	série 2	série 3
100 g / 30°		
6.22		
7.46		
7.11		
5.85		
7.08		

Essai remanié (mm)	
série 1	série 2
60 g / 60°	60 g / 60°
10.61	10.61
10.19	10.28
9.96	10.06
Moyenne :	10.17

Moyenne :

**RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT ET SENSIBILITÉ**

Essai non remanié

Cône de 100 g / 30°

$$(P_{100})^2 = \frac{\sum(P_{100})^2}{N} = 45.8$$

$$K_{30} = 1.00$$

$$c_u \text{ (kPa)} = 21$$

$$S_t = 13$$

Essai remanié

Cône de 60 g / 60°

$$(P_{60})^2 = \frac{\sum(P_{60})^2}{N} = 103.4$$

$$K_{60} = 0.30$$

$$c_{ur} \text{ (kPa)} = 1.7$$

**SOMMAIRE**

$c_u$ (kPa)	21
$c_{ur}$ (kPa)	1.7
$S_t$ (-)	13

**DÉTÉRMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG**

(PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS BNQ 2501-092)

Date: 08-mai-19

Essai n°:

Réalisé par: Maxime St-Jean

Projet: BBA - Triaxial - Été 2019

Lieu du projet: \_\_\_\_\_

Forage: BH-BBA-19-31

Tube : ST-3

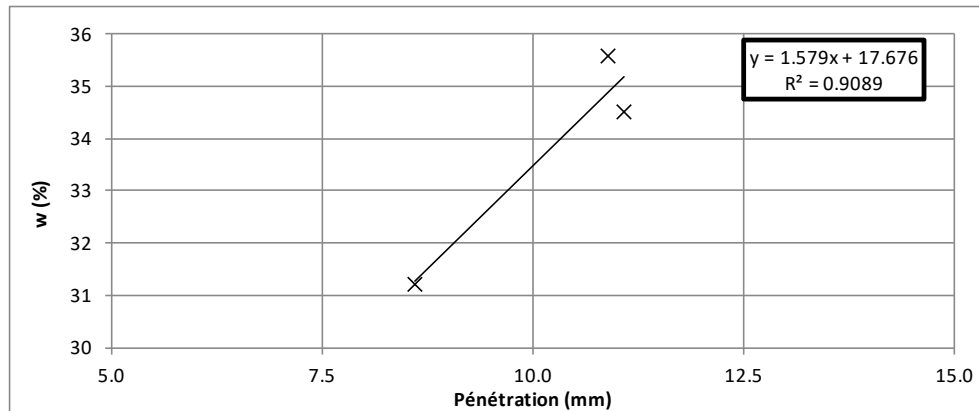
Profondeur: Spécimen B

Description:

Argile grise, très molle à l'état intact. Pas très sensible.

**LIMITE DE LIQUIDITÉ**

Essai no :	1	2	3	
Récipient:	MM-03	B4-76	YY-4	
Tare (g) :	19.06	19.89	19.88	
Tare + sol humide (g) :	42.34	46.66	37.08	
Tare + sol sec (g) :	36.23	39.79	32.99	
Masse d'eau (g) :	6.11	6.87	4.09	
Masse sol sec (g) :	17.17	19.90	13.11	
Teneur en eau (%) :	35.59	34.52	31.20	
Pénétration (mm) :	10.89	11.09	8.60	

**LIMITE DE PLASTICITÉ**

Essai no :	1	2
Récipient:	AC-21	B3-8C
Tare (g) :	20.01	20.23
Tare + sol humide (g) :	30.40	30.48
Tare + sol sec (g) :	28.89	29.05
Masse d'eau (g) :	1.51	1.43
Masse sol sec (g) :	8.88	8.82
Teneur en eau (%) :	17.0	16.2

**SOMMAIRE** $w_L(\%)$  33 (Teneur en eau à une pénétration de 10 mm) $w_p(\%)$  17

**SENSIBILITÉ DES SOLS COHÉRENTS**

(PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS BNQ 2501-110)

Date: 08-mai-19

Essai n°:

Réalisé par: Maxime St-Jean

Projet: BBA - Triaxial - Été 2019

Description:

Lieu du projet:

Forage: BH-BBA-19-31

Tube : ST-3

Profondeur: Spécimen B

**TENEURS EN EAU**

État :	Non remanié	Remanié
Réceptient :	WV-76	XC-61
Tare (g) :	19.24	19.05
Tare + sol humide (g) :	43.90	39.18
Tare + sol sec (g) :	36.84	33.78
Masse d'eau (g) :	7.06	5.40
Masse sol sec (g) :	17.60	14.73
Teneur en eau (%) :	40.1	36.7

**PÉNÉTRATIONS**

Essai non remanié (mm)		
série 1	série 2	série 3
100 g / 30°		
12.70		
15.32		
22.50		
14.13		
16.62		

Essai remanié (mm)	
série 1	série 2
60 g / 60°	60 g / 60°
12.46	12.25
11.65	10.93
11.21	11.77

Moyenne :

11.43 11.35

**RÉSISTANCE AU CISAILEMENT ET SENSIBILITÉ**

Essai non remanié

Cône de 100 g / 30°

$$(P_{100})^2 = \frac{\sum(P_{100})^2}{N} = 236.9$$

$$K_{30} = 1.00$$

$$c_u \text{ (kPa)} = 4.1$$

$$S_t = 3$$

Essai remanié

Cône de 60 g / 60°

$$(P_{60})^2 = \frac{\sum(P_{60})^2}{N} = 129.0$$

$$K_{60} = 0.30$$

$$c_{ur} \text{ (kPa)} = 1.4$$

**SOMMAIRE**

$$c_u \text{ (kPa)} = \underline{4.1}$$

$$c_{ur} \text{ (kPa)} = \underline{1.4}$$

$$S_t \text{ (-)} = \underline{3}$$

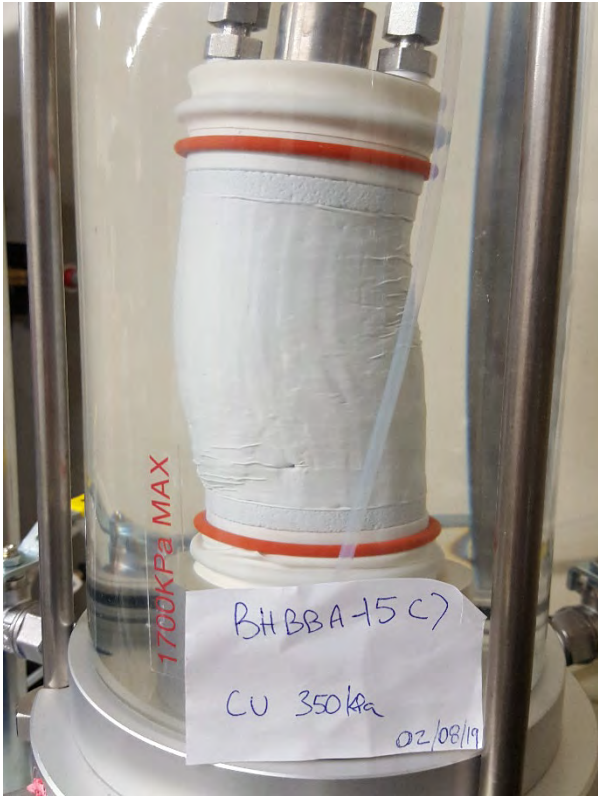
### **Annexe 3**

#### **Photographies des spécimens pour les essais de cisaillement triaxial**

Spécimen 15B (CU 150 kPa)



Spécimen 15C (CU 350 kPa)

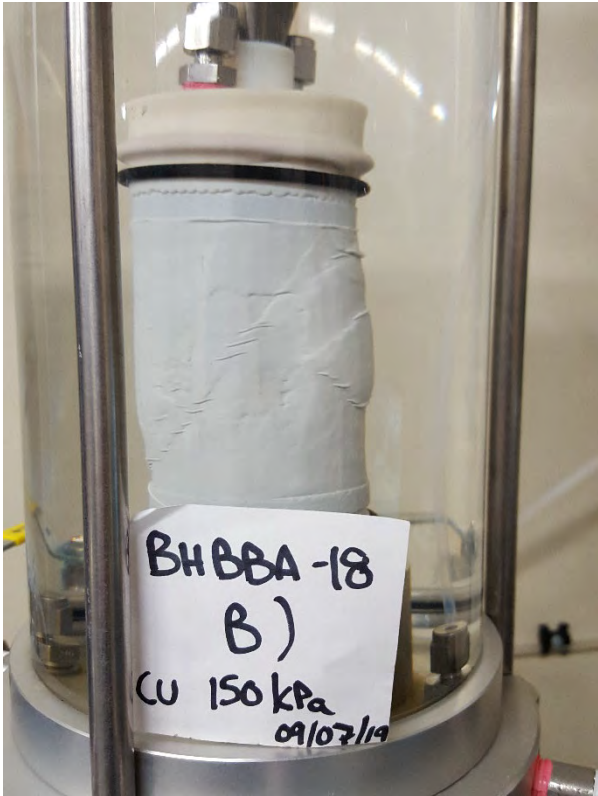
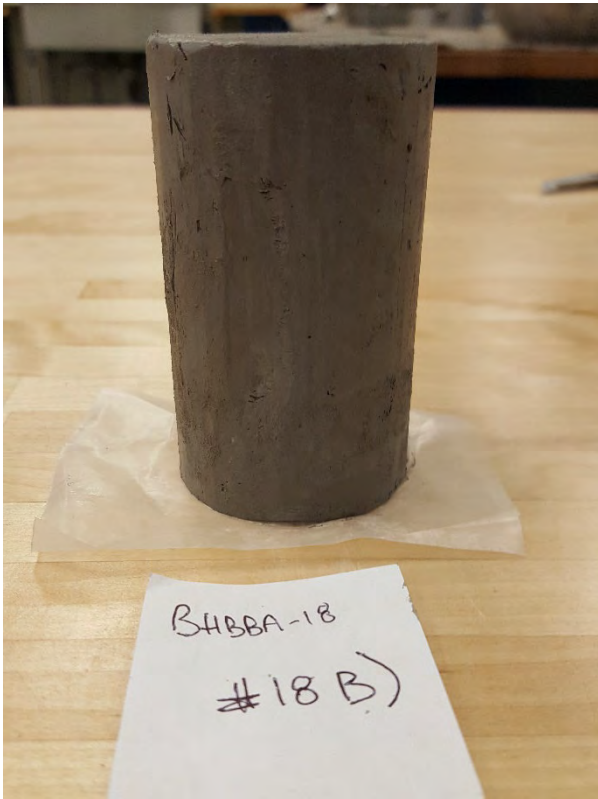


Spécimen 15D (CD 350 kPa)

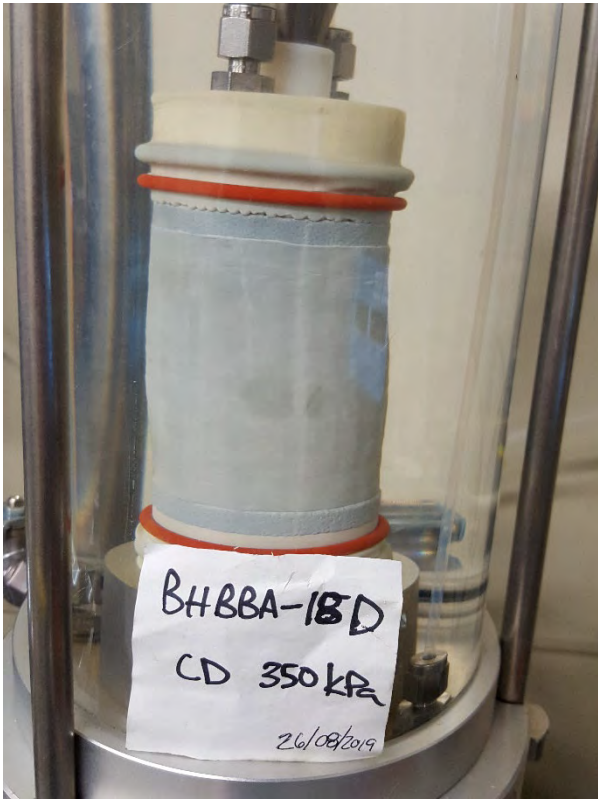
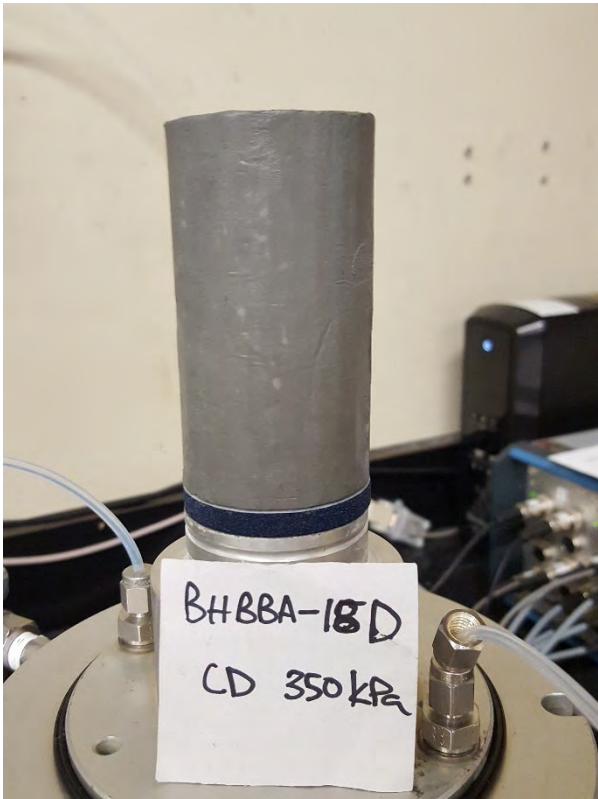




Spécimen 18B (CU 150 kPa)



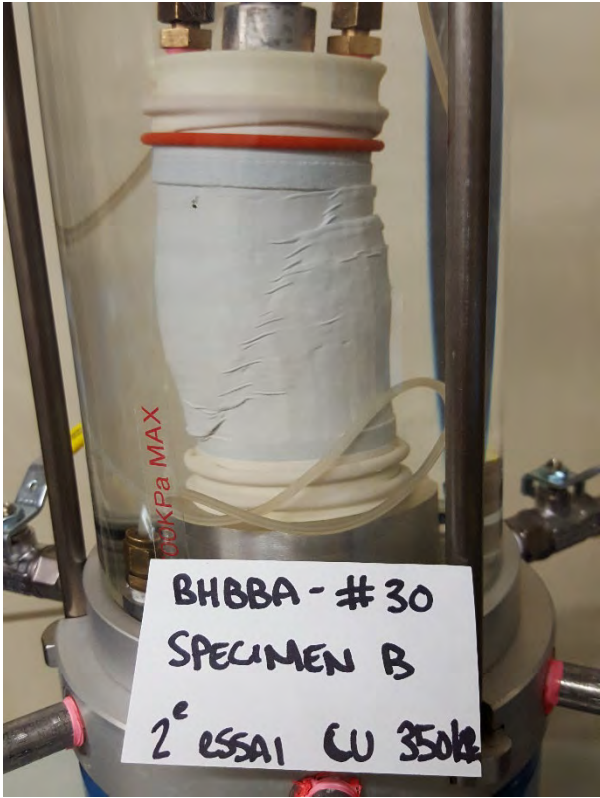
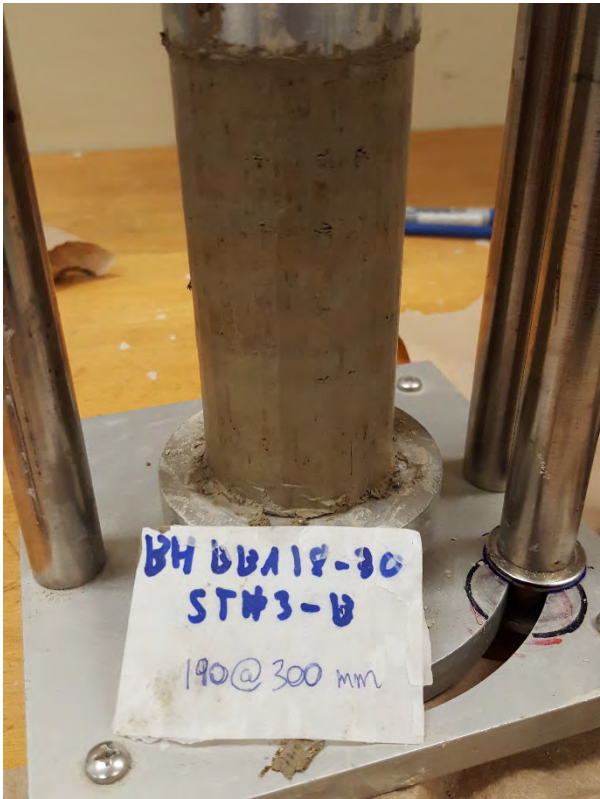
Spécimen 18D (CD 350 kPa)



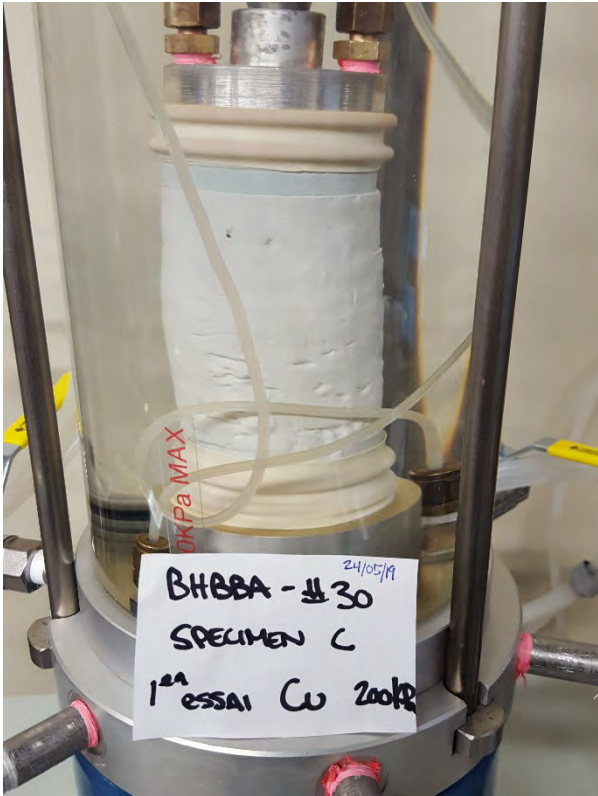
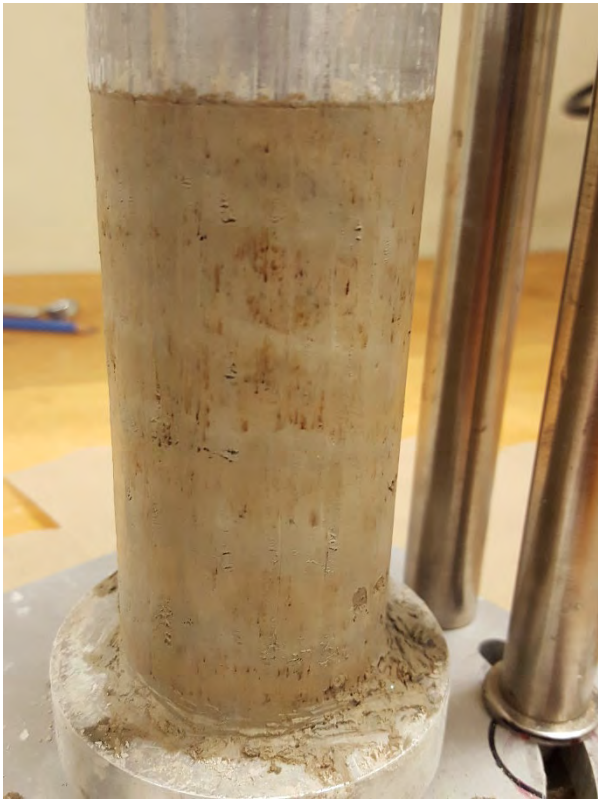
Spécimen 30A (CD 350 kPa)



Spécimen 30B (CU 350 kPa)



Spécimen 30C (CU 150 kPa)



## **Annexe 4**

### **Résultats détaillés des essais de cisaillement triaxial**

Spécimen 15B (CU 150 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1846,15	0,0	0,00	0,00	144,17	0,00
0,05	1847,12	70,1	0,02	37,92	144,79	18,96
0,11	1848,10	100,1	0,04	54,13	142,63	27,07
0,16	1849,07	119,1	0,06	64,37	140,07	32,19
0,21	1850,04	134,6	0,07	72,71	138,26	36,35
0,26	1851,02	144,7	0,09	78,06	136,90	39,03
0,32	1852,00	154,7	0,11	83,40	135,28	41,70
0,37	1852,98	159,2	0,13	85,77	133,21	42,89
0,42	1853,96	164,7	0,15	88,68	132,45	44,34
0,47	1854,94	167,2	0,17	89,96	130,62	44,98
0,67	1858,62	177,2	0,24	95,10	125,52	47,55
0,87	1862,32	179,7	0,31	96,19	121,25	48,09
1,07	1866,04	185,7	0,38	99,14	118,96	49,57
1,26	1869,77	187,2	0,44	99,68	116,10	49,84
1,46	1873,51	189,7	0,51	100,75	113,77	50,37
1,66	1877,27	189,2	0,58	100,21	110,64	50,10
1,86	1881,05	189,7	0,65	100,20	108,95	50,10
2,05	1884,84	190,2	0,72	100,19	106,99	50,10
2,25	1888,65	189,2	0,79	99,39	104,25	49,70
2,45	1892,47	189,7	0,86	99,38	102,69	49,69
2,64	1896,30	187,7	0,93	98,06	100,46	49,03
2,84	1900,16	189,2	1,00	98,58	99,68	49,29
3,04	1904,02	188,2	1,07	97,78	97,98	48,89
3,24	1907,91	186,7	1,14	96,72	96,41	48,36
3,43	1911,81	185,2	1,21	95,67	94,59	47,83
3,63	1915,72	185,2	1,28	95,40	93,67	47,70
3,83	1919,65	185,2	1,35	95,13	92,50	47,57
4,03	1923,60	184,7	1,42	94,60	92,49	47,30
4,22	1927,57	183,2	1,49	93,56	90,41	46,78
4,42	1931,55	182,7	1,56	93,03	89,24	46,52
4,62	1935,54	182,2	1,63	92,51	88,84	46,25
4,82	1939,56	182,7	1,70	92,50	88,19	46,25
5,01	1943,59	180,7	1,76	91,21	87,15	45,60
5,21	1947,63	181,7	1,83	91,46	86,50	45,73
5,41	1951,70	182,7	1,90	91,71	86,10	45,85
5,61	1955,78	180,7	1,97	90,42	85,20	45,21
5,80	1959,88	180,7	2,04	90,16	84,42	45,08
6,00	1963,99	178,2	2,11	88,62	83,26	44,31
6,20	1968,12	179,7	2,18	89,12	83,25	44,56
6,39	1972,27	178,2	2,25	88,10	82,48	44,05
6,59	1976,44	177,2	2,32	87,33	81,83	43,67
6,79	1980,63	175,7	2,39	86,32	80,94	43,16
6,99	1984,83	174,2	2,46	85,30	80,17	42,65
7,18	1989,05	173,2	2,53	84,54	79,40	42,27
7,38	1993,29	173,2	2,60	84,29	79,01	42,14
7,58	1997,55	171,7	2,67	83,28	78,64	41,64





Spécimen 15C (CU 350 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1793,59	0,0	0,00	0,00	346,93	0,00
0,06	1794,59	57,1	0,02	31,78	345,82	15,89
0,11	1795,60	111,6	0,04	62,13	339,81	31,06
0,17	1796,61	151,2	0,06	84,08	332,74	42,04
0,22	1797,62	180,2	0,08	100,16	326,39	50,08
0,28	1798,63	202,7	0,10	112,61	319,54	56,31
0,34	1799,64	221,7	0,12	123,10	313,01	61,55
0,39	1800,65	237,8	0,14	131,90	307,48	65,95
0,45	1801,67	248,8	0,16	137,92	302,77	68,96
0,50	1802,68	256,8	0,18	142,27	296,58	71,13
0,70	1806,24	207,2	0,25	114,48	282,94	57,24
0,90	1809,82	278,8	0,32	153,73	275,76	76,87
1,09	1813,41	296,3	0,39	163,02	266,41	81,51
1,29	1817,01	306,8	0,46	168,41	257,86	84,21
1,49	1820,63	313,8	0,53	171,85	249,78	85,93
1,68	1824,26	319,4	0,60	174,46	243,23	87,23
1,88	1827,91	322,9	0,67	175,96	237,58	87,98
2,07	1831,57	326,9	0,74	177,72	232,44	88,86
2,27	1835,24	329,4	0,81	178,66	227,55	89,33
2,47	1838,93	332,9	0,88	180,13	223,97	90,07
2,66	1842,64	335,4	0,95	181,06	220,38	90,53
2,86	1846,36	336,4	1,02	181,16	217,55	90,58
3,05	1850,09	336,9	1,09	180,99	213,94	90,50
3,25	1853,85	339,4	1,16	181,91	210,73	90,95
3,45	1857,61	340,4	1,23	182,00	208,56	91,00
3,64	1861,39	341,4	1,30	182,10	206,25	91,05
3,84	1865,19	342,9	1,37	182,46	203,82	91,23
4,03	1869,00	343,9	1,44	182,55	201,51	91,28
4,23	1872,83	345,4	1,51	182,91	199,60	91,45
4,43	1876,67	346,4	1,58	182,99	197,55	91,50
4,62	1880,53	347,9	1,65	183,34	195,89	91,67
4,82	1884,41	347,9	1,72	182,89	195,01	91,45
5,02	1888,30	349,4	1,79	183,24	193,88	91,62
5,21	1892,21	347,9	1,86	181,99	191,95	91,00
5,41	1896,13	346,9	1,93	181,01	190,15	90,51
5,60	1900,07	346,4	2,00	180,30	189,01	90,15
5,80	1904,03	346,4	2,07	179,85	187,87	89,93
6,00	1908,00	346,4	2,14	179,40	186,60	89,70
6,19	1911,99	343,9	2,21	177,64	185,06	88,82
6,39	1916,00	344,4	2,28	177,46	183,66	88,73
6,58	1920,02	344,9	2,35	177,27	182,53	88,64
6,78	1924,06	344,4	2,42	176,57	180,99	88,28
6,98	1928,12	344,4	2,49	176,12	180,12	88,06
7,17	1932,19	342,4	2,56	174,64	178,07	87,32
7,37	1936,28	343,9	2,63	174,97	178,23	87,48
7,57	1940,39	344,9	2,70	175,04	176,96	87,52



Spécimen 15D (CD 350 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	$p'$ (kPa)	$q$ (kPa)
0,00	1755,67	0,0	0,00	0,00	350,31	0,00
0,20	1756,13	2,5	0,07	1,35	350,98	0,68
0,40	1758,91	18,0	0,14	10,10	355,36	5,05
0,60	1761,15	67,6	0,22	38,15	369,78	19,08
0,80	1761,78	112,1	0,29	63,35	381,46	31,68
1,00	1762,05	134,6	0,36	76,06	388,08	38,03
1,20	1762,48	155,2	0,43	87,61	393,20	43,81
1,40	1763,36	173,7	0,50	98,00	398,65	49,00
1,59	1764,07	190,2	0,58	107,25	403,54	53,62
1,79	1763,99	207,2	0,65	116,83	408,07	58,41
1,99	1764,56	224,7	0,72	126,65	412,72	63,32
2,19	1765,12	240,8	0,79	135,61	417,85	67,81
2,39	1765,76	256,3	0,86	144,28	422,19	72,14
2,59	1766,39	272,8	0,94	153,51	427,32	76,75
2,79	1766,96	290,3	1,01	163,30	431,70	81,65
2,99	1767,45	309,8	1,08	174,23	437,55	87,11
3,19	1768,00	327,4	1,15	184,01	442,31	92,00
3,39	1768,71	345,9	1,22	194,33	446,95	97,17
3,59	1769,84	365,4	1,30	205,17	451,85	102,58
3,79	1770,74	383,9	1,37	215,45	457,38	107,72
3,99	1771,35	400,9	1,44	224,91	462,11	112,46
4,19	1772,34	416,0	1,51	233,19	465,86	116,59
4,39	1773,80	429,0	1,58	240,26	469,39	120,13
4,59	1774,87	444,0	1,66	248,50	473,51	124,25
4,78	1775,89	460,0	1,73	257,30	478,83	128,65
4,98	1776,71	476,0	1,80	266,13	482,72	133,06
5,18	1778,11	485,5	1,87	271,19	484,99	135,60
5,38	1779,09	497,6	1,94	277,72	488,52	138,86
5,58	1780,32	513,6	2,02	286,46	493,28	143,23
5,78	1782,17	526,6	2,09	293,39	495,96	146,69
5,98	1783,11	542,6	2,16	302,14	500,60	151,07
6,18	1784,71	553,1	2,23	307,69	504,15	153,84
6,38	1786,22	565,6	2,30	314,36	507,23	157,18
6,58	1787,61	578,6	2,38	321,32	510,06	160,66
6,78	1788,98	592,7	2,45	328,83	514,07	164,42
6,98	1791,22	607,7	2,52	336,73	518,02	168,37
7,18	1792,63	620,2	2,59	343,37	521,73	171,69
7,38	1794,24	633,2	2,66	350,25	525,56	175,12
7,58	1795,82	645,7	2,73	356,83	528,59	178,42
7,78	1797,42	658,2	2,81	363,40	531,75	181,70
7,97	1799,07	672,7	2,88	371,06	535,97	185,53
8,17	1800,84	689,3	2,95	379,80	540,08	189,90
8,37	1802,59	700,8	3,02	385,74	542,40	192,87
8,57	1804,43	714,3	3,09	392,76	546,04	196,38
8,77	1806,45	733,8	3,17	403,05	551,18	201,53
8,97	1808,47	745,8	3,24	409,17	554,24	204,58



