

**ANNEXE 8**

**BILAN DES GES**

Projet de traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et  
augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec



Réponses à une sélection de questions et  
commentaires du Ministère de l'Environnement et  
de la Lutte contre les changements climatiques



**Angela Cristina Silva, M.Sc., D.É.S.S**  
*Spécialiste en environnement et en géomatique*

 [angela.silva@acs-envigeo.ca](mailto:angela.silva@acs-envigeo.ca)

 (438) 492-0671

**Dossier : 3214-14-027**

Mars 2021

## Avant-propos

Le présent document contient les réponses à une sélection de questions et commentaires du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) datés le mai 2020 concernant les émissions de gaz à effet de serre (GES) du projet de traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et d'augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec.

L'approche utilisée pour estimer les émissions de GES est basée sur un inventaire des émissions directes et indirectes pour les phases de construction, d'exploitation et de fermeture. Les GES pour lesquels les émissions ont été estimées comprennent le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Ces GES sont calculés et convertis en tonne CO<sub>2</sub>, éq. par année d'après leurs respectifs potentiels de réchauffement planétaire (PRP) actualisés par le *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dans son 4<sup>e</sup> rapport d'évaluation.

## Acronymes, formules chimiques et unités de mesure

|                     |                                                                                |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ANFO                | Ammonium Nitrate and Fuel Oil                                                  |
| AMC                 | Association minière du Canada                                                  |
| BFS                 | Boue de fosse septique                                                         |
| C                   | Carbone                                                                        |
| CC                  | Contenu en carbone                                                             |
| CH <sub>4</sub>     | Méthane                                                                        |
| CO <sub>2</sub>     | Dioxyde de carbone                                                             |
| CO <sub>2</sub> éq. | CO <sub>2</sub> équivalent                                                     |
| COD                 | Carbone organique dissous                                                      |
| DBO                 | Demande biologique en oxygène                                                  |
| E                   | Émission                                                                       |
| ECCC                | Environnement et Changement climatique Canada                                  |
| F                   | Fraction                                                                       |
| FE                  | Facteur d'émission                                                             |
| g                   | Gramme                                                                         |
| GES                 | Gaz à effet de serre                                                           |
| GIEC                | Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat                 |
| ha                  | Hectare                                                                        |
| IPCC                | Intergovernmental Panel on Climate Change                                      |
| kg                  | Kilogramme                                                                     |
| km                  | Kilomètre                                                                      |
| kl                  | Kilolitre                                                                      |
| L                   | Litre                                                                          |
| m <sup>3</sup>      | Mètre cube                                                                     |
| Mt                  | Mégatonne                                                                      |
| MW                  | Mégawatt                                                                       |
| MELCC               | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
| N                   | Azote                                                                          |
| N <sub>2</sub> O    | Oxyde nitreux                                                                  |
| PRP                 | Potentiel de réchauffement planétaire                                          |
| Q                   | Quantité                                                                       |

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| RIN  | Rapport d'inventaire national           |
| SCCC | Système coopératif de convoi de camions |
| t    | Tonne                                   |

## Table des matières

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Avant-propos .....                                      | I  |
| Acronymes, formules chimiques et unités de mesure ..... | II |
| Liste des tableaux.....                                 | V  |
| QC – 98 .....                                           | 1  |
| QC – 99 .....                                           | 1  |
| QC – 101 .....                                          | 2  |
| QC – 103 .....                                          | 3  |
| QC – 104.....                                           | 4  |
| QC – 105 .....                                          | 5  |
| QC – 106 .....                                          | 6  |
| QC – 107 .....                                          | 11 |
| Références bibliographiques .....                       | 13 |
| ANNEXE I                                                |    |

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 - Valeurs des paramètres utilisées pour le calcul des émissions de CO <sub>2</sub> attribuables au déboisement projeté.....             | 2  |
| Tableau 2 - Compensation de GES par la restauration écologique du projet Bachelor.....                                                            | 3  |
| Tableau 3 - Facteur d'émission des explosifs de type ANFO .....                                                                                   | 4  |
| Tableau 4 - Sommaire des émissions totales de GES pendant le cycle de vie du projet.....                                                          | 5  |
| Tableau 5 - Valeurs utilisées pour le calcul des émissions de CH <sub>4</sub> attribuables au traitement et rejet des eaux usées sanitaires.....  | 8  |
| Tableau 6 - Valeurs utilisées pour le calcul des émissions de N <sub>2</sub> O attribuables au traitement et rejet des eaux usées sanitaires..... | 9  |
| Tableau 7 - Valeurs utilisées pour l'estimation de l'azote présent dans les eaux usées .....                                                      | 9  |
| Tableau 8 - Facteurs d'émissions par défaut pour les sols organiques drainés dans la zone climatique boréale ....                                 | 11 |
| Tableau 9 - Émissions annuelles de GES pendant la phase de démantèlement.....                                                                     | 12 |
| Tableau 10 - Coefficients d'émissions de GES de sources mobiles .....                                                                             | 12 |

**QC - 98**

Il est mentionné qu'une partie de la combustion de propane provient notamment du chauffage de différents bâtiments ainsi que celui des galeries.

Une évaluation des réductions d'émissions de GES possibles avec la conversion à l'électricité du chauffage de certaines installations chauffées présentement au propane devra être proposée ou une justification dans les cas où l'électrification n'est pas possible.

**Réponse :**

La principale source d'énergie sur le site Bachelor est celle provenant d'Hydro-Québec. Cette source d'énergie renouvelable est déjà 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.

Bonterra utilise de la machinerie conventionnelle pour l'excavation des galeries de petite dimension dans la mine Bachelor, comme cela est préconisé pour l'exploitation des gisements de types filoniens à faible puissance (Wood, 2019, vol. I, p. 3-31). Cette machinerie fonctionne à l'air comprimé ou à batteries, et donc essentiellement avec l'électricité d'Hydro-Québec.

Selon Bonterra, le système de chauffage souterrain qui fonctionne au propane ne peut pas être converti à l'électricité, car il n'existe pas de technologie électrique pour chauffer le débit d'air requis pour la mine. Néanmoins, ce système fonctionne déjà à la température minimale permise pour ne pas causer de gel à la sortie d'urgence. En plus, la mine souterraine n'est pas climatisée durant l'été, donc il n'y a pas de consommation de propane pendant ce temps.

**QC - 99**

Le déboisement n'est pas évalué dans les émissions de GES du projet, notamment au site des haldes.

Les émissions de GES liées au déboisement doivent être évaluées pour les phases de construction et d'exploitation, le cas échéant. Pour quantifier le traitement du déboisement, le promoteur peut utiliser la formule présentée à l'annexe B-3.

**Réponse :**

Le déboisement requis pour le projet sera réalisé seulement à la phase de construction. Cette activité entraînera la suppression de 33 ha de forêts de résineux et mixtes, dont 28,1 ha (85 %) sont composés de forêts matures.

Les émissions imputables au déboisement dans le cadre du projet sont 3 831 t CO<sub>2</sub> éq.

L'équation utilisée pour calculer les émissions de GES est celle fournie par le MELCC qui est basée sur l'approche méthodologique « Tier 1 » des lignes directrices de GES 2006 du GIEC (2019).

