

ANNEXE S2QC-17

**Procédure d'opération sécuritaire MCM - Sautage de production et processus
décisionnel de sautage**

No	Objet
20000632	Sautage de production
Groupe cible	
Tout le personnel œuvrant dans le secteur des opérations minières.	
Introduction	
Dangers potentiels / Niveau de risques	Conditions d'intervention
<p>DANGER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gaz • Poussière • Projection de roches • Onde de choc • Bruit <p>RISQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intoxication • Être frappé par • Surdité 	<p>Note importante : il est primordial de respecter la réglementation et les conditions imposées dans notre certificat d'autorisation (C.A.)</p> <p>La visibilité permet de voir clairement à au moins 300 mètres de distance.</p> <p>Les conditions atmosphériques sont propices à l'exécution d'un sautage de façon sécuritaire.</p>
Référence	
Règlement santé et sécurité dans les mines – section X : Manutention et usage des explosifs : art 402 à 475	
Procédure vérification liste des détonateurs – Orica	
Certificat d'autorisation CA	

PRÉPARATION D'UN SAUTAGE

Procédure sécuritaire

- 1.1 Le chargement d'explosifs est effectué selon un plan ou devis d'ingénieur.
- 1.2 Un contrôle des accès doit être planifié et mis en place.
- 1.3 Le chargement d'explosifs est fait sous la supervision d'un boutefeu.
- 1.4 La planification de la séquence des sautages est effectuée la journée avant la mise à feu et un plan d'exclusion est alors remis à la supervision.



Le chargement d'explosifs est effectué selon un plan ou devis d'ingénieur.



Seul le personnel autorisé peut accéder à l'intérieur de la zone lors du chargement.



Le chargement d'explosifs est fait sous la supervision d'un boutefeu



La planification de la séquence des sautages est effectuée la journée avant la mise à feu.

Mesures obligatoires applicables pour cette intervention



Risques d'expulsion de débris



Risque de vibrations ou percussions intenses



Risque de vapeurs ou poussières nocives



Risque de bruit intense



Respect obligatoire d'une séquence de contacts radios.



Mesures adaptées aux conditions climatiques



Sécurisation obligatoire de la zone de travail



Respect obligatoire d'une procédure

ÉVACUATION ET COMMUNICATION AVANT LE SAUTAGE

Procédure sécuritaire

2.1 Un avis de sautage confirmant le lieu et l'heure du sautage, doit être transmis par le contremaître général ou par le contremaître responsable du sautage ou toute autre personne désignée par les opérations minières aux différents superviseurs du site Canadian Malartic par courriel au moins 4 heures avant le sautage.

2.2 Les lumières indiquant l'heure du sautage planifié doivent être activées aux différents points permettant l'accès au site des opérations minières. Ces panneaux doivent être maintenus à jour tout au long de la procédure de sautage, c'est-à-dire pour changement d'heure ou annulation du sautage.

2.3 À 8h00, le contremaître doit valider avec le technicien environnement que les conditions actuelles respectent le certificat d'autorisation (CA).

2.4 Une (1) heure avant le sautage, le contremaître doit valider à nouveau avec le technicien environnement que les conditions actuelles respectent toujours le certificat d'autorisation (CA). Si tel n'est pas le cas, le sautage est reporté et un nouvel avis de sautage doit alors être envoyé si le sautage est reporté ultérieurement dans la journée.

2.5 Le contremaître doit confirmer l'heure du sautage à l'agent de sécurité, au moins une (1) heure à l'avance.

2.6 L'agent de sécurité en devoir doit, une heure à l'avance, aviser sur toutes les fréquences radio qu'il y aura sautage à l'heure prévue (11h04 à 11h56 et de 15h04 à 15h56).



Les lumières indiquant l'heure du sautage planifié doivent être activées.



Valider que les conditions actuelles respectent le certificat d'autorisation (CA).



Aviser sur toutes les fréquences radio qu'il y aura sautage à l'heure prévue.



Bloquer tous les accès au périmètre d'exclusion à l'aide de barricades, équipement ou gardes.

Mesures obligatoires applicables pour cette intervention



Risques d'expulsion de débris



Risque de vibrations ou percussions intenses



Risque de vapeurs ou poussières nocives



Risque de bruit intense



Respect obligatoire d'une séquence de contacts radios.



Mesures adaptées aux conditions climatiques



Sécurisation obligatoire de la zone de travail



Respect obligatoire d'une procédure

ÉVACUATION ET COMMUNICATION AVANT LE SAUTAGE (SUITE)

Procédure sécuritaire

- 3.1 Le contremaître doit s'assurer que tous les travailleurs aient quitté le périmètre d'exclusion 10 minutes avant la mise à feu. Ceci est fait avec l'aide des gardes, partant de l'intérieur de la fosse vers l'extérieur, jusqu'à leur position finale de gardiennage.
- 3.2 Au moins 15 minutes avant l'heure du sautage, le contremaître doit s'assurer de faire bloquer tous les accès au périmètre d'exclusion à l'aide de barricades, équipement ou gardes.
- 3.3 Un silence est requis sur la fréquence radio « Opérations minières » lorsque le contremaître donne son approbation au boutefeu pour le déclenchement du premier coup de sirène.
- 3.4 Si un problème de communication radio survient entre le contremaître et le boutefeu, ce dernier ne doit pas exécuter le sautage. Il doit attendre que le contremaître entre en communication avec lui.



Les lumières indiquant l'heure du sautage planifié doivent être activées.



Valider que les conditions actuelles respectent le certificat d'autorisation (CA).



Aviser sur toutes les fréquences radio qu'il y aura sautage à l'heure prévue.



Bloquer tous les accès au périmètre d'exclusion à l'aide de barricades, équipement ou gardes.

Mesures obligatoires applicables pour cette intervention



Risques d'expulsion de débris



Risque de vibrations ou percussions intenses



Risque de vapeurs ou poussières nocives



Risque de bruit intense



Respect obligatoire d'une séquence de contacts radios.



Mesures adaptées aux conditions climatiques



Sécurisation obligatoire de la zone de travail



Respect obligatoire d'une procédure

PROCÉDURE DE MISE À FEU

Procédure sécuritaire

- 4.1 Quinze minutes avant la mise à feu, le contremaître doit revalider avec le technicien environnement que les conditions actuelles respectent toujours le CA.
- 4.2 Avant de donner son approbation pour le déclenchement du premier coup de sirène, le contremaître doit s'assurer que le périmètre d'exclusion est bien évacué de tout personnel par une inspection visuelle. Il utilise la liste de vérification (voir à la fin de la procédure), qui doit être complétée avant de passer à l'étape suivante.
- 4.3 Une fois l'inspection visuelle terminée, le contremaître se place en zone sécuritaire et vérifie auprès de tous les gardes que le périmètre d'exclusion est libre de toute personne.
- 4.4 Une fois la confirmation reçue de tous les gardes, le contremaître en avise le boutefeu. Ce dernier met immédiatement en application la « procédure vérification liste des détonateurs » d'Orica, pour ensuite actionner le premier coup de sirène d'une durée de 30 secondes entre la troisième et cinquième minute précédente le sautage.
- 4.5 Le département environnement donne l'autorisation du sautage. Une minute avant le sautage, le boutefeu actionne la deuxième sirène pendant 15 secondes. Après coup, le boutefeu annonce le sautage dans 30 secondes, annonce le sautage dans 10 secondes et ensuite effectue la mise à feu.



Valider à nouveau que les conditions actuelles respectent le certificat d'autorisation (CA).

EVACUATION

S'assurer que le périmètre d'exclusion est bien évacué de tout personnel par une inspection visuelle.



Actionner le premier coup de sirène d'une durée de 30 secondes entre la troisième et cinquième minute précédente le sautage.



Une minute avant le sautage, le boutefeu actionne la deuxième sirène pendant 15 secondes. Après coup, le boutefeu annonce le sautage dans 30 secondes.

Mesures obligatoires applicables pour cette intervention



Risques d'expulsion de débris



Risque de vibrations ou percussions intenses



Risque de vapeurs ou poussières nocives



Risque de bruit intense



Respect obligatoire d'une séquence de contacts radios.



Mesures adaptées aux conditions climatiques



Sécurisation obligatoire de la zone de travail



Respect obligatoire d'une procédure

APRÈS LE SAUTAGE

Procédure sécuritaire

- 5.1 Lorsque le sautage a détonné, le boutefeu en avise le contremaître par radio.
- 5.2 Ce dernier et le contremaître attendent que le gaz et les fumées dégagés par le sautage soient évacués. Le boutefeu effectue ensuite l'inspection des lieux du sautage à l'aide d'un détecteur de gaz. Une fois inspectés, il confirme au contremaître que le périmètre autour du sautage est de nouveau sécuritaire et que le sautage est terminé.
- 5.3 Simultanément, le contremaître ou une personne mandatée par ce dernier s'assure, à l'aide d'un détecteur de gaz, que la qualité de l'air à l'intérieur de la fosse et aux alentours respecte les normes, et que l'accès à la fosse est sécuritaire.
- 5.4 Par la suite, un signal sonore annonçant la permission aux travailleurs de retourner sur leurs lieux de travail est donné; le contremaître avise par radio que le périmètre d'exclusion est de nouveau sécuritaire et que les gardes peuvent libérer les accès.



Attendre que le gaz et les fumées dégagés par le sautage soient évacués.



À l'aide d'un détecteur de gaz, s'assurer que la qualité de l'air à l'intérieur de la fosse et aux alentours respecte les normes.



Le contremaître avise par radio que le périmètre d'exclusion est de nouveau sécuritaire et que les gardes peuvent libérer les accès.