Spécimen 18B (CU 150 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1743,65	0,0	0,00	0,00	149,65	0,00
0,05	1744,46	17,0	0,02	9,74	148,02	4,87
0,09	1745,28	27,5	0,03	15,74	144,64	7,87
0,14	1746,09	38,0	0,05	21,74	141,53	10,87
0,19	1746,91	56,1	0,07	32,02	140,30	16,01
0,23	1747,73	69,6	0,08	39,73	137,78	19,86
0,28	1748,54	88,6	0,10	50,57	136,04	25,28
0,33	1749,36	103,6	0,12	59,11	133,94	29,56
0,37	1750,18	116,1	0,14	66,22	132,29	33,11
0,42	1751,00	123,6	0,15	70,46	130,12	35,23
0,62	1754,56	143,7	0,23	81,65	122,97	40,83
0,82	1758,14	153,7	0,30	87,11	118,02	43,55
1,03	1761,73	158,2	0,37	89,41	113,06	44,71
1,23	1765,33	162,7	0,44	91,71	110,44	45,85
1,43	1768,95	163,7	0,52	92,01	106,56	46,01
1,63	1772,58	162,7	0,59	91,18	102,89	45,59
1,83	1776,23	164,7	0,66	92,05	100,59	46,03
2,04	1779,90	164,7	0,74	91,79	98,12	45,89
2,24	1783,58	165,7	0,81	92,08	97,36	46,04
2,44	1787,27	165,2	0,88	91,54	95,79	45,77
2,64	1790,98	165,2	0,96	91,27	95,00	45,64
2,84	1794,71	166,2	1,03	91,57	94,11	45,78
3,05	1798,45	167,2	1,10	91,86	93,47	45,93
3,25	1802,20	165,7	1,18	90,76	91,75	45,38
3,45	1805,98	166,2	1,25	90,77	90,98	45,38
3,65	1809,76	165,2	1,32	89,95	89,53	44,98
3,86	1813,57	164,7	1,40	89,41	88,87	44,70
4,06	1817,39	165,2	1,47	89,42	87,83	44,71
4,26	1821,22	162,7	1,54	87,78	86,49	43,89
4,46	1825,08	162,7	1,62	87,52	86,10	43,76
4,66	1828,95	163,2	1,69	87,53	85,59	43,77
4,87	1832,83	162,2	1,76	86,72	85,31	43,36
5,07	1836,73	162,2	1,84	86,46	84,40	43,23
5,27	1840,65	162,2	1,91	86,20	84,14	43,10
5,47	1844,59	159,7	1,98	84,58	82,94	42,29
5,67	1848,54	159,7	2,06	84,32	82,55	42,16
5,88	1852,51	160,2	2,13	84,34	82,04	42,17
6,08	1856,49	160,7	2,20	84,35	81,91	42,17
6,28	1860,50	158,7	2,28	83,01	80,86	41,51
6,48	1864,52	157,7	2,35	82,22	80,33	41,11
6,68	1868,55	155,7	2,42	80,89	79,80	40,45
6,89	1872,61	157,2	2,49	81,44	79,42	40,72
7,09	1876,68	155,7	2,57	80,38	78,89	40,19
7,29	1880,77	155,2	2,64	79,86	78,37	39,93
7,49	1884,88	154,7	2,71	79,34	78,24	39,67
7,70	1889,01	152,7	2,79	78,03	77,59	39,02



Spécimen 18D (CD 350 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1807,09	1,5	0,00	0,83	349,46	0,42
0,04	1806,19	35,0	0,02	19,38	359,26	9,69
0,09	1804,82	77,1	0,03	42,68	370,64	21,34
0,13	1803,34	105,1	0,05	58,24	378,55	29,12
0,18	1801,44	127,1	0,06	70,51	384,56	35,26
0,22	1800,15	145,2	0,08	80,56	389,71	40,28
0,27	1798,85	157,7	0,10	87,56	392,95	43,78
0,31	1797,58	170,2	0,11	94,57	396,84	47,28
0,36	1796,28	178,2	0,13	99,08	399,23	49,54
0,40	1794,82	189,7	0,14	105,56	401,95	52,78
0,59	1789,11	220,2	0,21	122,89	410,74	61,45
0,79	1783,66	245,3	0,28	137,23	418,04	68,62
0,98	1778,49	269,3	0,35	151,07	424,96	75,54
1,17	1773,77	295,3	0,42	166,08	432,08	83,04
1,37	1768,90	319,4	0,49	180,05	438,93	90,03
1,56	1763,43	341,9	0,55	193,32	445,57	96,66
1,75	1758,76	366,9	0,62	207,99	452,77	104,00
1,94	1753,70	392,9	0,69	223,37	460,85	111,68
2,14	1748,72	419,5	0,76	239,11	468,33	119,55
2,33	1745,58	440,0	0,83	251,23	471,51	125,61
2,52	1740,38	467,5	0,90	267,73	482,12	133,87
2,72	1735,54	490,5	0,97	281,68	489,09	140,84
2,91	1731,00	514,6	1,03	296,23	496,24	148,12
3,10	1726,67	537,6	1,10	310,25	503,25	155,12
3,29	1722,17	560,1	1,17	324,07	510,29	162,03
3,49	1717,28	582,6	1,24	338,04	516,75	169,02
3,68	1712,48	607,2	1,31	353,25	524,75	176,62
3,87	1707,77	627,7	1,38	366,17	530,82	183,09
4,07	1702,77	651,2	1,45	381,00	538,23	190,50
4,26	1697,97	671,2	1,52	393,81	544,50	196,90
4,45	1693,42	695,8	1,58	409,28	552,64	204,64
4,64	1688,82	716,3	1,65	422,49	559,96	211,24
4,84	1684,35	738,8	1,72	436,92	568,29	218,46
5,03	1679,91	759,8	1,79	450,52	575,61	225,26
5,22	1676,70	780,9	1,86	463,86	582,15	231,93
5,42	1673,88	798,9	1,93	475,34	587,63	237,67
5,61	1671,48	819,9	2,00	488,53	594,23	244,27
5,80	1668,06	836,4	2,06	499,37	599,78	249,69
5,99	1666,27	852,9	2,13	509,76	604,97	254,88
6,19	1663,70	869,0	2,20	520,11	609,62	260,05
6,38	1661,78	886,5	2,27	531,18	615,03	265,59
6,57	1659,91	902,5	2,34	541,36	620,12	270,68
6,77	1657,95	918,0	2,41	551,30	625,09	275,65
6,96	1656,10	933,0	2,48	560,92	630,55	280,46
7,15	1654,69	949,1	2,55	571,01	635,34	285,50
7,35	1653,50	969,1	2,61	583,46	641,56	291,73





Spécimen 30A (CD 350 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1921,44	0,0	0,00	0,00	311,15	0,00
0,04	1921,74	29,5	0,02	15,35	318,83	7,68
0,09	1922,04	34,5	0,03	17,94	320,12	8,97
0,13	1922,53	42,0	0,05	21,82	322,06	10,91
0,18	1922,99	46,6	0,06	24,15	323,22	12,07
0,22	1923,34	57,6	0,08	29,85	326,08	14,93
0,26	1923,67	69,1	0,09	35,82	329,06	17,91
0,31	1923,87	81,6	0,11	42,30	332,30	21,15
0,35	1924,04	91,6	0,12	47,49	334,89	23,74
0,40	1924,37	98,6	0,14	51,11	336,70	25,55
0,60	1925,15	134,6	0,21	69,73	346,02	34,87
0,81	1925,92	152,2	0,28	78,73	350,52	39,37
1,01	1926,54	171,7	0,35	88,77	355,53	44,38
1,22	1927,19	187,7	0,42	96,98	359,64	48,49
1,42	1927,66	205,2	0,49	105,97	364,14	52,99
1,63	1928,40	221,7	0,56	114,43	368,36	57,21
1,83	1928,97	237,3	0,63	122,37	372,33	61,18
2,04	1929,69	252,8	0,70	130,29	376,29	65,15
2,24	1930,70	258,8	0,77	133,26	377,78	66,63
2,45	1931,60	281,3	0,85	144,79	383,54	72,40
2,65	1932,48	296,8	0,92	152,68	387,49	76,34
2,86	1933,45	309,8	0,99	159,27	390,78	79,63
3,07	1934,56	325,4	1,06	167,13	394,71	83,56
3,27	1935,26	341,9	1,13	175,53	398,91	87,76
3,48	1936,75	356,4	1,20	182,82	402,56	91,41
3,68	1937,84	371,9	1,27	190,65	406,47	95,33
3,89	1938,83	385,4	1,34	197,45	409,88	98,73
4,09	1939,93	403,9	1,41	206,82	414,56	103,41
4,30	1941,28	417,0	1,48	213,30	417,80	106,65
4,50	1942,47	430,5	1,55	220,06	421,18	110,03
4,71	1943,53	446,5	1,62	228,11	425,20	114,05
4,91	1944,52	461,5	1,70	235,64	428,97	117,82
5,12	1945,81	477,0	1,77	243,39	432,84	121,70
5,32	1947,32	494,0	1,84	251,87	437,08	125,93
5,53	1948,51	507,1	1,91	258,32	440,31	129,16
5,73	1950,01	520,6	1,98	264,98	443,64	132,49
5,94	1951,51	451,5	2,05	229,31	425,80	114,65
6,15	1953,74	545,6	2,12	277,14	449,72	138,57
6,35	1955,01	560,6	2,19	284,57	453,43	142,28
6,56	1956,76	576,6	2,26	292,43	457,36	146,21
6,76	1958,40	591,7	2,33	299,78	461,04	149,89
6,97	1960,28	605,2	2,40	306,31	464,31	153,16
7,17	1962,05	619,7	2,47	313,36	467,83	156,68
7,38	1964,02	636,7	2,55	321,64	471,97	160,82
7,58	1965,89	649,7	2,62	327,88	475,09	163,94
7,79	1967,80	663,2	2,69	334,36	478,33	167,18



Spécimen 30B (CU 350 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1746,87	0,0	0,00	0,00	334,51	0,00
0,20	1750,30	147,7	0,07	84,29	340,36	42,15
0,39	1753,74	227,3	0,14	129,44	323,53	64,72
0,59	1757,20	271,3	0,21	154,18	305,59	77,09
0,78	1760,67	296,8	0,28	168,31	287,81	84,15
0,98	1764,15	316,9	0,35	179,25	274,16	89,63
1,18	1767,65	327,4	0,43	184,77	262,36	92,39
1,37	1771,16	336,9	0,50	189,70	253,12	94,85
1,57	1774,68	342,4	0,57	192,36	244,56	96,18
1,76	1778,22	344,9	0,64	193,31	237,49	96,66
1,96	1781,77	348,9	0,71	195,10	231,75	97,55
2,15	1785,34	351,4	0,78	196,04	226,63	98,02
2,35	1788,92	351,4	0,85	195,57	221,06	97,79
2,55	1792,52	350,4	0,92	194,55	216,39	97,28
2,74	1796,13	351,4	0,99	194,64	212,40	97,32
2,94	1799,75	352,4	1,06	194,74	209,20	97,37
3,13	1803,39	352,9	1,13	194,55	206,50	97,27
3,33	1807,05	351,4	1,21	193,25	203,12	96,63
3,53	1810,72	351,9	1,28	193,06	200,69	96,53
3,72	1814,40	349,9	1,35	191,49	197,82	95,75
3,92	1818,10	350,4	1,42	191,30	195,78	95,65
4,11	1821,81	351,4	1,49	191,39	194,39	95,70
4,31	1825,54	351,4	1,56	190,93	192,21	95,46
4,51	1829,29	349,9	1,63	189,64	190,26	94,82
4,70	1833,05	348,9	1,70	188,63	188,20	94,32
4,90	1836,82	346,9	1,77	187,08	186,12	93,54
5,09	1840,62	347,4	1,84	186,89	184,85	93,44
5,29	1844,42	345,4	1,91	185,34	183,17	92,67
5,48	1848,25	343,9	1,99	184,07	181,36	92,04
5,68	1852,08	344,9	2,06	184,16	180,50	92,08
5,88	1855,94	344,9	2,13	183,70	179,36	91,85
6,07	1859,81	341,4	2,20	181,36	177,15	90,68
6,27	1863,70	344,4	2,27	182,52	176,81	91,26
6,46	1867,60	342,9	2,34	181,25	175,53	90,63
6,66	1871,52	342,9	2,41	180,80	174,52	90,40
6,86	1875,46	344,4	2,48	181,14	173,65	90,57
7,05	1879,41	344,9	2,55	180,95	173,17	90,48
7,25	1883,38	344,4	2,62	180,23	172,81	90,12
7,44	1887,36	342,4	2,69	178,71	171,53	89,36
7,64	1891,37	341,9	2,77	177,99	170,52	89,00
7,84	1895,39	342,4	2,84	177,80	170,03	88,90
8,03	1899,42	342,9	2,91	177,61	169,68	88,81
8,23	1903,48	342,9	2,98	177,16	169,06	88,58
8,42	1907,55	342,4	3,05	176,44	168,44	88,22
8,62	1911,64	343,9	3,12	176,77	168,09	88,38
8,82	1915,75	342,9	3,19	175,79	167,08	87,89



Spécimen 30C (CU 150 kPa)

Déformation, $\varepsilon$ (%)	Section, A (mm <sup>2</sup> )	Force axiale, P (N)	Correction contrainte déviatorique, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_m$ (kPa)	Contrainte déviatorique corrigée, $\Delta(\sigma_1-\sigma_3)_{corr}$ (kPa)	p' (kPa)	q (kPa)
0,00	1891,67	0,0	0,00	0,00	177,13	0,00
0,20	1895,37	7,5	0,07	3,89	176,21	1,95
0,39	1899,09	14,0	0,14	7,24	174,90	3,62
0,59	1902,82	48,1	0,20	25,05	173,00	12,52
0,78	1906,56	113,6	0,27	59,33	169,20	29,66
0,98	1910,33	160,7	0,34	83,77	162,70	41,89
1,17	1914,10	186,7	0,41	97,14	154,68	48,57
1,37	1917,89	203,7	0,48	105,75	147,93	52,87
1,56	1921,70	214,2	0,54	110,94	142,07	55,47
1,76	1925,52	221,7	0,61	114,55	137,63	57,28
1,95	1929,35	225,8	0,68	116,33	133,32	58,16
2,15	1933,20	229,3	0,75	117,84	130,31	58,92
2,34	1937,07	231,3	0,82	118,57	127,03	59,28
2,54	1940,95	233,8	0,88	119,55	124,53	59,78
2,73	1944,85	235,3	0,95	120,02	122,55	60,01
2,93	1948,76	236,3	1,02	120,22	119,79	60,11
3,12	1952,69	236,3	1,09	119,91	117,94	59,95
3,32	1956,63	236,3	1,15	119,59	115,96	59,80
3,52	1960,60	235,3	1,22	118,77	114,25	59,39
3,71	1964,57	233,3	1,29	117,44	112,15	58,72
3,91	1968,57	231,8	1,36	116,37	110,71	58,19
4,10	1972,57	229,3	1,43	114,79	108,49	57,40
4,30	1976,60	229,3	1,49	114,49	107,82	57,24
4,49	1980,64	227,8	1,56	113,43	105,98	56,71
4,69	1984,70	225,8	1,63	112,12	104,68	56,06
4,88	1988,78	224,2	1,70	111,06	103,37	55,53
5,08	1992,87	225,8	1,77	111,51	103,21	55,76
5,27	1996,98	223,2	1,83	109,96	101,91	54,98
5,47	2001,10	221,2	1,90	108,66	101,00	54,33
5,66	2005,25	220,2	1,97	107,86	99,69	53,93
5,86	2009,41	218,2	2,04	106,57	98,79	53,29
6,05	2013,58	218,7	2,11	106,53	98,63	53,26
6,25	2017,78	217,7	2,17	105,74	97,72	52,87
6,45	2021,99	215,2	2,24	104,21	96,69	52,10
6,64	2026,22	217,7	2,31	105,15	96,77	52,58
6,84	2030,47	218,2	2,38	105,11	96,75	52,55
7,03	2034,73	219,2	2,45	105,31	96,33	52,65
7,23	2039,02	217,7	2,51	104,27	95,69	52,14
7,42	2043,32	218,2	2,58	104,23	95,53	52,11
7,62	2047,64	218,2	2,65	103,93	94,99	51,97
7,81	2051,98	216,7	2,72	102,91	94,35	51,45
8,01	2056,33	216,2	2,79	102,37	93,95	51,19
8,20	2060,71	213,7	2,85	100,87	93,20	50,43
8,40	2065,10	212,7	2,92	100,09	92,55	50,05
8,59	2069,51	213,7	2,99	100,29	92,26	50,15
8,79	2073,95	211,7	3,06	99,04	91,76	49,52





## Annexe D : Rapports des forages

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-01 to 2019-04-01

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-01  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 332.889  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482916.83 N 418119.97 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2.230</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2.230	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2.230	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50	<b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec)

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	sol organique										
1		0.10	Sable silteux, trace de gravier et d'argile ; beige/ jaune; gelé; sec			CF-01		59	13				
2		0.76	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; brun/ jaune; gelé; sec à humide			CF-02		80	52				
3	1	1.52	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; brun/ jaune; gelé; humide à saturé			CF-03		90	96				
4	2	2.28	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; gris/ vert; très dense; saturé		2.23 m	CF-04		80	64				
5		3.04	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; brun/ beige; très dense; saturé			CF-05		91	R				
6	3	3.80	Sable silteux graveleux, trace d'argile; gris/ brun; très dense; saturé			CF-06		67	R				
7	4	4.56	Sable silteux graveleux, trace d'argile; gris/ brun; très dense; saturé			CF-07		80	R				

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**



# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-01

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL			25	50	75
														Undrained Shear Strength (kPa)			
										25	50	75		20	40	60	80
17		5.18	vert; très dense; saturé (essai : A.G.) refus, tarière sur roc probable End of borehole														
18																	
19																	
20	6																
21																	
22																	
23	7																
24																	
25																	
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

COMMENTS  
 COMPILED BY Charlotte Athurion  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

Files: \BBAAPP541.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-01 to 2019-04-01

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-02  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 337.665  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482859.61 N 418090.57 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1			Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1													
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Su remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Sol organique											
1		0.12	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; beige/ ocre; très lâche; sec			CF-01			51	2				
2		0.76	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; beige/ brun; compact; sec à humide  (essai: A.G.)			CF-02			85	26				
3	1	1.52	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; gris/ brun; très dense; humide			CF-03			69	R				
4		2.28	Sable et cailloux; gris/ vert; très dense; humide			CF-04			10	R				
5		2.32	Refus, tarière sur roc probable End of borehole											

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

# BOREHOLE REPORT

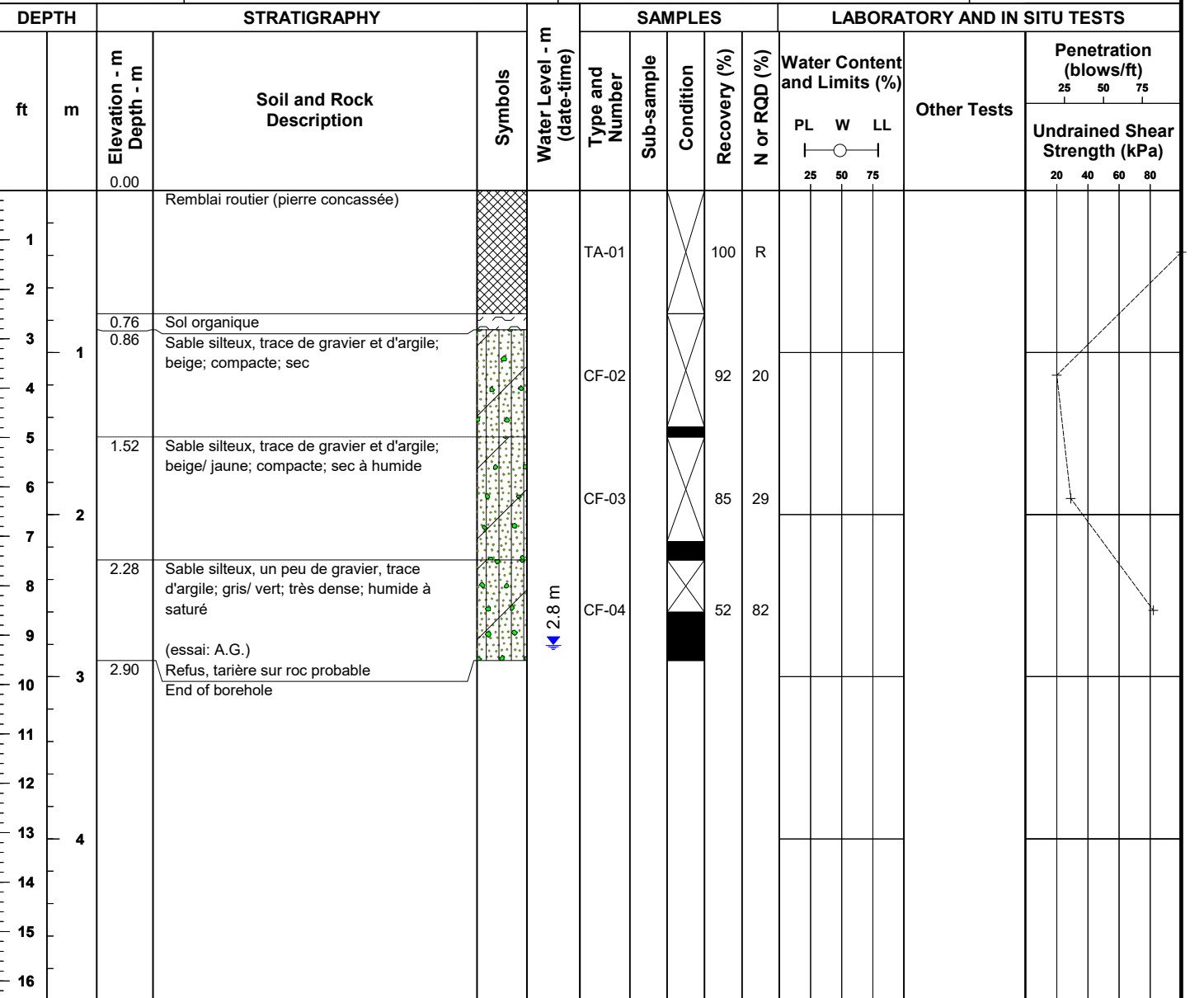


**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-31 to 2019-03-31

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-03  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 339.001  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482749.34 N 417998.07 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2.800</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2.800	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2.800	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$



**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-31 to 2019-03-31

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-04  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 334.605  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482700.44 N 417676.36 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1			Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1													
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00												
		0.05	Sol organique Sable silteux, trace de gravier et d'argile; ocre/ jaune; très lâche; sec						34	2				
1														
		0.76	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; gris foncé/ bleu, brun; très dense; sec à humide						55	63				
3	1													
		1.52	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; gris/ vert; très dense; humide						62	25				
5	2		(essai: A.G.)											
		2.06	Refus, tarière sur roc probable End of borehole											
7	2													
9	3													
11	3													
13	4													
15	4													
16	4													

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-31 to 2019-03-31

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-05  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 336.448  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482627.55 N 417403.30 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>		Date	Depth	Reading 1			Reading 2		
	Date	Depth											
Reading 1													
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Su remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Sol organique											
1		0.10	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; rougeâtre/ orange; très lâche; sec			CF-01			39	2				
2		0.76	Sable silteux, un peu de gravier, trace de cailloux; gris/ orangé; très dense; sec			CF-02			49	91				
3	1	1.52	Sable et gravier silteux, trace d'argile; gris/ vert; très dense; humide (essai: A.G.)			CF-03			69	67				
4	2	2.28	Sable et gravier silteux, trace d'argile; gris/ vert; très dense; humide			CF-04			60	77				
5	3	2.87	Refus, tarière sur roc probable End of borehole											

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-30 to 2019-03-30

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-06  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 333.403  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482583.41 N 417108.84 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>9.1500</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	9.1500	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	9.1500	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Sol organique											
1		0.10	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; brun/ jaune; très lâche; sec			CF-01			34	2				
2														
3	1	0.76	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; gris/ rouge; dense; sec à saturé		0.915 m	CF-02			51	41				
4														
5		1.52	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; très dense; saturé			CF-03			15	R				
6	2	1.83	Refus, tarière sur roc probable End of borehole											
7														
8														
9														
10	3													
11														
12														
13	4													
14														
15														
16														

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-30 to 2019-03-30

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-06B  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 326  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482585.00 N 417108.00 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>3.960</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>		Date	Depth	Reading 1	3.960	0000000000	Reading 2		
	Date	Depth											
Reading 1	3.960	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Su remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cur intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Sol organique											
1		0.07	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; brun/ rouge; lâche; sec			CF-01			29	4				
2		0.76	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; brun/ rouge; dense; humide			CF-02			62	33				
3	1	1.52	Sable silteux, trace de gravier et d'argile; gris/ brun; très dense; humide			CF-03			77	117				
4		2.29	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; gris/ bleu; très dense; humide (essai: A.G.)			CF-04			72	86				
5	2	3.05	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; gris/ vert; très dense; humide			CF-05			46	105				
6		3.81	Sable silteux, un peu de gravier, trace d'argile; gris/ vert; très dense; humide à saturé			CF-06			39	63				
7	3	4.57	Sable silteux graveleux, trace d'argile; gris/ vert; très dense; saturé			CF-07			28	R				
8	4													

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES						LABORATORY AND IN SITU TESTS						
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
											PL	W	LL		25	50	75
		5.00	Refus, tarière sur roc probable End of borehole														
17																	
18																	
19																	
20	6																
21																	
22																	
23	7																
24																	
25																	
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Printing date 2019-08-05 16:18:06

Files: \BBAAPPs\41\_bba.cal\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-30 to 2019-03-30

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-07  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 334.886  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5482733.52 N 416916.62 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2.890</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2.890	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2.890	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS	
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50	<b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	<b>LABORATORY AND IN SITU TESTS</b> GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec)	<b>SYMBOLS</b> Su intact (vane) $\diamond$ Su remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)	Undrained Shear Strength (kPa)
		Depth - m								PL W LL		25 50 75	20 40 60 80
		0.00	Remblai routier (pierre concassée)										
1					TA-01			100					
2													
3	1	0.76	Remblai routier (pierre concassée); très dense		TA-02			100					
4													
5													
6	2	1.52	Remblai routier (pierre concassée) avec morceau de bois; dense		TA-03			100					
7													
8					TA-04			100					
9													
10	3	2.74	Sable silteux graveleux, trace d'argile; gris verdâtre; compacte; saturé (essai: A.G.)		CF-05			60	16				
11													
12					CF-06			45	R				
13	4	3.60	Refus, tarière sur roc probable End of borehole										
14													
15													
16													

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-06 to 2019-04-06

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-08  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 328.137  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483269.49 N 417569.85 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>0.000</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	0.000	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	0.000	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Eau et galce		0 m									
1														
2														
3	1													
4														
5														
6	2													
7														
8														
9														
10	3	3.05 3.10	Sol organique Argile; grise; raide; saturée											
11														
12														
13	4	3.81	Argile; grise											
14														
15														
16		4.57	Sable silteux, un peu de gravier et cailloux; gris; compacte; saturée											

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Picicaccia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-08

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS								
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
										PL	W	LL			25	50	75	
														Undrained Shear Strength (kPa)				
															20	40	60	80
17																		
18		5.33	Refus, tarière sur roc probable End of borehole															
19																		
20	6																	
21																		
22																		
23	7																	
24																		
25																		
26	8																	
27																		
28																		
29																		
30	9																	
31																		
32																		
33	10																	
34																		
35																		
36	11																	
37																		
38																		
39	12																	
40																		

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Picicaccia  
**REVISION**

Files: \BBAAPP541.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-05 to 2019-04-05

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-09  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 328.106  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483268.14 N 417525.73 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>0.000</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	0.000	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	0.000	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS								
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
		0.00									PL	W	LL		Undrained Shear Strength (kPa)			
											25	50	75		20	40	60	80
			Eau et glace		0 m													
1																		
2																		
3	1																	
4																		
5																		
6																		
7	2																	
8																		
9																		
10	3																	
11																		
12		3.66	résidus miniers mous															
13	4								100									
14																		
15		4.57	résidus miniers mous															
16									100									

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-09

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES			LABORATORY AND IN SITU TESTS									
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)					
										PL    W    LL 		Undrained Shear Strength (kPa) 25    40    60    80						
17		5.18	Argile; grise; raide; saturée															
18						TA-04		100			At 5.33m Cu=81kPa At 5.33m Cur=23kPa At 5.64m Cu=77kPa At 5.64m Cur=17kPa		23			81		
19													17			77		
20	6	6.10	Argile silteuse, molle; saturée															
21						TS-05		100			Cu=24.0kPa Cur=2.00kPa LL = 80.0% PL = 36.0% W = 78.8% PI = 44.0; LI = 0.97		24					
22		6.71	Argile; ferme; saturée															
23	7					TA-06		100			At 6.86m Cu=53kPa At 6.86m Cur=12kPa At 7.16m Cu=50kPa At 7.16m Cur=12kPa		2			53		
24																		
25		7.62	Argile un peu de silt; molle à ferme; saturée															
26	8					TS-07		100			Cu=14.0kPa Cur=1.80kPa							
27		8.23	Argile, molle à ferme; saturée															
28						TA-08		100			At 8.38m Cu=42kPa At 8.38m Cur=10kPa At 8.68m Cu=100kPa							
29																		
30	9	9.14	Sable silteux avec gravier et cailloux; saturé															
31						CF-09		100										
32																		
33	10	9.96	Refus, tarière sur roc probable End of borehole															
34																		
35																		
36	11																	
37																		
38																		
39	12																	
40																		

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.cal\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-05 to 2019-04-05

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-10  
**PAGE** 1 of 3  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 328.14  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483239.66 N 417440.22 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>0.000</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	0.000	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	0.000	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
		0.00									PL	W	LL		25	50	75
															Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80		
			Eau et glace		0 m												
1																	
2																	
3	1																
4																	
5																	
6																	
7	2		Résidus miniers mous														
8		2.14															
9																	
10	3		Argile; grise; très molle; saturée														
11		3.05															
12			Argile; grise; très molle; saturé (continue)														
13	4																
14		3.66															
15			Argile; grise; très molle; saturé														
16		4.57															

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-10

PAGE

2 of 3

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL			25	50	75
														Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80			
17		5.18	Argile; grise; molle; saturée														
18																	
19	6					TA-06		100									
20		6.10	Argile; grise; raide; saturée														
21						CF-07		100									
22		6.71	Argile; grise; raide ; saturée														
23	7					TA-08		100					At 6.86m Cu=60kPa	5.5		60	
24		7.32	Argile silteuse varvée; grise; devient ferme (essai: consolidation)										At 6.86m Cur=15.5kPa	5.5		54	
25						TS-09		100					At 7.158m Cu=54kPa				
26	8												At 7.158m Cur=14.5kPa				
27		8.23	Argile; grise; ferme; saturée										Cu=24.0kPa Cur=1.50kPa				
28																	
29	9					TA-10		100					At 8.38m Cu=42kPa	0		42	
30		9.14	Argile; grise; ferme; saturée										At 8.38m Cur=10kPa	5		38.5	
31						TS-11		100					At 8.682m Cu=38.5kPa				
32		9.75	Argile; grise; ferme; saturée										At 8.682m Cur=10.5kPa				
33	10																
34						TA-12		100					At 9.906m Cu=34.5kPa	5		34.5	
35													At 9.906m Cur=8.5kPa	5		32.5	
36	11	10.67	Argile silteuse; grise; moyenne										At 10.21m Cu=32.5kPa				
37						TS-13		100					At 10.21m Cur=7.5kPa				
38		11.28	Argile; grise; ferme, devient raide; saturée										Cu=25.0kPa Cur=2.70kPa LL = 48.0% PL = 25.0% W = 45.0% PI = 23.0; LI = 0.87				
39																	
40	12	12.19	Sable silteux avec gravier et cailloux; saturé			TA-14		100					At 11.43m Cu=31kPa				
													At 11.43m Cur=6.5kPa				
													At 11.74m Cu=100kPa				100

**COMMENTS**

COMPILED BY Mathieu Meunier

VERIFIED BY Vahid Marefat

APPROVED BY Luciano Piciacchia

REVISION

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-10

PAGE

3 of 3

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS								
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
											PL	W	LL		25	50	75	
															Undrained Shear Strength (kPa)			
															20	40	60	80
42	13	12.95	Refus, tarière sur roc probable End of borehole			CF-15			100									
43																		
44																		
45																		
46	14																	
47																		
48																		
49	15																	
50																		
51																		
52																		
53	16																	
54																		
55																		
56	17																	
57																		
58																		
59	18																	
60																		
61																		
62	19																	
63																		
64																		
65																		