Équation 1 - Émissions de GES attribuables au déboisement :

$$GES (t CO_2 \text{ éq.}) = N_H \times T_{Msh} * (1 + T_x) \times CC \times \frac{44}{12}$$



où :

|                      |   |                                                                                       |
|----------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------|
| $GES$ (t $CO_2$ éq.) | = | émissions de $CO_2$ éq. attribuables au déboisement, exprimées en tonnes              |
| $N_H$                | = | nombre d'hectares déboisés                                                            |
| $T_{Msh}$            | = | tonnes de matières sèches par hectare                                                 |
| $T_x$                | = | taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne                       |
| $CC$                 | = | contenu en carbone du bois, exprimé en tonnes de carbone par tonne de matières sèches |
| $44/12$              | = | ratio masse moléculaire de $CO_2$ par rapport à la masse moléculaire de C             |

Les valeurs du Tableau 1 ont été utilisées à l'Équation 1 pour la quantification de pertes des puits de carbone.

**Tableau 1 - Valeurs des paramètres utilisées pour le calcul des émissions de  $CO_2$  attribuables au déboisement projeté**

| Paramètre | Valeur | Justificatif                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_H$     | 33     | Superficie totale des peuplements forestiers déboisés en hectares.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $T_{Msh}$ | 53,46  | IPCC, 2019. <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> . Valeur moyenne obtenue à partir du tableau 4.7 selon la proportion : forêts matures ( $62,9 T_{Msh} \times 85\%$ ) et 15 % de jeunes forêts boréales (< 20 ans). Il n'y a pas de paramètre pour les jeunes forêts boréales.       |
| $T_x$     | 0,26   | IPCC, 2019. <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> . Valeur moyenne obtenue à partir du tableau 4.4 selon la proportion de la biomasse aérienne de la catégorie boréal conifère, soit $\leq 75$ ans et $> 75$ ans respectivement : $(0,39 T_x \times 15\%) + (0,24 T_x \times 85\%)$ . |
| $CC$      | 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.                                                                                                                                                                          |

#### QC - 101

Il est mentionné à la page 5-192 que la restauration écologique du parc à résidus Bachelor permettra de compenser en partie les GES émis durant la construction et l'exploitation du projet. La réversibilité est donc jugée partielle.

Afin de confirmer qu'il y a une compensation de GES par la restauration du parc à résidus, les calculs menant à cette affirmation doivent être présentés dans l'étude d'impact.

#### Réponse :

L'option de transformer le parc à résidus en marais durant la période de fermeture n'a pas été retenue au final, tel qu'expliqué dans les réponses de GCM Consultants datées le 23 octobre 2020.

Il est à noter qu'il est prévu de reboiser les superficies affectées par les routes, le complexe industriel (usine, bâtiments administratifs, campement des travailleurs, stationnements) et la halde de mort-terrain, couvrant  $154\,678\text{ m}^2$  (15,5 ha).

Afin de confirmer la compensation de GES par la restauration écologique, l'approche méthodologique retenue est basée sur le « bilan théorique de quantification de carbone séquestré » développé par Gaboury et al. (2009). Les résultats de ce bilan théorique découlent d'un projet de reboisement en utilisant 2 000 épinettes noires, espèce arborescente dominante dans la forêt boréale québécoise, sur 1 ha de sol dénudé sec.

Le rendement net moyen obtenu par le projet, en tenant compte des incertitudes, est de 280 t CO<sub>2</sub> éq. par ha après 70 ans, soit 140 kg de CO<sub>2</sub> éq. par arbre planté ou 4 t CO<sub>2</sub> éq. par ha/an (Gaboury et al. 2009).

La comptabilisation de la quantité de carbone séquestrée par le projet Bachelor est présentée au Tableau 2.

**Tableau 2 - Compensation de GES par la restauration écologique du projet Bachelor**

| Description                                                            | Valeur | Unité                  |
|------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|
| Superficie totale à reboiser                                           | 15,5   | ha                     |
| Quantité totale d'arbres à planter                                     | 31 000 | arbre                  |
| Total de séquestration de GES par arbre après 70 ans                   | 140    | kg CO <sub>2</sub> éq. |
| Total de séquestration de GES, selon la superficie totale par année    | 62     | t CO <sub>2</sub> éq.  |
| Total de séquestration de GES, selon la superficie totale après 70 ans | 4 340  | t CO <sub>2</sub> éq.  |

Un projet de compensation pour les pertes de milieux humides a également été ciblé pour un total de 2 878 m<sup>2</sup> (0,29 ha). Celui-ci vise la création d'un étang et la revégétalisation d'une aire déjà impactée située à proximité d'un banc d'emprunt et contigu à une tourbière.

Les milieux humides stockent de 20 à 25 % du carbone organique du sol, cependant leur capacité à stocker le carbone diffère grandement d'un endroit à l'autre (Amendola et al., 2018, p. 9). Par exemple, la valeur moyenne du carbone stocké dans des tourbières au Québec est de 100 kg C m<sup>-2</sup> et la quantité diminue du sud vers le nord de la province (Garneau et van Bellen, 2016, p. v).

Les processus de séquestration du carbone sont influencés par les conditions climatiques, le bilan hydrique, la température, les caractéristiques des sols et les activités anthropiques (Garneau et van Bellen, 2016; Kirwan, 2014; Chumura et Burdick, 2014). C'est la raison pour laquelle l'évaluation des stocks de carbone dans les milieux humides fondés exclusivement sur leur superficie pourrait être trompeuse, donc il faut effectuer des mesures propres à chaque emplacement (Chumura et Burdick, 2014, p. 14).

À la lumière de ce qui précède, il n'est pas possible à cette étape d'estimer la séquestration de GES d'un étang en vertu du niveau élevé d'incertitude.

#### QC - 103

L'évaluation des émissions de GES dues à l'utilisation d'explosifs semble erronée. Alors que les émissions de GES pour l'utilisation d'explosifs semblent être de 4.15 t éq. CO<sub>2</sub>, il est inscrit 0.004 t éq. CO<sub>2</sub> dans le tableau B1 de l'annexe B de l'annexe 4-1 – volume 2 de l'étude d'impact.

Si tel est le cas, l'estimation des émissions de GES provenant de l'utilisation d'explosifs devra être corrigée.

#### Réponse :

Bonterra utilise des explosifs AMEX™ et des émulsions (explosifs encartouchés) pour les activités de sautage souterraines à la mine Bachelor. La proportion de l'ANFO (*Ammonium Nitrate and Fuel Oil*) utilisé est de l'ordre de 85 % par 15 % de bâtons d'émulsion.

Il est prévu que 328 368 kg d'explosifs seront utilisés par année pour l'extraction du minerai. Ainsi, en respectant la proportion de carburant diesel utilisé dans le mélange décrit ci-haut, 279 113 kg/an ont été retenus pour le calcul des émissions de GES à l'aide de l'Équation 2.

L'estimation des émissions de GES attribuables à l'utilisation d'explosifs est de 52,75 t CO<sub>2</sub> éq. par année.