Mesures obligatoires applicables pour cette intervention



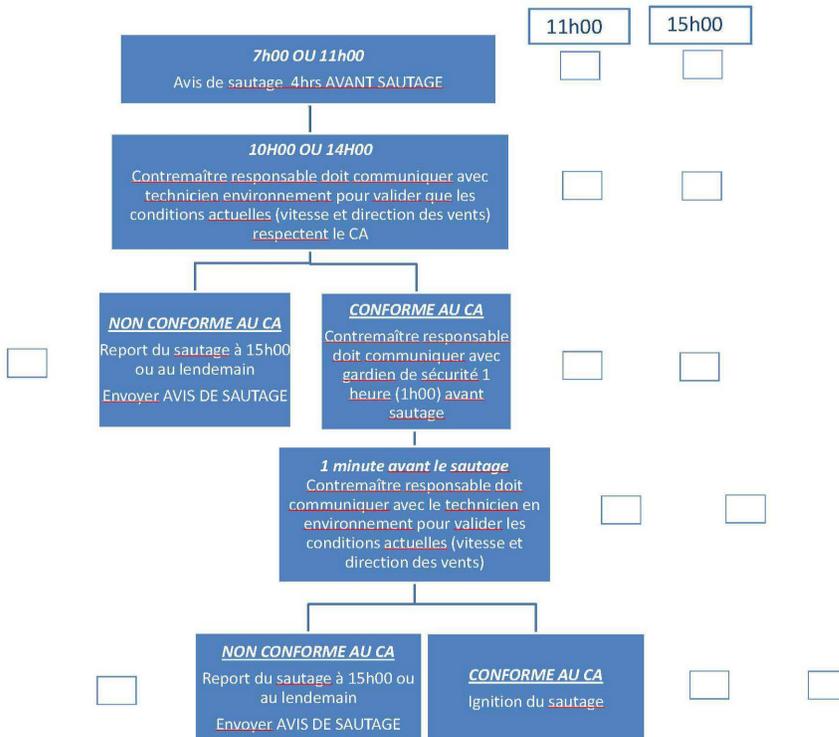
Respect
obligatoire d'une
procédure



Produit explosif

PROCESSUS DÉCISIONNEL POUR SAUTAGE

SAUTAGE POSSIBLE



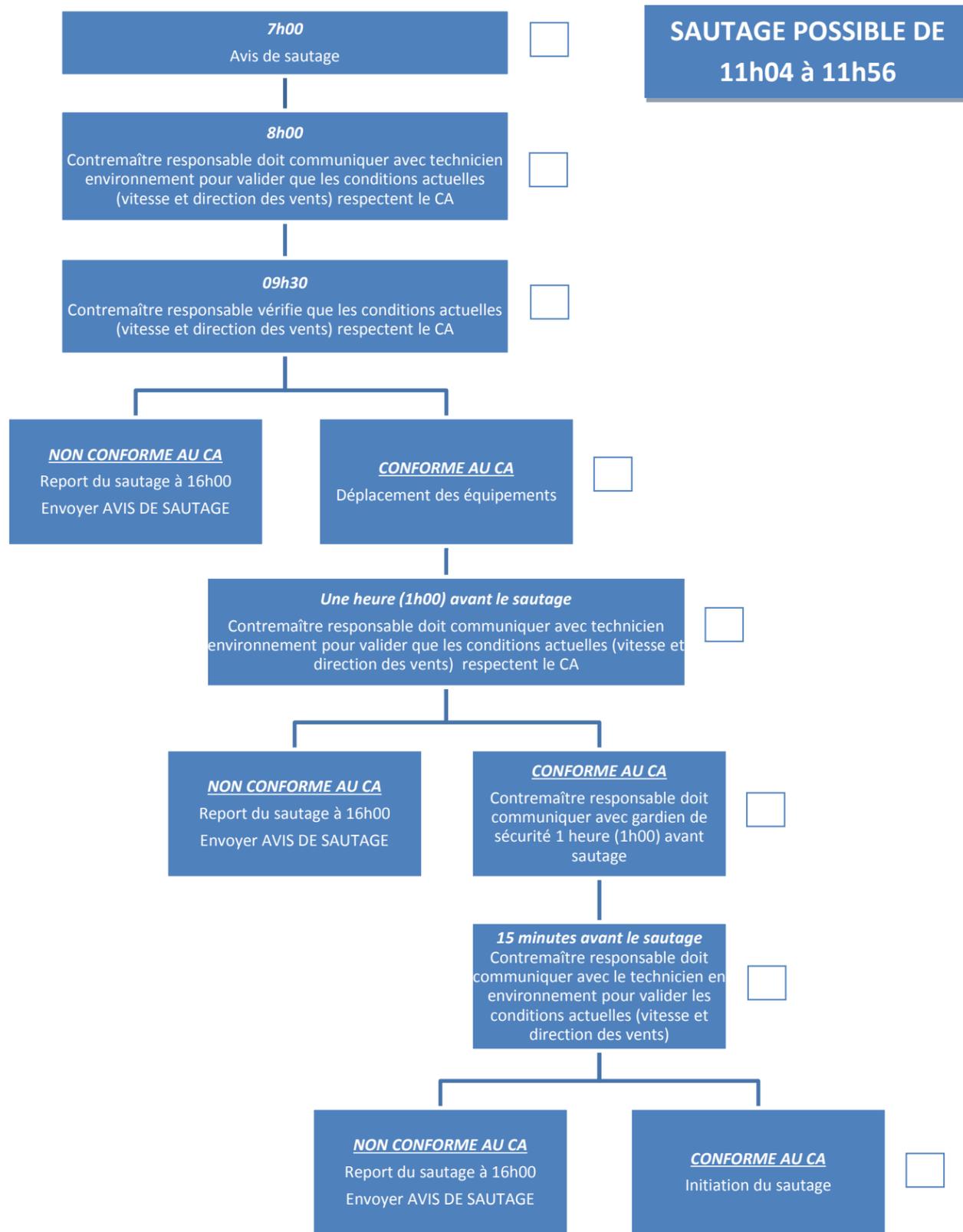
SAUTAGE EFFECTUÉ À: _____ (H)
RAISONS DU RETARD DU SAUTAGE (APRES 11H05 OU 15H05)

Détecteur de gaz MX4		
Nom	#	Banc

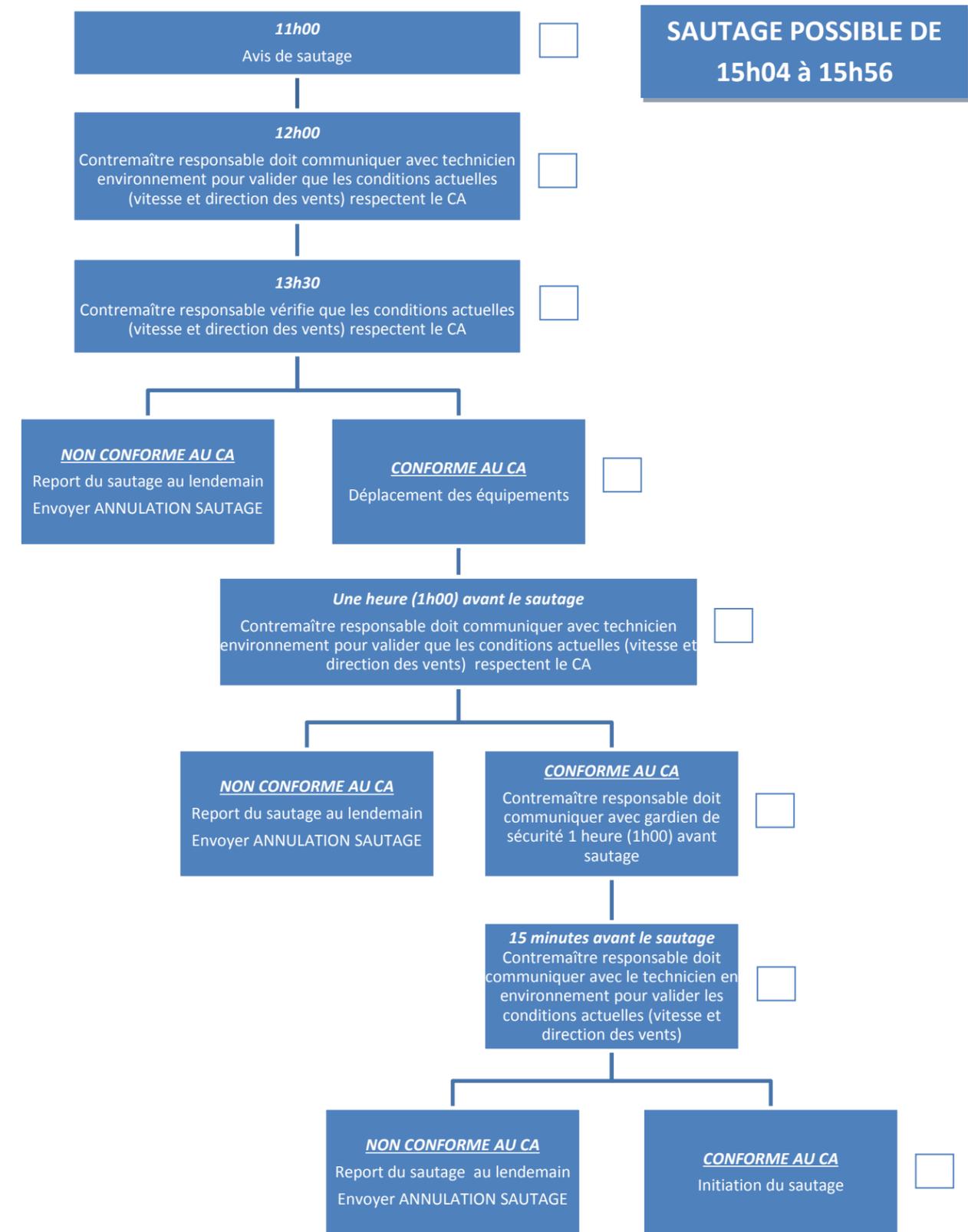
Veuillez inscrire la position sur la carte au verso



PROCESSUS DÉCISIONNEL POUR SAUTAGE À 11h00



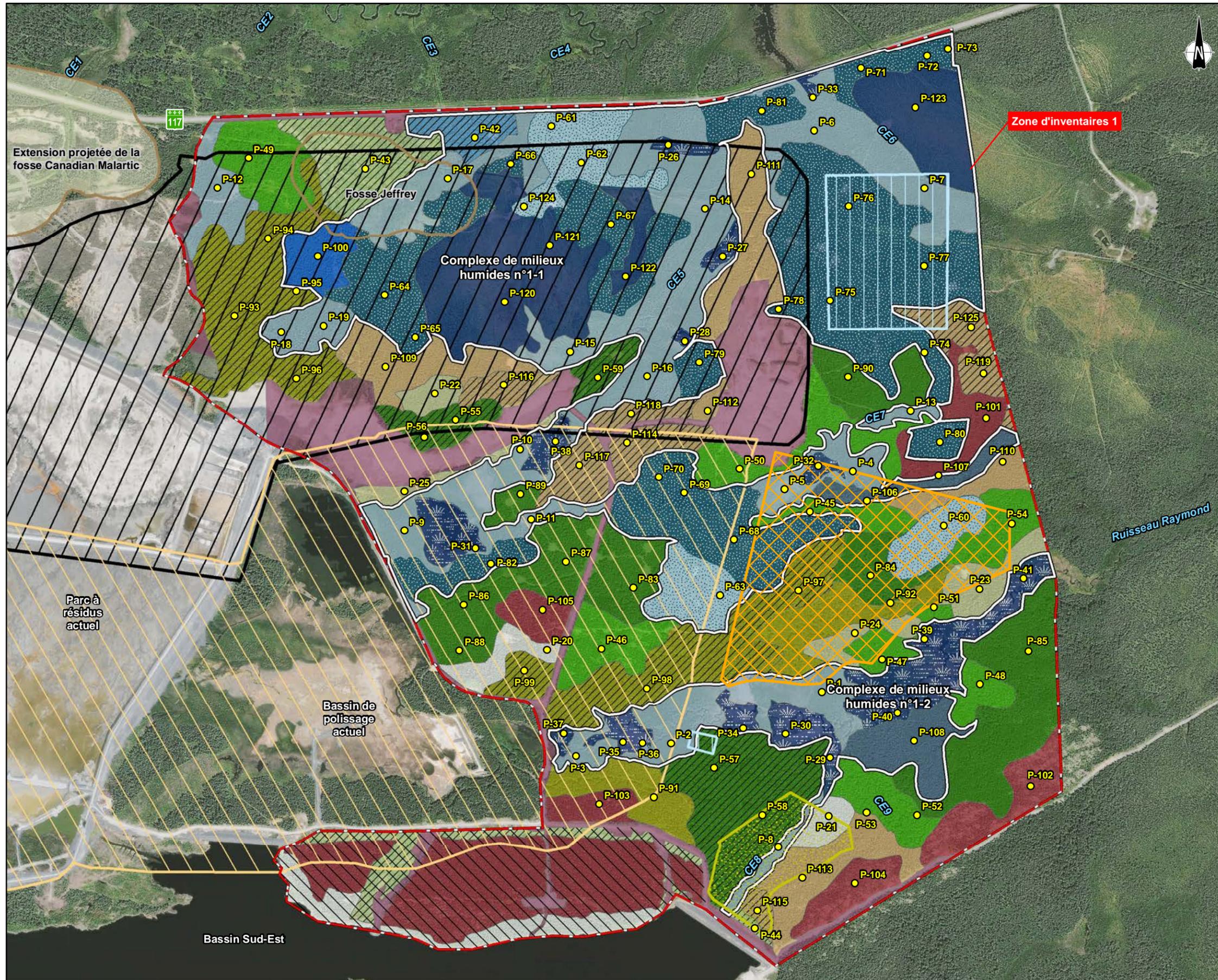
PROCESSUS DÉCISIONNEL POUR SAUTAGE À 15h00



Note: Ce processus décisionnel est lié à la procédure "Sautage de production" du 11 mars 2010 modifiée le 19 décembre 2015

ANNEXE S2QC-18

**Cartes 1 et 2 - Groupements végétaux - Complexe de milieux humides - Zones
d'inventaire 1 et 2**



Parcelle d'inventaire
 ● P21

Zone d'inventaires 1
 [Red dashed line]

Hydrologie

- CE3 Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Barrage à castor (par photo-interprétation)

Éléments miniers

- [Blue hatched] Bassin de pompage
- [Orange hatched] Halde à mort-terrain est
- [Green hatched] Nouveau bassin de polissage
- [Brown hatched] Fosse projetée
- [Black hatched] Halde à stérile
- [Yellow hatched] Parc à résidus final (2027)

Groupements végétaux humides

- [White outline] Complexe de milieux humides
- [Light blue] Aulnaie
- [Dark blue] Marais à quenouilles
- [Blue hatched] Mélèzaie sur tourbe
- [Blue dotted] Pessière noire humide
- [Dark blue] Pessière noire humide sur tourbe
- [Blue] Peupleraie baumier
- [Light blue] Résineux humide
- [Dark blue] Tourbière ouverte

Autres groupements végétaux (nom, type)