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPP541.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty









# BOREHOLE REPORT

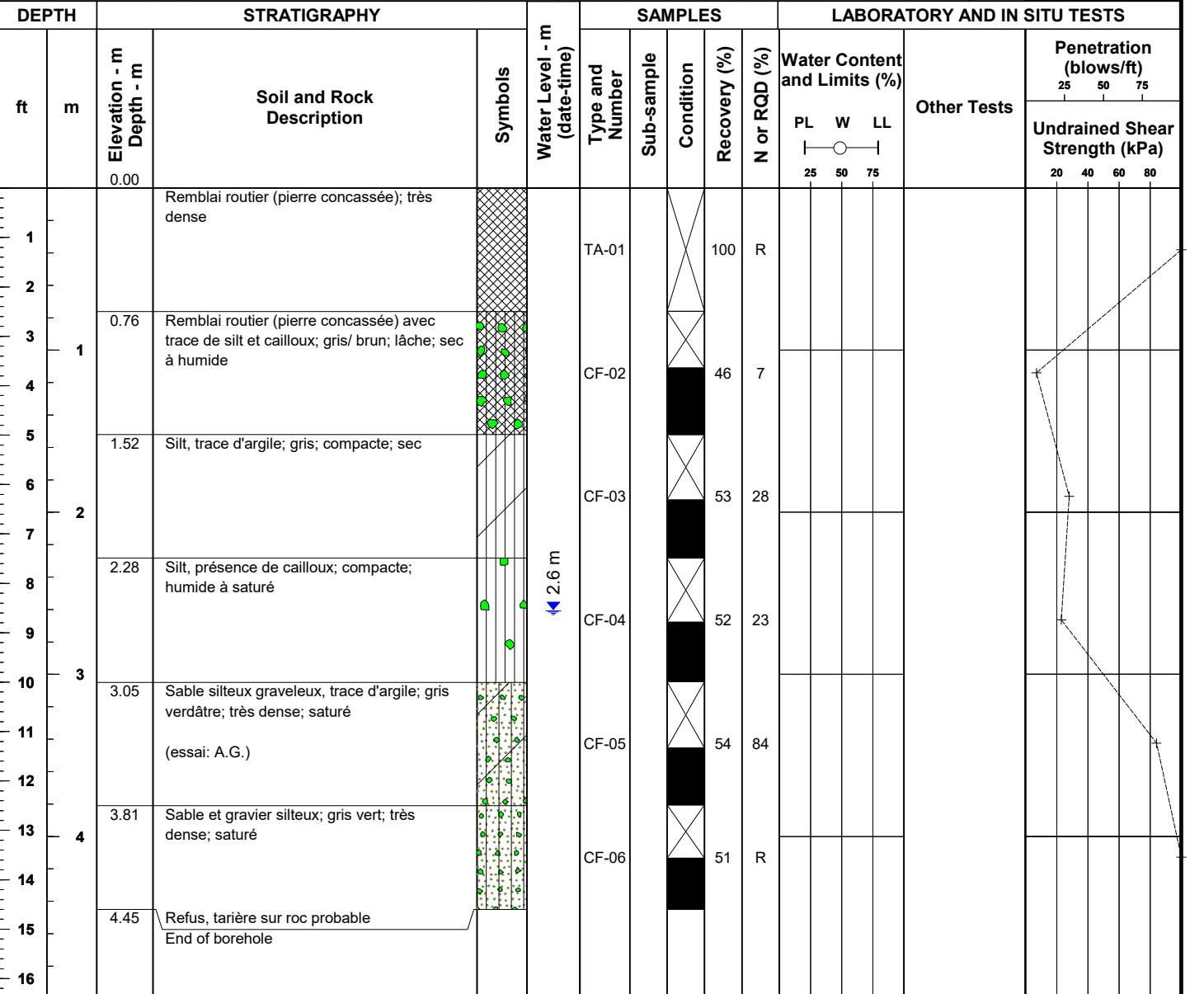


**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-03-27 to 2019-03-31

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-13  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 332.834  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483296.51 N 416943.91 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2.600</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2.600	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2.600	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION</b> "N" Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY</b> Cu (kPa) Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	<b>GSA</b> Grain size analysis <b>HYD</b> Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) <b>W</b> Water content <b>Gs</b> Specific gravity <b>k</b> Permeability (m/sec) <b>PI</b> Plasticity index <b>LI</b> Liquidity index <b>C<sub>c</sub></b> Compression index <b>C<sub>r</sub></b> Recompression index <b>e<sub>0</sub></b> Initial void ratio <b><math>\sigma_p</math></b> Preconsolidation stress	<b>Su intact (vane)</b> ◇ <b>Su remoulded (vane)</b> ◆ <b>Cur intact (lab)</b> ▽ <b>Cur remoulded (lab)</b> ▾ <b>Dynamic penetration</b> x-x <b>Standard penetration</b> +--+



**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-07 to 2019-04-07

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-14  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 328.03  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483483.68 N 417567.79 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2.950</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2.950	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2.950	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Remblai routier (pierre concassée)											
1						TA-01			100					
	1	0.76	Remblai routier (pierre concassée) et cailloux, un peu de sable; gris; lâche; sec											
3						CF-02			40	10				
4														
5		1.52	Cailloux et sol organique avec un peu de silt sableux; gris; lâche; humide											
6	2					CF-03			30	5				
7														
8		2.29	Sol organique et argile, trace de cailloux et gravier; gris; molle; humide à saturé											
9						CF-04			66	3				
10	3													
11		3.05	Argile; grise, présence de cailloux.											
12						TS-05			0					
13	4													
14		3.81	Argile grise, présence de cailloux; ferme devient raide; saturée											
15						TA-06			100					
16		4.57	Sable silteux, un peu de cailloux et gravier; gris/ brun; compacte; saturé											
						CF-07			50	23				

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

At 4.11m  
Cu=27kPa  
At 4.11m  
Cur=8.5kPa  
At 4.41m  
Cu=100kPa

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-14

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL					
										25	50	75					
														Undrained Shear Strength (kPa)			
										20	40	60	80				
17																	
18		5.33	Refus, tarière sur roc probable End of borehole														
19																	
20	6																
21																	
22																	
23	7																
24																	
25																	
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

COMMENTS  
 COMPILED BY Mathieu Meunier  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-07 to 2019-04-07

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-15  
**PAGE** 1 of 3  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 331.769  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483461.85 N 417502.23 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>5.330</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	5.330	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	5.330	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION</b> "N" Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY</b> Cu (kPa) Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS			
ft	m	Elevation - m	Depth - m	Soil and Rock Description		Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests
											PL W LL 		Undrained Shear Strength (kPa) 25 50 75
		0.00		Remblai routier									
1						TA-01			100				
2													
3	1	0.76		Remblai routier		TA-02			100				
4													
5													
6	2	1.52		Remblais de digue (Sable avec un peu de cailloux); brun; très dense; sec		CF-03			75	56			
7													
8													
9				Remblais de digue (Sable avec un peu de cailloux); brun; très dense; sec (continue)		TA-04			100				
10	3	3.05		Remblais de digue (Sable et gravier, trace de cailloux); brun; compacte; humide		CF-05			66	22			
11													
12													
13	4	3.81		Remblais de digue (Sable et gravier, trace de cailloux); brun/ rougeâtre; dense; humide		CF-06			66	43			
14													
15													
16				Remblais de digue (Sable et gravier, trace de cailloux); brun; compacte; humide		CF-07			42	29			

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-15

PAGE

2 of 3

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)
										PL	W	LL			25 50 75
														20 40 60 80	
17															
18		5.33	Remblais de digue (Sable et gravier, trace de cailloux; brun; lâche; saturé)												
19	6				CF-08			46	8						
20		6.10	Sable, trace de cailloux; brun; lâche; saturé												
21					CF-09			21	4						
22															
23	7	6.86	Sable, trace de cailloux; brun; lâche; saturé												
24					CF-10			25	9						
25															
26	8	7.62	Sable, un peu de gravier, trace de cailloux avec un peu de cailloux; brun; compacte; saturé												
27					CF-11			33	16						
28															
29					CF-12			33	7						
30	9	9.09 9.14	Argile; grise; molle; saturée Argile; grise (continue)												
31					TS-13				100						
32															
33	10	9.91	Argile; grise; raide; saturée												
34					TA-14				100						
35															
36	11	10.67	Argile, trace de sable cailloux et gravier; gris; dense; saturé												
37					CF-15			50	45						
38															
39					CF-16				0						
40	12	12.19	Argile et sable, un peu de gravier et cailloux; gris/ brun; compacte; saturé												

**COMMENTS**

COMPILED BY Mathieu Meunier  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

At 10.21m  
Cu=61.5kPa  
 At 10.21m  
Cur=10kPa  
 At 10.52m  
Cu=59.5kPa  
 At 10.52m  
Cur=15.5kPa

Files: \BBAAPP541\_bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS								
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
											PL	W	LL			25	50	75
													Undrained Shear Strength (kPa)					
42	13	12.95	Argile et sable, un peu de gravier et cailloux; gris/ brun; compacte; saturé		CF-17			62	12									
43					CF-18			100										
44					CF-19			100	R									
45	14	13.72	Argile et sable, un peu de gravier et cailloux; gris/ brun; très dense; saturé															
46																		
47		14.19	Refus, tarière sur roc probable End of borehole															
48																		
49	15																	
50																		
51																		
52	16																	
53																		
54																		
55																		
56	17																	
57																		
58																		
59	18																	
60																		
61																		
62	19																	
63																		
64																		
65																		

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Printing date 2019-08-05 16:19:06

Files: \BBAAPPs41.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS						
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)	
										PL	W	LL		25	50	75
17																
18		5.33	Sable silteux, trace de cailloux; gris; lâche; saturé				X	46	5							
19	6				CF-08		X									
20		6.10	Sable silteux, un peu de cailloux (granite fracturé rose); gris; très dense; saturé				X	46	64							
21					CF-09		X									
22																
23	7	6.86	Refus, tarière sur roc probable End of borehole													
24																
25																
26	8															
27																
28																
29																
30	9															
31																
32																
33	10															
34																
35																
36	11															
37																
38																
39	12															
40																

Files: \BBAAPPs\41\_bba.cal\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-05 to 2019-04-05

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-17  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 328.369  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483667.06 N 417533.93 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>		Date	Depth	Reading 1			Reading 2		
	Date	Depth											
Reading 1													
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS					
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Remblai routier (pierre concassée); gris; sec											
1						TA-01			100					
2		0.76	Remblai routier (pierre concassée); gris; sec			TA-02			100					
3	1													
4														
5		1.52	Sol organique et cailloux; noir; compact; humide			CF-03			60					
6	2													
7		2.13	Refus, tarière sur roc probable End of borehole											
8														
9														
10	3													
11														
12														
13	4													
14														
15														
16														

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-08 to 2019-04-08

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-18  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 325.622  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483674.08 N 417467.32 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2.286</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2.286	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2.286	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75
		0.00											
1			Sol organique avec trace de cailloux; brun; sec										
2													
3	1	0.76	Remblais (sable et cailloux); brun; compacte; humide										
4													
5													
6	2	1.52	Sable avec un peu de cailloux et sol organique; brun/ noir; lâche; humide										
7													
8		2.29	Sable; brun; molle; saturé										
9		2.36	Argile; gris; molle; saturé										
10	3	3.05	Argile silteuse; grise; molle; saturée (essai: Consolidation)										
11													
12													
13	4	3.81	Argile; grise (continue)										
14													
15													
16		4.57	Argile; grise (continue)										

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



# BOREHOLE REPORT

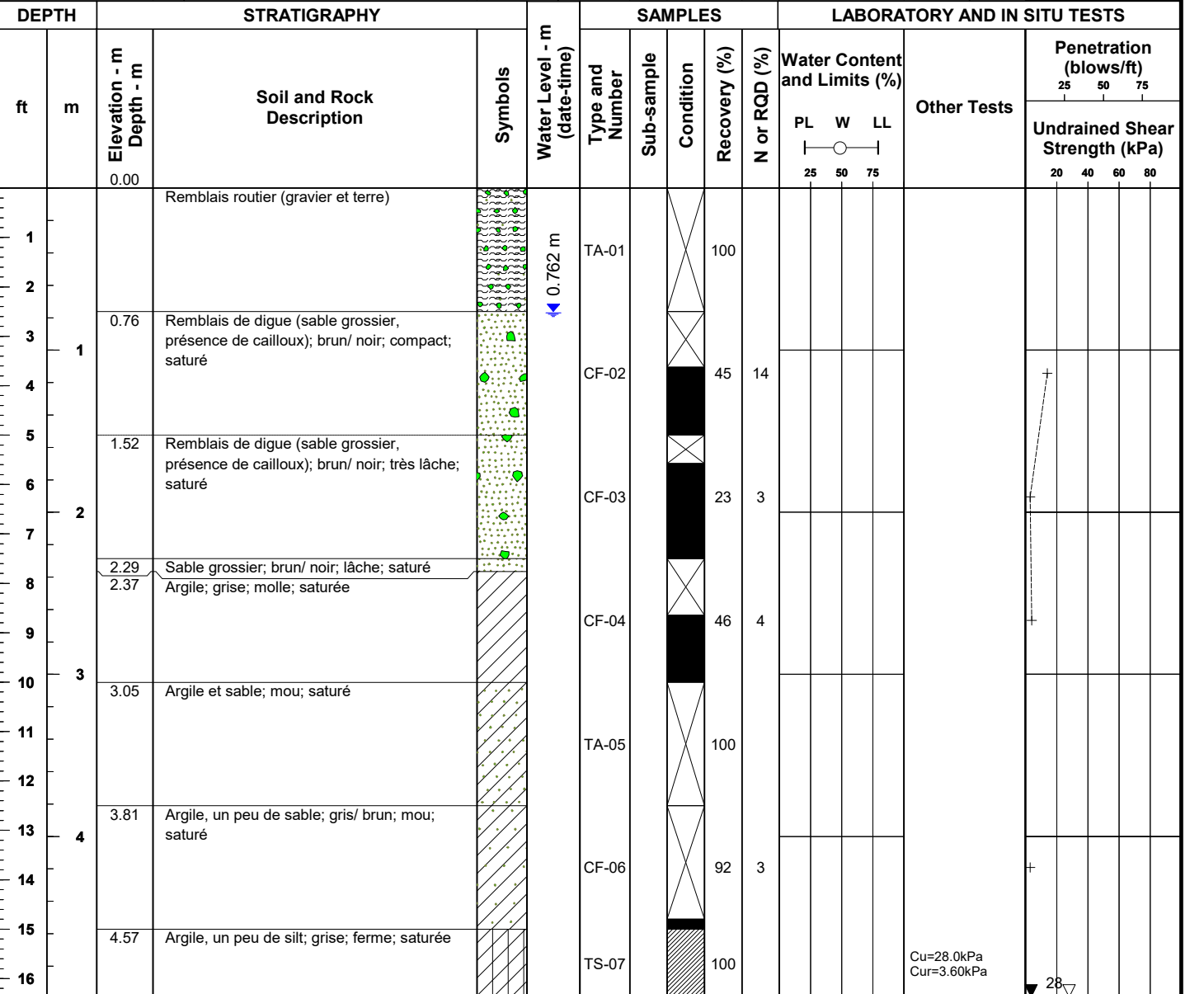


**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2018-04-05 to 2018-04-05

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-20  
**PAGE** 1 of 3  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 325.552  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483661.21 N 417411.45 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>7.6200</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	7.6200	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	7.6200	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION</b> "N" Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY</b> Cu (kPa) Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis Density (kg/m³) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio σ <sub>p</sub> Preconsolidation stress	Su intact (vane) ◇ Sur remoulded (vane) ◆ Cu intact (lab) ▽ Cur remoulded (lab) ▾ Dynamic penetration ×-× Standard penetration +--+



**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Merafat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Cu=28.0kPa  
Cur=3.60kPa

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty





# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-20

PAGE

3 of 3

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL					
														Undrained Shear Strength (kPa)			
42	13	12.95	Silt argileux, trace de cailloux; gris/ verdâtre; saturé		TA-17			100									
43					TA-18			100									
44																	
45	14	13.72	Sable et gravier, trace de cailloux; gris/ verdâtre; compacte; saturé		CF-19			46	11								
46																	
47		14.33	Refus, tarière sur roc probable End of borehole														
48																	
49	15																
50																	
51																	
52	16																
53																	
54																	
55																	
56	17																
57																	
58																	
59	18																
60																	
61																	
62	19																
63																	
64																	
65																	

COMMENTS  
 COMPILED BY Charlotte Athurion  
 VERIFIED BY Vahid Merafat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION





# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-06 to 2019-04-06

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-22  
**PAGE** 1 of 1  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 328.46  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483683.35 N 417235.58 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>		Date	Depth	Reading 1			Reading 2		
	Date	Depth											
Reading 1													
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Water Level - m (date-time)	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)	Undrained Shear Strength (kPa)
		0.00									PL W LL 		25 50 75 20 40 60 80	
			Remblai routier (pierre concassée)											
1						TA-01			100					
2		0.76	Sol organique et cailloux, un peu d'argile; ocre; sec			TA-02			100					
3	1													
4		1.52	Sable silteux, trace de gravier; beige/verdâtre; très dense; sec			CF-03			85	60				
5	2													
6		2.29	Sable silteux, traces de gravier; beige/rose; très dense; humide			CF-04			45	84				
7														
8	3	3.05	Sable silteux, traces de gravier; brun/vert; très dense; humide			CF-05			28	R				
9														
10		3.50	Refus, tarière sur roc probable End of borehole											
11	4													
12														
13														
14														
15														
16														

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD**  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-04 to 2019-04-04

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-23  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 334.673  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483571.84 N 417217.01 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2019-04-18</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2019-04-18	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2019-04-18	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)	Undrained Shear Strength (kPa)
										PL W LL 		25 50 75 20 40 60 80	
		0.00	Résidus minier; gris foncé; sec										
1					TA-01			100					
2													
3	1	0.76	Résidus minier; gris foncé; sec		TA-02			100					
4													
5													
6	2	1.52	Résidus minier; gris foncé; sec		TA-03			100					
7													
8													
9			Résidus minier; gris foncé; humide		TA-04			100					
10	3	3.05	Résidus minier; gris foncé; humide		TA-05			100					
11													
12													
13	4	3.81	Résidus minier; gris foncé; humide		TA-06			100					
14													
15													
16		4.57	Résidus minier; gris foncé; saturé		TA-07			100					

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No 6098003

BOREHOLE No BH-BBA-19-23  
PAGE 2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL			25	50	75
														Undrained Shear Strength (kPa)			
										25	50	75		20	40	60	80
17																	
18		5.33	Résidus minier; gris foncé; saturé														
19					5.73 m	TA-08			100								
20	6	6.10	Résidus minier; gris foncé; saturé														
21			(essai: Génération acide)			TA-09			100								
22																	
23	7	6.86	Résidus minier, trace de silt; gris foncé; saturé			TA-10			100								
24																	
25		7.62	End of borehole														
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

COMMENTS  
 COMPILED BY Charlotte Athurion  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

Files: \BBAAPP541.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD**  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-04 to 2019-04-04

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-24  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 334.318  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483529.61 N 417301.78 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2019-04-04</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td>2019-04-04</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2019-04-04	0000000000	Reading 2	2019-04-04	
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2019-04-04	0000000000											
Reading 2	2019-04-04												

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION</b> "N" Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY</b> Cu (kPa) Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Stérile (cailloux)										
1					TA-01			100					
		0.76	Stérile (cailloux)										
3	1	0.91	Résidus minier; gris foncé; sec		TA-02			100					
4													
5		1.52	Résidus minier; gris foncé; humide		TA-03			100					
6	2												
7		2.29	Stérile (cailloux)		TA-04			100					
8													
9		2.74	Résidus minier; gris foncé; humide		TA-05			100					
10	3	3.05	Résidus minier; gris foncé; humide		TA-06			100					
11													
12		3.81	Résidus minier; gris foncé; humide (essai: Génération acide)		TA-07			100					
13	4												
14		4.57	Résidus minier; gris foncé; saturé										
15													
16													

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS								
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
										PL	W	LL		25	50	75		
														<b>Undrained Shear Strength (kPa)</b> 20 40 60 80				
17																		
18		5.33	Résidus minier, trace de sable; gris/ verdâtre; saturé		6.096 m	TA-08		100										
19	6																	
20		6.10	Résidus minier, trace de sable; gris/ verdâtre; saturé			TA-09		100										
21																		
22																		
23	7	6.86	Résidus minier, trace de sable; gris/ verdâtre; saturé			TA-10		100										
24																		
25		7.62	End of borehole															
26	8																	
27																		
28																		
29																		
30	9																	
31																		
32																		
33	10																	
34																		
35																		
36	11																	
37																		
38																		
39	12																	
40																		

Files: \BBAAPPS41.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD**  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-02 to 2019-04-02

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-25  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 335.994  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483436.11 N 417134.41 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2019-04-06</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2019-04-06	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2019-04-06	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	<b>GSA</b> Grain size analysis <b>HYD</b> Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) <b>W</b> Water content <b>Gs</b> Specific gravity <b>k</b> Permeability (m/sec) <b>PI</b> Plasticity index <b>LI</b> Liquidity index <b>C<sub>c</sub></b> Compression index <b>C<sub>r</sub></b> Recompression index <b>e<sub>0</sub></b> Initial void ratio <b><math>\sigma_p</math></b> Preconsolidation stress	<b>Su intact (vane)</b> ◇ <b>SuR remoulded (vane)</b> ◆ <b>Cu intact (lab)</b> ▽ <b>Cur remoulded (lab)</b> ▼ <b>Dynamic penetration</b> x-x <b>Standard penetration</b> +--+

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Stérile (cailloux); sec										
1		0.30	Résidus minier; gris foncé; sec										
2													
3	1												
4													
5													
6		1.68	Stérile (cailloux); sec										
7	2												
8		2.29	Résidus minier; gris foncé; sec										
9													
10	3												
11		3.05	Résidus minier; gris foncé; sec à humide										
12													
13	4												
14		3.81	Résidus minier; gris foncé; humide										
15													
16		4.57	Résidus minier; gris foncé; humide (essai: Génération acide)										

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS						
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL			25	50	75
														Undrained Shear Strength (kPa)			
17																	
18		5.33	Résidus minier; gris foncé; humide à saturé														
19																	
20	6	6.10	Résidus minier; gris foncé; humide à saturé														
21																	
22																	
23	7	6.86	Résidus minier, un peu de silt; gris foncé; saturé														
24																	
25		7.62	End of borehole														
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

Files: \BBAAPPs41.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD**  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-03 to 2019-04-03

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-26  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 335.733  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483354.55 N 417211.82 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2019-04-18</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2019-04-18	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2019-04-18	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Su remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\nabla$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)	Undrained Shear Strength (kPa)
										PL    W    LL 		25    50    75 20    40    60    80	
		0.00	Stérile (cailloux); sec										
1		0.45	Résidus minier; gris foncé; sec à humide										
2	1	1.52	Résidus minier; gris foncé; humide										
3	2	2.29	Stérile (cailloux); humide										
4	3	2.74	Résidus minier; gris foncé; humide										
5	3	3.05	Résidus minier; gris foncé; humide										
6	4	3.81	Résidus minier; gris foncé; humide à saturé (essai: Génération acide)										
7	4	4.57	Résidus minier; gris foncé; saturé										

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-26

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS						
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL			25	50	75
														Undrained Shear Strength (kPa)			
17																	
18		5.33	Résidus minier, trace de sable; gris verdâtre; saturé														
19																	
20	6	6.10	Résidus minier, trace de sable; gris verdâtre; saturé														
21																	
22																	
23	7	6.86	Résidus minier, trace de sable; gris verdâtre; saturé														
24																	
25		7.62	End of borehole														
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

COMMENTS  
 COMPILED BY Charlotte Athurion  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

Files: \BBAAPP541\_bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES			LABORATORY AND IN SITU TESTS									
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
										PL	W	LL						
														Undrained Shear Strength (kPa)				
										25	50	75			20	40	60	80
17																		
18		5.33	Résidus minier et sable; gris/ noir, verdâtre; saturé					62	3									
19	6					TA-07												
20		6.10	Résidus minier très fin (visqueux), un peu de sable; gris, brun; saturé					77	1									
21						TA-08												
22																		
23	7	6.86	Résidus minier et sable grossier; gris foncé; saturé					100	14									
24			(essai: Génération acide)			CF-09												
25		7.62	End of borehole															
26	8																	
27																		
28																		
29																		
30	9																	
31																		
32																		
33	10																	
34																		
35																		
36	11																	
37																		
38																		
39	12																	
40																		

**COMMENTS**

**COMPILED BY** Charlotte Athurion

**VERIFIED BY** Vahid Marefat

**APPROVED BY** Luciano Piciacchia

**REVISION**

Printing date 2019-08-05 16:20:01

Files: \BBAAPPs41\_bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD**  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-01 to 2019-04-01

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-28  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 336.449  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483364.18 N 417117.16 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>2019-04-01</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	2019-04-01	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	2019-04-01	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION</b> "N" Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY</b> Cu (kPa) Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY				SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS							
ft	m	Elevation - m	Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)			
											PL	W	LL		Undrained Shear Strength (kPa)			
											25	50	75		20	40	60	80
		0.00		Stérile (cailloux); sec														
1																		
2																		
3	1	0.76		Résidus minier; humide														
4																		
5																		
6		1.52		Résidus minier; humide														
7	2	1.82		Stérile (cailloux); humide														
8																		
9		2.29		Résidus minier; humide														
10	3	3.05		Résidus minier; humide														
11																		
12																		
13	4	3.81		Résidus minier; humide														
14																		
15		4.57		Résidus minier; humide														
16																		

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES					LABORATORY AND IN SITU TESTS						
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)		
										PL	W	LL			25	50	75
														Undrained Shear Strength (kPa)			
17																	
18		5.33	Résidus minier; humide (essai: Génération acide)														
19																	
20	6	6.10	Sable; humide														
21																	
22																	
23	7	6.86	Sable; saturé														
24																	
25		7.62	End of borehole														
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

Files: \BBAAPPs41.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-02 to 2019-04-02

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-29  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 335.455  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483262.06 N 417217.35 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>4.572</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	4.572	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	4.572	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	GSA Grain size analysis HYD Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) W Water content Gs Specific gravity k Permeability (m/sec) PI Plasticity index LI Liquidity index C <sub>c</sub> Compression index C <sub>r</sub> Recompression index e <sub>0</sub> Initial void ratio $\sigma'_p$ Preconsolidation stress	Su intact (vane) $\diamond$ Sur remoulded (vane) $\blacklozenge$ Cu intact (lab) $\blacktriangledown$ Cur remoulded (lab) $\blacktriangledown$ Dynamic penetration $\times \rightarrow$ Standard penetration $+++$

DEPTH		STRATIGRAPHY			SAMPLES				LABORATORY AND IN SITU TESTS				
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols	Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%) PL W LL	Other Tests	Penetration (blows/ft) 25 50 75	Undrained Shear Strength (kPa) 20 40 60 80
		0.00	Résidus miniers; sec		TA-01			100					
		0.30	Résidus miniers; sec à humide		TA-02			100					
		0.76	Résidus miniers; sec à humide		TA-03			69	9				
		1.52	Résidus miniers; humide		TA-04			69	31				
		2.29	Résidus miniers et cailloux; humide		TA-05			46	86				
		3.05	Résidus miniers; humide		CF-06			77	22				
		3.81	Résidus miniers et sable; saturé		TA-07			72	3				
		4.57	sable; brun verdâtre; saturé		CF-08			43	8				

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Charlotte Athurion  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\801\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-29

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES			LABORATORY AND IN SITU TESTS										
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)			Other Tests	Penetration (blows/ft)				
										PL	W	LL				Undrained Shear Strength (kPa)			
										25	50	75				20	40	60	80
17																			
18		5.33	Sable et résidus miniers; gris/ noir; saturé			TA-09		62	4										
19	6																		
20		6.10	Résidus miniers; saturé			CF-10		62	2										
21																			
22																			
23	7	6.86	Résidus miniers et sable; saturé			TA-11		92	8										
24																			
25		7.62	End of borehole																
26	8																		
27																			
28																			
29																			
30	9																		
31																			
32																			
33	10																		
34																			
35																			
36	11																		
37																			
38																			
39	12																		
40																			

COMMENTS  
 COMPILED BY Charlotte Athurion  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

Files: \BBAAPPs41.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# BOREHOLE REPORT



**PROJECT No** 6098003  
**PROJECT NAME** Programme d'investigation géotechnique du parc à résidus Bachelor  
**SITE**  
**CONTRACTOR** Marathon Underground  
**METHOD** Auger sampler hole  
**BOREHOLE DATE** 2019-04-09 to 2019-04-09

**BOREHOLE No** BH-BBA-19-30  
**PAGE** 1 of 2  
**CASING**  
**CORER**  
**GROUND ELEV (m)** 329.574  
**DATUM** SYST NAD ZONE  
**COORDINATES** 5483160.19 N 416875.90 E

SAMPLE TYPE	QUALITATIVE TERMINOLOGY	QUANTITATIVE TERMINOLOGY	ROCK QUALITY DESIGNATION	GROUNDWATER									
DC Diamond rock core SS Split spoon AS Auger sampler TW Thin walled tube ST Shelby tube BS Bulk	Clay < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sand 0.08 - 5 mm Gravel 5 - 80 mm Cobbles 80 - 200 mm Boulders > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Some" 10 - 20 % Adjective (...y) 20 - 35 % "And" 35 - 50 %	QUALIFICATIVE RQD Very poor < 25 % Poor 25 - 50 % Fair 50 - 75 % Good 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reading</th> <th>Date</th> <th>Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reading 1</td> <td>3.05</td> <td>0000000000</td> </tr> <tr> <td>Reading 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarks:</p>	Reading	Date	Depth	Reading 1	3.05	0000000000	Reading 2		
Reading	Date	Depth											
Reading 1	3.05	0000000000											
Reading 2													

SAMPLE CONDITION	MECHANIC CHARACTERISTICS OF SOILS	LABORATORY AND IN SITU TESTS	SYMBOLS
Remoulded Undisturbed Lost Rock core	<b>COMPACTION "N"</b> Very loose 0 - 4 Loose 4 - 10 Compact 10 - 30 Dense 30 - 50 Very dense > 50 <b>CONSISTENCY Cu (kPa)</b> Very soft < 12 Soft 12 - 25 Firm 25 - 50 Stiff 50 - 100 Very stiff 100 - 200 Hard > 200	<b>GSA</b> Grain size analysis <b>HYD</b> Hydrometer analysis $\gamma_t, \gamma_d$ Density (kg/m <sup>3</sup> ) <b>W</b> Water content <b>Gs</b> Specific gravity <b>k</b> Permeability (m/sec) <b>PI</b> Plasticity index <b>LI</b> Liquidity index <b>C<sub>c</sub></b> Compression index <b>C<sub>r</sub></b> Recompression index <b>e<sub>0</sub></b> Initial void ratio <b><math>\sigma'_p</math></b> Preconsolidation stress	<b>Su intact (vane)</b> ◇ <b>Su remoulded (vane)</b> ◆ <b>Cu intact (lab)</b> ▽ <b>Cu remoulded (lab)</b> ▾ <b>Dynamic penetration</b> ×-× <b>Standard penetration</b> +--+