Équation 2 - Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'explosifs :

$$E_{GES} (t \text{ CO}_2 \text{ éq.}) = (Q_{exp} \times FE_{GES}) \times PRP_{GES}$$

où :

|                                        |   |                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E_{GES} (t \text{ CO}_2 \text{ éq.})$ | = | émissions de GES exprimées en tonnes de CO <sub>2</sub> éq.                                                                                           |
| $Q_{exp}$                              | = | quantité annuelle d'explosifs utilisés                                                                                                                |
| $FE_{GES}$                             | = | facteur d'émission par type de GES                                                                                                                    |
| $PRP_{GES}$                            | = | potentiel de réchauffement planétaire selon le type de GES. Valeurs par défaut :<br>CO <sub>2</sub> = 1, CH <sub>4</sub> = 25, N <sub>2</sub> O = 298 |

Le facteur d'émission pour les explosifs de type ANFO est celui préconisé par l'Association minière du Canada (Tableau 3).

**Tableau 3 - Facteur d'émission des explosifs de type ANFO**

| Source d'émission | GES              | Facteur d'émission | Source                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------|------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Explosifs ANFO    | CO <sub>2</sub>  | 0,189 t/tonne      | MAC [Mining Association of Canada] (2014). <i>Towards Sustainable Mining Energy and Greenhouse Gas Emissions Management : Reference Guide</i> . Appendix D – Conversion Tables, Emissions Factors, and Global Warming Potentials. Ottawa, ON: MAC, 118 p. Disponible : <a href="https://mining.ca/wp-content/uploads/2015/03/EnergyandGreenhouseGasEmissionsManagementReferenceGuide2014.pdf">https://mining.ca/wp-content/uploads/2015/03/EnergyandGreenhouseGasEmissionsManagementReferenceGuide2014.pdf</a> |
|                   | CH <sub>4</sub>  | -                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                   | N <sub>2</sub> O | -                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

#### QC - 104

Les émissions de GES provenant de l'utilisation des explosifs sont classées indirectes. Le facteur utilisé pour en faire l'évaluation mentionne bien que les émissions de GES sont liées à l'utilisation des explosifs, et non à leur fabrication. L'utilisation des explosifs est contrôlée par le promoteur. Il est donc demandé que les émissions des sous-traitants soient classées directes ou de justifier pourquoi elles seraient indirectes.

#### Réponse :

Les émissions liées à l'utilisation des explosifs pendant la phase d'exploitation du projet sont maintenant classées comme une source d'émission directe fixe. Tel que mentionné à la réponse de la QC-102, l'utilisation d'explosifs entraînera l'émission de 52,75 t CO<sub>2</sub> éq. par année.

**QC - 105**

Les émissions de GES des sous-traitants sont toutes classées indirectes. Le promoteur, dans un appel d'offres par exemple, peut avoir un contrôle sur les équipements utilisés ainsi que sur la manière qu'ils sont utilisés. Les émissions de GES des activités sous-traitées sont aussi des émissions directes.

Il est donc demandé que les émissions des sous-traitants soient classées directes ou de justifier pourquoi elles seraient indirectes.

**Réponse :**

Le bilan des émissions de GES pour le cycle de vie du projet est de 79 426,16 t CO<sub>2</sub> éq., dont 65 324,51 t CO<sub>2</sub> éq. (82,2 %) sont dues aux émissions directes mobiles (camion lourd et machinerie) et 13 379,47 t CO<sub>2</sub> éq. (16,8 %) aux émissions directes fixes (déboisement, explosifs, génératrices et puits d'évacuation de la raffinerie). La seule émission indirecte dans le cadre du projet sera celle liée à la consommation d'électricité, soit 722,18 t CO<sub>2</sub> éq. par année qui correspond à 0,40 % du total des émissions annuelles du projet (voir Tableau 4).

La phase de construction est prévue sur une période de 6 mois et entrainera l'émission de 7 705,40 t CO<sub>2</sub> éq. par année, dont 3 830,74 t CO<sub>2</sub> éq. sont imputables au déboisement et 3 874,66 t CO<sub>2</sub> éq. aux émissions directes mobiles.

La phase exploitation entrainera l'émission de 6 161,84 t CO<sub>2</sub> éq. par année, dont 5 134,68 sont dues aux émissions de sources directes mobiles. Pendant cette phase, les activités émettrices de GES seront variables (continues et discontinues) en vertu de l'agrandissement du parc à résidus à chaque deux ans c'est qui entrainera un excédent d'émissions directes mobiles de 763,36 t CO<sub>2</sub> éq.

La fermeture et restauration du site se déroulera dans une période de 18 mois et émettra 6 282,45 t CO<sub>2</sub> éq. provenant exclusivement de sources directes mobiles.

**Tableau 4 - Sommaire des émissions totales de GES pendant le cycle de vie du projet**

| Source d'émissions          | Unité                               | Construction    | Exploitation  |               |                 | Fermeture |                 |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------|-----------------|
|                             |                                     | Total (6 mois)  | Année 1       | Année 2       | Total (10 ans)  | Année 1   | Total (18 mois) |
| <b>Émissions directes</b>   |                                     |                 |               |               |                 |           |                 |
| <b>Sources fixes</b>        | <b>t CO<sub>2</sub> éq./période</b> | <b>3 830,74</b> | <b>954,98</b> | <b>954,98</b> | <b>9 548,73</b> | -         | -               |
| <i>Déboisement</i>          | <i>t CO<sub>2</sub> éq./période</i> | <i>3 830,74</i> | -             | -             | -               | -         | -               |
| CO <sub>2</sub>             | t CO <sub>2</sub> /période          | 3 830,74        | -             | -             | -               | -         | -               |
| CH <sub>4</sub>             | t CH <sub>4</sub> /période          | 0,00            | -             | -             | -               | -         | -               |
| N <sub>2</sub> O            | t N <sub>2</sub> O/période          | 0,00            | -             | -             | -               | -         | -               |
| <i>Explosifs</i>            | <i>t CO<sub>2</sub> éq./période</i> | -               | 52,75         | 52,75         | 527,52          | -         | -               |
| CO <sub>2</sub>             | t CO <sub>2</sub> /période          | -               | 52,75         | 52,75         | 527,52          | -         | -               |
| CH <sub>4</sub>             | t CH <sub>4</sub> /période          | -               | -             | -             | -               | -         | -               |
| N <sub>2</sub> O            | t N <sub>2</sub> O/période          | -               | -             | -             | -               | -         | -               |
| <i>Autres sources fixes</i> | <i>t CO<sub>2</sub> éq./période</i> | -               | 902,23        | 902,23        | 9 021,21        | -         | -               |
| CO <sub>2</sub>             | t CO <sub>2</sub> /période          | -               | 883,27        | 883,27        | 8 832,70        | -         | -               |