- [Purple] Milieu anthropique, anthropique
- [White] Bétulaie blanche à peupliers, terrestre
- [Light green] Feuillus intolérants, terrestre
- [Green hatched] Milieu ouvert perturbé, terrestre
- [Light green] Mixte à résineux, terrestre
- [Green hatched] Pessière blanche, terrestre
- [Light green] Pessière noire terrestre, terrestre
- [Yellow-green] Peupleraie à bouleaux blancs, terrestre
- [Green hatched] Peupleraie à résineux, terrestre
- [Red] Pinède grise, terrestre
- [Orange] Sapinière à feuillus intolérants, terrestre
- [Brown hatched] Sapinière à résineux, terrestre
- [White hatched] Photo-interprétation seulement

MINE CANADIAN MALARTIC

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - Réponses aux questions du MDDELCC - 2^e série

Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

RQC-37
 Carte 1
Groupements végétaux - Complexe de milieux humides - zone d'inventaires 1

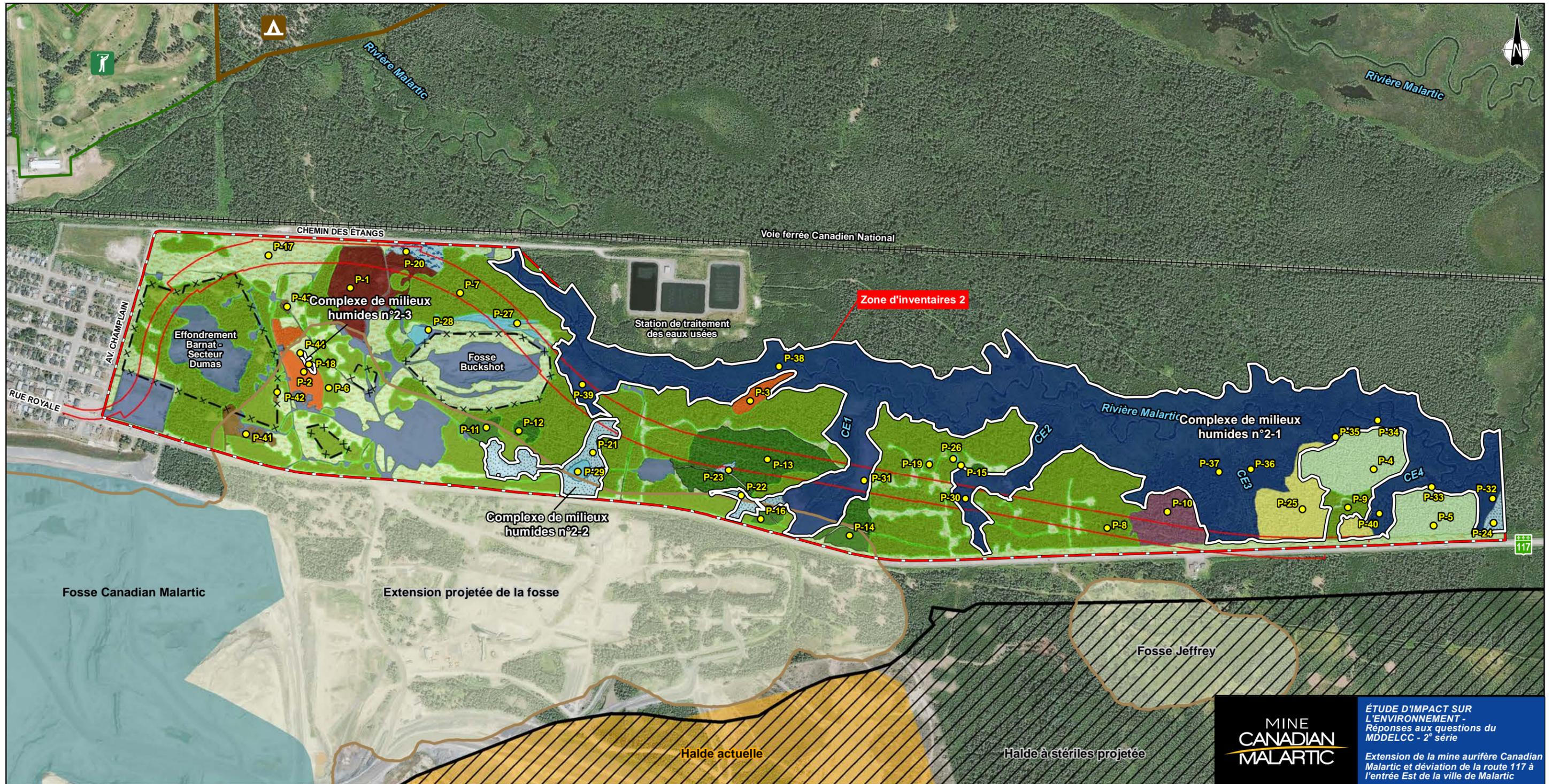
Sources :
 Orthophoto : Digital Globe, WorldView-2 (29-07-2012), 60 cm/pixel

Fichier WSP : 151_14654_01_210_EIC1_096_RQC37_151203.mxd

03 décembre 2015 151-14654-01

0 125 250 m
 NAD83, UTM, zone 17

WSP



MINE CANADIAN MALARTIC

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - Réponses aux questions du MDDELCC - 2^e série

Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

<p>P21 Parcelle d'inventaire</p> <p>+++++ Voie ferrée</p> <p>⊠ Zone clôturée</p> <p>⬡ Zone d'inventaires 2</p>	<p>Hydrologie</p> <p>— Barrage à castor (Observation sur le terrain)</p> <p>CE1 Cours d'eau</p> <p>⋯ Cours d'eau intermittent</p>	<p>Déviation de la route 117</p> <p>— Emprise</p> <p>Éléments miniers</p> <p>— Fosse actuelle Canadian Malartic</p> <p>— Fosse projetée</p> <p>— Halde à stérile actuelle</p> <p>— Halde à stériles projetée</p>	<p>Groupements végétaux humides</p> <p>— Complexe de milieux humides</p> <p>— Aulnaie</p> <p>— Marais</p> <p>— Marécage arbustif et prairie humide</p> <p>— Marécage arbustif</p>	<p>— Peupleraie à aulne</p> <p>— Prairie humide</p> <p>Autres groupements végétaux (nom, type)</p> <p>— Mélèze, Terrestre</p> <p>— Pessière blanche, Terrestre</p> <p>— Résineux, Terrestre</p>	<p>— Zone artificialisée ou développée, Anthropique</p> <p>— Ancienne coupe</p> <p>— Milieu ouvert / perturbé, Terrestre</p> <p>— Peupleraie, Terrestre</p> <p>— Sapinière, Terrestre</p>
---	--	--	--	--	---

RQC-37

Carte 2

Groupements végétaux - Complexes de milieux humides - zone d'inventaires 2

Sources : Orthophoto : Digital Globe, WorldView-2 (29-07-2012), 60 cm/pixel
Emprise du tracé : WSP 2014-01-07

Fichier WSP : 151_14654_01_210_EIC1_097_RQC37_151203.mxd

03 décembre 2015 151-14654-01

0 100 200 m
NAD83, UTM, zone 17

ANNEXE S2QC-20

Mémo technique 02-revA – Inventaires complémentaires 2015 – Avifaune terrestre

Projet : 151-14654-01-200 **Date :** 14 décembre 2015

Numéro de Mémo : 02-revA

Préparé par : Eric Gingras, biologiste, M.Sc.

Approuvé par : Guy Jérémie, ing.

À : Christine Baribeau, B.Sc., M.Sc. - CMGP

INVENTAIRES COMPLÉMENTAIRES (2015)

AVIFAUNE TERRESTRE

Une nouvelle campagne de terrain a été réalisée entre le 23 et le 27 juin 2015 inclusivement, pour compléter les informations portant sur les espèces fauniques présentes dans les différents secteurs de l'Extension Canadian Malartic et du tracé de la déviation, et plus particulièrement dans la zone d'inventaires 2. Des données complémentaires devaient être recueillies dans ce secteur, notamment au niveau de l'avifaune. Également, la possibilité de retrouver l'Engoulevent bois-pourri à Malartic était avancée, tel que stipulé aux questions QC-42, QC-139 et QC-288 des questions et commentaires de la Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique.

Les nouvelles informations colligées lors des inventaires complémentaires ont permis de dresser un portrait plus précis des communautés fauniques et aviaires terrestres présentes dans la zone d'inventaires 2, localisée au nord de la route 117, mais également de confirmer l'absence de l'Engoulevent bois-pourri sur les secteurs visés par le projet. Toutes les occurrences fauniques répertoriées lors des différentes sorties ont été colligées.

1 MÉTHODOLOGIE

Un inventaire spécifique des oiseaux terrestres à l'aide de stations d'écoute a été réalisé tôt le matin dans la zone d'inventaires 2 pour caractériser les communautés aviaires terrestres. De plus, des observations opportunistes, où toutes les occurrences d'espèces fauniques animales (faune terrestre, avifaune et herpétofaune) observées et/ou entendues, ont été colligées.

Un inventaire spécifique à l'Engoulevent d'Amérique et à l'Engoulevent bois-pourri, a été effectué à partir du coucher de soleil dans tous les milieux ouverts dans les différents secteurs propices de la zone d'inventaires 2, mais également dans la zone d'inventaires 1.

1.1 Espèces aviaires ciblées

Les espèces aviaires ciblées par l'inventaire spécifique dans la zone d'inventaires 2 comprennent les espèces d'oiseaux nicheurs et plus particulièrement les espèces à statut précaire, potentiellement présentes. Une liste des espèces à statut précaire potentielle a été élaborée en consultant la *Loi sur les espèces en périls* (LEP) ainsi que certains sites Internet pertinents, soit celui du *Comité sur la situation des espèces en péril au Canada* (COSEPAC), le site du MFFP et celui du CDPNQ. Les listes disponibles ont permis de retenir les espèces dont l'aire de reproduction chevauche la région dans laquelle se situe la zone d'inventaires 2. Les espèces dont un habitat potentiel était présent dans la région environnant la zone d'inventaires 2 ont été identifiées d'après Gauthier et Aubry (1995). Ces espèces sont les mêmes espèces qui avaient été identifiées précédemment, mais où l'Engoulevent bois-pourri a également été ajouté à la liste d'espèces.

1.2 Période d'inventaires

1.2.1 Oiseaux forestiers de la zone d'inventaires 2

La période d'inventaires pour la recherche des couples nicheurs, essentiellement les oiseaux terrestres, a été déterminée de façon à coïncider, dans la mesure du possible, avec la phase du cycle de reproduction où le dénombrement s'avère le plus propice. La période s'étendant entre le début de juin et le début de juillet est la plus pertinente pour cette région du Québec, à quelques exceptions près, principalement en fonction des températures printanières observées.

1.2.2 Engoulevent bois-pourri

Les mâles établissent leur territoire au début de la saison de reproduction, vers la fin d'avril. Ceux-ci seraient assez fidèles à leur site de nidification. La ponte a lieu de la fin mai au début de juillet. Les oiseaux peuvent élever deux couvées par année, lorsque les conditions climatiques et autres facteurs le permettent. Le départ pour le sud est généralement entrepris vers le début du mois de septembre, mais peu de données existent à cet effet. L'espèce est très discrète une fois la reproduction complétée.

1.2.3 Engoulevent d'Amérique

L'Engoulevent d'Amérique arrive au Québec de la fin avril à la mi-juin. L'espèce produit une couvée par année. Les femelles pondent généralement deux œufs à même le sol. Les œufs et les jeunes au sol sont fréquemment la proie de plusieurs prédateurs. L'espèce migre vers le sud de la mi-août à la mi-septembre.

1.3 Efforts d'inventaires

1.3.1 Oiseaux forestiers de la zone d'inventaires 2

Les inventaires des passereaux et des autres oiseaux forestiers terrestres ont eu lieu du 23 au 27 juin 2015 inclusivement. Au total, un biologiste et un technicien de la faune ont visité dix-neuf (19) stations réparties dans les biotopes présents (carte 1). L'inventaire effectué totalise 190 minutes d'écoute pour le dénombrement des espèces de l'avifaune. La méthode de dénombrement à rayon limité (DRL) a permis de couvrir 14,9 ha, alors que la superficie couverte par la méthode de l'Indice ponctuel d'abondance (IPA), en supposant une portée minimale des chants sur 100 m pour toutes les espèces, se chiffre à 59,7 ha.

De plus, lors de tous les déplacements à l'intérieur de la zone d'inventaires 2, que ce soit entre chacune des stations d'écoute, lors de la réalisation des inventaires opportunistes pour la faune terrestre et l'herpétofaune, une attention particulière a été portée à l'écoute de toutes nouvelles espèces. Cette superficie couverte lors des déplacements n'est pas calculée dans la superficie totale inventoriée; la superficie réelle inventoriée (59,7 ha) est donc conservatrice.