DEPTH	STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES			LABORATORY AND IN SITU TESTS				
	ft	m	Elevation - m Depth - m		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)
			0.00						PL W LL 		Undrained Shear Strength (kPa) 25 50 75	
1					TA-01			100				
2			0.76		CF-02			79	13			
3	1											
4			1.52		TS-03			100		Cu=526.0kPa Cur=323.00kPa LL = 58.0% PL = 25.0% W = 30.0% PI = 33.0; LI = 0.15		528
5			2.29		TS-04			100		Cu=49.0kPa Cur=12.30kPa LL = 45.0% PL = 22.0% W = 41.0% PI = 23.0; LI = 0.83		3
6	2											
7			3.05		TS-05			100				
8			3.81		TA-06			100		At 4.115m Cu=63.5kPa Cur=10.5kPa At 4.415m Cu=73kPa At 4.415m Cur=13.5kPa		5
9	3											
10			4.57		CF-07			33				
11	4											
12												
13												
14												
15												
16												

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES			LABORATORY AND IN SITU TESTS								
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)		Other Tests	Penetration (blows/ft)			
										PL	W	LL		25	50	75	
													Undrained Shear Strength (kPa)				
										25	50	75		20	40	60	80
17																	
18		5.33	Sable silteux, trace de cailloux; brun; très dense; saturé					38	R								
19	6					CF-08											
20		6.10	Sable grossier, présence de cailloux et sol organique; brun; très dense; saturé					66	64								
21						CF-09											
22																	
23	7	6.86 6.96	Sable silteux, trace de cailloux; brun; très dense; saturé Refus, tarière sur roc probable End of borehole			CF-10		100	R								
24																	
25																	
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39																	
40	12																

**COMMENTS**  
**COMPILED BY** Mathieu Meunier  
**VERIFIED BY** Vahid Marefat  
**APPROVED BY** Luciano Piciacchia  
**REVISION**

Printing date 2019-08-05 16:20:16

Files: \BBAAPPs41.bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Borehole-v4.sty



# BOREHOLE REPORT

PROJECT No

6098003

BOREHOLE No

BH-BBA-19-31

PAGE

2 of 2

DEPTH		STRATIGRAPHY			Water Level - m (date-time)	SAMPLES			LABORATORY AND IN SITU TESTS										
ft	m	Elevation - m Depth - m	Soil and Rock Description	Symbols		Type and Number	Sub-sample	Condition	Recovery (%)	N or RQD (%)	Water Content and Limits (%)	Other Tests	Penetration (blows/ft)	Undrained Shear Strength (kPa)					
													25	50	75				
													PL	W	LL				
													25	50	75				
																20	40	60	80
17																			
18		5.33	Argile grise (continue)																
19						AS-08		100			At 5.64m Cu=27kPa At 5.64m Cur=4kPa At 5.94m Cu=42kPa At 5.94m Cur=18kPa	27							
20	6	6.09	Silt argileux, trace de sable; gris; saturé			SS-09		100				18	42						
21																			
22																			
23	7	6.85	Argile silteuse, présence de cailloux (1 à 2 cm); gris et brun; raide; saturée  (essai: A.G.)			SS-10		63	13										
24																			
25																			
26	8	7.61	Silt, trace de sable et cailloux (2 cm); gris et brun; compacte; saturé			SS-11		75	18										
27																			
28																			
29	9	8.37	Sable, trace de silt et présence de cailloux (1 à 2 cm); brun; dense; saturé  (essai: A.G.)			SS-12		80	35										
30																			
31																			
32																			
33	10	9.89	Sable avec cailloux (moins de 1 cm), présence de silt; brun/ gris; très dense; saturé			SS-13		42	38										
34		10.11	Refus, tarière sur roc probable End of borehole			SS-14		50											
35																			
36	11																		
37																			
38																			
39	12																		
40																			

**COMMENTS**

COMPILED BY Mathieu Meunier  
 VERIFIED BY Vahid Marefat  
 APPROVED BY Luciano Piciacchia  
 REVISION

Files: \BBAAPPS\41\_bba.ca\Geotec\80\Style\Log\_Borehole-v4.sty

# RAPPORT DE FORAGE



**No. DE PROJET** BACHELOR-6098003  
**NOM DE PROJET** Geotechnical drilling program

**No. DE FORAGE** BH-BBA-20-01  
**PAGE** 1 de 2

**SITE**  
**ENTREPRENEUR**  
**MÉTHODE** AS  
**DATE DE FORAGE** 2020-08-06 à 2020-08-06

**TUBAGE**  
**CAROTTIER**  
**ÉLÉV TERRAIN (m)**  
**DATUM** SYST NAD ZONE 17  
**COORDONNÉES** 5483210.00 N 416916.00 E

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE QUALITATIVE	TERMINOLOGIE QUANTITATIVE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	NAPPE PHRÉATIQUE									
CD Carottier à diamant CF Cuillère fendue TA Tarière TM Tube à paroi mince TS Tube Shelby VR En vrac	Argile < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sable 0.08 - 5 mm Gravier 5 - 80 mm Cailloux 80 - 200 mm Blocs > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Un peu" 10 - 20 % Adjectif (...eux) 20 - 35 % "et" 35 - 50 %	QUALIFICATIF RQD Très médiocre < 25 % Médiocre 25 - 50 % Moyen 50 - 75 % Bon 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lecture 1</th> <th>Date</th> <th>Profondeur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Lecture 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarques:</p>	Lecture 1	Date	Profondeur			m	Lecture 2		
Lecture 1	Date	Profondeur											
		m											
Lecture 2													

ÉTAT D'ÉCHANTILLON	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	SYMBOLES
Remanié Intact Perdu Carotte	<b>COMPACTITÉ "N"</b> Très lâche 0 - 4 Lâche 4 - 10 Compacte 10 - 30 Dense 30 - 50 Très dense > 50	<b>CONSISTANCE Cu (kPa)</b> Très molle < 12 Molle 12 - 25 Ferme 25 - 50 Raide 50 - 100 Très raide 100 - 200 Dure > 200	<b>AG</b> Analyse granulométrique <b>Séd</b> Sédimentométrie $\gamma_t, \gamma_d$ Masse volumique (kg/m³) <b>W</b> Teneur en eau <b>Dr</b> Densité relative <b>k</b> Perméabilité (m/sec)

Profondeur	Stratigraphie			Niveau d'eau - m (date-heure)	Échantillon		Essais de laboratoire et in situ									
	pi	m	Élévation - m / Profondeur - m		Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)			Pénétration (coups/pi)			
		Description des sols et du roc						$w_p$ $w$ $w_L$ 			Autres tests		Résistance au cisaillement non-drainé (kPa) 25   50   75			
		0.00	Surface naturelle du sol													
		0.00	Gravier; très dense; sec													
1		-0.76	Remblai de digue (gravier et sable); brun; très dense; sec													
3	1	0.76			CF-01		66	100								
5		-1.52	Remblai de digue (sable et gravier); gris; très dense; humide													
6	2	1.52			CF-02		41	100								
8		-2.29	Remblai de digue (sable et gravier); gris; compacte; humide à sec													
9		2.29			CF-03		49	10								
11		-3.05	Remblai de digue (gravier, un peu de sable); gris; lâche; sec													
12		3.05			CF-04		41	8								
13		-3.81	Argile avec un peu de sable; grise; humide; ferme													
14	4	3.81			CF-05		85	7								
15		-4.57	Argile avec un peu de sable; grise; humide; raide													
16		4.57			TA-06		0									
		-4.88														
		4.88			TA-07		0									

**COMMENTAIRES**  
**COMPILÉ PAR** Mauricio Sanabria  
**VÉRIFIÉ PAR** Vahid Marefat  
**APPROUVÉ PAR** Luciano Piciacchia  
**RÉVISION**





# RAPPORT DE FORAGE



**No. DE PROJET** BACHELOR-6098003  
**NOM DE PROJET** Geotechnical drilling program

**No. DE FORAGE** BH-BBA-20-02  
**PAGE** 1 de 2  
**TUBAGE**  
**CAROTTIER**  
**ÉLÉV TERRAIN (m)** 326.2  
**DATUM** SYST NAD ZONE 17  
**COORDONNÉES** 5483216.00 N 416861.00 E

**SITE**  
**ENTREPRENEUR**  
**MÉTHODE** AS  
**DATE DE FORAGE** 2020-08-07 à 2020-08-07

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE QUALITATIVE	TERMINOLOGIE QUANTITATIVE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	NAPPE PHRÉATIQUE									
CD Carottier à diamant CF Cuillère fendue TA Tarière TM Tube à paroi mince TS Tube Shelby VR En vrac	Argile < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sable 0.08 - 5 mm Gravier 5 - 80 mm Cailloux 80 - 200 mm Blocs > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Un peu" 10 - 20 % Adjectif (...eux) 20 - 35 % "et" 35 - 50 %	QUALIFICATIF RQD Très médiocre < 25 % Médiocre 25 - 50 % Moyen 50 - 75 % Bon 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lecture 1</th> <th>Date</th> <th>Profondeur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Lecture 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarques:</p>	Lecture 1	Date	Profondeur			m	Lecture 2		
Lecture 1	Date	Profondeur											
		m											
Lecture 2													

ÉTAT D'ÉCHANTILLON	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	SYMBOLES
Remanié Intact Perdu Carotte	<b>COMPACTITÉ "N"</b> Très lâche 0 - 4 Lâche 4 - 10 Compacte 10 - 30 Dense 30 - 50 Très dense > 50 <b>CONSISTANCE Cu (kPa)</b> Très molle < 12 Molle 12 - 25 Ferme 25 - 50 Raide 50 - 100 Très raide 100 - 200 Dure > 200	<b>AG</b> Analyse granulométrique <b>Séd</b> Sédimentométrie $\gamma_t, \gamma_d$ Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> ) <b>W</b> Teneur en eau <b>Dr</b> Densité relative <b>k</b> Perméabilité (m/sec) $I_p$ Indice de plasticité $I_L$ Indice de liquidité $C_c$ Indice de compression $C_r$ Indice de recompression $e_0$ Indice des vides initial $\sigma'_p$ Contrainte de préconsolidation	Su intact (scisso) $\diamond$ Sur remanié (scisso) $\blacklozenge$ Cu intact (labo) $\blacktriangledown$ Cur remanié (labo) $\blacktriangledown$ Pénétration dynamique $\times$ Pénétration standard $+++$

Profondeur		Stratigraphie		Échantillon		Essais de laboratoire et in situ							
pi	m	Élévation - m	Description des sols et du roc	Symbole	Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)	Autres tests	Pénétration (coups/pi)	Résistance au cisaillement non-drainé (kPa)
										$w_p$ $w$ $w_L$ 25 50 75		25 50 75 20 40 60 80	
		326.20	Surface naturelle du sol										
		0.00	Argile; brun, humide; raide devient ferme et molle avec la profondeur										
1					CF-01			40	9				
2													
3	1				CF-02			90	15				
4													
5													
6	2				CF-03			50	6				
7													
8					CF-04			95	3				
9													
10	3				ST-05			100					
11													
12		322.39											
13	4	3.81	Argile; grise, humide; molle		CF-06			100	0				
14													
15					TA-07			0					
16					TA-08			0					

**COMMENTAIRES**  
**COMPILÉ PAR** Mauricio Sanabria  
**VÉRIFIÉ PAR** Vahid Marefat  
**APPROUVÉ PAR** Luciano Piciacchia  
**RÉVISION**

Profondeur		Stratigraphie			Niveau d'eau - m (date-heure)	Échantillon			Essais de laboratoire et in situ																	
pi	m	Élévation - m Profondeur - m	Description des sols et du roc	Symbole		Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)			Autres tests		Pénétration (coups/pi)										
										W <sub>p</sub>	W	W <sub>L</sub>				25	50	75								
																<b>Résistance au cisaillement non-drainé (kPa)</b> 20    40    60    80										
17		321.02 5.18	Argile avec sable; grise, humide; ferme			CF-09		70	6					Cur=7kPa À 5.03m Cu=43kPa À 5.03m Cur=12kPa												
18																										
19																										
20	6	320.11 6.09	Argile et sable grise; brun en bas, saturée; raide			CF-10		40	10																	
21																										
22																										
23	7		Fin du forage			CF-11		0	26																	
24																										
25		318.73 7.47																								
26	8																									
27																										
28																										
29																										
30	9																									
31																										
32																										
33	10																									
34																										
35																										
36	11																									
37																										
38																										
39																										
40	12																									

Fichier: \BBA\PPS41.lba.cat\Geotec80\Style\Log\_Forage-v4.sty

# RAPPORT DE FORAGE



**No. DE PROJET** BACHELOR-6098003  
**NOM DE PROJET** Geotechnical drilling program

**No. DE FORAGE** BH-BBA-20-03  
**PAGE** 1 de 2

**SITE**  
**ENTREPRENEUR**  
**MÉTHODE** AS  
**DATE DE FORAGE** 2020-08-06 à 2020-08-06

**TUBAGE**  
**CAROTTIER**  
**ÉLÉV. TERRAIN (m)** 325.7  
**DATUM** SYST NAD ZONE 17  
**COORDONNÉES** 5483198.00 N 416853.00 E

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE QUALITATIVE	TERMINOLOGIE QUANTITATIVE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	NAPPE PHRÉATIQUE									
CD Carottier à diamant CF Cuillère fendue TA Tarière TM Tube à paroi mince TS Tube Shelby VR En vrac	Argile < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sable 0.08 - 5 mm Gravier 5 - 80 mm Cailloux 80 - 200 mm Blocs > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Un peu" 10 - 20 % Adjectif (...eux) 20 - 35 % "et" 35 - 50 %	QUALIFICATIF RQD Très médiocre < 25 % Médiocre 25 - 50 % Moyen 50 - 75 % Bon 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Date</th> <th>Profondeur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lecture 1</td> <td></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Lecture 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarques:</p>		Date	Profondeur	Lecture 1		m	Lecture 2		
	Date	Profondeur											
Lecture 1		m											
Lecture 2													

ÉTAT D'ÉCHANTILLON	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	SYMBOLES
Remanié Intact Perdu Carotte	<b>COMPACTITÉ "N"</b> Très lâche 0 - 4 Lâche 4 - 10 Compacte 10 - 30 Dense 30 - 50 Très dense > 50	<b>CONSISTANCE Cu (kPa)</b> Très molle < 12 Molle 12 - 25 Ferme 25 - 50 Raide 50 - 100 Très raide 100 - 200 Dure > 200	<b>AG</b> Analyse granulométrique <b>Séd</b> Sédimentométrie $\gamma_t, \gamma_d$ Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> ) <b>W</b> Teneur en eau <b>Dr</b> Densité relative <b>k</b> Perméabilité (m/sec)

Profondeur		Stratigraphie		Échantillon		Essais de laboratoire et in situ								
pi	m	Élévation - m	Description des sols et du roc	Symbole	Niveau d'eau - m (date-heure)	Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)	Autres tests	Pénétration (coups/pi)	Résistance au cisaillement non-drainé (kPa)
											$w_p$ $w$ $w_L$ 25   50   75		25   50   75	20   40   60   80
		325.70	Surface naturelle du sol											
		0.00	Argile avec un peu de matière organique; grise, humide; molle				CF-01		80	4				
1														
		324.94	Argile grise; humide; raide				CF-02		80	9				
2														
		324.18	Argile; grise, humide; molle				CF-03		100	3				
3														
		321.89	Sable et argile avec un peu de gravier; gris, humide; compacte				ST-04		100					
4														
		321.13	Sable et argile; gris, humide; compacte				TA-05		0					
5							TA-06		0					
		321.89	Sable et argile avec un peu de gravier; gris, humide; compacte				CF-07		40	15				
6														
		321.13	Sable et argile; gris, humide; compacte				CF-08		60	18				
7														

**COMMENTAIRES**  
**COMPILÉ PAR** Mauricio Sanabria  
**VÉRIFIÉ PAR** Vahid Marefat  
**APPROUVÉ PAR** Luciano Piciacchia  
**RÉVISION**

Profondeur		Stratigraphie			Echantillon				Essais de laboratoire et in situ								
pi	m	Élévation - m Profondeur - m	Description des sols et du roc	Symbole	Niveau d'eau - m (date-heure)	Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)			Autres tests	Pénétration (coups/pi)		
											W <sub>p</sub>	W	W <sub>L</sub>		25	50	75
17		320.52 5.18	Fin du forage														
18																	
19																	
20	6																
21																	
22																	
23	7																
24																	
25																	
26	8																
27																	
28																	
29																	
30	9																
31																	
32																	
33	10																
34																	
35																	
36	11																
37																	
38																	
39	12																
40																	

Fichier: \BBA\APS41.bba.cat\Geotec80\Style\Log\_Forage-v4.sty

# RAPPORT DE FORAGE



**No. DE PROJET** BACHELOR-6098003  
**NOM DE PROJET** Geotechnical drilling program

**No. DE FORAGE** BH-BBA-20-04  
**PAGE** 1 de 2

**SITE**  
**ENTREPRENEUR**  
**MÉTHODE** AS  
**DATE DE FORAGE** 2020-08-07 à 2020-08-07

**TUBAGE**  
**CAROTTIER**  
**ÉLÉV TERRAIN (m)** 327.6  
**DATUM** SYST NAD ZONE 17  
**COORDONNÉES** 5483163.00 N 416869.00 E

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE QUALITATIVE	TERMINOLOGIE QUANTITATIVE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	NAPPE PHRÉATIQUE									
CD Carottier à diamant CF Cuillère fendue TA Tarière TM Tube à paroi mince TS Tube Shelby VR En vrac	Argile < 0.002 mm Silt 0.002 - 0.08 mm Sable 0.08 - 5 mm Gravier 5 - 80 mm Cailloux 80 - 200 mm Blocs > 200 mm	"Traces" 1 - 10 % "Un peu" 10 - 20 % Adjectif (...eux) 20 - 35 % "et" 35 - 50 %	QUALIFICATIF RQD Très médiocre < 25 % Médiocre 25 - 50 % Moyen 50 - 75 % Bon 75 - 90 % Excellent 90 - 100 %	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lecture</th> <th>Date</th> <th>Profondeur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lecture 1</td> <td></td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Lecture 2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Remarques:</p>	Lecture	Date	Profondeur	Lecture 1		m	Lecture 2		
Lecture	Date	Profondeur											
Lecture 1		m											
Lecture 2													

ÉTAT D'ÉCHANTILLON	CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DES SOLS	ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU	SYMBOLES
Remanié Intact Perdu Carotte	<b>COMPACTITÉ "N"</b> Très lâche 0 - 4 Lâche 4 - 10 Compacte 10 - 30 Dense 30 - 50 Très dense > 50	<b>CONSISTANCE Cu (kPa)</b> Très molle < 12 Molle 12 - 25 Ferme 25 - 50 Raide 50 - 100 Très raide 100 - 200 Dure > 200	<b>AG</b> Analyse granulométrique <b>Séd</b> Sédimentométrie $\gamma_t, \gamma_d$ Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> ) <b>W</b> Teneur en eau <b>Dr</b> Densité relative <b>k</b> Perméabilité (m/sec)

Profondeur		Stratigraphie		Échantillon		Essais de laboratoire et in situ									
pi	m	Élévation - m	Description des sols et du roc	Symbole	Niveau d'eau - m (date-heure)	Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)	Autres tests	Pénétration (coups/pi)	Résistance au cisaillement non-drainé (kPa)	
										$W_p$ $W$ $W_L$ 					
		327.60	Surface naturelle du sol												
		0.00	Argile avec matière organique; grise; humide; très molle				CF-01		10	1					
1															
		326.99	Argile; grise; humide; molle devient ferme avec la profondeur												
2		0.61													
3	1														
4															
5															
6	2						ST-02		100						
7															
8															
9							CF-03		100	2					
10	3														
11							ST-04		100						
12															
13	4														
14							CF-05		50	5					
15		323.03	Argile avec un peu de sable; grise; humide; ferme												
16		4.57					CF-06		50	8					

**COMMENTAIRES**  
**COMPILÉ PAR** Mauricio Sanabria  
**VÉRIFIÉ PAR** Vahid Marefat  
**APPROUVÉ PAR** Luciano Piciacchia  
**RÉVISION**

Fichier: \BBA\APPS\41\_bba.ca\Geotec80\Style\Log\_Forage-v4.sty

# RAPPORT DE FORAGE

No. DE PROJET

BACHELOR-6098003

No. DE FORAGE

BH-BBA-20-04

PAGE

2 de 2

Profondeur		Stratigraphie			Niveau d'eau - m (date-heure)	Echantillon			Essais de laboratoire et in situ									
pi	m	Élévation - m Profondeur - m	Description des sols et du roc	Symbole		Type et Numéro	Sous-échantillon	Condition	Récupération (%)	N ou RQD (%)	Teneur en eau et Limites (%)			Autres tests		Pénétration (coups/pi)		
										W <sub>p</sub>	W	W <sub>L</sub>			25	50	75	
															Résistance au cisaillement non-drainé (kPa)			
															20	40	60	80
17		322.27																
18		5.33	Sable avec de l'argile; gris; humide; compacte			CF-07		50	28									
19	6																	
20		321.50																
21		6.10	Sable, un peu d'argile, trace de gravier; gris; saturé; dense			CF-08		30	34									
22																		
23	7																	
24																		
25		319.98																
26		7.62	Sable, un peu d'argile; gris; saturé; dense			CF-10		30	30									
27	8																	
28		319.22																
29		8.38	Fin du forage															
30	9																	
31																		
32																		
33	10																	
34																		
35																		
36	11																	
37																		
38																		
39	12																	
40																		

**COMMENTAIRES**

COMPILÉ PAR Mauricio Sanabria

VÉRIFIÉ PAR Vahid Marefat

APPROUVÉ PAR Luciano Piciacchia

RÉVISION



## Annexe E : Photos



registre des photos  
campagne de forages  
mine Bachelor (Bonterra)  
projet: 6098003

BH-BBA-18-01



échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 7.5'



échantillon: CF-07; profondeur: 15' à 17'

BH-BBA-18-02



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'

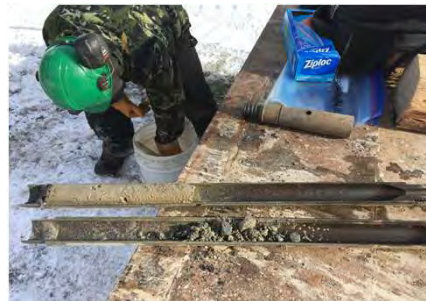


échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 7.5'

BH-BBA-18-03



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'

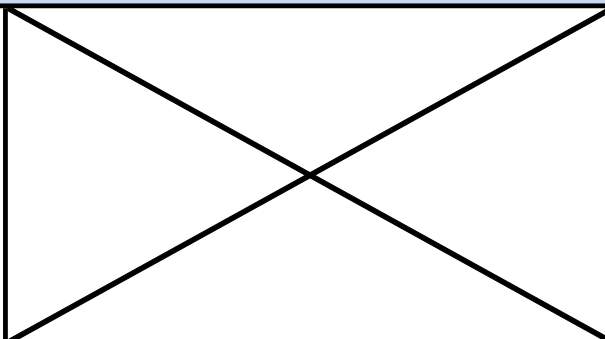


échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 9.5'

BH-BBA-18-04



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-; profondeur: ' à '





registre des photos  
campagne de forages  
mine Bachelor (Bonterra)  
6098003

BH-BBA-18-05



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 9.5'

BH-BBA-18-06



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 6'

BH-BBA-18-07



échantillon: CF-05; profondeur: 9' à 11'



échantillon: CF-06; profondeur: 11' à 11'-10"

BH-BBA-18-08



échantillon: CF-02; profondeur: 10' à 12.5'



échantillon: CF-04; profondeur: 15' à 17.5'



registre des photos  
campagne de forages  
mine Bachelor (Bonterra)  
6098003

BH-BBA-18-11



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 6'

BH-BBA-18-12



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-12; profondeur: 27.5' à 30'

BH-BBA-18-13



échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 7.5'



échantillon: CF-05; profondeur: 10' à 12.5'

BH-BBA-18-14



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 10'



registre des photos  
campagne de forages  
mine Bachelor (Bonterra)  
6098003

BH-BBA-18-15



échantillon: CF-07; profondeur: 15' à 17.5'



échantillon: CF-11; profondeur: 25' à 27.5'

BH-BBA-18-16



échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 10'

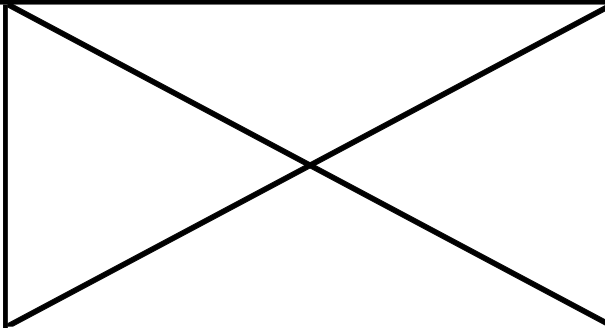


échantillon: CF-09; profondeur: 20' à 22.5'

BH-BBA-18-17



échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 7'



échantillon: CF-; profondeur: ' à '

BH-BBA-18-18



échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 10'



échantillon: CF-09; profondeur: 20' à 22.5'



registre des photos  
campagne de forages  
mine Bachelor (Bonterra)  
6098003

BH-BBA-18-20



échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 10'



échantillon: CF-13; profondeur: 30' à 32.5'

BH-BBA-18-21



échantillon: CF-08; profondeur: 17.5' à 20'



échantillon: CF-11; profondeur: 25' à 27.5'

BH-BBA-18-22



échantillon: CF-03; profondeur: 5' à 7.5'



échantillon: CF-04; profondeur: 7.5' à 10'

BH-BBA-18-30



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-09; profondeur: 20' à 22.5'



registre des photos  
campagne de forages  
mine Bachelor (Bonterra)  
6098003

BH-BBA-18-31



échantillon: CF-02; profondeur: 2.5' à 5'



échantillon: CF-12; profondeur: 27.5' à 30'

QC2-18 : RAPPORT SUR LES GES ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (BOILY, 2022)



# BON TERRA

## QUALIFICATION DES GES

### DÉTAILS DU BILAN DES GES DU PROJET MINIER DE BACHELOR

ENV0784-1502-02

No de référence GCM : 21-0696-0784

*Isabelle Boily ing.*  
# OIQ 144229      2022-10-28

Préparé par :

Isabelle Boily, ing., No OIQ : 144229  
Groupe VLD

Vérifié par :

*Karine Gauthier-Hétu*

Karine Gauthier-Hétu, M.Env. et M.É.I.  
GCM Consultants

Révision  
02

Émission  
FINALE

Date  
2022.10.27

### **ÉQUIPE DE RÉALISATION – GCM CONSULTANTS**

Nicolina D’Agosto, ing.	Directrice de projet
Karine Gauthier-Hétu, M.Env. et M.É.I.	Chargée de discipline, révision
Isabelle Boily, ing.	Rédaction
Mélina Huot	Édition

### **ÉQUIPE DE RÉALISATION – BONTERRA**

Mélissa Karen Bruneau, B.Sc.A,	Surintendante environnement
Marc-André Pelletier, ing.	Président et chef de la direction
Gilles Landry	Directeur général

### **HISTORIQUE DES RÉVISIONS**

Rév.	Révision				Commentaires (raison de la révision)
	Préparé par	Vérifié par	Date	Modifications apportées	
PA	IB	KGH	2022.06.02	-	Pour Commentaires
00	IB	KGH	2022.06.27	Précision sur les calculs associés à la perte de milieux humides	Finale
01	IB	KGH	2022.07.21	Révision du nombre de transports de minerai par jour	Finale
02	IB	KGH	2022.10.27	Révision du taux d’usage et retrait de Moroy	Finale



## TABLE DES MATIÈRES

1.0	MISE EN CONTEXTE ET LIMITES DE L'ÉVALUATION .....	5
2.0	POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE.....	5
3.0	PHASE CONSTRUCTION.....	5
3.1	AGRANDISSEMENT DU PARC À RÉSIDUS.....	6
3.2	MISE À NIVEAU DE LA ROUTE DE TRANSPORT ET CONSTRUCTION D'UN NOUVEAU TRONÇON .....	6
3.3	AGRANDISSEMENT DU COMPLEXE DE TRAITEMENT DE MINÉRAI.....	7
3.4	DÉBOISEMENT.....	7
3.4.1	PERTE DES PUIITS DE CARBONE .....	8
3.4.2	CONSOMMATION EN CARBURANT DES ÉQUIPEMENTS FORESTIERS.....	8
3.5	FACTEURS D'ÉMISSION DE GES SELON LA SOURCE D'ÉMISSION .....	10
3.6	ÉMISSIONS DE GES DE LA PHASE CONSTRUCTION .....	10
4.0	PHASE EXPLOITATION .....	11
4.1	TRANSPORT D'EMPLOYÉS .....	12
4.2	CONSOMMATION DE PROPANE.....	12
4.3	EXPLOSIFS .....	12
4.4	ÉLECTRICITÉ .....	13
4.5	CONSOMMATION DE DIESEL – SITUATION ACTUELLE.....	14
4.6	CONSOMMATION DE DIESEL – SITUATION FUTURE .....	14
4.6.1	CAMIONNAGE DU MINÉRAI .....	14
4.6.2	AUTRES ÉQUIPEMENTS MOBILES .....	14
4.6.3	DÉBROUSSAILLAGE DE LA ROUTE DE TRANSPORT .....	15
4.7	FACTEURS D'ÉMISSION DE GES SELON LA SOURCE D'ÉMISSION .....	15
4.8	ÉMISSIONS DE GES DE LA PHASE EXPLOITATION .....	16
5.0	PHASE DÉMANTÈLEMENT .....	17
5.1	ÉQUIPEMENTS MOBILES .....	17
5.1.1	FERMETURE COMPLÈTE DES SITES.....	17
5.1.2	FERMETURE DE L'AGRANDISSEMENT SEULEMENT .....	18
5.2	FACTEURS D'ÉMISSION DE GES SELON LA SOURCE D'ÉMISSION .....	19
5.3	ÉMISSIONS DE GES DE LA PHASE DÉMANTÈLEMENT .....	19
6.0	SOURCES D'ÉMISSIONS EXCLUES.....	20
7.0	SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES DU PROJET .....	32
8.0	RÉFÉRENCES .....	34

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Potentiel de réchauffement planétaire .....	5
Tableau 2. Équipements prévus pour l’agrandissement du parc à résidus .....	6
Tableau 3. Équipements prévus pour les travaux routiers .....	6
Tableau 4. Équipements prévus pour les travaux agrandissement du complexe .....	7
Tableau 5. Paramètres utilisés pour le calcul des émissions de CO <sub>2</sub> attribuables au déboisement .....	8
Tableau 6. Paramètres pour le calcul de la consommation de diesel des équipements forestiers .....	9
Tableau 7. Facteurs d’émission de GES – phase de construction .....	10
Tableau 8. Émissions de GES de la phase construction – année 0 .....	11
Tableau 9. Autres équipements mobiles .....	14
Tableau 10. Facteurs d’émission de GES – phase d’exploitation .....	15
Tableau 11. Émissions de GES de la phase exploitation – situation actuelle (800 tm) .....	16
Tableau 12. Émissions de GES de la phase exploitation – situation future (1 800 tm) .....	17
Tableau 13. Émissions de GES de la phase exploitation – situation future (1 800 tm) activité récurrente .....	17
Tableau 14. Équipements prévus pour les travaux de fermeture complète .....	18
Tableau 15. Équipements prévus pour les travaux de fermeture de l’agrandissement seulement .....	18
Tableau 16. Facteurs d’émission de GES – phase de démantèlement .....	19
Tableau 17. Émissions de GES de la phase démantèlement – fermeture complète .....	20
Tableau 18. Émissions de GES de la phase démantèlement – agrandissement seulement .....	20
Tableau 19. Paramètres de calcul pour le facteur d’émission de CO <sub>2</sub> pour le COD d’un site drainé .....	21
Tableau 20. Paramètres de calcul pour les émissions de CH <sub>4</sub> attribuables au traitement des eaux usées .....	24
Tableau 21. Paramètres de calcul pour les émissions de N <sub>2</sub> O par les champs d’épuration .....	25
Tableau 22. Paramètres de calcul pour les émissions de N <sub>2</sub> O par l’usine d’assainissement des eaux usées .....	26
Tableau 23. Tableau résumé des émissions du traitement des eaux usées sanitaires .....	26
Tableau 24. Nombre de transports de carburant et de propane .....	28
Tableau 25. Estimation des émissions annuelles de GES des sources exclues (Agrandissement et augmentation du taux d’usinage) .....	31
Tableau 26. Estimation des émissions annuelles de gaz à effet de serre par sources émettrices pendant le cycle de vie du projet Bachelor (Exploitation 1800T) .....	32
Tableau 27. Estimation des émissions annuelles de GES par sources émettrices pendant le cycle de vie du projet Bachelor (Agrandissement et augmentation du taux d’usinage) .....	33

## 1.0 MISE EN CONTEXTE ET LIMITES DE L'ÉVALUATION

Ce document présente les calculs détaillés des émissions de gaz à effets de serre (GES) du projet de réaménagement du site minier Bachelor, afin de traiter le minerai aurifère provenant du gisement Barry exclusivement. L'ensemble des émissions directement liées aux travaux d'aménagement, de construction, d'exploitation et de restauration réalisés sont considérées dans le bilan d'émissions de GES. Il est à noter que suite à la révision du projet, il a été décidé d'exclure l'exploitation du gisement Moroy du projet. La présente mise à jour du bilan des GES vise donc à mettre à jour la quantification des GES suivant ce changement.