| Source d'émissions          | Unité                               | Construction    | Exploitation    |                 |                  | Fermeture       |                 |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                             |                                     | Total (6 mois)  | Année 1         | Année 2         | Total (10 ans)   | Année 1         | Total (18 mois) |
| CH <sub>4</sub>             | t CH <sub>4</sub> /période          | -               | 0,01            | 0,01            | 0,15             | -               | -               |
| N <sub>2</sub> O            | t N <sub>2</sub> O/période          | -               | 0,06            | 0,06            | 0,62             | -               | -               |
| <b>Sources mobiles</b>      | <b>t CO<sub>2</sub> éq./période</b> | <b>3 874,66</b> | <b>5 134,68</b> | <b>5 898,04</b> | <b>55 167,40</b> | <b>4 246,47</b> | <b>6 282,45</b> |
| CO <sub>2</sub>             | t CO <sub>2</sub> /période          | 3 837,24        | 5 085,19        | 5 840,89        | 54 630,40        | 4 205,39        | 6 221,67        |
| CH <sub>4</sub>             | t CH <sub>4</sub> /période          | 0,21            | 0,34            | 0,38            | 3,60             | 0,23            | 0,35            |
| N <sub>2</sub> O            | t N <sub>2</sub> O/période          | 0,11            | 0,14            | 0,16            | 1,50             | 0,12            | 0,17            |
| <b>Émissions indirectes</b> |                                     |                 |                 |                 |                  |                 |                 |
| <b>Sources</b>              | <b>t CO<sub>2</sub> éq./période</b> | -               | <b>72,18</b>    | <b>72,18</b>    | <b>722,18</b>    | -               | -               |
| <i>Électricité</i>          | <i>t CO<sub>2</sub> éq./période</i> | -               | <i>72,18</i>    | <i>72,18</i>    | <i>722,18</i>    | -               | -               |
| CO <sub>2</sub>             | t CO <sub>2</sub> /période          | -               | 70,43           | 70,43           | 704,30           | -               | -               |
| CH <sub>4</sub>             | t CH <sub>4</sub> /période          | -               | -               | -               | -                | -               | -               |
| N <sub>2</sub> O            | t N <sub>2</sub> O/période          | -               | 0,01            | 0,01            | 0,10             | -               | -               |
| <b>TOTAL</b>                |                                     | <b>7 705,40</b> | <b>6 161,84</b> | <b>6 925,20</b> | <b>65 438,31</b> | <b>4 246,47</b> | <b>6 282,45</b> |

Note : Les sommes pourraient ne pas correspondre aux totaux indiqués en raison de l'arrondissement.

Le détail des résultats par source des émissions de GES dans chaque phase du cycle de vie du projet est présenté à l'Annexe I.

#### QC - 106

Le promoteur mentionne que les sources suivantes sont négligeables et donc, non incluses à l'évaluation des émissions de GES (p. 14, annexe 4-1- volume 2 de l'étude d'impact) :

- Accidents et défaillances;
- Traitement des eaux usées sanitaires;
- Perte de milieux humides.

Pour être en mesure de qualifier une source de négligeable, il faut en faire une évaluation.

Le promoteur devra estimer les émissions de GES des sources jugées négligeables, afin de justifier leur retrait. Pour quantifier le traitement des eaux usées sanitaires ainsi que les milieux humides, le promoteur peut utiliser la formule présentée à l'annexe B-3 ou d'autres méthodologies appuyées par des sources fiables et vérifiables qu'il présentera.

#### Réponse :

- Accidents et défaillances :

En vertu du niveau d'incertitude concernant les accidents et défaillances susceptibles de se produire, il n'est pas possible d'estimer les émissions de GES y associées.

- Traitement des eaux usées sanitaires :

Les eaux sanitaires sur le site Bachelor sont traitées dans 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, tandis que les champs et les usines d'épuration des eaux usées produisent et émettent du N<sub>2</sub>O dans l'atmosphère pendant le traitement biologique (MDEFP, 2012, p. 23). Comme les eaux usées sont considérées étant 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. 6.6).

Les émissions liées au transport de ces boues sont comptabilisées et incluses dans les sources d'émissions mobiles.

Selon les données obtenues de Bonterra, 8 160 kg (8,16 m<sup>3</sup>) de boues de fosses septiques sont vidangées chaque année. Le traitement et le rejet des eaux usées sanitaires émettent 48,59 t CO<sub>2</sub> éq. par année. Cela représente 0,27 % des émissions totales annuelles du projet. Elles sont donc considérées négligeables, tel que préconisé par le Guide de quantification des émissions de GES du MELCC, section 2.3.7, page 12, 2019.

- *Émissions fugitives de CH<sub>4</sub> des fosses septiques*

L'approche retenue pour l'estimation des émissions de CH<sub>4</sub> attribuables au traitement et au rejet des eaux usées est celle recommandée dans les Lignes directrices 2006 du GIEC, niveau 2, pour les inventaires nationaux de GES de 2019. Elle est basée sur la quantité de boues de fosses septiques (BFS) collectées durant l'année d'étude, la demande biologique en oxygène (DBO) dans les eaux usées, la DBO dans les boues vidangées, ainsi que la population desservie.

La DBO des boues vidangées est calculée en multipliant le volume de boues des fosses septiques vidangées et la DBO moyenne déterminée par Santé Canada en 2004, soit 7,5 kg-DBO/m<sup>3</sup> (MDDEFP, 2012, p. 26).

Les émissions de CH<sub>4</sub> ont été calculées à partir de l'Équation 3, comme suit :

Équation 3 - Émissions de CH<sub>4</sub> attribuables aux émissions fugitives de fosses septiques :

$$\text{Émissions de CH}_4 = [(P \times \text{DBO}) - \text{DBO}_{\text{Boues}}] \times FE_{\text{CH}_4} \times \text{PRP}_{\text{CH}_4} \times 0,001$$

où :

|                            |   |                                                                                                                                    |
|----------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $CH_4$                     | = | émissions de CH <sub>4</sub> attribuables aux émissions fugitives des eaux usées, exprimées en tonnes de CH <sub>4</sub> par année |
| $P$                        | = | population totale desservie par les fosses septiques                                                                               |
| $DBO$                      | = | demande biologique en oxygène dans les eaux usées, exprimée en kg de DBO par personne par année                                    |
| $DBO_{\text{Boue}}$        | = | quantité de DBO dans les boues vidangées, exprimée en kg de DBO par année                                                          |
| $FE_{\text{CH}_4}$         | = | facteur d'émission de CH <sub>4</sub> exprimé en kg de DBO par année                                                               |
| $\text{PRP}_{\text{CH}_4}$ | = | potentiel de réchauffement planétaire selon le type de GES                                                                         |
| $0,001$                    | = | facteur de conversion de kg en t                                                                                                   |

Les paramètres utilisés dans l'Équation sont présentés au Tableau 5.

**Tableau 5 - Valeurs utilisées pour le calcul des émissions de CH<sub>4</sub> attribuables au traitement et rejet des eaux usées sanitaires**

| Paramètre                           | Valeur | Unité                      | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|--------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Population desservie</i>         | 162    | #                          | Population totale desservie par les installations de traitement des eaux usées.                                                                                                                                                                                                                 |
| <i>Boues vidangées</i>              | 8,16   | m <sup>3</sup> /an         | Volume total annuel de boues collectées dans l'ensemble des fosses septiques.                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>DBO</i>                          | 21,9   | kg DBO/personne/an         | Demande biologique en oxygène dans les eaux usées (ECCC, RNI 1990-2018, Partie 2, 2020, p. 265). Disponible : <a href="http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-2-fra.pdf">http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-2-fra.pdf</a> . |
| <i>DBO<sub>boues</sub></i>          | 61,2   | kg DBO/an                  | Demande biologique en oxygène dans les boues vidangées. Valeur obtenue à partir de l'équation $Volume_{BFS} \times DBO_{moyenne}$ (8,16 m <sup>3</sup> x 7,5 m <sup>3</sup> ).                                                                                                                  |
| <i>FE<sub>CH<sub>4</sub></sub></i>  | 0,3    | kg CH <sub>4</sub> /kg DBO | Facteur d'émission de CH <sub>4</sub> associé aux émissions fugitives de fosses septiques avec champs d'épuration. Le champ d'épuration est une source négligeable de CH <sub>4</sub> . MELCC (2019). <i>Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre</i> , tableau 22.        |
| <i>PRP<sub>CH<sub>4</sub></sub></i> | 25     | éq. CO <sub>2</sub>        | Potentiel de réchauffement planétaire du CH <sub>4</sub> (GIEC, 2007, 4 <sup>e</sup> Rapport).                                                                                                                                                                                                  |

#### Émissions fugitives de N<sub>2</sub>O par les champs d'épuration de fosses septiques

Le calcul des émissions fugitives de N<sub>2</sub>O est basé sur la méthodologie préconisée par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) dans son rapport d'inventaire national, qui correspond à celle par défaut du GIEC, soit l'estimation des émissions de GES en prenant pour base la quantité d'azote présent dans les déchets de la population desservie et le facteur d'émission de N<sub>2</sub>O selon le type de traitement ou de rejet.