Il faut également ajouter les occurrences obtenues durant les périodes utilisées pour l'écoute et l'observation des espèces nocturnes lors de quatre (4) soirées distinctes.

1.3.2 Engoulevent bois-pourri et Engoulevent d'Amérique

Les inventaires ont été planifiés de façon à coïncider avec les soirées de faible nébulosité aux environs de la pleine lune du 2 juillet 2015. Le vent et la présence de précipitations sont des facteurs qui ont également été considérés. En effet, en plus d'être directement liés à l'intensité des activités chez les oiseaux, ces facteurs créent des perturbations sonores qui nuisent à la réalisation des inventaires. Tel que mentionné précédemment, les inventaires ont été réalisés lors de quatre (4) soirées distinctes, soit du 24 juin au 27 juin 2015 inclusivement.

Durant les soirées avant et après la pleine lune, précisément dans la période de reproduction, l'Engoulevent bois-pourri augmente ses activités, profitant de la lumière disponible. Ces activités vont inclure l'alimentation, ce qui permet de répertorier plus facilement les individus présents dans un secteur donné. L'espèce se nourrit en vol et émet généralement des sons durant cette période. Les oisillons de l'Engoulevent bois-pourri pourraient éclore peu avant la pleine lune, permettant aux parents de profiter de ladite lumière pour chercher plus facilement des insectes et ainsi répondre aux besoins énergétiques de la progéniture (MRN, 2009).

1.4 Méthode de dénombrement

1.4.1 Oiseaux forestiers de la zone d'inventaires 2

Les passereaux et les autres oiseaux terrestres ont été dénombrés à l'aide de la méthode du DRL et l'IPA. La durée d'écoute et d'observation a été réduite à 10 minutes pour les besoins de l'étude, afin de couvrir une plus grande portion de la zone d'inventaires 2. Cette diminution du temps d'écoute a été compensée avec le fait que la zone d'étude a été visitée à plusieurs reprises. La méthode de l'IPA a été utilisée concurremment à celle du DRL. Elle se distingue de la précédente par le fait qu'il n'y a aucune limite de distance dans les oiseaux dénombrés. Elle permet donc de recenser des espèces moins abondantes puisqu'elle couvre une plus grande superficie.

Pendant chaque sous-période de cinq minutes, l'observateur a noté le maximum d'individus différents repérés à l'intérieur du rayon de 50 m (DRL) et le maximum d'oiseaux entendus ou vus sans tenir compte de la distance (IPA).

L'abondance est exprimée en nombre de couples nicheurs par espèce. Elle est déterminée en respectant les conventions suivantes :

- un mâle chanteur ou manifestant un comportement territorial (ex.: parade aérienne) correspond à un couple nicheur;
- un mâle accompagné d'une femelle correspond à un couple nicheur;
- un nid ou une famille d'oiseaux correspond à un couple nicheur;
- une femelle seule, un mâle qui ne chante pas et chaque individu d'un groupe d'oiseaux comptent pour un demi couple nicheur (0,5);
- chaque individu d'une espèce non territoriale et/ou qui ne chante habituellement pas et/ou en vol (ex. : Corneille d'Amérique, Chardonneret jaune) est comptabilisé pour un demi couple nicheur (0,5).

Chacune des stations d'écoute a fait l'objet d'un seul dénombrement d'oiseaux par ces méthodes. La reproduction est relativement synchrone pour la plupart des espèces. La repasse de chant a été utilisée pour vérifier la présence des oiseaux terrestres à statut précaire dans les habitats appropriés, ou alors pour confirmer la présence d'espèces entendues rapidement et/ou ayant émis un chant tronqué.

Comme la zone d'étude a été parcourue à plusieurs reprises durant la réalisation de l'inventaire de l'avifaune forestière (ex. : stations d'écoute, fouilles actives, stations d'observation), une grande superficie par unité de temps a été recensée, ce qui permet d'augmenter l'effort d'inventaire. Il est néanmoins important de préciser que les données recueillies ont été utilisées afin d'augmenter le nombre d'espèces utilisant le secteur et non pas pour déterminer des indices d'abondance.

1.4.2 Engoulement bois-pourri et Engoulement d'Amérique

Des stations d'observation ont été utilisées pour la zone d'inventaires 1, en plus d'observations effectuées lors des déplacements. La même stratégie a été utilisée pour la zone d'inventaires 2, à la seule différence que la très grande majorité des déplacements ont été effectués à pied. Les stations correspondent plus aux occurrences répertoriées. La portion Ouest de la zone d'inventaires 2 est relativement ouverte, puisque majoritairement constitués de friches, ce qui facilitait l'observation et l'écoute sur une plus grande distance.

2 RÉSULTATS

2.1 Conditions météorologiques

2.1.1 Oiseaux forestiers de la zone d'inventaires 2

Les conditions météorologiques ont été excellentes lors de la réalisation des inventaires en juin 2015, à l'exception de la matinée du 24 juin, où des précipitations ont débutées vers 6h15. Les observations ont alors été arrêtées pour cette matinée puisque la pluie gagnait en intensité. Le dénombrement des oiseaux aux stations a eu lieu entre 5 h 30 et 9 h 00. Les vents ont été calmes, soit une valeur de 1 sur l'échelle de Beaufort. La température a oscillé entre 10 et 20°C. Seule la matinée du 24 juin présentait un ciel couvert, les autres ont offert un ciel dégagé.

2.1.2 Engoulement bois-pourri et Engoulement d'Amérique

Les conditions météorologiques ont été excellentes lors de la réalisation de tous les inventaires de soirée en juin 2015. Le dénombrement des oiseaux aux stations d'observation et durant les déplacements a eu lieu entre 18 h 30 et 23 h 30. Les vents ont été calmes lors de toutes les sorties, soit une valeur de 1 sur l'échelle de Beaufort. La température a oscillé entre 10 et 25°C. La lune a été visible à toutes les sorties. Le lever de la lune a eu lieu entre 13h30 (24 juin) et 16h30 (27 juin) durant les sorties, permettant la présence de celle-ci durant la totalité des inventaires. Le coucher de la lune a eu lieu entre 1h30 (24 juin) et 3h00 (27 juin).

2.2 Avifaune de la zone d'inventaires 2

Les inventaires de 2015, comprenant également les deux survols pour la sauvagine et les inventaires opportunistes pour la faune terrestre et l'herpétofaune, ont permis l'identification de 86 espèces d'oiseaux (tableau 1), où dix-neuf nouvelles espèces ont été recensées par rapport aux inventaires effectués précédemment. À l'heure actuelle, l'ensemble des inventaires a permis le recensement de 106 espèces d'oiseaux sur le site de la Mine et dans les environs de celle-ci. Les données de l'inventaire de la sauvagine feront l'objet d'un mémo technique distinct. Les nouvelles espèces recensées appartiennent aux catégories suivantes :

- cinq (5) nouvelles espèces de sauvagine;
- trois (3) nouvelles espèces d'oiseaux aquatiques;
- trois (3) nouvelles espèces de rapaces;
- huit (8) nouvelles espèces de passereaux.

Le tableau 1 présente également le code de nidification et le niveau de certitude, des informations attribuées aux espèces recensées (nicheurs possibles, probables ou confirmés). Les détails concernant la signification des codes de nidification sont présentés en annexe du présent mémo.

La carte 1 présente les occurrences de certaines espèces jugées d'intérêt et identifiées dans le milieu. Parmi celles-ci, mentionnons le Butor d'Amérique, une espèce très discrète. Les trois (3) espèces à statut précaire (Engoulevent d'Amérique, Pygargue à tête blanche, Quiscale rouilleux) sont indiquées avec une trame grise dans le tableau.

Le tableau des espèces recensées n'est pas exhaustif. Il est possible que d'autres espèces d'oiseaux forestiers, de canards, de limicoles ainsi que certains oiseaux de proie, qu'ils soient diurne ou nocturne, fréquentent les zones d'inventaires sans y nicher. Ces espèces peuvent utiliser les zones d'inventaires pour s'y nourrir et/ou s'y reposer. Un inventaire axé sur les strigidés sera réalisé au printemps 2016.

Les inventaires effectués à ce jour ont probablement permis de repérer la plupart des espèces d'oiseaux terrestres nicheurs de la zone d'inventaires et des milieux visés par le projet. La présence de massifs forestiers matures explique, entre autres, le fait que des espèces qui dépendent de ces milieux ont été répertoriées. Parmi ces espèces, mentionnons la Mésange à tête brune (2013), le Roitelet à couronne dorée, le Durbec des sapins (2013) et le Grand-pic.

Plusieurs secteurs des zones d'inventaires ont subi des perturbations, essentiellement par la création de chemins et de zones permettant la réalisation de forages d'exploration. Certains secteurs sont donc considérés comme étant intermédiaires pour ce qui est de la succession végétale. Ceci explique la grande abondance d'espèces opportunistes, telles que le Merle d'Amérique et le Bruant à gorge blanche. Les arbres morts étaient relativement rares dans les zones d'inventaires, ce qui pourrait expliquer la faible abondance des espèces de pics.

Tableau 1 Liste des oiseaux observés dans les zones d'inventaires et en périphérie entre 2007 et 2015

Nom français	Nom latin	Espèce observée			Code	Niveau de certitude (nidification)
		2007 – 2012	2013	2015		
Sauvagine (12 espèces)						
Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>	X	X	X	P	Probable
Canard branchu	<i>Aix sponsa</i>			X	JE	Confirmée
Canard d'Amérique	<i>Anas americana</i>	X	X	X	JE	Confirmée
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	X	X	X	JE	Confirmée
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>			X	JE	Confirmée
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>			X	NO	Confirmée
Fuligule à collier	<i>Aythya affinis</i>	X	X	X	H	Possible
Garrot à œil d'or	<i>Bucephala clangula</i>	X		X	JE	Confirmée
Grand Harle	<i>Mergus merganser</i>			X	NO	Confirmée
Harle couronné	<i>Lophodytes cucullatus</i>			X	NO	Confirmée
Sarcelle à ailes bleues	<i>Anas discors</i>	X			P	Probable
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>	X		X	JE	Confirmée
Autre espèces d'oiseaux aquatique (15 espèces)						
Bécassine de Wilson	<i>Gallinago delicata</i>		X	X	C	Probable
Bécasse d'Amérique	<i>Scolopax minor</i>	X			T	Probable
Butor d'Amérique	<i>Botaurus lentiginosus</i>		X	X	T	Probable
Chevalier grivelé	<i>Actitis macularius</i>		X	X	A	Probable
Cormoran à aigrettes	<i>Phalacrocorax auritus</i>			X	M	Probable
Goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>		X	X	H	Possible
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>		X	X	H	Possible
Grand chevalier	<i>Tringa melanoleuca</i>	X	X	X	C	Probable
Grand héron	<i>Ardea herodias</i>		X	X	P	Probable
Grèbe à bec bigarré	<i>Podilymbus podiceps</i>			X	JE	Confirmée
Grue du Canada	<i>Grus canadensis</i>	X	X	X	JE	Confirmée
Marouette de Caroline	<i>Porzana carolina</i>			X	H	Possible
Martin pêcheur d'Amérique	<i>Alcedo atthis</i>		X	X	T	Probable
Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>		X	X	JE	Confirmée
Pluvier kildir	<i>Charadrius vociferus</i>	X	X	X	DD	Confirmé
Oiseaux de proie diurnes et nocturne (9 espèces)						
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>		X		P	Probable
Buse à queue rousse	<i>Buteo jamaicensis</i>		X		H	Possible
Chouette rayée	<i>Strix varia</i>			X	H	Possible
Crécerelle d'Amérique	<i>Falco sparverius</i>		X	X	M	Probable
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>			X	H	Possible
Grand-duc d'Amérique	<i>Bubo virginianus</i>	X	X	X	P	Probable
Petite buse	<i>Buteo platypterus</i>	X	X		JE	Confirmée
Pygargue à tête blanche	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>			X	V	Probable
Urubu à tête rouge	<i>Cathartes aura</i>		X	X	P	Probable
Pics (4 espèces)						
Grand pic	<i>Dryocopus pileatus</i>	X	X	X	M	Probable
Pic chevelu	<i>Picoides villosus</i>	X	X	X	M	Probable
Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	X	X	X	M	Probable
Pic mineur	<i>Picoides pubescens</i>		X	X	M	Probable
Passereaux et autres espèces terrestres (66 espèces)						
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>	X	X	X	AT	Confirmée
Bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>	X	X	X	DD	Confirmée
Bruant de Lincoln	<i>Melospiza lincolni</i>			X	P	Probable
Bruant des marais	<i>Melospiza georgiana</i>		X	X	AT	Confirmée
Bruant des plaines	<i>Spizella pallida</i>			X	T	Probable
Bruant familial	<i>Spizella passerina</i>		X	X	DD	Confirmée
Carouge à épaulette	<i>Agelaius phoeniceus</i>	X	X	X	AT	Confirmée
Chardonneret jaune	<i>Spinus tristis</i>	X	X	X	M	Probable
Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	X	X	X	M	Probable
Durbec des sapins	<i>Pinicola enucleator</i>		X		S	Possible
Engoulevent d'Amérique	<i>Chordeiles minor</i>	X	X	X	M	Probable
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>		X	X	M	Probable
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>		X	X	H	Possible
Gélinotte huppée	<i>Bonasa umbellus</i>	X	X	X	JE	Confirmée
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>		X	X	H	Possible