Celui-ci inclut les émissions survenant sur le site ou à l'extérieur du site (p. ex. transport de produits chimiques, etc.). Les émissions indirectes liées à l'utilisation d'électricité sont également incluses dans l'évaluation.

Afin d'évaluer l'impact de l'augmentation du bilan de GES du projet, le calcul des émissions de GES a été effectué pour la situation actuellement autorisée (ci-après situation actuelle), de même que pour la situation future (1 800 tpj d'usinage de minerai en provenance du gisement Barry).

## 2.0 POTENTIEL DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE

Chaque GES retient la chaleur à une intensité donnée, cette capacité peut être comparée à la capacité du CO<sub>2</sub> à remplir la même fonction. C'est-à-dire que les émissions de chaque GES sont converties en « tonnes d'équivalent dioxyde de carbone » (t CO<sub>2</sub>éq.) en tenant compte de leur potentiel de réchauffement planétaire (PRP).

Les gaz pour lesquels les émissions ont été estimées comprennent le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O.

Tableau 1. Potentiel de réchauffement planétaire

Gaz à effet de serre	Formule chimique	PRP – Horizon de 100 ans
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	1
Méthane	CH <sub>4</sub>	25
Protoxyde d'azote	N <sub>2</sub> O	298

Source : 4<sup>e</sup> rapport du GIEC

## 3.0 PHASE CONSTRUCTION

La phase construction inclut les activités suivantes : l'agrandissement du complexe de traitement de minerai, l'agrandissement du parc à résidus, la mise à niveau de la route de transport du site Barry au site Bachelor et la construction d'un nouveau tronçon de route à l'ouest du parc à résidus (accès sud-ouest). Le déboisement est considéré comme une seule activité lors de la phase construction.

Les sources d'émissions de GES estimées dans cette phase sont :

- le déboisement (la perte des puits de carbone et la combustion de diesel par les équipements forestiers);
- la combustion de diesel par des véhicules et de la machinerie lourde.

Les sources d'émissions suivantes font partie des sources exclues de la quantification :

- la perte de milieux humides;
- l'utilisation d'explosifs lors de la phase construction;
- le transport routier des nouveaux équipements et des matériaux de construction.

L'évaluation des émissions des sources exclues est détaillée à la section 6.0.

### 3.1 Agrandissement du parc à résidus

Les travaux d'agrandissement du parc à résidus seront réalisés au cours de l'année 0, de l'année 1 et de l'année 2. Ils auront une durée de quatre mois à chaque année. La période d'utilisation des équipements sera de 12 heures par jour. Les équipements mobiles utiliseront seulement du diesel et leur consommation annuelle est détaillée dans le Tableau 2. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 3.6.

Tableau 2. Équipements prévus pour l'agrandissement du parc à résidus

Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de diesel <sup>1</sup> L/h	Consommation totale de diesel L/an
Camion lourd	5	73,5	529 379
Pelle hydraulique sur chenilles	3	40,3	173 939
Bulldozer	2	25,1	72 264
Compacteur	1	23,6	33 947

<sup>1</sup> Le détail des calculs du taux de consommation de chacun des équipements mobiles du projet est détaillé à l'annexe 1.

### 3.2 Mise à niveau de la route de transport et construction d'un nouveau tronçon

Les travaux routiers seront d'une durée de six mois, à l'exception des travaux de débroussaillage qui ont une durée de deux mois. La période d'utilisation des équipements sera de 12 heures par jour. Les équipements mobiles utiliseront seulement du diesel et leur consommation annuelle est détaillée dans le Tableau 3. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 3.6.

Tableau 3. Équipements prévus pour les travaux routiers

Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de diesel L/h	Consommation totale de diesel L/an
Camion lourd	6	73,5	952 882
Pelle hydraulique sur chenilles	3	40,3	260 908
Bulldozer	2	25,1	108 397
Débroussailleur / excavatrice	2	15,2	21 847

### 3.3 Agrandissement du complexe de traitement de minerai

Les travaux agrandissement du complexe seront d'une durée de six mois à l'exception de l'utilisation d'un camion lourd qui sera d'une durée de trois mois et de l'utilisation de la pompe à béton et du boom truck qui est estimée à 45 jours pour chacun des équipements. La période d'utilisation des équipements sera de 12 heures par jour. Les équipements mobiles utiliseront seulement du diesel et leur consommation annuelle est détaillée dans le Tableau 4. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 3.6.

Tableau 4. Équipements prévus pour les travaux agrandissement du complexe

Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de diesel L/h	Consommation totale de diesel L/an
Camion lourd	1	73,5	79 407
Pompe à béton	1	29,5	15 917
Boom truck	1	29,5	15 917
Pelle hydraulique sur chenilles	1	40,3	86 969
Élévateur à ciseaux	2	1,3	5 827
Chariot télescopique	2	12,8	55 459
Grue	1	27,8	60 028
Compacteur	1	23,6	50 921
Bulldozer	1	25,1	54 198

La consommation de diesel par les bétonnières est quant à elle évaluée selon le nombre total de kilomètres parcourus par celles-ci. Le volume total de béton nécessaire à la construction a été estimé à 4 000 m<sup>3</sup>.

$$T_{\text{bétonnière}} = \frac{4000 \text{ m}^3}{8 \text{ m}^3} \times (2 \times 95 \text{ km}) \times 0,39 \frac{\text{L}}{\text{km}} = 37\,363 \frac{\text{L}}{\text{an}}$$

- $T_{\text{bétonnière}}$  : consommation de diesel par les bétonnières (L/an)
- 8 m<sup>3</sup> : volume de béton dans une bétonnière
- 95 km : distance entre l'usine, située à Lebel-sur-Quévillon, et le site de Bachelor
- 0,39 L/km : consommation de carburant par une bétonnière. Le détail du calcul de la consommation de carburant est détaillé à l'annexe 1.

### 3.4 Déboisement

Le déboisement requis sera réalisé principalement à la phase de construction lors de la construction du nouvel accès sud-ouest et de l'agrandissement du complexe Bachelor. Afin de tenir compte des besoins pour la circulation et le travail de la machinerie, une zone tampon supplémentaire de 15 mètres a par ailleurs été ajoutée à l'empreinte des infrastructures au niveau du déboisement.

Cette activité entraînera la suppression de 39,6 ha de forêts de résineux et mixtes, dont 33,7 ha (85 %) seront composés de forêts matures.

### 3.4.1 Perte des puits de carbone

L'évaluation de la perte des puits de carbone est faite à l'aide de l'équation fournie par le MELCC qui provient des lignes directrices 2006 du GIEC (2019). Les paramètres de calcul utilisés sont présentés au Tableau 5.

$$GES (t CO_2 \text{éq.}) = N_H \times t_{MSh} \times (1 + T_x) \times CC \times \frac{44}{12}$$

- GES (t CO<sub>2</sub>éq.) : émissions de CO<sub>2</sub>éq. attribuables au déboisement (t)
- N<sub>H</sub> : nombre d'hectares déboisés (ha)
- t<sub>MSh</sub> : tonnage de matières sèches par hectare (t sec / ha)
- T<sub>x</sub> : taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (-)
- CC : contenu en carbone du bois sec (tonnes C / t sec)
- 44/12 : ratio masse moléculaire de CO<sub>2</sub> par rapport à la masse moléculaire de C (tonnes CO<sub>2</sub>/ tonnes C)

Tableau 5. Paramètres utilisés pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> attribuables au déboisement

Paramètre	Valeur	Source
N <sub>H</sub>	39,6	Superficie totale des peuplements forestiers déboisés en hectares.
T <sub>MSh</sub>	53,46	Selon la proportion : forêts matures (62,9 T <sub>MSh</sub> x 85 %) et 15 % de jeunes forêts boréales (< 20 ans). Il n'y a pas de paramètre pour les jeunes forêts boréales. IPCC, 2019. <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> . Valeur obtenue à partir du tableau 4.7
T <sub>x</sub>	0,39	La majorité du peuplement à moins de 75 ans. T <sub>x</sub> = 0.39 (forêt coniférienne boréale ≤ 75 ans) IPCC, 2019. <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> . Valeur obtenue à partir du tableau 4.4
CC	0,47	Valeur par défaut fournie par le MELCC à partir des Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Volume 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations de terres.

$$GES (t CO_2 \text{éq.}) = 39,6 \text{ ha} \times 53,46 \frac{t \text{ sec}}{\text{ha}} \times (1 + 0,39) \times 0,47 \frac{\text{tonnes C}}{t \text{ sec}} \times \frac{44}{12} = 5\,071 \frac{t CO_2 \text{éq.}}{\text{an}}$$

Les émissions dues aux pertes des puits de carbone sont de 5 071 tonnes CO<sub>2</sub>éq.

### 3.4.2 Consommation en carburant des équipements forestiers

Des 39,6 hectares à déboiser, environ 71,2 % (28,2 ha) sont associés à la récolte de bois et 28,8 % (11,4 ha) à du débroussaillage. L'évaluation de la consommation de diesel pour le débroussaillage est décrite à la section 3.2.

Pour la récolte de bois, la consommation de carburant par les équipements de déboisement a été estimée en utilisant un taux de consommation de carburant caractéristique des activités de déboisement en général.

La valeur moyenne présentée au Tableau 6 est calculée à partir d’une étude américaine ayant traité des données de consommation à partir de quatre cas pour des travaux en forêt. Elle inclut la consommation de diesel associée à l’abattage, au conditionnement, au triage, au chargement et au transport des arbres.

$$T_C = N_H \times \frac{t_{MS}}{D_B} \times CD$$

- $T_C$  : consommation de carburant par les équipements de déboisement (L)
- $N_H$  : nombre d’hectares déboisés (ha)
- $t_{MS}$  : tonnage de matières sèches par hectare (t sec / ha)
- $D_B$  : densité du bois sec (t sec / m<sup>3</sup> bois)
- $CD$  : taux de consommation de diesel lié au déboisement (L/m<sup>3</sup> bois)

Tableau 6. Paramètres pour le calcul de la consommation de diesel des équipements forestiers

Paramètre	Valeur	Source
$N_H$	28,2	Superficie de bois récolté en hectares.
$T_{MS}$	53,46	Selon la proportion : forêts matures (62,9 $T_{MS}$ x 85 %) et 15 % de jeunes forêts boréales (< 20 ans). Il n’y a pas de paramètre pour les jeunes forêts boréales. IPCC, 2019. <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> . Valeur obtenue à partir du tableau 4.7
$D_B$	0,44	Densité de l’épinette noire qui a été séchée au four (Kennedy 1965). Cette espèce est présente en majorité sur le terrain à déboiser.
$CD$	7,9 L/m <sup>3</sup> bois	Corresponds à une consommation moyenne de diesel pour des travaux de déboisement (voir tableau 2 de l’étude : la consommation de diesel varie de 5,20 – 6,59 gal / 100 pi <sup>3</sup> de bois). Extrait de l’étude Johnson et al. 2005.

$$T_C = 28,2 \text{ ha} \times \frac{53,46 \frac{\text{t sec}}{\text{ha}}}{0,44 \frac{\text{t sec}}{\text{m}^3}} \times 7,9 \frac{\text{L}}{\text{m}^3} = 27\,068 \text{ L}$$

La consommation en diesel par les équipements forestiers est de 27 068 litres. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 3.6.

L’utilisation finale du bois coupé est indéterminée et les paramètres qui permettraient d’estimer les émissions sont indéfinis ou au mieux très spéculatifs à ce stade-ci du projet. En l’absence d’informations claires quant à son utilisation réelle, les émissions indirectes associées à la transformation du bois coupé ont été exclues du bilan de GES pour ce projet.

### 3.5 Facteurs d'émission de GES selon la source d'émission

Les facteurs d'émission des carburants utilisés pour la phase de construction sont présentés au Tableau 7.

Tableau 7. Facteurs d'émission de GES – phase de construction

Source	Facteur d'émission		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Véhicules et machineries lourds à moteur	2 680,5 g/L	0,15 g/L	0,075 g/L

Sources : ECCC, 2021. Rapport d'inventaire national 1990–2019 - Partie 2, Annexes 6, Tableau A6.1-14

Les émissions de GES provenant d'une source de combustion mobile ont été calculées en multipliant la consommation annuelle de carburant par les facteurs d'émission appropriés.

$$E_{GES} = T_C \times \frac{FE_S}{10^6}$$

- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (t/an)
- $T_C$  : total annuel de carburant (L/an)
- $FE_S$  : facteur d'émission du gaz (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ou N<sub>2</sub>O) pour la combustion de carburant (g/L)
- $10^6$  : facteur de conversion des grammes en tonnes

Les résultats obtenus sont ensuite reportés en CO<sub>2</sub>éq. d'après les potentiels de réchauffement du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O.

$$E_{CO_2 \text{ éq.}} = \sum (E_{GES} \times PRP_{GES})$$

- $E_{CO_2 \text{ éq.}}$  : émissions totales de CO<sub>2</sub>éq. par type de source d'émission (t/an)
- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (t/an)
- $PRP_{GES}$  : potentiel de réchauffement planétaire par type de GES (-)

### 3.6 Émissions de GES de la phase construction

Le Tableau 8 présente les émissions des GES des sources émettrices présentées dans les sections précédentes. L'activité agrandissement du parc à résidus considère une seule des trois périodes de quatre mois de travaux, mais ce total annuel est rapporté chaque année pendant trois ans dans le sommaire des émissions de GES du projet à la section 7.0.



Tableau 8. Émissions de GES de la phase construction – année 0

Activité	Source			Émissions de GES (tm/an)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq.
Agrandissement du parc à résidus (4 mois)	Camion lourd	D	M	1 419	0,08	0,04	1 433
	Pelle hydraulique sur chenilles	D	M	466	0,03	0,01	471
	Bulldozer	D	M	194	0,01	0,01	196
	Compacteur	D	M	91	0,01	0,003	92
Mise à niveau de la route de transport et construction d'un nouveau tronçon	Camion lourd	D	M	2 554	0,14	0,07	2 579
	Pelle hydraulique sur chenilles	D	M	699	0,04	0,02	706
	Bulldozer	D	M	291	0,02	0,01	293
	Débroussilleur / excavatrice	D	M	59	0,003	0,002	59
Agrandissement du complexe de traitement de minerai	Camion lourd	D	M	213	0,01	0,01	215
	Bétonnière	D	M	100	0,01	0,003	101
	Pompe à béton	D	M	43	0,002	0,001	43
	Boom truck	D	M	43	0,002	0,001	43
	Pelle hydraulique sur chenilles	D	M	233	0,01	0,01	235
	Élévateur à ciseaux	D	M	16	0,001	0,0004	16
	Chariot télescopique	D	M	149	0,01	0,004	150
	Grue	D	M	161	0,01	0,005	162
	Compacteur	D	M	136	0,01	0,004	138
Déboisement	Équipements forestiers	D	M	73	0,004	0,002	73
	Perte des puits de carbone	D	F	5 071	0,00	0,00	5 071
<b>Total</b>				<b>12 155</b>	<b>0,40</b>	<b>0,20</b>	<b>12 224</b>

D : Directe / I : Indirecte / M : Mobile / F : Fixe

#### 4.0 PHASE EXPLOITATION

La phase exploitation, d'une durée de 10 années, inclut le transport du minerai du site Barry au site Bachelor et son traitement. L'extraction du minerai du site Barry ne fait pas partie de l'évaluation. Dans la situation actuelle, l'exploitation de la mine Bachelor est considérée dans les calculs puisqu'elle fait partie du site Bachelor. Dans la situation future, la mine Bachelor ne sera plus exploitée.

Les sources d'émissions de GES estimées dans cette phase sont :

- le camionnage du minerai du site Barry au site Bachelor;
- les travaux d'entretien de la route de transport;
- la combustion de diesel et d'essence par des véhicules et autres machinerie;
- la combustion de propane principalement comme source de chauffage;
- la consommation d'électricité;
- l'utilisation d'explosifs (situation actuelle seulement).

Les sources d'émissions suivantes font partie des sources exclues de la quantification :

- le traitement des eaux usées sanitaires;
- le transport routier des boues de fosses septiques;

- le transport routier des différents intrants;
- le transport routier de carburant et de propane;
- le transport routier de produits finis;
- le transport routier des déchets domestiques;
- le transport routier des autres déchets.

L'évaluation des émissions des sources exclues est détaillée à la section 6.0.

Afin d'évaluer les émissions dues à l'augmentation du taux d'usinage, les sections suivantes décrivent les différentes sources d'émission selon un taux d'usinage de 800 tm par jour pour la situation actuelle et 1 800 tm par jour pour la situation future.

#### **4.1 Transport d'employés**

Les véhicules à essence qui circulent sur l'ensemble du site sont des camionnettes pour les allers-retours entre le site Barry et le site Bachelor ainsi qu'une navette entre le campement et le complexe. La consommation d'essence était de 62 177 litres pour l'année 2017 selon le rapport IQÉA.

Le client juge que la consommation d'essence pour le transport d'employés sera similaire à celle de l'année de référence, 67 177 litres.

La consommation est inchangée entre la situation actuelle et future. Les émissions causées par la consommation d'essence sont donc nulles dans le tableau 27 de la section 7 qui présente l'augmentation des émissions de GES comparativement à la situation actuelle.

#### **4.2 Consommation de propane**

Dans la situation actuelle, le chauffage des galeries de la mine Bachelor est la principale source de consommation de propane. Ce combustible est également utilisé en quantité moindre pour le four de la raffinerie, le chauffage de bâtiments (atelier de concassage, garage, sécherie, carothèque) et la cuisine du campement. La consommation de propane était de 574 521 litres pour l'année 2017 selon le rapport IQÉA.

Pour la situation future, il n'y aura plus de consommation de propane pour le chauffage de la mine Bachelor, car cette dernière ne sera plus exploitée. Les autres équipements de chauffage fonctionnant au propane seront remplacés par des équipements fonctionnant à l'électricité. Le seul équipement consommant du propane sera la cuisine du campement. La consommation est estimée à 7 571 litres par année, soit deux remplissages de réservoir annuellement.

La consommation de propane est considérablement réduite entre la situation actuelle et future. Les émissions causées par la consommation de propane sont négatives dans le Tableau 27 de la section 7.0 qui présente l'augmentation des émissions de GES comparativement à la situation actuelle.

#### **4.3 Explosifs**

L'équation suivante permet de faire le calcul de la quantité d'explosifs pour un taux d'extraction de 800 tonnes/jour pour la situation actuelle :

$$Q_{EXP} = T_{EXT} \times \text{durée} \times F_{EXP}$$

- $Q_{EXP}$  : quantité d'explosifs requis par jour (kg/jour)
- $T_{EXT}$  : taux d'extraction de stériles et de minerai (t/jour)
- Durée : nombre de jours d'exploitation annuelle
- $F_{EXP}$  : facteur d'utilisation d'explosifs par tonne de matériel extrait (kg/t)

$$Q_{EXP} = 1071 \frac{t}{jour} \times 365 \frac{jour}{an} \times 1,12 \frac{kg}{t} = 437\,824 \frac{kg}{an}$$

Bonterra utilise deux types d'explosifs dans les proportions suivantes : 85% d'ANFO (AMEX™) et 15% d'explosifs encartouchés (Magnafrac Plus). Les émissions de GES sont dues au carburant contenu dans l'explosif. Le type d'explosifs encartouchés utilisés par Bonterra ne contient pas de carburant. Seulement la quantité d'explosif ANFO doit être considérée dans les calculs d'émissions de GES.

$$Q_{ANFO_{2400}} = 437\,824 \text{ kg} \times 85\% = 372\,150 \frac{kg}{an}$$

Puisque la mine Bachelor ne sera plus exploitée dans la situation future, il n'y aura pas d'utilisation d'explosifs sur le site. Les émissions dues aux explosifs sont donc négatives dans le Tableau 27 de la section 7.0 qui présente l'augmentation des émissions de GES comparativement à la situation actuelle.

#### 4.4 Électricité

La principale source d'énergie sur le site Bachelor est l'électricité provenant du réseau d'Hydro-Québec. Elle est utilisée pour le fonctionnement d'équipements destinés à l'assainissement des eaux industrielles et leur évacuation, l'entreposage des résidus, le fonctionnement de l'usine de traitement de minerai et le chauffage des bâtiments administratifs et des campements de travailleurs. La machinerie dans la mine Bachelor fonctionne à l'air comprimé ou à batteries, et donc essentiellement avec l'électricité.

La consommation actuelle est d'environ 2 250 kWh. L'augmentation du taux d'usage augmentera également la consommation d'électricité. Le client prévoit remplacer les deux lignes d'alimentation actuelles par une nouvelle ligne électrique. La nouvelle consommation sera de 5 933 kWh. Les émissions des GES sont évaluées pour une consommation d'électricité annuelle de 51 973 080 kWh.

En cas de panne électrique, il y a deux génératrices qui prennent le relais. La consommation mensuelle d'une génératrice est de 200 L de diesel par mois. La consommation annuelle est donc de 4 800 L/an. On estime que leur utilisation sera similaire entre la situation actuelle et future. Les émissions dues à l'utilisation des génératrices sont donc nulles dans le Tableau 27 de la section 7.0 qui présente l'augmentation des émissions de GES comparativement à la situation actuelle.

#### 4.5 Consommation de diesel – situation actuelle

Pour la situation actuelle, la consommation de diesel par les équipements mobiles est évaluée à 311 899 litres selon le rapport IQÉA de 2017. Les équipements utilisés sont un chargeur sur roues et un camion pour le transport du minerai et les équipements utilisés pour l'empilement à sec dans le parc à résidus, soit un tracteur et des camions.

#### 4.6 Consommation de diesel – situation future

##### 4.6.1 Camionnage du minerai

Le camionnage du minerai est effectué 365 jours par année. Pour un taux d'usage de 1 800 tm par jour, cela nécessitera 43 allers-retours par jour. Une réduction de 25 % du transport (soit à 32 allers-retours par jour) sera effectuée durant les deux semaines de la chasse à l'original et le transport sera arrêté complètement deux semaines au printemps pendant la chasse à l'oie. La distance annuelle parcourue sera de 3 286 580 km. La consommation de diesel des camions de transport du minerai est évaluée à 0,625 L/km, ce qui porterait la consommation annuelle à 2 054 113 L/an.

##### 4.6.2 Autres équipements mobiles

Cette section présente les autres équipements mobiles pour l'exploitation future du site qui utilisent du diesel. Les équipements mobiles déjà présents sur le site auront le même taux d'utilisation qu'actuellement. Leur consommation de diesel sera la même que lors de l'année de référence, 311 899 litres selon le rapport IQÉA de 2017. Le transport du minerai à partir des haldes vers le secteur du broyage nécessitera l'ajout d'un chargeur sur roues. Il sera utilisé 365 jours par année sur une période de 12 heures.

L'entretien de la route de transport du minerai tout au long de l'année inclut le nivellement et le déneigement de la route. Ces activités ont une durée de 6 mois chacune. Pour le nivellement de la route, une vitesse moyenne de 10 km/h est considérée dans l'évaluation de la consommation annuelle. Les équipements mobiles utilisent seulement du diesel et leur consommation annuelle est détaillée dans le Tableau 9. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 4.8.

Tableau 9. Autres équipements mobiles

Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de diesel <sup>1</sup>	Consommation totale de diesel L/an
Équipements mobiles	s.o.	s.o.	311 899
Chargeur sur roues	1	23,0 L/h	100 740
Niveleuse	1	17,9 L/h	47 140
Déneigeuse	1	0,47 L/km	18 735

<sup>1</sup> Le détail des calculs du taux de consommation de chacun des équipements mobiles du projet est détaillé à l'annexe 1.

#### 4.6.3 Débroussaillage de la route de transport

Des travaux de débroussaillage de la route de transport Bachelor-Barry devront être effectués aux trois ans. On considère l'utilisation d'une débroussailleuse durant un mois sur une période de 24 heures. La consommation annuelle de diesel est évaluée à 10 924 litres.

La quantité de bois et de résidus associés à cette activité est difficilement quantifiable puisque cela dépendra du taux de croissance des arbres et de la végétation en bordure de route. Les émissions associées à la perte de puits de carbone pour cette activité ont été exclues du bilan de GES pour ce projet.

#### 4.7 Facteurs d'émission de GES selon la source d'émission

Les facteurs d'émission utilisés pour la phase d'exploitation sont présentés au Tableau 10.

Tableau 10. Facteurs d'émission de GES – phase d'exploitation

Source	Facteur d'émission		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Véhicules légers à essence <sup>1</sup>	2 307,3 g/L	0,56 g/L	0,028 g/L
Véhicules et machineries lourds à moteur <sup>1</sup>	2 680,5 g/L	0,15 g/L	0,075 g/L
Équipement au propane <sup>2</sup>	1 515,0 g/L	0,024 g/L	0,108 g/L
Explosifs <sup>3</sup>	0,189 t/t	s.o.	s.o.
	<b>CO<sub>2</sub>éq.</b>		
Électricité <sup>4</sup>	1,5 g/kWh		

Sources : <sup>1</sup> ECCC (2021). Rapport d'inventaire national 1990–2019 - Partie 2, Annexes 6, Tableau A6.1-14

<sup>2</sup> ECCC (2021). Rapport d'inventaire national 1990–2019 - Partie 2, Annexes 6, Tableau A6.1-4

<sup>3</sup> MAC [Mining Association of Canada] (2014). Towards Sustainable Mining Energy and Greenhouse Gas Emissions Management : Reference Guide. Appendix D – Conversion Tables, Emissions Factors, and Global Warming Potentials. Ottawa, ON: MAC, 119 p. Disponible : <https://mining.ca/resources/guides-manuals/energy-and-ghg-emissions-management-reference-guide/>

<sup>4</sup> ECCC (2021). Rapport d'inventaire national 1990–2019 - Partie 3, Annexe 13, Tableau A13-6.

Les émissions de GES provenant de la combustion d'essence, de diesel et de propane doivent être calculées en multipliant la consommation annuelle de carburant par les facteurs d'émission appropriés.

$$E_{GES} = T_C \times \frac{FE_S}{10^6}$$

- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (t/an)
- $T_C$  : total annuel de carburant (L/an)
- $FE_S$  : facteur d'émission du gaz (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ou N<sub>2</sub>O) pour la combustion de carburant (g/L)
- $10^6$  : facteur de conversion des grammes en tonnes

Les émissions de GES provenant de l'utilisation d'explosifs doivent être calculées en utilisant le facteur d'émission approprié.

$$E_{GES} = Q_{ANFO} \times \frac{FE_{GES}}{1000}$$

- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (t/an)
- $Q_{ANFO}$  : quantité d'ANFO utilisés par jour (kg/an)
- $FE_{GES}$  : facteur d'émission type de GES (t/t)
- 1000 : facteur de conversion des kilogrammes en tonnes

Les résultats obtenus sont ensuite reportés en CO<sub>2</sub>éq. d'après les potentiels de réchauffement du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O.

$$E_{CO_2 \text{ éq.}} = \sum (E_{GES} \times PRP_{GES})$$

- $E_{CO_2 \text{ éq.}}$  : émissions totales de CO<sub>2</sub>éq. par type de source d'émission (t/an)
- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (t/an)
- $PRP_{GES}$  : potentiel de réchauffement planétaire par type de GES (-)

Les émissions de GES provenant de la consommation d'électricité doivent être calculées en utilisant le facteur d'émission approprié. Les émissions calculées sont déjà exprimées en CO<sub>2</sub>éq.

$$E_{CO_2 \text{ éq.}} = C_{\text{ÉL}} \times \frac{FE_{\text{ÉL}}}{10^6}$$

- $E_{CO_2 \text{ éq.}}$  : émissions totales de CO<sub>2</sub>éq. par la consommation d'électricité (t/an)
- $C_{\text{ÉL}}$  : total annuel d'électricité consommée (kWh/an)
- $FE_{\text{ÉL}}$  : facteur d'émission pour la consommation d'électricité (g/kWh)
- 10<sup>6</sup> : facteur de conversion des grammes en tonnes

#### 4.8 Émissions de GES de la phase exploitation

Le Tableau 11 et le Tableau 12 présentent les émissions des GES des sources émettrices présentées dans les sections précédentes pour la situation actuelle et la situation future.