Les émissions de N<sub>2</sub>O provenant des champs d'épuration ont été obtenues à l'aide de l'Équation avec les paramètres du Tableau 6.

Équation 4 - Émissions de N<sub>2</sub>O attribuables au traitement des eaux usées :

$$E_{N_2O} = FE_{N_2O} \times N \times \frac{44}{28} \times PRP_{N_2O} \times 0,001$$

où :

- $E_{N_2O}$  = émissions de N<sub>2</sub>O attribuables au traitement des eaux usées, exprimées en tonnes de N<sub>2</sub>O par année
- $FE_{N_2O}$  = facteur d'émission de N<sub>2</sub>O attribuable aux eaux usées
- $N$  = quantité d'azote présent dans les eaux usées, en kg de N par année
- $44/28$  = facteur stoechiométrique utilisé pour convertir l'azote moléculaire en N<sub>2</sub>O
- $0,001$  = facteur de conversion de kg en t

**Tableau 6 - Valeurs utilisées pour le calcul des émissions de N<sub>2</sub>O attribuables au traitement et rejet des eaux usées sanitaires**

| Paramètre    | Valeur   | Unité                    | Description                                                                                                                                                            |
|--------------|----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $FE_{N_2O}$  | 0,0045   | kg N <sub>2</sub> O/kg N | Facteur d'émission de N <sub>2</sub> O émis par le champ d'épuration. MELCC (2019). <i>Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre</i> , tableau 23. |
| $N$          | 2 341,41 | kg N/an                  | Quantité totale d'azote présent dans les eaux usées obtenue à partir de l'Équation 7.                                                                                  |
| $PRP_{N_2O}$ | 298      | CO <sub>2</sub> éq.      | Potentiel de réchauffement planétaire du N <sub>2</sub> O (GIEC, 2007, 4 <sup>e</sup> Rapport).                                                                        |

La quantité totale d'azote à traiter a été estimée en fonction de la population desservie par les fosses septiques en utilisant l'Équation .

Équation 5 - Émissions d'azote estimées en fonction de la population desservie :

$$N = \text{Protéines} \times \text{Population} \times F_{NPR} \times F_{\text{domestique}} \times F_{NC}$$

où :

- $N$  = quantité d'azote total présent dans les eaux usées, en kg de N par année
- $\text{Protéines}$  = consommation annuelle de protéines par personne par année
- $\text{Population}$  = population desservie par les installations de traitement des eaux usées
- $F_{NPR}$  = fraction d'azote dans les protéines
- $F_{\text{domestique}}$  = fraction additionnelle d'azote issu des produits domestiques
- $F_{NC}$  = fraction de protéine non consommée

**Tableau 7 - Valeurs utilisées pour l'estimation de l'azote présent dans les eaux usées**

| Paramètre               | Valeur | Unité            | Description                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|--------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{Population}$     | 162    | #                | Population desservie par les installations de traitement des eaux usées.                                                                                                                         |
| $\text{Protéines}$      | 67,74  | kg/personne/an   | Consommation annuelle de protéines par personne par année. ECCC (2019). <i>RIN 1990-2017</i> , Partie 2, page 194.                                                                               |
| $F_{NPR}$               | 0,16   | kg N/kg protéine | Fraction d'azote dans les protéines. IPCC (2009). <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> , v. 5, chap. 6, p. 6.38.                                |
| $F_{\text{domestique}}$ | 1,1749 | -                | Fraction additionnelle d'azote issu des produits domestiques. IPCC (2009). <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> , v. 5, chap. 6, tableau 6.10A. |
| $F_{NC}$                | 1,1350 | -                | Fraction de protéine non consommée. IPCC (2009). <i>Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> , v. 5, chap. 6, tableau 6.10A.                           |



### Émissions directes de N<sub>2</sub>O par l'usine d'assainissement des eaux usées

Les boues des fosses septiques du site Bachelor sont acheminées à l'usine d'assainissement des eaux usées de Chibougamau (n° 10 98200-1) dont le traitement se fait par des étangs aérés (MELCC, 2020).

Les stations d'épuration aérobique génèrent de l'oxyde nitreux résultant de la nitrification et de la dénitrification, et du dioxyde de carbone d'origine biogénique (GIEC, 2006, vol. 5, chapitre 6, p. 6.6).

La méthodologie utilisée pour le calcul des émissions de N<sub>2</sub>O par la station d'épuration de Chibougamau est la même utilisée pour le calcul des émissions fugitives de N<sub>2</sub>O par les champs d'épuration de fosses septiques. Néanmoins, le facteur d'émission de N<sub>2</sub>O utilisé est celui adapté au traitement de stations d'épuration aérobique centralisées, soit  $FEN_2O = 0,016 \text{ kg N}_2\text{O/kg N}$  (Source : IPCC (2019) *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, v. 5, chapitre 6, tableau 6.3).

Les autres paramètres utilisés aux équations 6 et 7 sont ceux présentés aux tableaux 7 et 8.

### Résumé des résultats

| 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     | 1,0459                    | -                          | 26,15                         |
| Champs d'épuration | -                         | 0,0165                     | 4,92                          |
| Usine d'épuration  | -                         | 0,0588                     | 17,52                         |
| <b>Total</b>       | <b>1,0459</b>             | <b>0,0753</b>              | <b>48,59</b>                  |

Les émissions de GES imputables au traitement et rejet des eaux usées sanitaires représentent 0,74 % du total des émissions du projet (79 426,16 t CO<sub>2</sub> éq.).

#### - Milieux humides :

La phase de construction entraînera la perte de 5,19 ha de milieux humides. Les sols des milieux humides seront drainés (Wood, 2019, vol. I, p. 5-208). Ces sols sont composés majoritairement de dépôts de surface minéraux ou organiques d'épaisseurs variables (Wood, 2019, vol. II, annexe 4-4, section 3.1, p. 5).

Le choix méthodologique adopté pour estimer les émissions de GES est celui basé sur la perte de carbone organique dissous (COD) des sols organiques drainés (IPCC, 2013).

L'estimation des émissions de GES attribuables à la suppression de milieux humides est de 0,60 t CO<sub>2</sub> éq. pendant la phase de construction. Cela représente 0,0007 % des émissions totales du projet (79 426,16 t CO<sub>2</sub> éq.). Elles sont donc considérées négligeables, tel que préconisé par le Guide de quantification des émissions de GES du MELCC, section 2.3.7, page 12, 2019.