Nom français	Nom latin	Espèce observée			Code	Niveau de certitude (nidification)
		2007 – 2012	2013	2015		
Grive à dos olive	<i>Catharus ustulatus</i>	X	X	X	M	Probable
Grive fauve	<i>Catharus fuscescens</i>			X	T	Probable
Grive solitaire	<i>Catharus guttatus</i>	X	X		M	Probable
Hirondelle bicolor	<i>Tachycineta bicolor</i>	X	X	X	NO	Confirmé
Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>	X	X	X	T	Probable
Junco ardoisé	<i>Junco hyemalis</i>	X	X	X	M	Probable
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	X	X	X	AT	Confirmée
Mésange à tête brune	<i>Poecile hudsonicus</i>		X		M	Probable
Mésange à tête noire	<i>Poecile atricapillus</i>	X	X	X	M	Probable
Mésangeai du Canada	<i>Perisoreus canadensis</i>		X	X	JE	Confirmée
Moqueur chat	<i>Dumetella carolinensis</i>			X	S	Possible
Moqueur roux	<i>Toxostoma rufum</i>		X		S	Possible
Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	X	X	X	M	Probable
Moucherolle des saules	<i>Empidonax traillii</i>			X	S	Possible
Moucherolle phébi	<i>Sayornis phoebe</i>			X	S	Possible
Moucherolle tchébec	<i>Empidonax minimus</i>	X	X		M	Probable
Paruline à calotte noire	<i>Cardellina pusilla</i>			X	S	Possible
Paruline à collier	<i>Setophaga americana</i>		X	X	M	Probable
Paruline à croupion jaune	<i>Setophaga coronata</i>	X	X		M	Probable
Paruline à flancs marron	<i>Setophaga pensylvanica</i>	X	X	X	A	Probable
Paruline à gorge noire	<i>Dendroica virens</i>		X	X	A	Probable
Paruline à gorge orangée	<i>Setophaga fusca</i>		X		A	Probable
Paruline à joue grise	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	X	X	X	AT	Confirmée
Paruline à poitrine baie	<i>Setophaga castanea</i>	X	X		A	Probable
Paruline à tête cendrée	<i>Setophaga magnolia</i>	X	X	X	A	Probable
Paruline bleu	<i>Setophaga caerulescens</i>	X	X	X	M	Probable
Paruline couronnée	<i>Seiurus aurocapilla</i>	X	X	X	M	Probable
Paruline des ruisseaux	<i>Seiurus noveboracensis</i>	X			S	Possible
Paruline du Canada	<i>Wilsonia canadensis</i>	X			S	Possible
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	X	X	X	A	Probable
Paruline jaune	<i>Dendroica petechia</i>	X		X	M	Probable
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	X	X	X	M	Probable
Paruline noire et blanc	<i>Mniotilta varia</i>	X	X	X	M	Probable
Paruline rayée	<i>Dendroica striata</i>	X			S	Possible
Paruline triste	<i>Geothlypis philadelphia</i>		X	X	A	Probable
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>		X	X	H	Possible
Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>	X	X	X	M	Probable
Quiscale rouilleux	<i>Euphagus carolinus</i>		X		M	Probable
Roitelet à couronne dorée	<i>Regulus satrapa</i>	X	X	X	M	Possible
Roitelet à couronne rubis	<i>Regulus calendula</i>	X	X	X	M	Probable
Roselin pourprée	<i>Carpodacus purpureus</i>	X	X	X	M	Probable
Sitelle à poitrine blanche	<i>Sitta carolinensis</i>	X			S	Possible
Sitelle à poitrine rousse	<i>Sitta canadensis</i>		X	X	A	Probable
Tarin des pins	<i>Carduelis pinus</i>	X		X	M	Probable
Tétras du Canada	<i>Falcipecten canadensis</i>	X	X		H	Possible
Tourterelle triste	<i>Zenaidura macroura</i>		X	X	H	Possible
Troglodyte mignon (des forêts)	<i>Troglodytes troglodytes</i>	X	X	X	M	Probable
Tyrann tritri	<i>Tyrannus tyrannus</i>		X		AT	Confirmée
Viréo à tête bleue	<i>Vireo solitarius</i>		X	X	M	Probable
Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	X	X	X	M	Probable
Viréo de Philadelphie	<i>Vireo philadelphicus</i>			X	S	Possible
Nombre total d'espèces recensées (par inventaire)		55	77	86		
Nombre total d'espèces recensées (tous les inventaires)			106			

Note : Les codes de nidification apparaissent sur la fiche en annexe
La trame grisée a été utilisée pour présenter les espèces à statut particulier

2.3 Engoulement bois-pourri et Engoulement d'Amérique

Aucune occurrence d'Engoulement bois-pourri n'a été répertoriée lors des sorties effectuées en 2015. Ces résultats corroborent ceux obtenus lors des inventaires effectués précédemment pour le projet, où l'espèce n'avait pas été observée dans le secteur.

L'Engoulement d'Amérique a de nouveau été observé lors des quatre (4) soirées d'inventaire, dans les deux zones, soit au nord de la route 117 et sur le site minier. Il s'agit d'une espèce menacée selon le COSEPAC (2013) et d'une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (tableau 2). Au total, 28 occurrences ont été colligées, soit 17 dans les secteurs situés au nord de la route 117 et 11 occurrences sur le site minier.

Les individus font probablement partie de la colonie observée à plusieurs reprises durant les inventaires précédents, de même que lors de certaines soirées où les sonomètres étaient utilisés sur la rue de la Paix, et où les utilisateurs étaient en mesure de les reconnaître. La plupart des fois, les individus semblaient faire l'aller-retour entre la fosse actuelle et la ville de Malartic. Il s'agit d'un nicheur probable, quoique fort probablement confirmé dans le secteur puisque des individus ont été observés régulièrement, et sur plusieurs années d'inventaires.

Les sites de nidification préférés de l'Engoulement d'Amérique sont les milieux ouverts avec peu ou pas de végétation. Il est donc retrouvé dans les clairières et autres ouvertures de la forêt, sur les affleurements rocheux, les plages de gravier ou de sable, de même que dans les brûlis. Ce sont surtout les zones de sols à nu qui sont sa prédilection. En milieu urbain, l'espèce affectionne particulièrement les bâtiments à toits plats recouverts de gravier.

Il pourrait donc y avoir plusieurs couples nicheurs dans ou à proximité immédiate des zones d'inventaires. Son abondance réelle dans le secteur est inconnue. Comme l'Engoulement d'Amérique utilise les secteurs ouverts avec peu de végétation dans la strate herbacée, il pourrait « tirer profit » des secteurs mis à nu par l'exploitation minière, en autant que ces secteurs ne soient pas constamment utilisés et/ou qu'il n'y ait pas d'activités réalisées sur les sites potentiellement accessibles et visés par cette espèce.

2.4 Abondance des oiseaux forestiers

Pour évaluer les abondances, les habitats ont été regroupés en cinq (5) biotopes principaux (tableau 3).

Les stations dans le biotope « marais / marécages » sont, pour la plupart, des arbustiaies humides ou bien des étendues d'eau libre, parfois entourées de tourbières. Les arbustiaies riveraines, les marais et les tourbières ont également été regroupés dans cette catégorie.

Le biotope « milieu ouvert terrestre » comprend les friches, les boisés clairsemés et les zones anthropiques où la nature reprend ses droits tranquillement. Le sol de surface peut être à nu, quoique majoritairement recouvert d'herbacées et les dépôts de sable et de gravier retrouvés sont relativement meubles.

Tableau 2 Occurrences de l'Engoulement d'Amérique répertoriées lors des soirées d'inventaires

Date	Période	Conditions météorologiques	Lune visible	Emplacement	Nombre d'individus	Distance de l'observateur	Direction du vol
24 juin 2015	21h00-23h30	Excellentes	Oui	Nord de la R117	1	50-100 m	Vers l'Est
25 juin 2015	20h00-23h30	Excellentes	Oui	Nord de la R117	1	> 100 m	Vers l'Est
					2	50 m	Vers le Sud
					1	50 m	Vers le Sud
	20h00-23h30	Excellentes	Oui	Mine Canadian Malartic	3	50 m	Vers l'Ouest
					2	50 m	Vers le Nord
26 juin 2015	18h30-23h00	Excellentes	Oui	Nord de la R117	1	50 m	Vers l'Ouest
					2	50 m	Vers le Sud
					1	100 m	Vers l'Ouest
					3	50-100 m	Vers l'Ouest
					1	> 100 m	Vers l'Est
	18h30-23h00	Excellentes	Oui	Mine Canadian Malartic	5	50 m	Vers le Nord
27 juin 2015	19h00-22h30	Excellentes	Oui	Nord de la R117	1	100 m	Vers le Nord
					1	100 m	Vers le Sud
					1	100 m	Vers l'Ouest
					1	50 m	Vers le Sud
					Nombre d'occurrences au nord de la Route 117		
Nombre d'occurrences sur le site minier Canadian Malartic					11 occurrences		
Nombre total d'occurrences					28 occurrences		

Tableau 3 Abondance relative des passereaux et autres oiseaux terrestres de la zone d'inventaires 2 (nombre de couples nicheurs / ha)

Espèce	Marais / Marécage	Milieu ouvert terrestre	Peupleraie	Résineux humide	Résineux terrestre	Total général de couples
	5 stations	5 stations	7 stations	1 station	1 station	19 stations
Bruant chanteur	0,51	0,51	0	0	1,27	5,0
Bruant familier	0,51	1,02	0,73	0	0	10,0
Bruant à gorge blanche	1,27	2,80	2,00	1,27	2,55	30,0
Bruant de Lincoln	0,51	0,76	0,18	0	0	6,0
Bruant des marais	1,27	0	0,18	0	0	6,0
Bruant des plaines	0	0,25	0	0	0	1,0
Butor d'Amérique	0,25	0	0	0	0	1,0
Carouge à épaulettes	0,25	0	0	0	0	1,0
Chardonneret jaune	0,51	0,64	0,36	0,64	0,64	7,5
Corneille d'Amérique	0	0,13	0,36	0	0	2,5
Geai bleu	0	0	0,09	0	0	0,5
Grand Corbeau	0,25	0	0,18	0	0	2,0
Grive fauve	1,53	1,02	2,00	0	0	21,0
Grand Pic	0,51	0	0,18	0	0	3,0
Hirondelle bicoloré	0	0	0,91	0	0	5,0
Jaseur d'Amérique	0,89	3,18	1,64	4,46	0	28,5
Junco ardoisé	0	0	0,18	0	0	1,0
Martin pêcheur d'Amérique	0,51	0	0	0	0	2,0
Merle d'Amérique	0,25	0,25	0,36	0	0	4,0
Mésanger du Canada	0,25	0	0	0	0	1,0
Mésange à tête noire	0,76	0,25	0,55	1,27	0	8,0
Moucherolle des aulnes	1,02	1,27	0,91	0	0	14,0
Moqueur chat	0	0	0,18	0	0	1,0
Paruline à calotte noire	0,51	0	0	0	0	2,0
Paruline flamboyante	1,02	1,02	2,36	1,27	2,55	24,0
Paruline à flancs marron	0,76	0	0,36	0	1,27	6,0
Paruline jaune	0,51	0,51	0	0	0	4,0
Paruline à joues grises	0,51	0	0,36	0	1,27	5,0
Paruline masquée	0,25	0,76	0,18	0	0	5,0
Paruline noir et blanc	0,25	0	0	1,27	0	2,0
Paruline à tête cendrée	0,51	0	0,55	2,55	3,82	10,0
Paruline triste	0	0,25	0,73	0	0	5,0
Pigeon biset	0	0	0,18	0	0	1,0
Pic chevelu	0,25	0	0,36	0	0	3,0
Pic flamboyant	0,25	0,25	0,55	0	0	5,0
Pic mineur	0	0	0,18	1,27	0	2,0
Pluvier kildir	0,25	0	0	0	0	1,0
Quiscale bronzé	0,25	0	0	0	0	1,0
Roitelet à couronne dorée	0,76	0	0,36	1,27	1,27	7,0
Roitelet à couronne rubis	0	0,25	0,18	0	0	2,0
Roselin pourpré	0	0,25	0	1,27	0	2,0
Sitelle à poitrine rousse	0,51	0	0,36	0	0	4,0
Tarin des pins	0	0	0,09	0	0	0,5
Tourterelle triste	0	0,25	0,18	0	0	2,0
Troglodyte mignon (des forêts)	0,25	0,25	0,18	0	2,55	5,0
Viréo de Philadelphie	0	0	0,18	0	0	1,0
Viréo à tête bleue	0	0	0,36	0	0	2,0
Viréo aux yeux rouges	1,78	1,27	2,00	1,27	0	24,0
Abondance	19,99	17,19	20,92	17,83	17,19	288,50
Nombre d'espèces	33	22	36	11	9	48

Le biotope « peupleraie » regroupe les peuplements majoritairement composé de peupliers, mais également les peuplements feuillus retrouvés au nord de la route 117.