Tableau 11. Émissions de GES de la phase exploitation – situation actuelle (800 tm)

Activité	Source			Émissions de GES (tm/an)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq.
Transport d'employés	Différents véhicules à essence	D	M	143	0,03	0,002	145
Extraction souterraine du minerai, procédé industriel, bâtiments administratifs et campement de travailleurs	Équipements mobiles et machinerie lourde	D	M	836	0,05	0,02	844
	Consommateurs de propane	D	F	870	0,01	0,06	889
	Explosifs	D	F	70	0,00	0,00	70
	Électricité	I	F	30	0,00	0,00	30
	Génératrice	D	F	13	0,001	0,0004	13
<b>Total</b>				<b>1 963</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>	<b>1 991</b>

D : Directe / I : Indirecte / M : Mobile / F : Fixe

**Tableau 12. Émissions de GES de la phase exploitation – situation future (1 800 tm)**

Activité	Source			Émissions de GES (tm/an)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq.
Camionnage du minerai	Camion lourd	D	M	5 506	0,31	0,15	5 560
Travaux d'entretien annuel	Niveleuse	D	M	126	0,01	0,004	128
	Déneigeuse	D	M	50	0,003	0,001	51
Transport d'employés	Différents véhicules à essence	D	M	143	0,03	0,002	145
Extraction souterraine du minerai, procédé industriel, bâtiments administratifs et campement de travailleurs	Équipements mobiles et machinerie lourde	D	M	1 106	0,06	0,03	1 117
	Consommateurs de propane	D	F	11	0,0002	0,001	12
	Explosifs	D	F	0	0,00	0,00	0
	Électricité	I	F	78	0,00	0,00	78
	Génératrice	D	F	13	0,001	0,0004	13
<b>Total</b>				<b>7 035</b>	<b>0,42</b>	<b>0,19</b>	<b>7 102</b>

D : Directe / I : Indirecte / M : Mobile / F : Fixe

Le Tableau 13 présente les émissions des GES des sources émettrices qui sont récurrentes aux 2 ou 3 ans.

**Tableau 13. Émissions de GES de la phase exploitation – situation future (1 800 tm) activité récurrente**

Activité	Source			Émissions de GES (tm/an)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq.
Travaux d'entretien ponctuel (aux 3 ans)	Débroussailleur / excavatrice	D	M	29	0,002	0,001	30

D : Directe / I : Indirecte / M : Mobile / F : Fixe

## 5.0 PHASE DÉMANTÈLEMENT

La phase démantèlement inclut la fermeture et la restauration des sites Moroy et Bachelor. Deux situations sont évaluées soit la fermeture complète des sites et la fermeture des installations reliées à l'agrandissement du site seulement. Bien que ce dernier scénario ne soit pas susceptible de se produire, cette évaluation permettra d'évaluer la contribution de l'agrandissement des infrastructures et de l'augmentation de capacité de traitement de l'usine sur le bilan GES du projet.

### 5.1 Équipements mobiles

#### 5.1.1 Fermeture complète des sites

Les travaux de fermeture et de remise en état des sites seront d'une durée de dix-huit mois. Pour les équipements suivants, la durée d'utilisation est de trois mois : les élévateurs à ciseaux, les chariots télescopiques, les grues et les chariots élévateurs. La période d'utilisation des équipements sera de 12 heures par jour. Les équipements mobiles utiliseront du diesel et du propane.

Leur consommation annuelle est détaillée dans le Tableau 14. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 5.3

**Tableau 14. Équipements prévus pour les travaux de fermeture complète**

Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de diesel L/h <sup>1</sup>	Consommation totale de diesel L/h
Camion lourd	3	73,5	966 116
Pelle hydraulique sur chenilles	2	40,3	352 709
Bulldozer	2	25,1	219 804
Chargeur sur roues	1	23,0	100 740
Élévateur à ciseaux	2	1,3	2 913
Chariot télescopique	2	12,8	27 729
Grue	2	27,8	60 028
Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de propane L/h <sup>1</sup>	Consommation totale de propane L/h
Chariot élévateur	2	3,71	8 019

<sup>1</sup> Le détail des calculs du taux de consommation de chacun des équipements mobiles du projet est détaillé à l'annexe 1.

### 5.1.2 Fermeture de l'agrandissement seulement

Pour estimer les travaux de fermeture et de remise en état pour l'agrandissement seulement, on émet l'hypothèse que la durée d'utilisation des équipements s'applique au prorata de la superficie à restaurer. L'utilisation de la grue a été jugée négligeable puisqu'elle est davantage associée au démantèlement des bâtiments qui sont majoritairement déjà construits.

Ainsi, les travaux seraient évalués à une durée de cinq mois. Pour les équipements suivants, la durée d'utilisation serait d'un mois : les élévateurs à ciseaux, les chariots télescopiques et les chariots élévateurs. La période d'utilisation des équipements serait de 12 heures par jour. Les équipements mobiles utiliseraient du diesel et du propane. Leur consommation annuelle est détaillée dans le Tableau 15. Les émissions de GES associées à ces équipements sont présentées à la section 5.3.

**Tableau 15. Équipements prévus pour les travaux de fermeture de l'agrandissement seulement**

Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de diesel L/h	Consommation totale de diesel L/h
Camion lourd	3	73,5	397 034
Pelle hydraulique sur chenilles	2	40,3	144 949
Bulldozer	2	25,1	90 331
Chargeur sur roues	1	23,0	41 400
Élévateur à ciseaux	2	1,3	971
Chariot télescopique	2	12,8	9 243
Grue	0	27,8	s.o.
Équipement	Nombre d'unité	Taux de consommation de propane L/h	Consommation totale de propane L/h
Chariot élévateur	2	3,71	2 673



## 5.2 Facteurs d'émission de GES selon la source d'émission

Les facteurs d'émission utilisés pour la phase de démantèlement sont présentés au Tableau 16.

Tableau 16. Facteurs d'émission de GES – phase de démantèlement

Source	Facteur d'émission		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Véhicules et machineries lourds à moteur	2 680,5 g/L	0,15 g/L	0,075 g/L
Véhicule hors route au propane	1 515,0 g/L	0,64 g/L	0,087 g/L

Sources : ECCC, 2021. Rapport d'inventaire national 1990–2019 - Partie 2, Annexes 6, Tableau A6.1-14

Les émissions de GES provenant d'une source de combustion mobile ont été calculées en multipliant la consommation annuelle de carburant par les facteurs d'émission appropriés.

$$E_{GES} = T_C \times \frac{FE_S}{10^6}$$

- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (t/an)
- $T_C$  : total annuel de carburant (L/an)
- $FE_S$  : facteur d'émission du gaz (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ou N<sub>2</sub>O) pour la combustion de carburant (g/L)
- $10^6$  : facteur de conversion des grammes en tonnes

Les résultats obtenus sont ensuite reportés en CO<sub>2</sub>éq. d'après les potentiels de réchauffement du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O.

$$E_{CO_2 \text{ éq.}} = \sum (E_{GES} \times PRP_{GES})$$

- $E_{CO_2 \text{ éq.}}$  : émissions totales de CO<sub>2</sub>éq. par type de source d'émission (t/an)
- $E_{GES}$  : émissions de GES selon la catégorie de la source (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) (t/an)
- $PRP_{GES}$  : potentiel de réchauffement planétaire par type de GES (-)

## 5.3 Émissions de GES de la phase démantèlement

Le Tableau 17 présente les émissions pour la première année de la phase de démantèlement. Tel que décrit à la section 5.1.1, les quatre premiers équipements du tableau ont une durée d'utilisation de 18 mois.

Tableau 17. Émissions de GES de la phase démantèlement – fermeture complète

Activité	Source			Émissions de GES (tm/an)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq.
Fermeture et remise en état des sites	Camion lourd	D	M	2 590	0,14	0,07	2 615
	Pelle hydraulique sur chenilles	D	M	945	0,05	0,03	955
	Bulldozer	D	M	589	0,03	0,02	595
	Chargeur sur roues	D	M	270	0,02	0,01	273
	Élévateur à ciseaux	D	M	8	0,0004	0,0002	8
	Chariot télescopique	D	M	74	0,004	0,002	75
	Grue	D	M	161	0,01	0,005	162
	Chariot élévateur	D	M	12	0,005	0,0007	12
<b>Total</b>				<b>4 650</b>	<b>0,26</b>	<b>0,13</b>	<b>4 695</b>

D : Directe / I : Indirecte / M : Mobile / F : Fixe

Tableau 18. Émissions de GES de la phase démantèlement – agrandissement seulement

Activité	Source			Émissions de GES (tm/an)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> éq.
Fermeture et remise en état des sites – agrandissement seulement	Camion lourd	D	M	1 064	0,06	0,03	1 075
	Pelle hydraulique sur chenilles	D	M	389	0,02	0,01	392
	Bulldozer	D	M	242	0,01	0,01	244
	Chargeur sur roues	D	M	111	0,01	0,003	112
	Élévateur à ciseaux	D	M	3	0,0001	0,0001	3
	Chariot télescopique	D	M	25	0,001	0,001	25
	Grue	D	M	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	Chariot élévateur	D	M	4	0,002	0,0002	4
<b>Total</b>				<b>1 837</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>1 855</b>

D : Directe / I : Indirecte / M : Mobile / F : Fixe

## 6.0 SOURCES D'ÉMISSIONS EXCLUES

La section suivante présente les sources exclues de la quantification des GES. Une justification est donnée pour chacune des exclusions.

### Accidents et défaillances

Le niveau d'incertitude lié aux accidents et aux défaillances susceptibles de se produire ne permet pas d'estimer les émissions de GES associées.

### Perte de milieux humides

La phase de construction entraînera la perte de 6,76 ha de milieux humides et littoraux par le drainage de ceux-ci. La méthode adoptée pour estimer les émissions de GES est basée sur la perte de carbone organique dissous (COD) des sols organiques drainés (IPCC, 2013).

L'équation suivante permet de calculer le facteur d'émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'exportation de COD à partir de sols organiques drainés :

$$EF_{COD} = COD_{flux\ naturel} \times (1 + \Delta COD_{drainé}) \times Fra_{COD-CO_2}$$

- EF<sub>COD</sub> : facteur d'émission pour le COD d'un site drainé (tonnes C / ha-an)
- COD<sub>flux naturel</sub> : flux de COD provenant de sols organiques naturels non drainés (tonnes C / ha-an)
- ΔCOD<sub>drainé</sub> : augmentation proportionnelle du flux de COD des sites drainés par rapport aux sites non drainés (-)
- Fra<sub>COD-CO<sub>2</sub></sub> : facteur de conversion pour la proportion de COD converti en CO<sub>2</sub> à la suite de l'exportation des sites drainés (-)

Tableau 19. Paramètres de calcul pour le facteur d'émission de CO<sub>2</sub> pour le COD d'un site drainé

Paramètre	Valeur	Source
COD <sub>flux naturel</sub>	0,08	IPCC (2014). 2013 Supplement to 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Wetlands. Chapter 2, Table 2.2, p. 2.20.
ΔCOD <sub>drainé</sub>	0,6	
Fra <sub>COD-CO<sub>2</sub></sub>	0,9	
EF <sub>COD</sub>	0,12	

On peut ensuite déterminer les émissions en multipliant le facteur d'émission calculé par la superficie.

$$CO_2 - C_{COD} = \sum_{c,n} (A \times EF_{COD})_{c,n}$$

- CO<sub>2</sub>-C<sub>COD</sub> : émissions de CO<sub>2</sub>-C dues à la perte de COD des sols organiques drainés (tonnes C / an)
- A : superficie des sols organiques drainés dans une catégorie d'utilisation des sols dans la zone climatique c et état nutritionnel n (ha)
- EF<sub>COD</sub> : facteurs d'émission pour les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> dues à la perte de COD des sols organiques drainés, par zone climatique cet état nutritionnel n (tonnes C / ha-an)

$$CO_2 - C_{COD} = 6,76 \text{ ha} \times 0,12 \frac{\text{tonnes C}}{\text{ha} \cdot \text{an}} = 0,8 \frac{\text{tonnes C}}{\text{an}}$$

Les émissions de carbone doivent ensuite être converties en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent.

$$CO_2 \text{ éq.} = 0,8 \frac{\text{tonnes C}}{\text{an}} \times \frac{44}{12} = 2,86 \frac{\text{t CO}_2}{\text{an}}$$

- 44/12 : ratio masse moléculaire de CO<sub>2</sub> par rapport à la masse moléculaire de C (-)

Le total des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la perte de milieux humides est de 2,86 tonnes CO<sub>2</sub>éq. Ces émissions sont considérées négligeables puisqu'elle représente 0,004% du total des émissions du projet. Un tableau à la fin de cette section présente les sources émettrices de GES considérées négligeable pour ce projet.

### Utilisation d'explosifs lors de la phase de construction

Il est difficile d'évaluer la quantité totale d'explosifs requis lors de la phase construction. Leur utilisation est prévue lors de la construction du nouvel accès sud-ouest et de l'agrandissement du complexe Bachelor. Cependant, il est possible d'affirmer que la quantité d'explosifs sera moindre que celle utilisée au cours d'une année d'exploitation de la situation actuelle (372 150 kg) qui génère annuellement 70,34 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. La contribution des émissions dues à l'utilisation d'explosifs durant la phase construction est jugée négligeable puisqu'elle représente 0,10% des émissions totales du projet.

### Transport des nouveaux équipements et des matériaux de construction

L'acheminement des matériaux et des nouveaux équipements spécialisés qui composeront l'usine participe au bilan de GES du projet, mais les émissions sont négligeables comparativement à celles de l'ensemble du projet. Pour l'évaluation des émissions, on suppose qu'il y aura moins de 200 transports de matériaux et d'équipement. Les besoins en matériaux granulaires pour les fondations par exemple sont considérés dans l'utilisation des camions lourds.

Le taux de consommation pour le transport de marchandises est déterminé à partir de données d'un document européen (European Chemical Transport Association (ECTA), Guidelines for Measuring and Managing CO<sub>2</sub> Emission from Freight Transport Operations, Table 2). Ce tableau indique le facteur d'émissions en CO<sub>2</sub> équivalent en fonction de la charge de marchandise transportée et le pourcentage du temps où le camion est vide. Pour un camion transportant 25 tonnes de marchandise, mais revenant vide au point d'origine le facteur d'émission est de 70,3 g CO<sub>2</sub>éq./t-km. On convertit ce facteur en un taux de consommation de diesel en le divisant par le facteur d'émission de GES du diesel en CO<sub>2</sub>éq.

$$\frac{70,3 \frac{g \text{ CO}_2 \text{éq.}}{t \cdot km}}{2706,6 \frac{g \text{ CO}_2 \text{éq.}}{L}} = 0,026 \frac{L}{t \cdot km}$$

Le taux de consommation de diesel est de 0,026 L/t-km. On suppose ensuite une distance moyenne de 710 km pour toutes les livraisons (p. ex. Montréal – Desmaraisville).

$$T_C = 200 \text{ transports} \times 710 \text{ km} \times 2 \times 0,026 \frac{L}{t \cdot km} = 7\,377 \frac{L}{an}$$

La consommation annuelle de diesel est estimée à 7 377 litres. Les émissions associées à la consommation de carburant seraient de 19,97 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. La contribution des émissions dues au transport d'équipements et de matériaux durant la phase construction est jugée négligeable puisqu'elle représente 0,02% des émissions totales du projet.

### Traitement des eaux usées sanitaires

Les eaux sanitaires du site Bachelor sont traitées par un système de fosses septiques et de champs d'épuration (Wood, 2019, vol. I, p. 8-284). Les boues vidangées sont acheminées à Chibougamau par un sous-traitant (Wood, 2019, vol. I, p. 3-62).

Les fosses septiques génèrent du CH<sub>4</sub> qui résulte de la dégradation anaérobie. Les champs et les usines d'épuration des eaux usées produisent et émettent du N<sub>2</sub>O pendant le traitement biologique (MDDEFP, 2012). Les eaux usées sont considérées d'origine biogène, les émissions de CO<sub>2</sub> ne sont pas prises en compte pour le calcul des émissions de GES (GIEC, 2006, vol. 5, chapitre 6, p. 6.7).

Pour la situation actuelle, le volume des boues calculé est le maximum produit puisqu'il est calculé selon la capacité maximale du campement (162 travailleurs). Pour la situation future, le volume des boues est calculé pour 45 travailleurs.

Les émissions de CH<sub>4</sub> par les fosses septiques sont calculées selon la méthode suivante :

$$E_{CH_4} = [(P \times DBO) - DBO_{Boues}] \times FE_{CH_4} \times 0,001$$

- E<sub>CH<sub>4</sub></sub> : émissions de CH<sub>4</sub> attribuables au traitement des eaux usées (tonnes CH<sub>4</sub>/an)
- P : population totale desservie par les fosses septiques
- DBO : demande biologique en oxygène dans les eaux usées (kg DBO/personne-an)
- DBO<sub>Boues</sub> : quantité de DBO dans les boues vidangées (kg DBO/an)
- FE<sub>CH<sub>4</sub></sub> : facteur d'émission de CH<sub>4</sub> (kg CH<sub>4</sub>/kg DBO)
- 0,001 : facteur de conversion des kilogrammes en tonnes

où

$$DBO_{Boues} = Boues\ vidangées \times DBO_{moyen}$$

- Boues vidangées : Volume total annuel de boues collectées dans l'ensemble des fosses septiques. (m<sup>3</sup>/an)
- DBO<sub>moyen</sub> : DBO moyenne déterminée par Santé Canada (kg DBO/m<sup>3</sup>)

Les émissions de CH<sub>4</sub> doivent ensuite être converties en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent.

$$E_{CO_2} = E_{CH_4} \times PRP_{CH_4}$$

- E<sub>CO<sub>2</sub></sub> : émissions exprimées en CO<sub>2</sub> équivalent (tonnes CO<sub>2</sub>/an)
- PRP<sub>CH<sub>4</sub></sub> : potentiel de réchauffement planétaire selon le type de GES

Tableau 20. Paramètres de calcul pour les émissions de CH<sub>4</sub> attribuables au traitement des eaux usées

Paramètre	Valeur	Source
P	162	Population totale desservie par les installations de traitement des eaux usées (situation actuelle).
P	45	Population totale desservie par les installations de traitement des eaux usées (situation future).
DBO	21,9	DBO = (0,06 kg DBO/personne) x (365 jours/an) ECCC, Rapport d'inventaire national 1990-2019, Partie 2, 2021, p. 207.
Boues vidangées	8,16	Volume total annuel de boues collectées dans l'ensemble des fosses septiques (situation actuelle). Source : GCM (2020)
Boues vidangées	2,27	Volume de boues collectées calculé au prorata du nombre de travailleurs (situation future).
DBO <sub>moyen</sub>	7,50	MDDEFP (2012), p.26. Disponible : <a href="https://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/guide-inventaire-GES.pdf">https://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/guide-inventaire-GES.pdf</a>
FE <sub>CH<sub>4</sub></sub>	0,3	MELCC (2019). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, tableau 22.
PRP <sub>CH<sub>4</sub></sub>	25	4 <sup>e</sup> rapport du GIEC

Exemple situation actuelle

$$E_{CH_4} = \left[ \left( 162 \text{ pers.} \times 21,9 \frac{\text{kg DBO}}{\text{pers.} \cdot \text{an}} \right) - 8,16 \frac{\text{m}^3}{\text{an}} \times 7,5 \frac{\text{kg DBO}}{\text{m}^3} \right] \times 0,3 \frac{\text{kg CH}_4}{\text{kg DBO}} \times 0,001 \frac{\text{t}}{\text{kg}}$$

$$E_{CH_4} = 1,046 \frac{\text{t CH}_4}{\text{an}}$$

$$E_{CO_2} = 1,046 \frac{\text{t CH}_4}{\text{an}} \times 25 = 26,15 \frac{\text{t CO}_2 \text{éq.}}{\text{an}}$$

Pour la situation actuelle, le total des émissions en CO<sub>2</sub>éq. entraînées par la dégradation anaérobie dans les fosses septiques est de 26,15 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. Pour la situation future, les émissions en CO<sub>2</sub>éq. sont de 7,26 tonnes.

Les émissions de N<sub>2</sub>O par les champs d'épuration sont calculées selon la méthode suivante :

$$E_{N_2O} = FE_{N_2O} \times N \times \frac{44}{28} \times 0,001$$

- E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> : émissions de N<sub>2</sub>O attribuables au traitement des eaux usées (tonnes N<sub>2</sub>O/an)
- FE<sub>N<sub>2</sub>O</sub> : facteur d'émission de N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O /kg DBO)
- N : Quantité d'azote présente dans les eaux usées (kg N/an)
- 44/28 : Facteur stœchiométrique utilisé pour convertir l'azote moléculaire en N<sub>2</sub>O (-)

- 0,001 : facteur de conversion des kilogrammes en tonnes

où

$$N = \text{Protéines} \times P \times F_{NPR} \times N_{\text{ménage}} \times F_{NC}$$

- Protéines : Consommation annuelle de protéines par personne (kg/personne/an)
- P : population totale desservie par les installations de traitement des eaux usées
- $F_{NPR}$  : Fraction d'azote dans les protéines (kg N/kg protéine)
- $N_{\text{ménage}}$  : Fraction additionnelle d'azote issue des produits de ménage (-)
- $F_{NC}$  : Fraction de protéine non consommée (-)

Les émissions de CH<sub>4</sub> doivent ensuite être converties en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent.

$$E_{CO_2} = E_{N_2O} \times PRP_{N_2O}$$

- $E_{CO_2}$  : émissions exprimées en CO<sub>2</sub> équivalent (tonnes CO<sub>2</sub>/an)
- $PRP_{N_2O}$  : potentiel de réchauffement planétaire selon le type de GES

**Tableau 21. Paramètres de calcul pour les émissions de N<sub>2</sub>O par les champs d'épuration**

Paramètre	Valeur	Source
$F_{N_2O}$	0,0045	Valeur pour une fosse septique + champ d'épuration MELCC (2019). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, tableau 23.
Protéines	67,74	ECCC, Rapport d'inventaire national 1990-2017. Partie 2. Page 194
P	162	Population totale desservie par les installations de traitement des eaux usées (situation actuelle).
P	45	Population totale desservie par les installations de traitement des eaux usées (situation future).
$F_{NPR}$	0,16	IPCC (2009) Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5, chapitre 6, page 6.38.
$N_{\text{ménage}}$	1,1749	IPCC (2009) Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5, chapitre 6, Tableau 6.10A.
$F_{NC}$	1,1350	IPCC (2009) Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5, chapitre 6, Tableau 6.10A.
$PRP_{N_2O}$	298	4 <sup>e</sup> rapport du GIEC

Exemple situation actuelle

$$N = 67,74 \frac{kg}{pers. \cdot an} \times 162 pers. \times 0,16 \frac{kg N}{kg prot.} \times 1,1749 \times 1,135 = 2341,4 \frac{kg N}{an}$$

$$E_{N_2O} = 0,0045 \frac{kg N_2O}{kg N} \times 2341,4 \frac{kg N}{an} \times \frac{44}{28} \times 0,001 = 0,0166 \frac{t N_2O}{an}$$

$$E_{CO_2} = 0,0166 \frac{t N_2O}{an} \times 298 = 4,93 \frac{t CO_2 \text{ éq.}}{an}$$

Pour la situation future, les émissions de N<sub>2</sub>O par les champs d'épuration sont de 1,37 tonnes de CO<sub>2</sub>éq.

Les émissions de N<sub>2</sub>O par l'usine d'assainissement des eaux usées sont calculées selon la même méthode que pour les champs d'épuration. Le facteur d'émission de N<sub>2</sub>O est cependant remplacé par celui pour le traitement de stations d'épuration aérobie centralisées.

**Tableau 22. Paramètres de calcul pour les émissions de N<sub>2</sub>O par l'usine d'assainissement des eaux usées**

Paramètre	Valeur	Source
FE <sub>N<sub>2</sub>O</sub>	0,016	Valeur pour une station d'épuration aérobie centralisée MELCC (2019). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, tableau 23.

Exemple situation actuelle

$$E_{N_2O} = 0,016 \frac{kg N_2O}{kg N} \times 2341,4 \frac{kg N}{an} \times \frac{44}{28} \times 0,001 = 0,0589 \frac{t N_2O}{an}$$

$$E_{CO_2} = 0,0589 \frac{t N_2O}{an} \times 298 = 17,54 \frac{t CO_2 \text{ éq.}}{an}$$

Pour la situation future, les émissions de N<sub>2</sub>O par l'usine d'assainissement des eaux usées sont de 4,87 tonnes de CO<sub>2</sub>éq.

**Tableau 23. Tableau résumé des émissions du traitement des eaux usées sanitaires**

Situation actuelle			
Source d'émission	CH <sub>4</sub> (t/année)	N <sub>2</sub> O (t/année)	CO <sub>2</sub> éq. (t/année)
Fosse septique	1,0460	s.o.	26,15
Champs d'épuration	s.o.	0,0166	4,93
Usine d'épuration	s.o.	0,0589	17,54
Total	1,0460	0,0754	48,63
Situation future			
Source d'émission	CH <sub>4</sub> (t/année)	N <sub>2</sub> O (t/année)	CO <sub>2</sub> éq. (t/année)
Fosse septique	0,2906	s.o.	7,26
Champs d'épuration	s.o.	0,0046	1,37
Usine d'épuration	s.o.	0,0164	4,87
Total	0,2906	0,0210	13,51



Les émissions annuelles causées par le traitement des eaux usées sanitaires sont de 48,63 tonnes de CO<sub>2</sub>éq pour la situation actuelle et de 13,51 tonnes de CO<sub>2</sub>éq pour la situation future. Il y a une réduction des émissions causées par le traitement des eaux usées sanitaires entre la situation actuelle et future.

### Transport des boues de fosses septiques

Tel que précisé dans le document « Addendum – Réponses aux questions et commentaires du COMEX », Bonterra procède à la vidange des fosses septiques deux fois par année, de manière préventive. En moyenne, deux camions siphon sont requis par visite pour vider l'ensemble des systèmes septiques au site Bachelor. Le nombre de vidanges par année restera le même pour la situation future.

Les boues sont acheminées par un fournisseur spécialisé situé à Chibougamau, on évalue que le trajet aller-retour est de deux heures. En considérant le taux de consommation de carburant de 24,5 L/h pour un camion de 350 hp, on obtient une consommation annuelle de 392,5 L/an.

$$T_C = 4 \text{ allers – retours} \times 2 \text{ h} \times 2 \times 24,5 \frac{\text{L}}{\text{h}} = 392,5 \frac{\text{L}}{\text{an}}$$

Les émissions associées à la consommation de diesel sont de 1,06 tonne de CO<sub>2</sub>éq.

### Transport des intrants pour la phase d'exploitation

Plusieurs produits chimiques sont utilisés lors de la phase d'exploitation. Le dosage de chacun de ceux-ci est détaillé dans le document « Addendum – Réponses aux questions et commentaires du COMEX ». Un tonnage annuel total des produits chimiques a été calculé pour la situation actuelle (564 tonnes/an) et future (1 270 tonnes/an).

Le taux de consommation pour le transport de marchandises est déterminé à partir de données d'un document européen (European Chemical Transport Association (ECTA), Guidelines for Measuring and Managing CO<sub>2</sub> Emission from Freight Transport Operations, Table 2). Ce tableau indique le facteur d'émissions en CO<sub>2</sub> équivalent en fonction de la charge de marchandise transportée et le pourcentage du temps où le camion est vide.

Pour le transport des produits chimiques, on suppose que le camion transporte 15 tonnes de marchandise et qu'il revient vide au point d'origine. Le facteur d'émission est de 105,3 g CO<sub>2</sub>éq./t·km. On convertit ce facteur en un taux de consommation de diesel en le divisant par le facteur d'émission de GES du diesel en CO<sub>2</sub>éq.

$$\frac{105,3 \frac{\text{g CO}_2\text{éq.}}{\text{t} \cdot \text{km}}}{2706,6 \frac{\text{g CO}_2\text{éq.}}{\text{L}}} = 0,039 \frac{\text{L}}{\text{t} \cdot \text{km}}$$

Le taux de consommation de diesel est de 0,039 L/t·km. L'origine des intrants est variable, on suppose une distance maximale de 710 km pour toutes les livraisons (p. ex. Montréal – Desmaraisville).

$$T_{C\_actuelle} = \frac{564 \text{ tonnes produits}}{15 \text{ t/transport}} \times 710 \text{ km} \times 2 \times 0,039 \frac{\text{L}}{\text{t} \cdot \text{km}} = 2\,079 \frac{\text{L}}{\text{an}}$$

$$T_{C\_future} = \frac{1\,270 \text{ tonnes produits}}{15 \text{ t/transport}} \times 710 \text{ km} \times 2 \times 0,039 \frac{\text{L}}{\text{t} \cdot \text{km}} = 4\,678 \frac{\text{L}}{\text{an}}$$

Les émissions totales pour le transport routier des intrants sont de 5,63 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. pour la situation actuelle et de 12,66 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. pour la situation future.

### Transport de carburant et de propane durant la phase exploitation

Pour la situation actuelle, le nombre de transports est déterminé selon le nombre de factures émises en 2017 pour le propane, l'essence et le diesel.

Pour la situation future, tel que décrit à la section 4.2, il y aura deux remplissages du réservoir de propane par année. Pour la consommation d'essence, il n'y pas de changement, tel que décrit à la section 4.1. Le nombre de transports est identique. Pour le nombre de transports de diesel, les consommations totale, actuelle et future sont comparées. Le nombre de transports total pour la situation actuelle est de 167 et il est de 227 pour la situation future.

Tableau 24. Nombre de transports de carburant et de propane

	Situation actuelle	Situation future
Propane	117	2
Essence	25	25
Diesel	25	200
Total	167	227

La distance des fournisseurs de Desmaraisville est en moyenne à 250 km. En supposant un taux de consommation de diesel de 24,5 L/h pour un camion de 350 hp et une vitesse moyenne de 80 km/h, on obtient les consommations annuelles suivantes :

$$T_c = \frac{167 \text{ transports} \times 250 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{\text{L}}{\text{h}}}{80 \text{ km/h}} = 25\,605 \frac{\text{L}}{\text{an}}$$

$$T_c = \frac{227 \text{ transports} \times 250 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{\text{L}}{\text{h}}}{80 \text{ km/h}} = 34\,805 \frac{\text{L}}{\text{an}}$$

Les émissions associées à la consommation de diesel pour le transport de carburant et de propane sont de 69,30 tonnes de CO<sub>2</sub>éq pour la situation actuelle et 94,20 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. pour la situation future.

### Transport de produits finis

Actuellement, le nombre de transports de produits finis est d'un transport par mois. Pour la situation future, le nombre de transports aura une fréquence allant d'une fois aux deux semaines à une fois par semaine. Les produits finis doivent être livrés à Ottawa situé à 600 km de Desmaraisville. En supposant un taux de consommation de diesel de 24,5 L/h pour un camion de 350 hp et une vitesse moyenne de 80 km/h, on obtient les consommations annuelles suivantes :

$$T_C = \frac{12 \text{ transports} \times 600 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{L}{h}}{80 \text{ km/h}} = 4\,416 \frac{L}{an}$$

$$T_C = \frac{52 \text{ transports} \times 600 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{L}{h}}{80 \text{ km/h}} = 19\,135 \frac{L}{an}$$

Les émissions associées à la consommation de diesel pour le transport des produits finis sont de 11,95 tonnes de CO<sub>2</sub>éq pour la situation actuelle et 51,79 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. pour la situation future.