Le total des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la perte de milieux humides a été obtenu à l'aide de l'Équation :

Équation 6 - Émissions annuelles de CO<sub>2</sub> en raison de la perte de COD des sols organiques drainés :

$$CO_2 - C_{COD} = \sum_{c,n} (A \times EF_{DOC})_{c,n}$$

où :

- $CO_2-C_{COD}$  = émissions de  $CO_2-C$  dues à la perte de COD des sols organiques drainés, par tonnes C  $an^{-1}$   
 $A$  = superficie des sols organiques drainés dans une catégorie d'utilisation des sols dans la zone climatique  $c$  et état nutritionnel  $n$ , par ha  
 $EF_{DOCc,n}$  = facteurs d'émissions pour les émissions annuelles de  $CO_2$  dues à la perte de COD des sols organiques drainés, par zone climatique  $c$  et état nutritionnel  $n$ , par tonnes C  $ha^{-1}an^{-1}$

L' $EF_{DOC}$  a été calculé à partir de l'Équation :

Équation 7 - Facteur d'émissions de  $CO_2$  dues à l'exportation de COD à partir de sols organiques drainés :

$$EF_{COD} = COD_{flux\ naturel} \times (1 + \Delta COD_{drainé}) \times Frac_{COD-CO_2}$$

où :

- $EF_{COD}$  = facteur d'émission pour le COD d'un site drainé, par tonnes C  $ha^{-1}an^{-1}$   
 $COD_{flux\ naturel}$  = flux de COD provenant de sols organiques naturels non drainés, par tonnes C  $ha^{-1}an^{-1}$   
 $\Delta COD_{drainé}$  = augmentation proportionnelle du flux de COD des sites drainés par rapport aux sites non drainés  
 $Frac_{COD-CO_2}$  = facteur de conversion pour la proportion de COD converti en  $CO_2$  à la suite de l'exportation des sites drainés

Les facteurs d'émissions utilisés dans les équations ci-haut sont présentés au Tableau 8.

**Tableau 8 - Facteurs d'émissions par défaut pour les sols organiques drainés dans la zone climatique boréale**

| Paramètre             | Valeur | Source                                                                                                                              |
|-----------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $COD_{flux\ naturel}$ | 0,08   | IPCC (2013). Supplement to 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Wetlands. Chapitre 2, Table 2.2, p. 2.20. |
| $\Delta COD_{drainé}$ | 0,60   |                                                                                                                                     |
| $Frac_{COD-CO_2}$     | 0,9    |                                                                                                                                     |
| $EF_{CODc,n}$         | 0,12   |                                                                                                                                     |

Les émissions de  $CH_4$  sont supposées négligeables dans tous les sols organiques drainés (IPCC, 2013, p. 2.21).

#### QC - 107

Au tableau B1 de l'annexe B de l'annexe 4-1 – volume 2 de l'étude d'impact, les informations de la colonne consommation de carburant pour la phase de démantèlement sont présentées pour une année. Les calculs des émissions de GES de cette phase ne semblent pas coïncider avec les valeurs inscrites. Ces valeurs semblent représenter la consommation pour deux ans.

Exemple : première ligne – Camion lourd

Pour une consommation de 700 000 L :

- 700 000 L x facteur d'émission de 2 681 g.  $CO_2/L$  x PRP de 1 = 1 877 t éq.  $CO_2$ ;
- 700 000 L x facteur d'émission de 0,15 g.  $CH_4/L$  x PRP de 25 = 2.625 t éq.  $CO_2$ ;
- 700 000 L x facteur d'émission de 0,075 g.  $N_2O/L$  x PRP de 298 = 0.15.645 t éq.  $CO_2$ ;
- Pour un total de 1 895 t éq.  $CO_2$  pour cette ligne, alors qu'il est inscrit 947 t éq.  $CO_2$  dans le tableau.

Le calcul ou la présentation de ce tableau devra être revu afin de clarifier les données de consommation pour la phase de démantèlement du tableau B1 de l'annexe B de l'annexe 4-1 – volume 2 de l'étude d'impact.

**Réponse :**

La phase de fermeture du projet entraînera l'émission de 4 246,47 t CO<sub>2</sub> eq. par année (Tableau 9).

La fermeture et la mise en état des sites se dérouleront sur une période de 18 mois et engendreront 6 282,45 t CO<sub>2</sub> eq., soit 23,44 % du total des émissions moyennes annuelles du projet (voir Annexe I).

**Tableau 9 - Émissions annuelles de GES pendant la phase de démantèlement**

| Source d'émission              | Carburant (année) | Unité          | Émissions de GES (t/L) |                 |                  | Total CO <sub>2</sub> eq. (t/1 an) | Total CO <sub>2</sub> eq. (t/18 mois) |
|--------------------------------|-------------------|----------------|------------------------|-----------------|------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
|                                |                   |                | CO <sub>2</sub>        | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                                    |                                       |
| Camion lourd                   | 473               | kl             | 1 268                  | 0,07            | 0,04             | 1 280,57                           | 1 894,54                              |
| Pelle hydraulique sur chenille | 79                | kl             | 213                    | 0,01            | 0,01             | 214,61                             | 317,51                                |
| Chariots élévateurs            | 8                 | m <sup>3</sup> | 12                     | 0,0002          | 0,001            | 12,30                              | 18,20                                 |
| Élévateur à ciseau             | 44                | kl             | 117                    | 0,01            | 0,003            | 118,57                             | 175,42                                |
| Chariots télescopiques         | 201               | kl             | 540                    | 0,03            | 0,02             | 545,43                             | 806,93                                |
| Grues de 100 tonnes            | 447               | kl             | 1 198                  | 0,07            | 0,03             | 1 209,42                           | 1 789,28                              |
| Bulldozer                      | 320               | kl             | 857                    | 0,05            | 0,02             | 865,57                             | 1 280,57                              |
| <b>Total</b>                   |                   |                | <b>4 205</b>           | <b>0,23</b>     | <b>0,12</b>      | <b>4 246,47</b>                    | <b>6 282,45</b>                       |

Le calcul des émissions de GES pour la phase de démantèlement a été obtenu à partir de l'Équation 3.

Équation 3 - Émissions de GES attribuables à des sources de combustion mobiles

$$E_{GES} (t \text{ CO}_2 \text{ eq.}) = \sum_{i=1}^{i=n} (T_C \times FE_{GES,C}) \times PRP_{GES}$$

où :

- $E_{GES} (t \text{ CO}_2 \text{ eq.})$  = émissions de GES par catégorie de source et par GES exprimées en tonnes de CO<sub>2</sub> eq.
- $i$  = chaque type de carburant
- $T_C$  = total annuel de carburant consommé (en unités physiques comme L, kg, m<sup>3</sup>)
- $FE_{GES,C}$  = facteur d'émission par type de GES et de carburant
- $PRP_{GES}$  = potentiel de réchauffement planétaire selon le type de GES. Valeurs par défaut : CO<sub>2</sub> = 1, CH<sub>4</sub> = 25, N<sub>2</sub>O = 298

Les coefficients d'émissions utilisés à l'Équation 3 proviennent du Rapport d'inventaire national 1990–2016, Partie 2, annexes 6, tableau A6-12 (ECCC, 2018), tel que présenté au Tableau 10.