Les biotopes « résineux humide » et « résineux terrestre », se compose principalement de pessières noires, humides ou terrestres, de sapinières à bouleaux blancs, humides ou terrestres, ou de pinèdes.

Tel qu'il est possible de le constater dans le tableau 3, l'abondance de couples nicheurs est sensiblement la même à l'intérieur des différents biotopes présents dans cette zone d'inventaire. Le biotope présentant la « plus forte » abondance de couple nicheur est la « peupleraie », avec 21 couples nicheurs par hectare, et les deux biotopes présentant les « plus faible » abondance sont le « milieu ouvert terrestre » et « résineux terrestre », avec 17 couples nicheur par hectare.

Un facteur permettant d'expliquer la relative constance de couples nicheurs dans la zone d'inventaires 2 provient du fait que les biotopes sont fragmentés et les fragments sont situés près les uns des autres. Les caractéristiques des groupements végétaux existent à l'échelle des espèces végétales, mais sont plus difficiles à observer à l'échelle animale, du moins, au niveau de l'avifaune comme tel.

3 CONCLUSION

Les inventaires réalisés en 2015 ont permis le recensement de dix-neuf (19) nouvelles espèces de l'avifaune, portant le nombre total d'espèces recensées à 108 depuis le début des études réalisées pour l'ÉIE.

Des stations d'écoute ont été utilisées dans la zone d'inventaires 2 pour déterminer l'abondance relative des couples nicheurs dans ce secteur. Les mêmes espèces sont présentes de part et d'autre de la route 117, à quelques exceptions près, et l'abondance relative de couples nicheurs est similaire. Plus de couples ont été répertoriées, mais la zone était de superficie moins importante. De même, certaines stations étaient peut-être situées un peu trop près l'une de l'autre, ce qui pourrait avoir augmenté le nombre de couples nicheurs recensés (dédoublément).

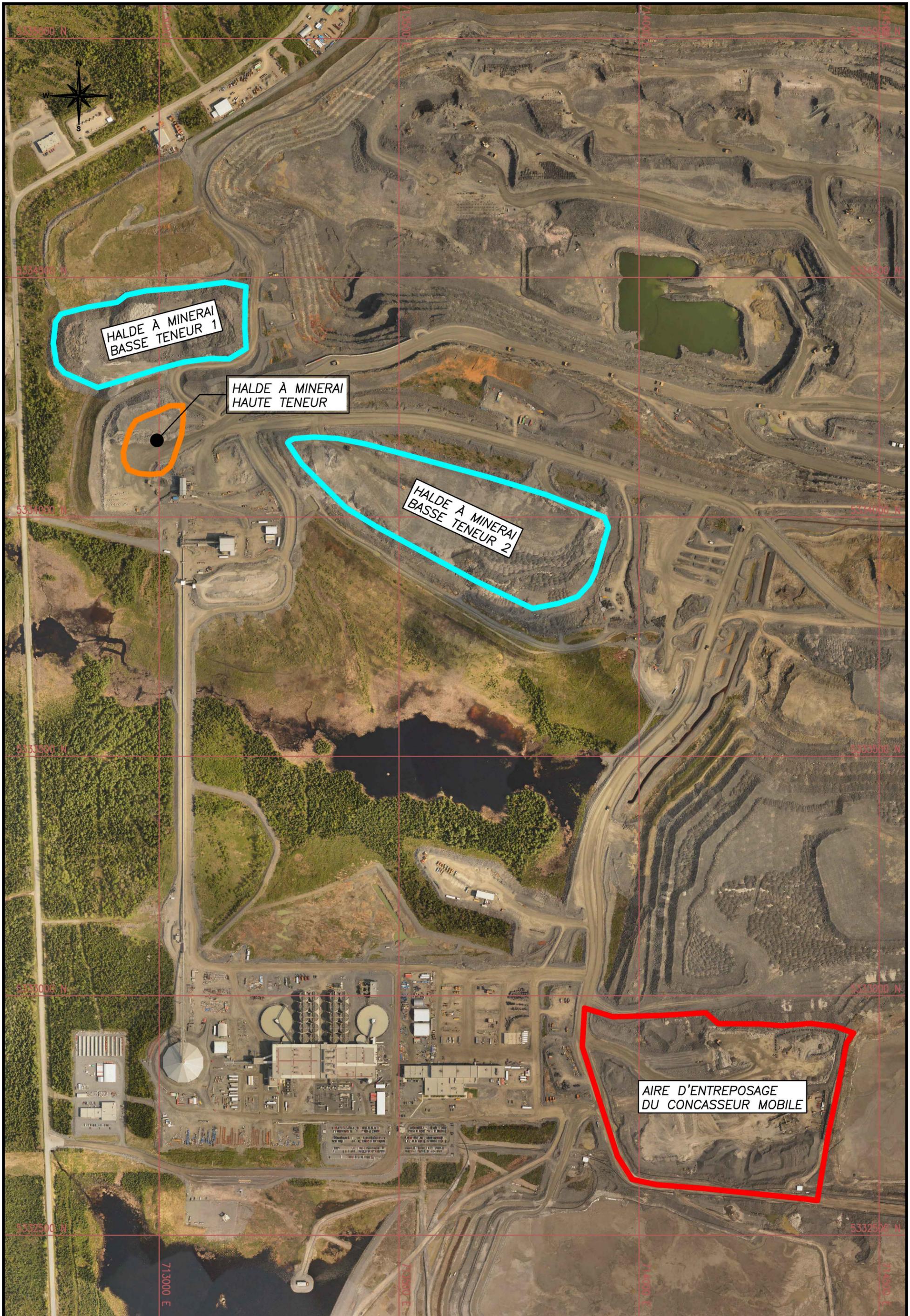
Malgré quatre (4) soirées d'écoute et d'observation aux conditions extrêmement propices à la détection des espèces d'engoulevants, seul l'Engoulevant d'Amérique a été, une fois de plus, recensé. Aucun Engoulevant bois-pourri n'a été aperçu et/ou observé.

RÉFÉRENCES

- ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU QUÉBEC. 2015. *Outils interactifs. Résultats de l'atlas. Tableaux. Résultats de l'atlas. Cartes.* Site Internet. Consulté en juillet 2015.
<http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/donneesqc/datasummaries.jsp?lang=fr>
- BIRD STUDIES CANADA (BSC). 2012. *Ontario Whip-Poor-Will Project: 2012 Roadside survey data form.* Bird Studies Canada, Port Rowan, Ontario.
- COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (COSEPAC), 2009. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'Engoulevent bois-pourri (Caprimulgus vociferus) au Canada.* Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. 30 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2014. *Données climatiques historiques. Rapport de données horaires pour la station météorologique de Nicolet, Québec.* Site Internet consulté en août 2014.
http://climat.meteo.gc.ca/index_f.html#access
- GAUTHIER, J. & Y. AUBRY. 1995. *Les Oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional.* Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal. 1295 pages.
- PETERSON, R. T. 2003. *Les oiseaux de l'est et de l'Amérique du Nord.* Éditions Marcel Broquet Inc. 431 pages.
- REGROUPEMENT QUÉBEC OISEAUX. 2014. *Programme de suivi québécois des engoulevents. Guide du participant.* Avec la participation d'Environnement Canada. 14 pages.

ANNEXE S2QC-22

Carte – Haldes à minerai



HALDE À MINÉRAI
BASSE TENEUR 1

HALDE À MINÉRAI
HAUTE TENEUR

HALDE À MINÉRAI
BASSE TENEUR 2

AIRE D'ENTREPOSAGE
DU CONCASSEUR MOBILE



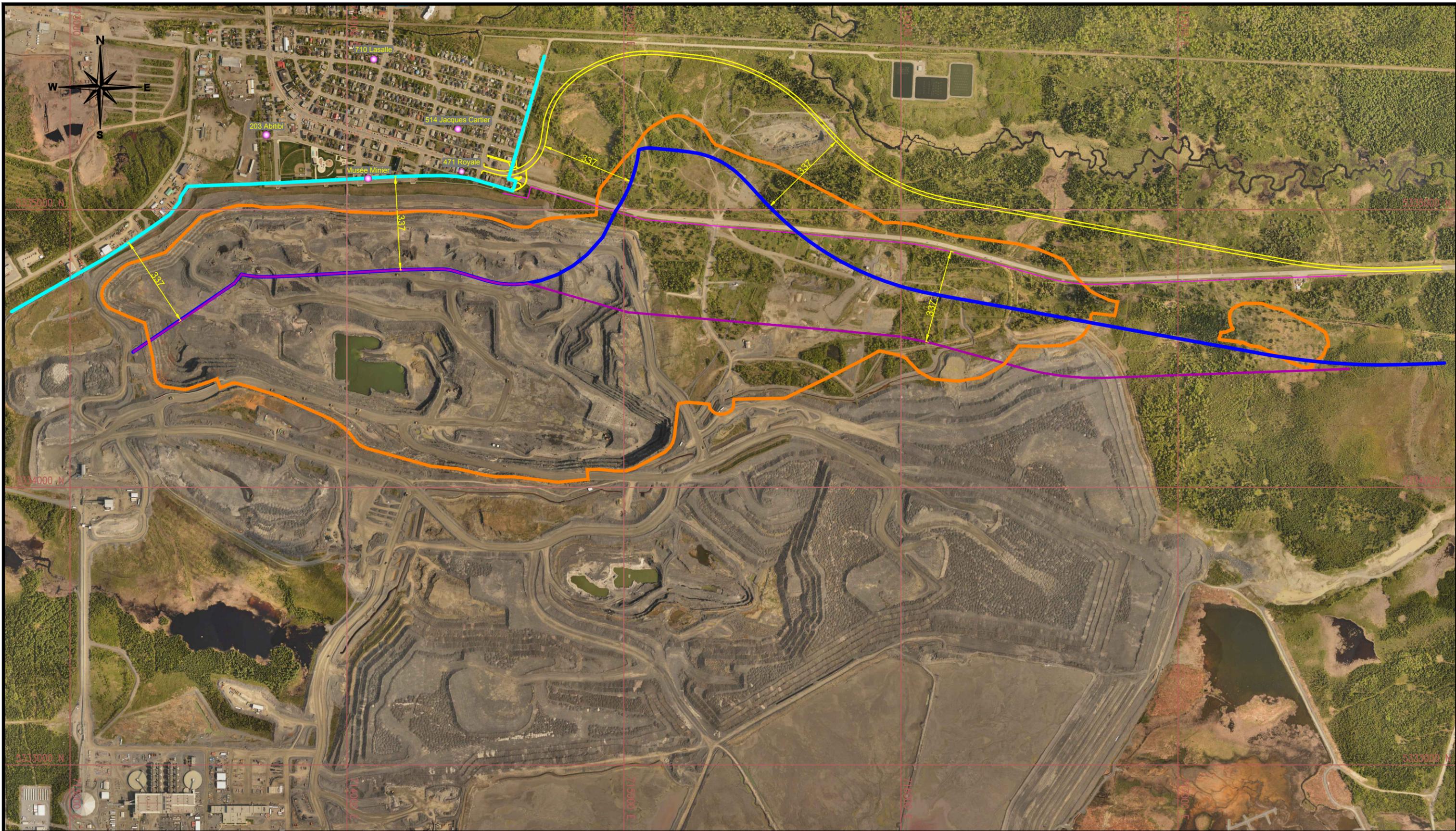
Mine Canadian Malartic
100, ch. du lac Mourier
Malartic, Québec(Qc)
Canada, J0Y 1Z0
T: 819 757-2225
F: 819 757-2351
www.canadianmalartic.com