### Transport de déchets domestiques

Tel que décrit dans le document « Addendum – Réponses aux questions et commentaires du COMEX », le nombre de conteneurs de déchets disposés était de 66 en 2017 et le nombre évalué pour la situation future est de 80 conteneurs. La distance entre Desmaraisville et le LEET de Lebel-sur-Quévillon est d'environ 90 km. En considérant un taux de consommation en carburant de 24,5 L/h pour un camion de 350 hp et une vitesse moyenne de 80 km/h, on obtient une consommation annuelle de 3 643 L/an pour la situation actuelle et de 4 416 L/an pour la situation future.

$$T_{C\_actuelle} = \frac{66 \text{ transports} \times 90 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{L}{h}}{80 \text{ km/h}} = 3\,643 \frac{L}{an}$$

$$T_{C\_future} = \frac{80 \text{ transports} \times 90 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{L}{h}}{80 \text{ km/h}} = 4\,416 \frac{L}{an}$$

Les émissions associées à la consommation de diesel sont de 9,86 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. pour la situation actuelle et 11,95 tonnes de CO<sub>2</sub>éq. pour la situation future.

### Transport des autres types de déchets

Les autres types de déchets comprennent les huiles usées, les autres matières dangereuses, les métaux et les pneus. Dans le document « Addendum – Réponses aux questions et commentaires du COMEX », on estime que les collectes pour les huiles usées, les autres matières dangereuses et les métaux sont jugées identiques entre la situation actuelle et future. Pour les pneus, le nombre de collectes est variable d'une année à l'autre. Pour l'évaluation des émissions, on suppose 40 collectes par année pour l'ensemble de ces déchets. La moyenne des distances parcourues est de 280 km, en excluant la valeur la plus basse. En considérant un taux de consommation en carburant de 24,5 L/h pour un camion de 350 hp et une vitesse moyenne de 80 km/h, on obtient une consommation annuelle de 6 869 L/an.

$$T_C = \frac{40 \text{ transports} \times 280 \text{ km} \times 2 \times 24,5 \frac{L}{h}}{80 \text{ km/h}} = 6\,869 \frac{L}{an}$$

Les émissions associées à la consommation de diesel sont de 18,59 tonnes de CO<sub>2</sub>éq.

### **Tableau sommaire**

Le tableau à la page suivante présente les émissions de GES des sources exclues selon le cycle de vie du projet.

La quantification des GES vise à déterminer l'augmentation des émissions dues au projet de réaménagement du site minier Bachelor afin de traiter le minerai aurifère provenant du gisement Barry. La valeur des émissions dans le tableau est donc le résultat de la soustraction des émissions futures et des émissions actuelles.

Le transport des boues de fosses septiques et le transport des autres déchets ne varient pas entre la situation actuelle et future ce qui explique pourquoi les émissions de GES associées sont nulles dans le tableau. Les émissions causées par le traitement des eaux usées sanitaire diminuent entre la situation actuelle et future, puisque la quantité de boues générée diminue en fonction de la réduction de la main-d'œuvre. Les émissions sont donc négatives.

**Tableau 25. Estimation des émissions annuelles de GES des sources exclues (Agrandissement et augmentation du taux d'usinage)**

ACTIVITÉ	CO2 éq. (tm/an)														CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS (%)	
	Construction	Exploitation										Démantèlement		TOTAL		
	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12			
Pertes de milieux humides	2.86														2.86	0.004
Utilisation d'explosifs phase construction	70.34														70.34	0.10
Transport nouveaux équipements et matériaux de construction	19.97														19.97	0.03
Traitement des eaux usées sanitaires		-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12	-35.12			-351.19	-0.50
Transport boues de fosses septiques															0.00	0.00
Transport d'intrants		7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03			70.34	0.10
Transport carburant/propane	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90	24.90			273.89	0.39
Transport produits finis		39.84	39.84	39.84	39.84	39.84	39.84	39.84	39.84	39.84	39.84	39.84			398.39	0.57
Transport déchets domestiques	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09			23.01	0.03
Transport autres déchets															0.00	0.00
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>120.15</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>38.74</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>507.59</b>	<b>0.73</b>

## 7.0 SOMMAIRE DES ÉMISSIONS DE GES DU PROJET

Le tableau suivant présente les émissions de GES de l'ensemble des activités sur le site de Bachelor incluant l'agrandissement et l'augmentation du taux d'usinage.

**Tableau 26. Estimation des émissions annuelles de gaz à effet de serre par sources émettrices pendant le cycle de vie du projet Bachelor (Exploitation 1800T)**

ACTIVITÉ	CO2 éq. (tm/an)														CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS (%)	
	Construction	Exploitation										Démantèlement		TOTAL		
	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12			
Agrandissement du parc à résidus	2 191	2 191	2 191												6 573	6.92
Mise à niveau de la route de transport et construction d'un nouveau tronçon	3 638														3 638	3.83
Agrandissement du complexe de traitement de minerai	1 250														1 250	1.32
Déboisement - équipement	73														73	0.08
Déboisement - perte des puits de carbone	5 071														5 071	5.34
Camionnage du minerai		5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560				55 597	58.53
Transport d'employés	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	72		1 811	1.91
Exploitation - équipement mobile diesel		1 295	1 295	1 295	1 295	1 295	1 295	1 295	1 295	1 295	1 295				12 951	13.63
Exploitation - propane		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				117	0.12
Exploitation - explosifs		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0.00
Exploitation - électricité		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78				780	0.82
Exploitation - génératrice		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13				130	0.14
Travaux d'entretien débroussaillage				30			30				30				89	0.09
Fermeture et remise en état des sites												4 695	2 219		6 914	7.28
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>12 369</b>	<b>9 293</b>	<b>9 293</b>	<b>7 132</b>	<b>7 102</b>	<b>7 102</b>	<b>7 132</b>	<b>7 102</b>	<b>7 102</b>	<b>7 132</b>	<b>7 102</b>	<b>4 840</b>	<b>2 291</b>		<b>94 994</b>	<b>100</b>
Source directe et mobile	7 297	9 191	9 191	7 029	7 000	7 000	7 029	7 000	7 000	7 029	7 000	4 840	2 291		88 896	93.58
Source directe et fixe	5 071	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0		5 318	5.60
Source indirecte et fixe	0	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	0	0		780	0.82

Le tableau suivant présente les augmentations d'émissions de GES comparativement à la situation actuelle selon le cycle de vie du projet. La valeur des émissions dans le tableau est donc le résultat de la différence entre les émissions futures et les émissions actuelles.

**Tableau 27. Estimation des émissions annuelles de GES par sources émettrices pendant le cycle de vie du projet Bachelor (Agrandissement et augmentation du taux d'usinage)**

ACTIVITÉ	CO2 éq. (tm/an)														CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS (%)	
	Construction	Exploitation										Démantèlement		TOTAL		
	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12			
Agrandissement du parc à résidus	2 191	2 191	2 191												6 573	9.44
Mise à niveau de la route de transport et construction d'un nouveau tronçon	3 638														3 638	5.22
Agrandissement du complexe de traitement de minerai	1 250														1 250	1.80
Déboisement - équipement	73														73	0.11
Déboisement - perte des puits de carbone	5 071														5 071	7.28
Camionnage du minerai		5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560				55 597	79.81
Transport d'employés		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0.00
Exploitation - équipement mobile diesel		451	451	451	451	451	451	451	451	451	451				4 510	6.47
Exploitation - propane		-878	-878	-878	-878	-878	-878	-878	-878	-878	-878				-8 775	-12.60
Exploitation - explosifs		-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70				-703	-1.01
Exploitation - électricité		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48				484	0.69
Exploitation - génératrice		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0.00
Travaux d'entretien débroussaillage				30			30				30				89	0.13
Fermeture et remise en état des sites												1 855			1 855	2.66
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>12 224</b>	<b>7 302</b>	<b>7 302</b>	<b>5 141</b>	<b>5 111</b>	<b>5 111</b>	<b>5 141</b>	<b>5 111</b>	<b>5 111</b>	<b>5 141</b>	<b>5 111</b>	<b>1 855</b>	<b>0</b>	<b>69 661</b>	<b>100</b>	
Source directe et mobile	7 153	8 202	8 202	6 040	6 011	6 011	6 040	6 011	6 011	6 040	6 011	1 855	0	73 585	105.63	
Source directe et fixe	5 071	-948	-948	-948	-948	-948	-948	-948	-948	-948	-948	0	0	-4 407	-6.33	
Source indirecte et fixe	0	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	0	0	484	0.69	

Tel que décrit dans leur section, la consommation d'essence (section 4.1) et la fréquence d'utilisation des génératrices (section 4.4) ne changent pas entre la situation actuelle et future. Les émissions de GES associées à ces deux sources sont nulles dans le tableau. Pour les émissions associées à l'utilisation des explosifs (section 4.3) et celles associées à la consommation de propane (section 4.2), les émissions sont négatives, puisque la quantité d'explosifs et de propane utilisée a diminué entre la situation actuelle et future.

Les émissions totales de GES associées au projet de réaménagement du site minier Bachelor afin de traiter le minerai aurifère provenant du gisement Barry sont de 69 661 tonnes de CO<sub>2</sub>éq.

## 8.0 RÉFÉRENCES

ENVIRONNEMENT CANADA (2004). Guidance Manual for Estimating Greenhouse Gas Emissions – Metal Mining, 80 p. (<https://publications.gc.ca/collections/Collection/En49-2-9-2E.pdf>).

ECCC [ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA] (2021). Rapport d'inventaire national 1990–2019 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, Partie 2. Gouvernement du Canada, Ottawa, 310 p. ([https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2021/eccc/En81-4-2019-2-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/eccc/En81-4-2019-2-fra.pdf)).

ECCC [ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA] (2021). Rapport d'inventaire national 1990–2019 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, Partie 3. Gouvernement du Canada, Ottawa, 82 p. ([https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2021/eccc/En81-4-2019-3-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/eccc/En81-4-2019-3-fra.pdf)).

ECTA [EUROPEAN CHEMICAL TRANSPORT ASSOCIATION] (2011). Guidelines for measuring and managing CO<sub>2</sub> emission from freight transport operations, mars 2011, (<https://ecta.com/wp-content/uploads/2021/03/ECTA-CEFIC-GUIDELINE-FOR-MEASURING-AND-MANAGING-CO2-ISSUE-1.pdf>).

GCM CONSULTANTS (2021). Addendum – Réponses aux questions et commentaires du COMEX – Introduction, 11 p.

IPCC [THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE] (2019). Forest Land. In: Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 – Agriculture, Forestry and Other Land Use. Published: IPCC, Switzerland, 71 p. (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html>).

IPCC [THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE] (2019). Wastewater Treatment and Discharge. In: Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 – Waste. Published: IPCC, Switzerland, 71 p. ([https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5\\_Volume5/19R\\_V5\\_6\\_Ch06\\_Wastewater.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf)).



IPCC [THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE] (2014). Drained Inland Organic Soils. In: 2013 Supplement to 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Wetlands. Published: IPCC, Switzerland, 79 p. ([https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands\\_separate\\_files/WS\\_Chp2\\_Drained\\_Inland\\_Organic\\_Soils.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_separate_files/WS_Chp2_Drained_Inland_Organic_Soils.pdf)).

IPCC [THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE] (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

JOHNSON, L.R., LIPPKE, B., MARSHALL, J.D., COMNICK, J. (2005). Life-cycle impacts of forest resource activities in the Pacific Northwest and Southeast United States, Wood and Fiber Science, 37 Corrim Special Issue, pp. 30-46. (<https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1652/1652>).

KENNEDY, E.I. (1965). Strength and Related Properties of Woods Grown in Canada, Department of Forestry Publications No. 1104 (<http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/24694.pdf>).

MAC [THE MINING ASSOCIATION OF CANADA] (2014). Towards Sustainable Mining Energy and Greenhouse Gas Emissions Management : Reference Guide. Appendix D – Conversion Tables, Emissions Factors, and Global Warming Potentials. Ottawa, ON: MAC, 119 p. (<https://mining.ca/resources/guides-manuals/energy-and-ghg-emissions-management-reference-guide/>).

MDDEFP [MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS] (2012). Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal. Québec, Canada : MDDEFP, 40 p. (<https://www.environnement.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/guide-inventaire-GES.pdf>).

MELCC [MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES] (2019). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre. Québec, Canada : MELCC, 107 p. (<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/guide-quantification/guide-quantification-ges.pdf>).

US EPA [UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY] (2021). Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Compression-Ignition Engines in MOVES3.0.2, EPA-420-R-21-021.

US EPA [UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY] Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, EPA-420-R-10-016.

## **ANNEXE 1**

**CALCUL DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT DES ÉQUIPEMENTS MOBILES**

# Calcul de la consommation de carburant des équipements mobiles

## Équipements hors route

La consommation en diesel par les équipements hors route a été estimée selon la méthode du MELCC. Il est possible d'estimer la consommation à partir du facteur BSFC, qui représente la consommation de diesel (en livres) des équipements par puissance (hp) et par heure d'utilisation. Un facteur d'ajustement transitoire doit être ajouté au BSFC selon le type d'équipement mobile.

Les équipements fonctionnent à une variété de vitesses et de charges. Ils fonctionnent rarement sur de longues périodes à leur puissance nominale. On utilise donc un facteur de charge (FC) pour tenir compte de l'effet du fonctionnement au ralenti et à charge partielle, ainsi que du fonctionnement transitoire.

$$C_{DY} = \frac{BSFC}{\rho} \times P_Y \times FAT_Y \times FC_Y \times 0,4536$$

- $C_{DY}$  : Consommation de diesel d'un équipement (L/h)
- BSFC : taux de consommation de diesel selon la puissance de l'équipement (lb/hp-h)
- $\rho$  : densité du carburant diesel (0,85 kg/L)
- $P_Y$  : puissance nominale du moteur de l'équipement Y (hp)
- $FAT_Y$  : facteur d'ajustement transitoire de l'équipement Y (-)
- $FC_Y$  : facteur de charge moyen du moteur de l'équipement Y (-)
- 0,4536 : facteur de conversion des unités de masse (kg/lb)

## Consommation de diesel des équipements hors route

Type d'équipement	hp	BSFC <sup>1</sup>	FAT <sup>1</sup>	FC <sup>2</sup>	Diesel (L/h)
Camion lourd	630	0,367	1,01	0,59	73,5
Pelle hydraulique sur chenilles	345	0,367	1,01	0,59	40,3
Bulldozer	215	0,367	1,01	0,59	25,1
Compacteur	202	0,367	1,01	0,59	23,6
Débroussailleur / excavatrice	130	0,367	1,01	0,59	15,2
Boom truck	350	0,367	1,00	0,43	29,5
Élévateur à ciseaux	25	0,408	1,18	0,21	1,3
Chariot télescopique	110	0,367	1,01	0,59	12,8
Grue 100 tonnes	330	0,367	1,00	0,43	27,8
Chargeur sur roues	272	0,367	1,01	0,59	31,7
Niveleuse	153	0,367	1,01	0,59	17,9
Pompe à béton	350	0,367	1,00	0,43	29,5

Sources : <sup>1</sup>US EPA [UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY] (2021). Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Compression-Ignition Engines in MOVES3.0.2, EPA-420-R-21-021.

<sup>2</sup>US EPA [UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY] Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, EPA-420-R-10-016.

La consommation de carburant de certains équipements a pu être validée avec des données de la littérature pour des équipements de puissance (hp) similaire à ceux évalués. Les valeurs sont similaires à celles calculées à l'exception de la consommation de carburant pour le chargeur sur

## Calcul de la consommation de carburant des équipements mobiles

roues. Selon les données de la littérature, la consommation varie dans un intervalle de 15 à 23 L/h ce qui est moins que la valeur calculée. La valeur supérieure de l'intervalle, 23 L/h, est donc utilisée pour l'évaluation des GES du chargeur sur roues.

### Véhicules routiers (bétonnière, camion et déneigeuse)

La consommation de carburant due au transport routier est évaluée selon la puissance du moteur, estimé selon les données de la littérature.

$$Q_{DY} = \frac{P_Y}{C_P} \times 2684,5 \times \frac{1000}{10^6}$$

- $Q_{DY}$  : consommation de diesel d'un véhicule (L/h)
- $P_Y$  : puissance nominale du moteur de l'équipement Y (hp)
- $C_P$  : pouvoir calorifique du diesel (38,3 GJ/kL)
- 2684,5 : facteur de conversion des unités de puissance (kJ/h/hp)
- $10^6$  : facteur de conversion des kJ en GJ
- 1000 : facteur de conversion des kL en L

Pour la déneigeuse et les bétonnières, la consommation de carburant est évaluée selon le nombre de kilomètres parcourus durant une année. La consommation de carburant calculée est donc divisée par la vitesse moyenne du véhicule.

La consommation de diesel par le transport routier par camion est difficile à quantifier. Plusieurs paramètres doivent être considérés (type de camion utilisé pour le transport, la charge transportée, etc.) Une méthode simplifiée a donc été utilisée pour faire une approximation. Tel que démontré dans les explications des sources exclues l'ensemble des émissions dues aux transports routiers de marchandises sont négligeables (moins de 3%) comparativement aux émissions totales du projet.

### Consommation de diesel des véhicules routiers

Type d'équipement	hp	Diesel (L/h)	Vitesse moyenne (km/h)	Diesel (L/km)
Déneigeuse	405	28,4	60	0,47
Bétonnière	505	35,4	90	0,39
Camion de transport	350	24,5		

### Chariot élévateur fonctionnant au propane

Selon les informations sur le site Internet de Supérieur propane, le volume de propane contenu dans un réservoir pour un chariot élévateur est de 29,7 litres et l'autonomie est d'environ 8 heures. Le taux de consommation de propane est donc de 3,71 L/h.

## **ANNEXE 2**

**TABLEAU DÉTAILLÉ DES ÉMISSIONS DES GES SELON LE CYCLE DE VIE DU PROJET –  
AGRANDISSEMENT SEULEMENT**






QC2-21 : ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ D'ÉLECTRIFICATION (ASDR, 2022)




# Opportunités d'électrification du site Bachelor

## Rapport

20150

Rédigé par :   
#5088843  
2022-06-14

Jonathan Sallafranque, Ing.  
[OIQ: 5088843]

Vérifié par :   
116389 2022-06-14

Pierre Fortin  
[OIQ: 116389]

Approuvé par :   
116389 2022-06-14

Pierre Fortin  
[OIQ: 116389]

<b>DESCRIPTION DU PROJET:</b>	Opportunité d'électrification
<b>EMPLACEMENT:</b>	Projet Bachelor et projet Barry
<b>N° DE PROJET ASDR:</b>	20150
<b>N° DE PROJET CLIENT:</b>	N/A
<b>PROPRIÉTAIRE:</b>	Ressources Bonterra Inc.

RÉV.	DATE	RÉVISION	PAGES RÉV.	PAR	APP.
00	2022-06-14	Émission finale		JS	PF

**TABLE DES MATIÈRES**

---

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ÉLECTRIFICATION DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DE BACHELOR.....</b>	<b>6</b>
3.1	ÉQUIPEMENTS ACTUELS .....	6
3.2	CRITÈRES DE CONCEPTION .....	7
3.3	RÉSULTATS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE .....	7
<b>4</b>	<b>TRANSPORT DU MINERAI PAR CAMION ENTRE BARRY ET BACHELOR.....</b>	<b>8</b>
4.1	SITUATION ACTUELLE DU CLIENT.....	9
4.2	OPTIONS DISPONIBLES SUR LE MARCHÉ.....	10
4.3	RÉSULTATS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE .....	10
<b>5</b>	<b>RECOMMANDATION D'OPPORTUNITÉ D'ÉLECTRIFICATION.....</b>	<b>11</b>
5.1	ÉLECTRIFICATION DES CAMIONNETTES LÉGÈRES.....	11
5.2	SITUATION ACTUELLE DU CLIENT.....	12
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>13</b>

---

## 1 INTRODUCTION

---

Le but de cette étude est de répondre à la demande du ministère : QC-21.

*« Le promoteur doit présenter une étude d'opportunité d'électrification de ses activités minières. Cette étude précisera les équipements électriques déjà prévus pour le projet ainsi qu'une étude détaillée des possibilités d'électrification d'autres activités du projet. Le promoteur doit également démontrer et justifier quelles sont les activités minières qui ne seront pas ou qui ne pourront pas être électrifiées. »*

Ce rapport présente donc l'analyse des opérations actuelles et les résultats de l'étude d'opportunités d'électrification des activités minières pour le projet suivant :

Projet de traitement du minerai aurifères des projets Barry et Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usage de 800 à 2400 tonnes par jour par Ressources Bonterra.

Deux sphères d'opportunités ont été identifiées comme étant les meilleures opportunités d'électrifications des activités minières du client puisqu'elles représentent les deux principales sources de consommation d'énergie fossile et donc le plus grand potentiel d'amélioration.

Ainsi, l'étude des opportunités d'électrifications se concentre principalement sur deux options : le remplacement des charges de chauffage au propane par des équipement fonctionnant uniquement à l'électricité et le transport du minerai par camion fonctionnant au diesel entre les divers sites du client, soit les projets Barry et Bachelor/Moroy.

Ces deux options ont été analysées plus en détails dans les sections suivantes afin de démontrer les améliorations envisageables et les activités qu'il n'est actuellement pas possible d'électrifier.

À ceci s'ajoute une autre option d'électrification qui est présentée à la section 5 à titre de recommandation à explorer, soit l'électrification des camionnettes légères.

## 2 DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE

Tout d'abord, le site Bachelor/Moroy est actuellement alimenté par deux lignes électriques, un premier poste d'un maximum de 1500 kVA alimenté de Quevillon et un second poste d'un maximum de 5000 kVA alimenté de Waswanipi. La consommation du client pour ces 2 postes est respectivement d'environ 1100 kVA pour le poste de Quevillon et de 3500kVA pour le poste de Waswanipi.

L'alimentation des deux postes est donc déjà pratiquement saturée par les opérations minières du client expliquant les choix antérieurs de recourir à certaines charges de chauffage ne fonctionnant pas à l'électricité.

Ressources Bonterra prévoit ajouter une nouvelle ligne électrique d'une capacité de 11 MW pour remplacer les deux alimentations actuelles qui alimentent le site Bachelor/Moroy. Le client prévoit utiliser cette alimentation à 65% dans le cadre de ses opérations minières, ce qui permettra de rendre disponible plus ou moins 4 MW d'électricité pour adresser des opportunités d'électrification, comme le remplacement de certaines charges de chauffage au propane par des charges électriques.

De plus, le site d'exploitation minier Moroy possède une durée de vie restante d'environ 5 ans, ayant un impact majeur sur la rentabilité du projet et la viabilité de modifications importantes au niveau de ce site.

Dans un second temps, le site Barry, situé à 110 kilomètres du site d'opérations principal du client, n'est actuellement pas alimenté par un réseau d'électricité.

Ainsi, les opportunités d'électrification du site Barry sont dépendantes de l'ajout d'une ligne électrique 120kV à proximité. Par contre, la construction de cette ligne ne dépend pas des projets du client, mais plutôt de d'autres minières et des localités des environs qui n'ont pas encore statué sur la réalisation d'une telle ligne électrique.

### 3 ÉLECTRIFICATION DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DE BACHELOR

Présentement, le site de l'usine de traitement de minerai Bachelor utilise des équipements de chauffage au propane puisque l'alimentation électrique est limitée et qu'il n'est pas possible de chauffer tout le site électriquement. Ainsi, les équipements listés à la section 3.1 fonctionnent actuellement au propane. C'est le cas entre autres du chauffage de la ventilation souterraine, un équipement de 13M de BTU.

#### 3.1 Équipements actuels

Pour cette étude, les charges de chauffage au propane suivantes ont été évaluées :

1. Chauffage sous terre
  - a. 1 système : 13M de BTU
2. Concasseur
  - a. 2 systèmes : 2x 250 000 BTU
3. Raffinerie
  - a. 1 système : 1M de BTU
4. Garage/atelier mécanique
  - a. 1 système : 250 000 BTU
5. Sècherie
  - a. Chauffage mural de la dry : 2x 105 000 BTU
  - b. Réservoirs d'eau chaude : 2x 47 000 BTU
  - c. Chauffage central de la dry : 110 000 BTU
6. Carothèque
  - a. 1 système 300 000 BTU
7. Entrepôt
  - a. Réservoir sècherie : 250 000 BTU

### 3.2 Critères de conception

Les critères de conception suivant ont été utilisés pour l'étude des charges électriques.

1. Afin d'effectuer la conversion entre le chauffage au propane et le chauffage électrique, un facteur de 3412.142 BTU / kW a été utilisé.
2. Le facteur de puissance des charges électriques a été défini à 1 puisqu'il s'agit uniquement de charges de chauffage.
3. Le courant requis pour alimenter les charges a été calculé à une tension nominale de 600V.

### 3.3 Résultats de l'analyse préliminaire

Les résultats présentés dans le tableau suivant démontrent les capacités requises en kW par bâtiment afin de remplacer les charges de chauffage au propane par des équipements électriques.

Ces valeurs ne représentent pas nécessairement des capacités d'équipements disponibles sur le marché, ainsi les capacités requises par secteurs peuvent être sujettes à changement en fonction des produits disponibles.

Sommaire				
Section	Description	Puissance Propane (BTU/H)	Puissance électrique (kW)	Courant moyen à 600V (A)
1	Chauffage souterrain	13000000	3810	3666
2	Concasseurs	500000	147	141
3	Raffinerie	1000000	293	282
4	Garage	250000	73	71
5	Sécherie	414000	121	117
6	Carothèque	300000	88	85
7	Entrepôt	250000	73	71
<b>Total:</b>		<b>16 M</b>	<b>4605</b>	<b>4431</b>

**Tableau 1 : Conversion des puissances requises**

Le principal enjeu pour le remplacement de ces charges vers des équipements électriques se situe au niveau de la capacité électrique disponible.

En effet, étant donnée la charge requise pour remplacer tous les équipements de chauffage au propane par des équipements électriques, certains choix doivent être fait par le client afin de prioriser le remplacement de certains.

Comme on peut le voir dans le tableau précédent, le remplacement du chauffage souterrain représente à lui seul une charge d'environ 4MW.

Cependant, ce genre d'équipement dans les projets miniers fonctionne en règle générale au propane en raison de l'efficacité et de la quantité d'électricité requise et ce, même pour des sites ayant accès à une plus grande capacité électrique.

De plus, comme ce système est déjà présent et fonctionnel, et que la mine Moroy présente une durée de vie restante d'environ 5 ans, le remplacement de ce système ne serait pas rentable et donc ne représente pas une opportunité d'électrification viable.

Le remplacement de l'ensemble des autres charges de chauffages par des équipements électriques peut être envisagé et représente une opportunité d'électrification réalisable.

#### 4 TRANSPORT DU MINERAI PAR CAMION ENTRE BARRY ET BACHELOR

Cette opportunité représente une grande quantité de combustible fossile qui est actuellement utilisée afin de transporter le minerai par le biais de camions d'une capacité de 50 tonnes entre les différents sites miniers du client et de son usine de traitement. Par conséquent, le transport par camion de 50 tonnes du minerai entre les sites est une option nécessitant une grande consommation de combustible fossile dans un contexte d'augmentation de la production de traitement au site Bachelor.

En effet, la quantité de carburant diesel projetée en vertu du scénario de production maximale, soit de 2400 tonnes par jour, est d'un peu moins de 1.8 M L/an.



#### 4.1 Situation actuelle du client

Le site minier Barry est situé à environ 110 km du site de traitement de minerai Bachelor, sur des chemins forestiers isolés. Cela représente donc une distance d'environ 220 km aller-retour, en plus de la distance à parcourir sur le site d'extraction. Sans compter que le site Barry, n'ayant pas accès à une alimentation électrique pour le moment, il n'est pas possible de recharger les camions ailleurs qu'au site Bachelor.

De plus, les camions sont appelés à faire cette distance plusieurs fois pendant un même quart de travail.

Le transport de longue durée sur des chemins forestiers isolés, dans un climat très froid, représente un danger pour les camionneurs en cas de pannes. Le remplacement de camions à carburant par des camions électriques nécessiterait une capacité de batterie assez grande et une fiabilité immaculée afin de pallier les risques possibles puisque les travailleurs pourraient subir des pannes dans un milieu isolé et sans support possible.

Les besoins du client en terme de transport du minerai exige donc un camion ayant un minimum de 300 km d'autonomie et une fiabilité irréprochable afin de permettre de faire le voyage aller-retour entre les sites miniers et l'usine de traitement de minerai sans risques de pannes. De plus, la durée de rechargement de la batterie doit être assez rapide pour permettre au camion d'effectuer plus d'un voyage dans un quart de travail.

Les technologies actuelles ont également démontré une importante perte de charge en hiver pour les véhicules électriques, rendant imprévisible l'autonomie de ces véhicules et donc les dangers auxquels s'exposeraient les chauffeurs de ces camions sur des routes isolées.

De plus, ces nouveaux véhicules apportent une nouvelle technologie qui nécessite des entretiens effectués par une main d'œuvre spécialisée dans ces nouvelles technologies qui n'est pas disponible localement dans cette région, mais plutôt dans les grandes villes à plusieurs centaines de kilomètres.

## 4.2 Options disponibles sur le marché

Il existe actuellement quelques options de camions développés par des compagnies, mais uniquement pour les opérations souterraines. Or, la constitution des camions pour usage souterrain est bien différente des camions utilisés à la surface, en raison principalement des différents environnements de travail entre les deux secteurs et de la proximité du support qui devient un enjeu critique sur des routes isolées.

Un prototype de camion d'une capacité de 40 tonnes est actuellement en conception au Québec et devrait faire ses premiers tests routiers en 2022-2023. Bien que ce camion ne réponde pas exactement au besoin du client, opérant des camions d'une capacité de 50 tonnes, cette avancée représente une réelle innovation et pourrait s'étendre aux camions de plus grande capacité par la suite.

Ce prototype prévoit l'utilisation d'une batterie de 400 KW/H, soit 4 fois la capacité des batteries de voitures électriques actuellement sur le marché, qui sont d'un maximum de 100 KW/H. Ce qui rend plus compliqué le remplacement d'une flotte de camions diesel complète par des camions électriques en raison de l'immense capacité requise par la ligne électrique alimentant le site du client.

Les informations concernant le camion 40 tonnes en conception proviennent de l'article du 10 novembre 2020 rédigé par Normand Gosselin du magazine Électricité Plus.

## 4.3 Résultats de l'analyse préliminaire

Ainsi, bien que le marché actuel travaille dans la direction de l'électrification des camions de transport minier et ait déjà fait d'énormes progrès dans ce domaine depuis quelques années, les options disponibles actuellement ne sont pas appropriées à l'usage que le client désire en faire. Aussi, la fiabilité de ces camions est encore loin d'avoir fait ses preuves.

L'électrification des camions lourds de transport sera donc un champ de recherche à suivre de très près pour les prochaines années, mais sur le court terme, il n'est pas réaliste d'envisager de remplacer la flotte de camions d'une capacité de 50 tonnes qui transportera le minerai entre les divers sites miniers du client

et son usine de traitement sur des routes isolées dans une région éloignée de la main d'œuvre spécialisée dans ce genre de technologie.

De plus, la capacité électrique requise pour recharger de tel camions serait fort considérable, et impossible à mettre en place avec les infrastructures actuelles du client.

## 5 RECOMMANDATION D'OPPORTUNITÉ D'ÉLECTRIFICATION

### 5.1 Électrification des camionnettes légères

Bien qu'il soit irréaliste d'envisager le remplacement de la flotte de camions lourds pour le moment, le remplacement des véhicules de types camionnettes pourraient toutefois représenter une réelle opportunité d'électrification dans les prochaines années.