**Tableau 10 - Coefficients d'émissions de GES de sources mobiles**

| Source                                  | CO <sub>2</sub> g/L | CH <sub>4</sub> g/L | N <sub>2</sub> O g/L |
|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Véhicules lourds et machinerie à diesel | 2 681               | 0,15                | 0,075                |
| Gaz naturel (propane)                   | 1 515               | 0,024               | 0,108                |

Source : ECCC (2018). Coefficients d'émission, Tableau A6.1–13, p. 9 ([http://donnees.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/Coefficients\\_d\\_emission.pdf](http://donnees.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/Coefficients_d_emission.pdf))

## Références bibliographiques

- AMENDOLA, D. et al. (2018). *Soil hydromorphy and soil carbon: A global data analysis*. In : *Geoderma*, v. 324, p. 9-17 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001670611731217X>).
- CHUMURA, Gail; BURDICK, David (2014). *Le carbone bleu dans les marais septentrionaux : évaluation des processus, des stocks et des taux dans des marais intacts, drainés et restaurés*. Montréal : Commission de coopération environnement, p. 13-15 (<http://www3.cec.org/islandora/fr/item/11663-five-coastal-blue-carbon-research-projects-fr.pdf>).
- ECCC [ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA] (2020). *Rapport d'inventaire national 1990–2018 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, Partie 2. Gouvernement du Canada, Ottawa, 304 p. ([http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2020/eccc/En81-4-2018-2-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-2-fra.pdf)).
- \_\_\_\_\_ (2019). *Rapport d'inventaire national 1990–2017 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, Partie 2. Gouvernement du Canada, Ottawa, 308 p. ([http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2019/eccc/En81-4-2017-2-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En81-4-2017-2-fra.pdf)).
- \_\_\_\_\_ (2018). *Coefficients d'émission*. Tableau A6.1–13, p. 9 ([http://donnees.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/Coefficients\\_d\\_emission.pdf](http://donnees.ec.gc.ca/data/substances/monitor/canada-s-official-greenhouse-gas-inventory/Coefficients_d_emission.pdf)).
- GABOURY, Simon et al. (2009). Estimating the net carbon balance of boreal open woodland afforestation: A case-study in Québec's closed-crown boreal forest. In.: *Forest Ecology and Management*, Volume 257, Issue 2, Pages 483-494. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112708007044>).
- GARNEAU, Michelle; van Bellen, Simon (2016) *Synthèse de la valeur et la répartition du stock de carbone terrestre au Québec*. Montréal : Université de Montréal, Département de géographie, 59 p. ([https://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/Rapport\\_final.PDF](https://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/Rapport_final.PDF)).
- 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>).
- \_\_\_\_\_ (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)).
- \_\_\_\_\_ (2014). *Drained Inland Organic Soils*. In: 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)).
- \_\_\_\_\_ (2007). Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf>).
- KIRWAN, Matthew (2014). Effets de l'élévation du niveau de la mer sur les taux d'accumulation du carbone dans les sols des marais Montréal : Commission de coopération environnement, p. 10-12 (<http://www3.cec.org/islandora/fr/item/11663-five-coastal-blue-carbon-research-projects-fr.pdf>).

- MAMR [QUÉBEC. MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES ET RÉGIONS] (2005). *Liste des stations d'épuration : Service du suivi des infrastructures*. Québec, Canada : MAMR, 4 p. (<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs53319>).
- MDDEFP [QUÉBEC. 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 : MDEFP, 39 p. (<http://www.changementsclimatiques.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites2/guide-inventaire-GES.pdf>).
- MELCC [QUÉBEC. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES] (2020). *Liste des ouvrages municipaux concernés par la position ministérielle sur la réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique*. Québec, Canada : MELCC, 20 p. (<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/liste-ouvrage-municipaux.pdf>).
- \_\_\_\_\_ (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>).
- \_\_\_\_\_ (2018). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2016 et leur évolution depuis 1990*, Québec. Direction générale de l'Évaluation environnementale et stratégique, Québec, 25 p.
- 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, 118 p. (<https://mining.ca/wp-content/uploads/2015/03/EnergyandGreenhouseGasEmissionsManagementReferenceGuide2014.pdf>).
- WOOD – SOLUTIONS EN ENVIRONNEMENT & INFRASTRUCTURE (26 septembre 2019). *Étude des impacts – Volume I : Rapport principal*. Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec. Rapport n° TX17021603-0000-REI-0001-0 remis à Ressources Métanor inc., Dorval, Québec. 306 p. + 2 annexes.
- \_\_\_\_\_ (26 septembre 2019). *Étude des impacts – Volume II : Annexes*. Traitement de minerai aurifère des projets Barry et Moroy au site Bachelor et augmentation du taux d'usinage, Desmaraisville, Québec. Rapport n° TX17021603-0000-REI-0001-0 remis à Ressources Métanor inc., Dorval, Québec. 947 p.

## ANNEXE I

### Estimation des émissions annuelles de gaz à effet de serre par sources émettrices du projet

| PHASE        | ACTIVITÉ                                                                    | SOURCE D'ÉMISSION              |                            |           |      | PORTÉE | UN. | QUANTITÉ<br>(année) | ÉMISSIONS DE GES t/L |                 |                  | TOTAL<br>CO <sub>2</sub> éq.<br>(t/an) | CONTRIBUTION<br>DES ÉMISSIONS<br>(%) |       |       |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------|------|--------|-----|---------------------|----------------------|-----------------|------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|
|              |                                                                             | DIRECTE                        |                            | INDIRECTE |      |        |     |                     | CO <sub>2</sub>      | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                                        | SOUS-TOTAL                           | TOTAL |       |
|              |                                                                             | MOBILE                         | FIXE                       | MOBILE    | FIXE |        |     |                     |                      |                 |                  |                                        |                                      |       |       |
| Construction | Agrandissement du parc à résidus                                            | Camion lourd                   |                            |           |      | 1      | kl  | 116,64              | 312,71               | 0,02            | 0,01             | 315,76                                 | 4,10                                 | 1,74  |       |
|              |                                                                             | Pelle hydraulique sur chenille |                            |           |      | 1      | kl  | 86,40               | 231,64               | 0,01            | 0,01             | 233,89                                 | 3,04                                 | 1,29  |       |
|              |                                                                             | Bulldozer                      |                            |           |      | 1      | kl  | 78,84               | 211,37               | 0,01            | 0,01             | 213,43                                 | 2,77                                 | 1,18  |       |
|              | Mise à niveau de la route de transport et construction d'un nouveau tronçon | Camion lourd                   |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 25,92                | 69,49           | 0,004            | 0,002                                  | 70,17                                | 0,91  | 0,39  |
|              |                                                                             | Pelle hydraulique sur chenille |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 52,34                | 140,91          | 0,01             | 0,004                                  | 141,70                               | 1,84  | 0,78  |
|              |                                                                             | Débroussilleur / excavatrice   |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 13,03                | 34,94           | 0,002            | 0,001                                  | 35,28                                | 0,46  | 0,19  |
|              |                                                                             | Niveleuse                      |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 52,56                | 140,91          | 0,01             | 0,004                                  | 142,29                               | 1,85  | 0,79  |
|              | Agrandissement de l'usine de traitement de minerai                          | Camion lourd                   |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 3,02                 | 8,11            | 0,0005           | 0,0002                                 | 8,19                                 | 0,11  | 0,05  |
|              |                                                                             | Pelle hydraulique sur chenille |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 39,10                | 104,82          | 0,01             | 0,003                                  | 105,84                               | 1,37  | 0,58  |
|              |                                                                             | Chariot élévateur              |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 3,92                 | 5,94            | 0,0001           | 0,0004                                 | 6,07                                 | 0,08  | 0,03  |
|              |                                                                             | Élévateur à ciseau             |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 21,60                | 57,91           | 0,00             | 0,002                                  | 58,47                                | 0,76  | 0,32  |
|              |                                                                             | Chariot télescopique           |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 99,36                | 266,38          | 0,01             | 0,01                                   | 268,98                               | 3,49  | 1,48  |
|              |                                                                             | Grue 100 tonnes                |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 110,16               | 295,34          | 0,02             | 0,01                                   | 298,21                               | 3,87  | 1,65  |
|              |                                                                             | Pompe à béton                  |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 220,32               | 590,68          | 0,03             | 0,02                                   | 596,43                               | 7,74  | 3,29  |
|              |                                                                             | Compacteur                     |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 151,20               | 405,37          | 0,02             | 0,01                                   | 409,31                               | 5,31  | 2,26  |
|              |                                                                             | Boom truck                     |                            |           |      |        | 1   | kl                  | 43,20                | 115,82          | 0,01             | 0,00                                   | 116,95                               | 1,52  | 0,65  |
|              | Bulldozer                                                                   |                                |                            |           |      | 1      | kl  | 315,36              | 845,48               | 0,05            | 0,02             | 853,71                                 | 11,08                                | 4,71  |       |
|              | Déboisement                                                                 |                                | Perte des puits de carbone |           |      | 1      | ha  | 33,00               | 3 830,74             | 0,00            | 0,00             | 3 830,74                               | 49,71                                | 21,15 |       |
|              | SOUS-TOTAL                                                                  |                                |                            |           |      |        |     |                     |                      | 7 667,98        | 0,21             | 0,11                                   | 7 705,40                             | 100   | 42,54 |