Titre: HALDES À MINÉRAI

Dessiné par: MATHIEU BOURGET	Date: 21/12/2015	Echelle: 1:7000
Approuvé par:	Date:	No. Dessin:
Référence: R:\Services Techniques\Ingénierie\Planification\Planification 2015\Evaluation & Suivi Halde à Mineral\Visuel Halde à mineral\Halde à mineral		Revision: 3dvg

ANNEXE S2QC-25

Limites de recouvrement



Mine Canadian Malartic
 100, ch. du lac Mourier
 Malartic, Québec(Qc)
 Canada, JOY 1Z0
 T: 819 757-2225
 F: 819 757-2351
 www.canadianmalartic.com

LÉGENDE

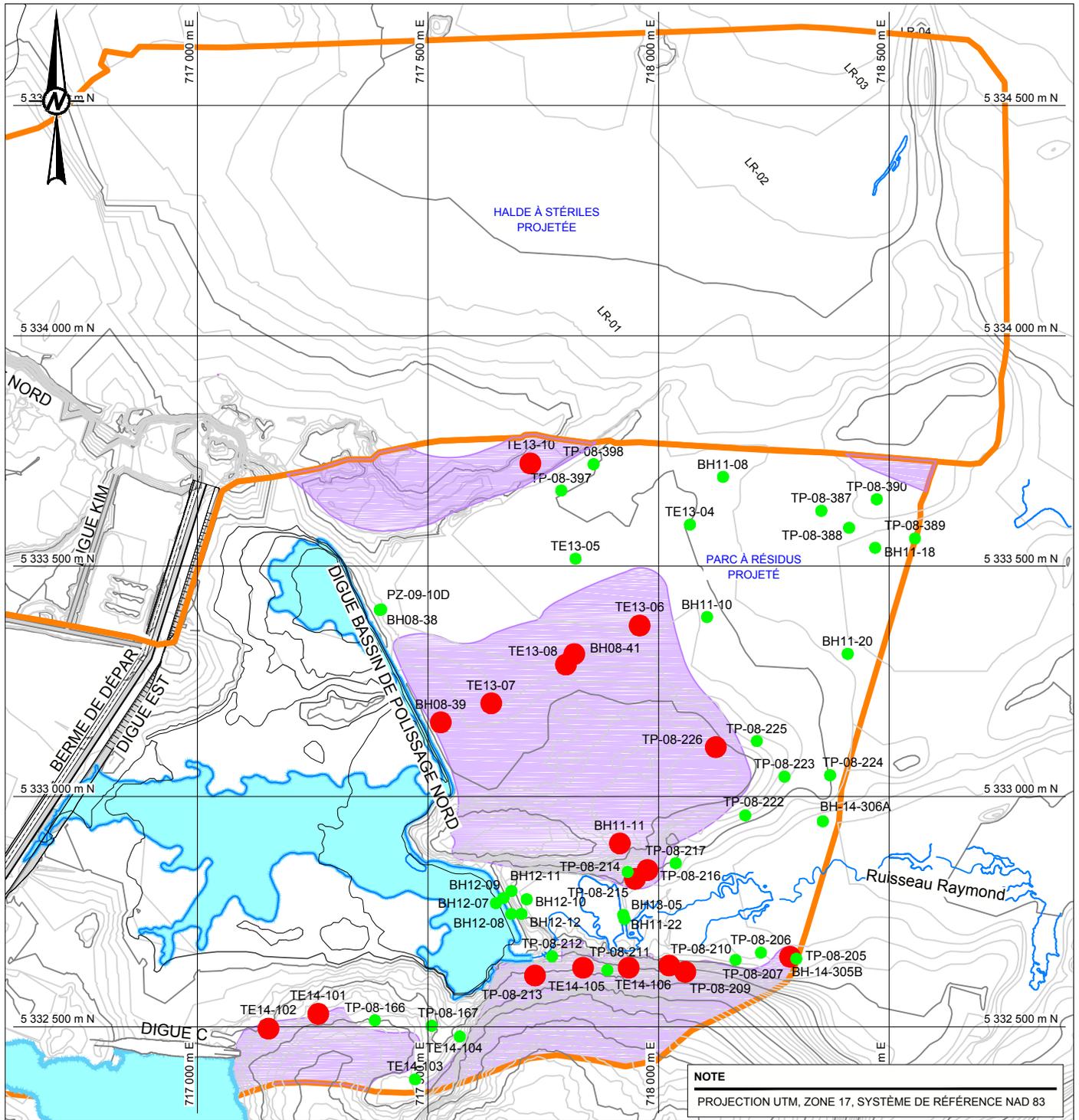
- Limite Fosse (Crête au roc)
- Limite de recouvrement 117 future
- Limite de recouvrement 117 actuelle

Titre: **LIMITES DE RECOUVREMENT**
 MINE CANADIAN MALARTIC

Dessiné par: MATHIEU BOURGET	Date: 2015/12/17	Échelle: 1:12 500
Approuvé par: GUY GAGNON, ing.	Date: 2015/12/17	No. Dessin: MG-151217-1
Référence: PHOTO JUIN 2015		Révision:

ANNEXE S2QC-35

**Potentiel de percolation sous le prolongement du parc à résidus projeté et zones
pouvant requérir une amélioration du substrat**

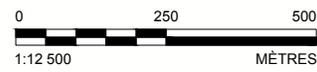


NOTE
PROJECTION UTM, ZONE 17, SYSTÈME DE RÉFÉRENCE NAD 83

LÉGENDE

- | | | | |
|---------|--|--|--|
| BH11-14 | IDENTIFICATION DU SONDAGE - MESURE DE PERCOLATION | | EMPREINTE PROJÉTÉE DU PARC À RÉSIDUS ET DE LA HALDE À STÉRILES |
| | PERCOLATION $\leq 3,3$ l/m ² | | CONTOUR DE LA FOSSE PROJÉTÉE |
| | PERCOLATION $> 3,3$ l/m ² | | COURBES TOPOGRAPHIQUES (1m) |
| | ZONE POUVANT REQUÉRIR UNE AMÉLIORATION DE LA FONDATION | | |

CONFIDENTIEL



CLIENT
CANADIAN MALARTIC GP

PROJET
ANALYSE DE LA STRATIGRAPHIE EN REGARD DU NIVEAU DE PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES REQUIS POUR LE PROLONGEMENT DU PARC À RÉSIDUS ET DE LA HALDE À STÉRILES

CONSULTANT

AAAA-MM-JJ 2014-12-08
PROJÉTÉ C. Molière
DESSINÉ S. Betnesky
REVISÉ A. Boutin
APPROUVÉ P. Groleau

TITRE
POTENTIEL DE PERCOLATION SOUS LE PROLONGEMENT DU PARC À RÉSIDUS PROJÉTÉ ET ZONES POUVANT REQUÉRIR UNE AMÉLIORATION DU SUBSTRAT

N° PROJÉT PHASE Rév.
13-1221-0020 3040 2



FIGURE
8-19

ChemIn: \golder\gts\gait\Montreal\SI\GIC\AD\PROJETS\OSISKO\PRODUCTION\12-1221-0063\6000_1_Nom du fichier: 1212210063-6000-1.dwg

25 mm
SILVA MESURE NE CORRESPOND PAS A L'ECHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ETE MODIFIEE, ANSI A

ANNEXE S2QC-36

**Mémo EcoMetrix - Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings
from Mine Canadian Malartic**

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

on 7 samples consisting of 2 ores, 2 waste rock and 3 tailings samples. All of these data were reviewed and considered for estimation of drainage water quality from waste rock and tailings. The results from the five year tests on various rock types and tailings were assessed in detail to estimate loading rates and water quality associated with the active and future waste rock stockpiles and tailings storage facility at Canadian Malartic.

Table 1: Summary of kinetic tests performed on mine materials from Canadian Malartic

Material Evaluated	SGS	URSTM	
	Humidity Cell	Humidity Cell	Column
Waste Rock	5	4	2
Ore	2	5	2
Tailings	3	6	3

Leachate collected from the humidity cells, containing waste rock, exhibited neutral pH values throughout the test periods. The leachate samples from all waste rock humidity cells had measureable concentrations of sulphate and alkalinity that are consistent with results for sulphide bearing waste rock containing carbonate minerals as illustrated by the average concentrations shown under the “Humidity Cell” column in **Table 2**. The concentrations of many constituents were less than the reporting (detection) limits and the reporting limits for most constituents were as good (low) as, or better than, typical industry standards. Leachate samples associated with values of less than the reporting limit values were considered in the interpretation of risk as discussed below. For the purposes of this assessment, the average concentrations in all humidity cell leachate samples containing waste rock and low grade ore from 2013 were used to calculate the loading rates.

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic
Table 2: Summary of Humidity Cell and Field Loading Rates with Calculated Concentrations of COPCs in Contact Water for Waste Rock Contained Within the Stockpile at the End of Operations.

	Humidity Cell	Estimated Field Rate	Estimated Concentration in Contact Water	Dir 019 (Effluent)	MMER	Leachate Samples Less than Detection	Comments
Constituent	mg/L	g/t/a	mg/L	mg/L	mg/L	%	
Sulphate (SO ₄)	0.53	1.8	698				
Alkalinity (as CaCO ₃)	9.0	30	11855				Solubility Controlled
Calcium (Ca)	2.8	9	3669				Solubility Controlled
Aluminum (Al)	0.022	0.07	29		-/TBD	0%	Solubility Controlled
Antimony (Sb)	0.00068	0.002	0.90			27%	
Arsenic (As)	0.00037	0.001	0.5	0.2	0.5/0.1	49%	Detection Limits
Cadmium (Cd)	0.00001	0.00003	0.01			70%	Detection Limits
Chromium (Cr)	0.0005	0.002	0.7			99%	Detection Limits
Cobalt (Co)	0.00007	0.0002	0.09			16%	
Copper (Cu)	0.0006	0.002	0.8	0.3	0.3/0.05	89%	Detection Limits
Iron (Fe)	0.003	0.01	4.0	3	-/TBD	96%	Solubility Controlled
Lead (Pb)	0.00003	0.0001	0.03	0.2	0.2/0.05	35%	Solubility Controlled
Manganese (Mn)	0.009	0.03	12			0%	
Mercury (Hg)	0.00001	0.00004	0.01			96%	Detection Limits
Molybdenum (Mo)	0.0003	0.001	0.4			2%	
Nickel (Ni)	0.0001	0.0005	0.2	0.5	0.5/0.25	49%	
Selenium (Se)	0.001	0.003	1.3		-/TBD	100%	Detection Limits
Vanadium (V)	0.0001	0.0004	0.2			0%	
Zinc (Zn)	0.002	0.006	3	0.5	0.5/0.25	88%	Detection Limits

Notes:

low risk at netral pH

Moderate risk

MMER shown as current value/proposed value (0.5/0.25)

TBD - to be determined - Values are being considered for revised MMER

As a screening method to assess risk of metal leaching and water quality effects, it is useful to calculate the potential concentrations in contact water or drainage from a waste rock pile. As a first step, this was completed by assuming a configuration of the waste rock stock pile as it will be at closure, containing up to 750 Mt of rock with a height of approximately 100 m. The leaching results from the five SGS waste rock humidity cells were used to include the loading rates from all rock types that that will be present in the rock stockpile. The weighted averages of humidity cell leachate concentrations (mg/L) for each COPC were then calculated and are listed in **Table 2**. The unit loading rates from the humidity cell tests in the laboratory were converted to unit loading rates in the field (g/t/a). Then the loading rates were converted to concentrations (mg/L) in the contact water from the stockpile containing 750 Mt of rock.

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

The contact water concentration estimates represent the maximum potential loading conditions for the complete rock stockpile and therefore are conservative for assessing the risk of metal leaching. The chemistry of the drainage was calculated from the loadings or leaching rates from the humidity cell, adjusted for field conditions, and an estimated infiltration rate based on precipitation that is adjusted for evaporation and runoff. An annual average precipitation rate of 1000 mm/a and an infiltration factor 0.5 of precipitation were assumed for these calculations.

Adjustments in the loading rates for field conditions include a scaling factor of 0.3 for the expected temperature differences (T_f) from about 20 °C in the laboratory to near 0 °C, on average in waste rock and tailings in the field which is consistent with values reported in MEND (2006). A further adjustment factor of 0.2 was applied to the loadings values to account for differences in grain size (GS_f) between samples in the laboratory that are fine-grained and those in the field that may contain less than 20% fines that effectively control the leaching rates.