En effet, plusieurs fabricants de véhicules prévoient offrir des options d'ici la fin de 2022 ou en 2023. Ces nouvelles camionnettes pourraient permettre de réduire l'empreinte écologique du client dans ses activités. La majorité de ces nouveaux modèles promettent une autonomie d'au moins 300 km, ce qui permettrait au client de les utiliser pour ses activités au site mais également pour voyager d'un site à l'autre.

Le marché des véhicules électriques connaît cependant une très forte demande et les délais de livraisons de ce type de véhicules peuvent atteindre jusqu'à 1 an. Il va de soit que le lancement de nouveaux modèles de camionnettes risque également d'engendrer des délais interminables vu la disponibilité des produits.

Cette solution semble donc envisageable, à condition que les modèles de camionnettes promis par les fabricants voient effectivement le jour dans les prochaines années, que la disponibilité de ces véhicules s'améliore grandement et que la fiabilité de ces véhicules soit supérieure à celle des véhicules électriques actuels.

## 5.2 Situation actuelle du client

Toutefois, la situation du client est très différente des sites situés près des villes. En effet, cette nouvelle technologie nécessiterait une main d'œuvre qualifiée que le client ne possède pas pour effectuer l'entretien de ces camionnettes, contrairement aux véhicules plus traditionnels à essence dont le client possède déjà l'expertise. Il devrait donc envoyer les véhicules à l'extérieur du site dans les grandes villes à plusieurs centaines de kilomètres pour y effectuer les entretiens majeurs.

La disponibilité des bornes de recharges aux alentours des sites du client est également très restreinte. En effet, les villes avoisinantes tel que Chapais et Lebel-sur-Quévillon possèdent environ chacune 2 bornes mais sont localisées à plus de 100 kilomètres des sites du client.

De plus, comme le site Barry n'est actuellement pas alimenté par électricité, le client ne pourrait donc installer des bornes de recharges qu'au site Bachelor/Moroy. Par contre, le site Moroy a une durée d'exploitation de moins de 5 ans.

Ainsi, étant donné qu'aucune borne n'est disponible dans les environs, et que 110 kilomètres séparent les sites du client, il est impensable de concevoir le remplacement de la flotte de camionnettes légères du client par des véhicules complètement électriques qui devraient parcourir un minimum de 220 kilomètres aller-retour avant de pouvoir se recharger, dans un climat très froid et sur un chemin isolé.

De plus, les délais actuels ne permettraient pas au client de se procurer ce genre de véhicules avant plusieurs mois, voire années.

Également, comme pour les camions lourds, une étude du réseau électrique devrait être faite afin de s'assurer que la capacité de la ligne électrique serait assez grande pour permettre l'implantation de bornes de recharges suffisamment performantes pour recharger les camionnettes puisque pour le moment, l'alimentation électrique du client est déjà très restreinte au site Bachelor/Moroy, et inexistante au site Barry.

## 6 CONCLUSIONS

Pour conclure, les sites Bachelor/Moroy et Barry présentent effectivement certaines opportunités d'électrification réalisables à moyen-long terme, bien que dans tous les cas, la capacité de la ligne d'alimentation électrique représente une contrainte majeure. L'ajout d'une ligne à 120kV dans les environs permettrait de donner au client d'avantages d'alternatives, mais l'ajout de cette ligne ne dépend pas du client Ressources Bonterra.

Ainsi, certaines charges de chauffage au propane pourront en effet être remplacées par des charges électriques dès que la nouvelle ligne d'alimentation électrique de 11MW du client sera en place. Le remplacement du chauffage souterrain par du chauffage électrique est irréalisable et n'est pas économique pour des raisons d'efficacités mais aussi de capacité électrique

En ce qui a trait au transport par camions d'une capacité de 50 tonnes entre les sites, l'électrification de ce secteur est irréaliste pour le moment en raison du manque d'options disponibles sur le marché et du danger que représente le trajet sur routes isolées réalisé par les travailleurs. Certains intervenants travaillent actuellement à développer des camions électriques, mais ces changements ne sont pas pour un futur proche.

Pour ce qui est de la flotte de véhicules léger, comme les camionnettes, la technologie commence tout juste à faire ses preuves dans les localisations urbaines, démontrant déjà des défaillances telle que la perte de charge drastique en hiver. De plus, pour une région isolée comme celle où sont localisés les sites du client, où les infrastructures sont très limitées, le remplacement des véhicules à essence par des véhicules électriques représente un énorme risque au niveau de la sécurité des utilisateurs de ces véhicules et de la viabilité de ce changement. Aussi, l'entretien spécialisé de ces véhicules requiert une main d'œuvre qualifiée qui n'est pas présente dans la région, donc les véhicules devront être envoyés à l'extérieur pour effectuer cet entretien.

En définitive, en attendant que les technologies s'améliorent et la construction d'une nouvelle ligne électrique dans les environs des sites du client, le client pourra effectuer quelques modifications au niveau du chauffage au propane. Par contre, l'électrification de ses autres activités minières n'est pour l'instant pas envisageable mais pourra être reconsidérée dans le futur lorsqu'il y aura la nouvelle ligne électrique, des bornes de recharges autour des sites, une main d'œuvre spécialisée en véhicules électriques et que la technologie se sera améliorée.

QC2-22 : RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS (GCM, 2022)



Val-d'Or (Québec)

**SITE BACHELOR**

**RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS**

**ENV0266-1514-00**



N° de référence GCM : 20-0696-0266

Préparé par :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jessica Morin".

Jessica Morin, B.Sc.  
GCM Consultants

2022-07-07

Vérifié par :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Karine Gauthier-Hétu".

2022.07.07



Karine Gauthier-Hétu, Chargée de projet  
GCM Consultants

Révision  
**00**

Émission  
**FINALE**

Date  
**2022.07.07**





 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

### **ÉQUIPE DE RÉALISATION – BONTERRA (CLIENT)**

Steve Gaudreault, B. Sc. A.	Surintendant environnement, relations avec les communautés et avec les premières nations
-----------------------------	--

### **ÉQUIPE DE RÉALISATION – GCM CONSULTANTS**

Karine Gauthier-Hétu, M.Env. et M.É.I.	Chargée de projet
Jessica Morin B.Sc	Rédaction
Christine Beaumier, Biol.	Échantillonnage
Stéphany Paquin-Desjardins, Biol. M.Env.	Échantillonnage
Stéphanie Marchand, Tech.	Compilation des résultats
Josée Zalewski	Secrétariat



 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

## TABLE DES MATIÈRES

1.0	MISE EN CONTEXTE.....	2
2.0	OBJECTIFS.....	2
3.0	MÉTHODOLOGIE.....	3
4.0	RÉSULTATS.....	6
5.0	CONCLUSION.....	12
6.0	LIMITATIONS DE L'ÉTUDE.....	13
7.0	RÉFÉRENCES.....	14

## ANNEXES

- A. Évaluation environnementale de risque phase I (GCM Consultants, 2022)
- B. Plans des infrastructures projetées
- C. Plans d'échantillonnage
- D. Fiches descriptives des sols
- E. Certificats d'analyse
- F. Rapport photographique



 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

## 1.0 MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre de la procédure d'évaluation et de l'examen des impacts sur l'environnement et le milieu social prévu au titre II de la Loi sur la qualité de l'environnement pour le projet de traitement du minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor ainsi que l'augmentation du taux d'usinage, une première série de questions datant de mai 2020 a été soumise à Bonterra. L'ensemble des questions ont été répondues par l'entremise d'un document de réponses transmis au COMEX le 2 novembre 2020 ainsi que par un document addendum au document de réponses transmis au COMEX la semaine du 15 mars 2021. Certaines questions demandaient que des actions soient prises par Bonterra d'ici le dépôt de la demande d'autorisation en vertu de l'article 22 de la LQE. L'une d'elles, soit la QC-53, précise qu'une étude de caractérisation environnementale doit être fournie pour tous les secteurs visés par les travaux d'agrandissement, d'aménagement, de construction ou de réfection projetés. L'étude de caractérisation devait être effectuée conformément au *Guide de caractérisation des terrains* et tenir compte de l'historique d'utilisation (Évaluation environnementale de Site – ÉES – phase I). Ce rapport de caractérisation vise donc à décrire les travaux d'échantillonnage des sols et leurs résultats.

## 2.0 OBJECTIFS

Selon l'annexe III du *Règlement sur la protection de la réhabilitation des terrains*, l'extraction de minerai d'or (code SCIAN 21222) est une activité susceptible de contaminer les sols et les eaux souterraines. Ainsi, lors des travaux de construction, d'aménagement et/ou de réfection des installations, la caractérisation environnementale des sols vise notamment à s'assurer de la gestion conforme des matériaux excavés (sols/mort-terrain). En effet, le projet de traitement du minerai aurifère et d'augmentation du taux d'usinage des projets Barry et Moroy au site Bachelor prévoit l'ajout de certaines infrastructures sur le site minier (ex. : réservoirs, convoyeurs, etc.), la construction d'un nouvel accès à l'ouest, l'agrandissement d'infrastructures existantes (ex. : haldes à minerai, parc à résidus) et l'aménagement d'une nouvelle halde à mort-terrain. La caractérisation environnementale des sols est donc requise afin de s'assurer que les sols soient gérés adéquatement et que les installations permanentes ne soient pas aménagées sur des sols contaminés au-delà des valeurs limites réglementaires applicables au terrain selon l'activité. Une autre des objectifs de l'étude est de décrire la qualité des sols en périphérie des opérations avant l'agrandissement du site et l'augmentation du taux d'usinage. Une attention particulière a également été portée à la validation des risques de contamination aéroportée.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

### 3.0 MÉTHODOLOGIE

#### 3.1 Stratégie d'échantillonnage



Afin d'établir la stratégie d'échantillonnage, les documents suivants ont été consultés :

- Évaluation environnementale de site phase I (GCM Consultants, 2021) – Annexe A :  
Ce document permet d'identifier les risques de contamination dans les secteurs où les travaux de réaménagement seront effectués, soit : la présence de remblai de nature inconnue, la contamination aéroportée issue de l'exploitation minière passée et actuelle (incluant l'usine de traitement de minerai et parc à résidus) et la présence de halde à minerai.
- Plans des infrastructures projetées – Annexe B :  
Permits d'identifier les secteurs où de l'excavation et des infrastructures permanentes seront érigées.

La méthodologie d'échantillonnage s'appuie par ailleurs sur le *Guide de caractérisation des terrains* (Publications du Québec, 2003).

Afin de valider la qualité des sols dans les secteurs visés par les travaux, deux (2) approches ont été appliquées, soit :

- Échantillonnage dans six (6) tranchées (TR) sur le site minier dans les secteurs des infrastructures projetés susceptibles de nécessiter de l'excavation :
  - Échantillonnage composite de la paroi de la tranchée pour chaque strate de remblai distinct.
  - Les paramètres d'analyse étaient les métaux, le cyanure, le soufre, les hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub>C<sub>50</sub>), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les composés organiques volatils.
- Échantillonnage de surface en périphérie du site minier dans les secteurs visés par des travaux au moyen d'une tarière manuelle ou pelle ronde, soit vingt-quatre (24) stations ST :
  - Échantillonnage ponctuel en surface.
  - Tous les échantillons ont été prélevés à plus de 5 centimètres de profondeur.
  - Les paramètres d'analyse étaient:
    - Les métaux et le soufre pour tous les échantillons.
    - Les hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub>C<sub>50</sub>) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) pour une station sur deux.
    - Le cyanure pour tous les échantillons de surface (0-5 cm).
    - Lorsque la concentration en HP C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> se trouve en dessous de la limite de détection, il convient d'analyser les COV sur au moins 10 % des échantillons. Ainsi, l'analyse des COV a été effectuée sur trois échantillons.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

- Échantillonnage de la couche superficielle de sol minéral (0-5 centimètres) sur onze (11) stations réparties sur l'ensemble de l'aire d'étude afin de valider l'impact potentiel de la contamination aéroportée. Ces échantillons ont été analysés pour les métaux, le soufre et le cyanure déterminé selon la nature de l'activité qui se déroule sur le site, soit l'extraction et traitement de minerai aurifère.

Tous les prélèvements ont été réalisés conformément aux Cahiers 1 et 5 des *Guides d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec* (MDDEP 2008 et 2010). L'analyse des COV a également été effectuée conformément à la *Mise à jour de la section 5.3.3 Échantillon pour l'analyse des composés organiques volatils* (MDDELCC, 2016).

La localisation des stations d'échantillonnage est présentée aux plans joints à l'annexe C.

### 3.2 Nettoyage des outils d'échantillonnage

Conformément à la méthodologie identifiée dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 1 – Généralités* (MDDEP, 2008), les outils servant à prélever les échantillons ont été nettoyés avant le prélèvement des échantillons en suivant ces étapes :

- Un rinçage à l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) 10 %.
- Trois (3) rinçages à l'eau purifiée.
- Un (1) rinçage à l'acétone, deux (2) rinçages à l'hexane, puis un (1) nouveau rinçage à l'acétone.
- Rinçage à l'eau purifiée de façon à enlever toute trace d'acétone et égouttage du surplus.

Les précautions d'usage et l'utilisation d'ÉPI appropriés ont été respectées lors de la manipulation des solvants. Tous les résidus de lavage ont été récupérés afin d'être entreposés, transportés et éliminés selon les lois et règlements en vigueur.



### 3.3 Description des échantillons

Chaque prise d'échantillon a été accompagnée par une description sur le terrain de la composition granulométrique du sol selon la dimension des particules estimées visuellement, ainsi que tous les détails pertinents à une bonne description de l'échantillon tel que la couleur du sol, la présence d'indices visuels de contamination, la présence de toute matière autre que du sol ou tout autre élément jugé approprié.

La description de l'environnement dans lequel l'échantillon a été prélevé a également été notée avec tous les détails pertinents. Pour chaque échantillon prélevé, les informations ont été consignées sur une fiche descriptive, conformément à la méthodologie identifiée dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols* (MDDEP, 2010). Les fiches de descriptions sont présentées à l'annexe D.

### 3.4 Analyse en laboratoire

Toutes les analyses chimiques sur les échantillons de sol ont été effectuées par un laboratoire accrédité par le MELCC, signées par des chimistes membres de l'Ordre des chimistes du Québec.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

Le programme analytique pour les sols a été déterminé en fonction des contaminants pouvant être présents sur le site, de l'usage du site, ainsi que des recommandations du *Guide de caractérisation des terrains*. Les détails du programme analytique sont présentés à la section 3.1 du présent rapport.



Les certificats d'analyses peuvent être consultés à l'annexe E.

### 3.5 Conservation des échantillons

Une fois prélevés, les échantillons de sols ont été conservés au frais à environ 4°C à l'aide d'une glacière et de blocs réfrigérants dans des contenants conformes et hermétiques et, dans la mesure du possible, à l'abri de la lumière. Ils ont été emballés adéquatement puis transportés au laboratoire.

### 3.6 Assurance qualité et contrôle qualité (AQ/CQ)

Un programme d'assurance qualité et de contrôle de qualité (AQ/CQ) des résultats analytiques a été appliqué lors de cette caractérisation de terrain. Les contrôles de la qualité comprennent des analyses réalisées en duplicata sur 10 % des échantillons permettant d'évaluer la réplicabilité des mesures. Un blanc de terrain a également été effectué pour les COV. Des analyses de blancs de méthode ont également été effectuées en laboratoire afin de détecter une contamination éventuelle des échantillons pendant le traitement en laboratoire et des analyses de matériaux de référence permettant de déterminer la justesse des valeurs obtenues.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

## 4.0 **RÉSULTATS**

### 4.1 **Sondages**

Au total, six (6) tranchées observation et vingt-quatre (24) sites de sondage de sols ont été ciblés dans le cadre de la présente étude. Ceux-ci ont été localisés à des endroits stratégiques afin de couvrir les secteurs à risques les plus élevés et l'évaluation du risque des contaminants aéroportés dus aux activités qui se déroulent sur le site. Les tranchées ont été réalisées à l'aide d'une rétrocaveuse Komatsu PC 290 LS (TR-01 à TR-06), tandis que les sondages de surface ont été effectués manuellement au moyen d'une tarière manuelle ou d'une pelle ronde (ST-07 à ST-30).

### 4.2 **Échantillonnage**

La campagne d'échantillonnage des sols s'est déroulée du 9 novembre 2021 au 11 novembre 2021 par Christine Beaumier et Stéphanie Paquin-Desjardins.

Les tranchées ont été réalisées dans les secteurs à risques préalablement identifiés afin d'obtenir une meilleure vision globale du potentiel de contamination et de la stratigraphie générale, et ce, sur une plus grande surface. À chacune des tranchées, des échantillons composés ont été prélevés à des profondeurs distinctes selon la stratigraphie des sols.

L'échantillonnage de surface en périphérie du site minier dans les secteurs visés par des travaux a été fait au moyen d'une tarière manuelle ou pelle ronde, pour un total de vingt-quatre (24) stations ST. Un échantillonnage de la couche superficielle de sol minéral (0-5 centimètres) a également été fait sur onze (11) stations réparties sur l'ensemble de l'aire d'étude afin de valider l'impact potentiel de la contamination aéroportée.

Un rapport photographique des différents secteurs échantillonnés est présenté à l'annexe F.



### 4.3 **Stratigraphie du sol**

De manière générale, la stratigraphie rencontrée lors des sondages par tranchées (TR) est la suivante :

1. Une couche de gravier de surface (0-40 cm).
2. Une couche de gravier, sable brun et cailloux ayant en moyenne 80 cm d'épaisseur.
3. Suivi d'une couche de sable brun avec cailloux jusqu'à 150 cm, soit la profondeur maximale atteinte des tranchées.
4. Un horizon minéral naturel constitué principalement d'argile (TR-01 à TR-03), mais aussi parfois de sable silteux (TR-04) ou même de sable graveleux (TR-05).
5. Le socle rocheux a été atteint à 40 cm (TR-06).
6. Des blocs angulaires sont présents dans l'horizon 100 cm à 150 cm (TR-02).

En ce qui concerne l'échantillonnage de surface, la stratigraphie rencontrée lors des sondages manuels (ST) est la suivante :

1. Une couche type de MO fibrique de surface (0-10 cm).
2. Suivi d'une couche de sable gris variant (10-20 cm).

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

3. Terminée avec une couche de sable gris parfois silteux et orangé variant (20-40 cm).
4. Sols typiques d'un Podzol.
5. À la station ST-8, sous la couche MO fibrique (0-5 cm), une couche de sable brun avec présence de gravier (0-3/4) et cailloux fut observée (5-40 cm). La provenance pourrait être du remblai.
6. À la station ST-9, la présence de remblai de type sable brun et cailloux fut observée dans l'horizon (0-30 cm).
7. À la station ST-12, le sol rencontré est d'origine anthropique, une couche de sable brun orangé avec gravier (0-3 cm), suivi d'une couche de sable gris et gravier avec beaucoup de cailloux (3-30 cm).
8. À la station ST-27, le sol rencontré est d'origine anthropique, une couche de sable brun orangé avec gravier (0-5 cm), suivi d'une couche de sable gris et gravier (5-35 cm). Le roc fut atteint à 35 cm.
9. À la station ST-28, le roc fut atteint à 28 cm, précédé d'une couche de sable silteux orangé (0-28 cm).
10. À la station ST-11, un apport d'eau fut observé lorsque l'échantillonnage atteint le roc, soit à 40 cm.



#### 4.4 Critères génériques pour les sols

Les critères génériques pour les sols du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains* (Beaulieu, 2019) permettent d'évaluer l'ampleur d'une contamination et de fixer les objectifs de décontamination pour un usage donné. Les critères B et C du *Guide d'intervention correspondent respectivement aux valeurs des annexes I et II du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* (RPRT).

Les critères A, B et C sont définis comme suit :

1. **Critère A** : Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limites de quantification pour les paramètres organiques.
2. **Critère B** : Limite maximale acceptable pour des terrains résidentiels ou des terrains où se déroulent certains usages institutionnels (établissement d'enseignement primaire ou secondaire, centre de la petite enfance, garderie, centre hospitalier, centre d'hébergement et de soins longue durée, centre de réadaptation, centre de protection de l'enfance ou de la jeunesse, établissement de détention) et le premier mètre des aires de jeu des parcs municipaux.
3. **Critère C** : Limite acceptable pour des terrains industriels, commerciaux, institutionnels non sensibles et récréatifs (piste cyclable et parcs municipaux, sauf le premier mètre des aires de jeu), de même que pour ceux destinés à former l'assiette d'une chaussée ou d'un trottoir en bordure de celle-ci.



 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

Les valeurs limites qui sont donc applicables sont les normes de l'annexe II du RPRT, correspondant aux critères C du *Guide d'intervention en fonction du maintien de l'usage industriel* actuel qui se déroule sur le site du projet minier. Il est à noter que lors de la fermeture du projet, le site fera l'objet d'un plan de fermeture et de remise en état des lieux (plan de restauration).

#### 4.5 Résultats d'analyse

Les résultats d'analyse obtenus pour les échantillons de sols prélevés dans le cadre de la campagne de 2021 sont présentés au tableau 1 ci-après. Les résultats ont été compilés par Mme Stéphanie Marchand et vérifiés par Mme Jessica Morin de GCM Consultants.

Pour les tranchées d'exploration (TR) et les stations d'échantillonnage (ST), tous les quarante-et-un (41) échantillons et pour tous les paramètres d'analyses, les résultats sont inférieurs au critère C du *Guide d'intervention* et à la valeur limite de l'annexe II du RPRT.

Pour les paramètres d'analyse en lien avec les indices de contamination aux produits pétroliers (C10-C50, COV et HAP), les résultats d'analyses sont tous inférieurs au critère A. Aucun signe visuel et olfactif de contamination n'a par ailleurs été observé lors de l'échantillonnage des sols dans les tranchées explorations et les stations d'échantillonnage.

En ce qui concerne les métaux, les résultats d'analyses sont tous inférieurs au critère A (<A) pour les paramètres suivants, Ba, Cd, Cr, Sn, Hg, Ni et Zn.



Les paramètres dont les résultats sont dans la plage B-C sont les suivants :

- **Ag** (1) : TR-06(30)
- **Co** (1) : TR-04(100)
- **Mn** (1) : TR-04(100)
- **Se** (4) : TR-02(100), TR-04(100), TR-05(100), ST-09(5-20)

Les paramètres dont les résultats sont A-B sont les suivants :

- **CN<sub>t</sub>** (1) : TR-01A(80)
- **As** (1) : TR-01A(80)
- **Cu** (3) : TR-03(100), TR-04(100), TR-05(100)
- **MO** (2) : ST-18 (5-20), TR-04(100)
- **Pb** (1) : TR-04(100)
- **S<sub>t</sub>** (12) : ST-08(5-20), ST-09(0-5), ST-10(5-20), ST-13(5-20), ST15(5-20), ST-16(5-20), ST-21(0-5), ST-21(5-20), ST-22(5-20), TR-02(100), TR-03(100), TR-04(100)
- **Se** (14) : ST-07(0-5), ST-08(5-20), ST-09(0-5), ST-12(5-20), ST-13(0-5), ST-13(5-20), ST-15(5-20), ST-16(5-20), ST-21(0-5), ST-21(5-20), ST-27(0-5), ST-29(5-20), TR-01A(80), TR-03(100)

On note une concentration en cyanure de 3,1 mg/kg, soit dans la plage A-B pour la tranchée TR-01, cette dernière étant située dans le secteur de l'usine de traitement du minerai, dont le cyanure est utilisé dans le procédé. L'ajout de réservoirs est prévu dans ce secteur.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

On note également des valeurs supérieures au critère A pour plusieurs paramètres dans la tranchée TR-04. Cette dernière est située dans un secteur du site où diverses activités d'entreposage ont eu lieu. Ce secteur sera dédié à l'emplacement de la future halde à minerai.

#### 4.6 Programme AQ/CQ



Le laboratoire H2lab a effectué les analyses demandées dans le cadre de cette caractérisation des sols en se référant à la Liste des méthodes suggérées pour la réalisation des analyses en laboratoire et la Liste des méthodes d'analyse relatives à l'application des règlements découlant de la Loi sur la qualité de l'environnement publiées par le MELCC. Les limites de détection se sont avérées être sous les critères de qualité applicables. Le laboratoire possède son propre programme AQ/CQ. Les résultats de ce contrôle sont inclus dans les certificats d'analyse présentés à l'annexe E. L'examen des certificats d'analyse montre que tous les contrôles de la qualité donnent des résultats compris à l'intérieur des critères de performance analytique. Cela indique que la qualité des résultats est conforme aux attentes. Toutes les mesures de blancs de méthode ont donné des résultats sous la limite de détection. Toutes les analyses de matériaux de référence ont dévoilé une justesse des mesures de plus de 80 %, soit à l'intérieur des critères de performance analytique. Des échantillons de contrôle (duplicatas de terrain) ont été prélevés à raison de 10 % du nombre total d'échantillons afin de vérifier la réplicabilité et l'exactitude des résultats. Ainsi, puisque quarante-et-un (41) échantillons ont été prélevés, quatre (4) échantillons ont été analysés en duplicatas.

La comparaison des concentrations observées entre les échantillons de sols DUP-1, DUP-2, DUP-3, DUP-4 et leurs échantillons respectifs ST-16(5-20), TR-06(30), ST-07(0-5) et ST-28(5-20) a permis d'identifier que les écarts entre le duplicata et les échantillons sont généralement inférieurs à 30 %, ce qui représente l'écart attendu considérant la variabilité de la distribution des paramètres dans un sol. Pour certains paramètres, l'écart était supérieur à 30 %, mais les résultats sont toutefois inférieurs au critère A. D'autres écarts supérieurs à 30 % et supérieurs au critère A ont été observés, soit pour le sélénium au DUP1 et DUP3, ainsi que pour l'argent au DUP2.

En général, les résultats provenant du programme AQ/CQ confirment la réplicabilité et l'exactitude des analyses, et ce, autant au niveau du laboratoire que du terrain.







 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

## 5.0 CONCLUSION

À l'issue de la caractérisation des sols effectuée dans le cadre de cette étude, il a été constaté que tous les échantillons prélevés dans les tranchées d'observation et les stations d'échantillonnage pour les sols, sont inférieurs au critère C du *Guide d'intervention* et à la valeur limite de l'annexe II du RPRT, soit la limite acceptable pour des terrains industriels.

En ce qui concerne les hydrocarbures pétroliers (C10-C50), HAP et COV, tous les échantillons prélevés présentaient des concentrations inférieures à la limite de détection. Aucun signe visuel et olfactif de contamination n'a été observé aux divers points de prélèvements.

Des valeurs plus élevées en métaux peuvent être associées à des teneurs naturelles de fond local plus élevées. En ce qui concerne le sélénium et le soufre, considérant que les horizons de surface et inférieurs présentent tous deux des valeurs dépassant le critère A, l'hypothèse d'une teneur naturelle locale plus élevée est privilégiée. Ceci pourrait être lié au contexte géologique du secteur à l'étude. Il est cependant à noter qu'aucune source de contamination au sélénium ou en soufre en provenance des activités du site n'a été identifiée lors de l'évaluation environnementale de site phase I.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

## 6.0 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE

Il est expressément compris par le client que l'information consignée au présent rapport a été préparée pour les fins spécifiques du mandat octroyé. En aucun temps, GCM Consultants ne se portera garant de l'utilisation d'informations consignées au rapport à l'égard de tiers désirant se prévaloir de celles-ci pour des fins similaires ou autres. Tout tiers se prévalant de l'information contenue au rapport devra en comprendre ses limites et procéder, à ses propres frais, à une actualisation de celle-ci. GCM Consultants n'accepte aucune responsabilité professionnelle pour d'éventuels dommages subis par un tiers résultant d'une décision prise ou d'une action basée sur ce rapport.

La présente caractérisation des sols, réalisée pour le compte de Bonterra (ci-après appelé « le client »), est strictement confidentielle. Ainsi, GCM Consultants inc. se dégage de toute responsabilité relativement à l'utilisation de ce rapport par une tierce partie sans son autorisation écrite et celle du client.

La reproduction de ce rapport ne pourra être permise avant et à moins qu'une autorisation écrite, au préalable n'ait été obtenue de la part du client et dont la copie sera acheminée à GCM Consultants. Cette reproduction du rapport devra obligatoirement comprendre toutes les figures, illustrations et données consignées dans ce rapport afin d'être considérée intégrale.

GCM tient à souligner que les présentes conclusions sont basées sur les renseignements contenus dans ce rapport et qu'elles ne sont valables que pour la période considérée. Il est entendu que cette évaluation ne peut prendre en considération le résultat d'activités non répertoriées lors de l'évaluation environnementale de phase I ou lors de la caractérisation terrain.



L'interprétation des données recueillies ainsi que l'émission des commentaires et recommandations sont fondées sur notre expérience et selon les politiques, critères et règlements en vigueur dans la province de Québec.

L'évaluation environnementale dresse un portrait de la propriété à un moment précis dans le temps. Les résultats de caractérisation sont donc représentatifs de l'échantillonnage effectué en novembre 2021 en fonction des zones à risques identifiées dans le cadre de l'ÉES phase I et des emplacements futurs des infrastructures minières projetées.

GCM Consultants n'a aucun intérêt pour la propriété faisant l'objet de la présente. La visite de la propriété a été réalisée de manière à assurer la santé et la sécurité de l'équipe de vérification de GCM Consultants. Dans cette optique, tous les lieux accessibles de façon sécuritaire ont été visités.

La présente caractérisation des sols de site ne s'applique pas aux systèmes d'audits de l'environnement et de gestion de l'environnement, qui font l'objet de normes CSA distinctes.

Les résultats et les conclusions concernant la pollution du terrain sont fondés uniquement sur la portée des observations et renseignements réunis pendant l'ÉES phase I et de l'échantillonnage effectué dans le cadre de la caractérisation des sols du site.

 	Projet : <b>RÉPONSE AUX QUESTIONS COMEX</b> No Projet : 20-0696-0266	Par : J. Morin
	Document : <b>RAPPORT DE CARACTÉRISATION DES SOLS</b> No Document : ENV0266-1514-00	Rév. : <b>00</b> Date : 2022.07.07

## 7.0 **RÉFÉRENCES**

BEAULIEU, Michel. 2021. *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Québec, mai 2021, 326 p. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/guide-intervention-protection-rehab.pdf>

DIRECTION DES POLITIQUES DU SECTEUR INDUSTRIEL, SERVICE DES LIEUX CONTAMINÉS DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 2003, *Guide de caractérisation des terrains*, Les publications du Québec, ISBN 2-551-19621-3, 82 p. + annexes.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC), 2016. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols – Mise à jour de la section 5.3.3 Échantillon pour l'analyse des composés organiques volatils* Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

[https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/Cahier5Addenda\\_section\\_533.pdf](https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/Cahier5Addenda_section_533.pdf)

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEP), 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 1 – Généralités*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales - Cahier 1 - Généralités \(gouv.qc.ca\)](http://www.gouv.qc.ca/ceaeq/publications/echantillonnage/Cahier1-Generalites.pdf)

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEP), 2010. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. <https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/solsC5.pdf>

QUELLETTE, Hugues, 2012. *Lignes directrices sur l'évaluation des teneurs de fond naturelles dans les sols*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, ISBN 978-2-550-49918-3, 25 p. [Lignes directrices sur l'évaluation des teneurs de fond naturelles dans les sols \(gouv.qc.ca\)](http://www.gouv.qc.ca/ceaeq/publications/echantillonnage/solsC5.pdf)