| PHASE         | ACTIVITÉ                                                                                                     | SOURCE D'ÉMISSION              |                                                |             |      | PORTÉE | UN.            | QUANTITÉ<br>(année) | ÉMISSIONS DE GES t/L |                 |                  | TOTAL<br>CO <sub>2</sub> éq.<br>(t/an) | CONTRIBUTION<br>DES ÉMISSIONS<br>(%) |       |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-------------|------|--------|----------------|---------------------|----------------------|-----------------|------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------|
|               |                                                                                                              | DIRECTE                        |                                                | INDIRECTE   |      |        |                |                     | CO <sub>2</sub>      | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O |                                        | SOUS-TOTAL                           | TOTAL |
|               |                                                                                                              | MOBILE                         | FIXE                                           | MOBILE      | FIXE |        |                |                     |                      |                 |                  |                                        |                                      |       |
| Exploitation  | Camionnage du minerai                                                                                        | Camion lourd                   |                                                |             |      | 1      | kl             | 1 782,00            | 4 777,54             | 0,27            | 0,13             | 4 824,05                               | 78,29                                | 26,63 |
|               | Exploitation du parc                                                                                         | Chargeur sur roues             |                                                |             |      | 1      | kl             | 1,38                | 3,70                 | 0,0002          | 0,0001           | 3,74                                   | 0,06                                 | 0,02  |
|               |                                                                                                              |                                | Génératrice                                    |             |      | 1      | kl             | 4,80                | 12,87                | 0,001           | 0,0004           | 12,99                                  | 0,21                                 | 0,07  |
|               | Nivellement et déneigement de la route de transport                                                          | Niveleuse                      |                                                |             |      | 1      | kl             | 6,11                | 16,37                | 0,001           | 0,0005           | 16,53                                  | 0,27                                 | 0,09  |
|               |                                                                                                              | Déneigeuse                     |                                                |             |      | 1      | L              | 48,00               | 0,13                 | 0,00001         | 0,000004         | 0,13                                   | 0,002                                | 0,001 |
|               | Transport d'employés                                                                                         | Différents véhicules à essence |                                                |             |      | 1      | kl             | 124,35              | 286,89               | 0,07            | 0,003            | 289,66                                 | 4,70                                 | 1,60  |
|               | Extraction souterraine du minerai, procédé industriel, bâtiments administratifs et campement de travailleurs |                                | Puit d'évacuation et cheminée de la raffinerie |             |      | 1      | kl             | 574,52              | 870,40               | 0,01            | 0,06             | 889,23                                 | 14,43                                | 4,91  |
|               |                                                                                                              |                                | Explosifs                                      |             |      | 1      | t              | 279,11              | 52,75                | 0,00            | 0,00             | 52,75                                  | 0,86                                 | 0,29  |
|               |                                                                                                              |                                |                                                | Électricité | 2    | MW     | 58 692,00      | 70,43               | 0,00                 | 0,01            | 72,18            | 1,17                                   | 0,40                                 |       |
|               | Camion de vidange des fosses septiques                                                                       | Camion lourd                   |                                                |             |      | 1      | L              | 208,80              | 0,56                 | 0,00003         | 0,00002          | 0,57                                   | 0,01                                 | 0,003 |
| SOUS-TOTAL    |                                                                                                              |                                |                                                |             |      |        |                |                     | 6 091,64             | 0,35            | 0,21             | 6 161,84                               | 100                                  | 34,02 |
| Démantèlement | Fermeture et remise en état des sites                                                                        | Camion lourd                   |                                                |             |      | 1      | kl             | 473,04              | 1 268,22             | 0,07            | 0,04             | 1 280,57                               | 30,16                                | 7,07  |
|               |                                                                                                              | Pelle hydraulique sur chenille |                                                |             |      | 1      | kl             | 79,28               | 212,54               | 0,01            | 0,01             | 214,61                                 | 5,05                                 | 1,18  |
|               |                                                                                                              | Chariot élévateur              |                                                |             |      | 1      | m <sup>3</sup> | 7,95                | 12,04                | 0,0002          | 0,001            | 12,30                                  | 0,29                                 | 0,07  |
|               |                                                                                                              | Élévateur à ciseau             |                                                |             |      | 1      | kl             | 43,80               | 117,43               | 0,01            | 0,003            | 118,57                                 | 2,79                                 | 0,65  |
|               |                                                                                                              | Chariot télescopique           |                                                |             |      | 1      | kl             | 201,48              | 540,17               | 0,03            | 0,02             | 545,43                                 | 12,84                                | 3,01  |
|               |                                                                                                              | Grue de 100 tonnes             |                                                |             |      | 1      | kl             | 446,76              | 1 197,76             | 0,07            | 0,03             | 1 209,42                               | 28,48                                | 6,68  |
|               |                                                                                                              | Bulldozer                      |                                                |             |      | 1      | kl             | 319,74              | 857,22               | 0,05            | 0,02             | 865,57                                 | 20,38                                | 4,78  |
| SOUS-TOTAL    |                                                                                                              |                                |                                                |             |      |        |                |                     | 4 205,39             | 0,23            | 0,12             | 4 246,47                               | 100                                  | 23,44 |
| TOTAL         |                                                                                                              |                                |                                                |             |      |        |                |                     | 17 965,00            | 0,80            | 0,43             | 18 113,71                              |                                      | 100   |

Note : Les sommes pourraient ne pas correspondre aux totaux indiqués en raison de l'arrondissement.