The loading calculation was completed as follows:

$$MLR_{SP} = MLR_{HC} \times H_{SP} \times \rho \times GS_f \times T_f \times \text{Appropriate Unit Conversions}$$

In which: MLR_{SP} = the mass loading rate per unit mass of the stockpile (g/t/a)
 MLR_{HC} = the mass loading rate for the humidity cell (mg/kg/wk)
 H_{SP} = the height of rock in the stockpile (m)
 ρ = density (t/m³)
 T_f = is the temperature factor (unitless)
 GS_f = grain size factor (unitless)

The concentrations in the contact water (C_{cw}) were calculated as;

$$C_{cw} = MLR_{SP} / I \times \text{Appropriate Unit Conversions}$$

In which: I = the infiltration rate (mm/a or m³/m²/a)
 C_{cw} = the concentration in the contact water (mg/L)

This approach assumes that the loadings of constituents mix with the infiltrating water with no other chemical processes controlling concentrations. This approach is extremely conservative but provides a preliminary basis for assessing risks to water quality. In this case, the very small concentrations in the humidity cell leachate samples translate to potentially larger concentrations in the drainage or contact water as a result of the large mass of waste rock in the stockpile (**Table 2**).



Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

Table 2 summarizes the humidity cell results and adjusted field rates together with the calculated concentrations in the contact water for the final stockpile configuration. The table also includes a reference to the number of leachate samples with concentrations reported as less than the detection limit, along with comments on probable solubility controls that may override the calculated concentrations. The Directive 019 and Metal Mining Effluent Regulation (MMER) effluent limits are also included for reference. The MMER limits include the current values on the left and proposed updated values on the right. New constituents that are being considered for effluent limits but have not yet had values proposed are noted as to-be-determined (TBD). Solubility controlled constituents are considered to represent a low risk to the receiving environment, provided the contact water remains at neutral pH.

There is some uncertainty associated with the constituent concentrations that are represented by detection limit values. For example, copper had almost 90% of the analyses reported at less than the detection limit of 0.0005 mg/L. When this value is used as the leachate concentration, the resulting calculated concentration in contact water is 0.85 mg/L. If the actual copper concentrations in the leachate samples were equal to one-tenth (1/10th) of the detection limit or 0.00005 mg/L, the calculated concentration in the contact water would be 0.08 mg/L, a value that is less than the Directive 019 and current MMER value of 0.3 mg/L, and therefore could be considered as a low risk for water quality at the site. The COPCs with a large majority of values reported as less than the detection limits were considered as lower risk than those with the majority of concentrations from humidity cells reported as greater than the detection limits.

The calculated contact water concentrations suggest that there may be several constituents that represent a moderate risk to water quality after closure, as represented by the highlighted values in **Table 2**. The COPCs that are considered to represent moderate risks for metal leaching at the end of operations, with no mitigation, include;

- Antimony (Sb)
- Manganese (Mn)
- Molybdenum (Mo), and

Some of the constituents that were dominated by detection limit values in the humidity cell leachate samples, such as arsenic (As), copper (Cu) and selenium (Se) may also represent some risks but it is difficult to define this risk based on the available data. These risks relate to closure conditions with the complete inventory of 750 Mt of waste rock in stockpiles and not necessarily to operating conditions during the development of the rock piles when the amounts of rock will be less than the 750 Mt total.

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

The loadings from the waste rock that are transported by infiltration and drainage through the rock will be somewhat proportional to the mass of rock in the stockpile for those constituents that do not have solubility controls or that will not be chemically attenuated within the rock pile or along the drainage pathway. The calculated concentrations in the contact water can be prorated to the inventory of rock during the operation. During operations, the mine will be producing waste rock at a rate of approximately 50 Mt per year (**Table 3**). Therefore, the calculated concentrations can be compared to the effluent limits over time to assess potential risks as the waste rock accumulates within the stockpile during operations. The calculated concentrations in the waste rock contact water over time are summarized in **Table 3**.

Table 3: Calculated Concentrations in Waste Rock Contact Water During Operations

Year	2011	2013	2016	2020	2024	2028
Waste Rock (Mtonnes)	50	150	304	489	663	750
Constituent	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Sulphate (SO ₄)	47	140	283	455	617	698
Alkalinity (as CaCO ₃)	790	2371	4809	7733	10486	11855
Calcium (Ca)	245	734	1488	2393	3245	3669
Aluminum (Al)	2	6	12	19	26	29
Antimony (Sb)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9
Arsenic (As)	0.03	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Cadmium (Cd)	0.001	0.002	0.004	0.007	0.01	0.01
Chromium (Cr)	0.04	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7
Cobalt (Co)	0.01	0.02	0.04	0.1	0.1	0.1
Copper (Cu)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8
Iron (Fe)	0.3	0.8	1.6	2.6	3.5	4.0
Lead (Pb)	0.002	0.007	0.01	0.02	0.03	0.03
Manganese (Mn)	0.8	2	5	8	11	12
Mercury (Hg)	0.001	0.003	0.01	0.01	0.01	0.01
Molybdenum (Mo)	0.03	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
Nickel (Ni)	0.01	0.04	0.1	0.1	0.2	0.2
Selenium (Se)	0.1	0.3	0.5	0.9	1	1
Vanadium (V)	0.01	0.03	0.1	0.1	0.1	0.2
Zinc (Zn)	0.2	0.5	1	2	2	3

Notes: Loadings were pro-rated to rock mass at specific years and concentrations were calculated assuming a water balance for the full footprint of the final stockpile.

If arsenic and copper are considered as water quality risks at the end of operations, for example, the results in **Table 3** suggest that concentrations may approach the Directive 019/MMER values near year 6 of the operation when about 300 Mt of rock stockpiled. In

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

reality, the stockpile will require time to wet up to field capacity and there is typically a delay in flow as water drains from waste rock stockpiles. Therefore, the actual effects on the site runoff may be delayed beyond that time to more than 10 years into the operation. Nonetheless, these conservative estimates suggest that there may be requirements to manage water from the stockpile during the operation. Monitoring of on-site water quality will assist with water management requirements during operation. The existing water management system that captures drainage from the waste rock stockpile and routes the water to the water management pond (Bassin Sud-est) will provide adequate warning and time to implement strategies to prevent potential off-site effects.

Metal Leaching from Tailings

The results from the humidity cell tests on tailings were similar to those for the waste rock tests. Except for a few constituents, the concentrations in the leachate samples were within a factor of 2 for tailings and waste rock. The concentrations of sulphate, calcium, alkalinity and aluminum were 3 to 13 times higher in the tailings leachate samples than those observed in the waste rock leachate. Higher concentrations of sulphate, alkalinity and calcium are consistent with the higher expected rates of sulphide oxidation and neutralization for the fine grained tailings compared to the coarser grained waste rock samples tested in the humidity cells (**Table 4**).

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic
Table 4: Summary Humidity Cell Concentrations, Field Loading Rates and Calculated Concentrations in Tailings Runoff

	Humidity Cell	Field Rate	Final Contact Water	Dir 019 (Effluent)	MMER	Leachate Samples Less than Detection Limit	Comments
Constituent	mg/L	g/t/a	mg/L	mg/L	mg/L	%	
Sulphate (SO ₄)	6.74	110.9	119				
Alkalinity (as CaCO ₃)	25.0	411	440				Solubility Controlled
Calcium (Ca)	8.3	137	146				Solubility Controlled
Aluminum (Al)	0.094	1.5	2		-/TBD	0%	Solubility Controlled
Antimony (Sb)	0.00021	0.003	0.004			38%	
Arsenic (As)	0.00063	0.01	0.01	0.2	0.5/0.1	31%	
Cadmium (Cd)	0.00001	0.0002	0.0002			69%	Detection Limits
Chromium (Cr)	0.0005	0.008	0.01			98%	Detection Limits
Cobalt (Co)	0.0001	0.001	0.001			0%	
Copper (Cu)	0.0006	0.01	0.01	0.3	0.3/0.05	78%	Detection Limits
Iron (Fe)	0.003	0.05	0.1	3	-/TBD	81%	Solubility Controlled
Lead (Pb)	0.00002	0.0004	0.0004	0.2	0.2/0.05	37%	Solubility Controlled
Manganese (Mn)	0.012	0.2	0.2			0%	
Mercury (Hg)	0.00001	0.0002	0.0002			96%	Detection Limits
Molybdenum (Mo)	0.0003	0.005	0.01			0%	
Nickel (Ni)	0.0002	0.003	0.004	0.5	0.5/0.25	41%	
Selenium (Se)	0.001	0.02	0.02		-/TBD	93%	Detection Limits
Vanadium (V)	0.0003	0.005	0.00			5%	
Zinc (Zn)	0.003	0.04	0.0	0.5	0.5/0.25	78%	Detection Limits

Notes:

low risk at netral pH

Moderate risk

MMER shown as current value/proposed value (0.5/0.25)

TBD - to be determined - Values are being considered for revised MMER

The concentrations of the constituents were estimated in tailings contact runoff water (**Table 4**). The loading rates were adjusted for field conditions by considering only the difference in temperature between the laboratory and field. The grain sizes for tailings in the field will be the same as those in the laboratory and therefore no grain size adjustments were made for tailings. Because the tailings runoff only interacts with the uppermost 0.5 m of the tailings, the loading rates for tailings to runoff will be controlled by the oxidation and leaching reactions in that zone.

The loading rates and concentrations in the contact water were calculated as follows;

$$MLR_{tails} = MLR_{HC} \times d_{leaching} \times r \times T_f \times \text{Appropriate Unit Conversions}$$

In which: MLR_{tails} = the mass loading rate per unit area of tailings (g/t/a)



Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

MLR_{HC} = the mass loading rate for the humidity cell (mg/kg/wk)

$d_{leaching}$ = the depth of leaching in the tailings (m)

= tailings dry bulk density (t/m^3)

T_f = is the temperature adjustment factor (unitless)

and,

$$C_{cw} = MLR_{tails} / R$$

In which: C_{cw} = the concentration in the contact water (mg/L)

R = the runoff rate (mm/a or $m^3/m^2/a$)

The results show that, in general, the concentrations of constituents in the contact runoff water from the tailings will not likely represent a risk at neutral pH. Leaching below the zone of oxidation in the tailings is not anticipated and therefore the seepage water quality is expected to be similar or better than that of the runoff contact water. This will be verified by testing and monitoring during operation.

Summary

Much of the waste rock and tailings at Mine Canadian Malartic are classified as potentially acid generating. However, the calculated lag times to the onset of acid generation are more than 20 years into the future as a result of the substantial quantities of carbonate minerals in the mine materials that will consume the acid produced by sulphide oxidation. Acid generation can only occur after the carbonate minerals have been depleted and are no longer available for neutralization. With the long lag times to the onset of acid generation, there will be adequate time to plan and implement mitigation strategies to prevent acid generation in waste rock and tailings.

The potential risk to water quality from metal leaching at neutral pH was also considered. A conservative loadings assessment based on the results of humidity cell tests on all rock types and on tailings was completed. The results of the assessment suggested that metal leaching from tailings at neutral pH represented a very low to negligible risk. Metal leaching results from waste rock in the complete 750 Mt stockpile suggested that there are potential risks for exceeding Directive 019 and/or MMER discharge criteria for some constituents without mitigation in place. However, the metal leaching effects, if they occur, will likely be delayed from 6 to perhaps more than 10 years into the operation. Monitoring of trends in on-site water quality will provide advance notice of metal leaching effects during the operation. The water management system on site includes capturing of waste rock drainage and routing to the water management pond (Bassin Sud-est). Monitoring results will provide adequate time to respond to metal leaching effects from

Reference: Metal Leaching Characteristics of Waste Rock and Tailings from Mine Canadian Malartic

the waste rock stockpile and to plan and implement water management strategies to prevent off-site effects.

Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

Les essais de SGS (2014) furent réalisés sur 3 échantillons de résidus, 2 échantillons de minerai de faible teneur et 5 échantillons de stériles, pendant près de 5 années, avec des cycles hebdomadaires de lixiviation ayant débutés en 2008. Un programme d'essais cinétiques fut également réalisés par l'URSTM (2013) et incluait: des essais en cellules humides sur 5 échantillons de minerai, sur 6 échantillons de résidus (essais métallurgiques), sur 4 échantillons de stériles; et des essais en colonnes réalisés sur 7 échantillons dont 2 de minerai, 2 de stériles, et 3 de résidus. Toutes ces données furent révisées et considérées pour la prévision de la qualité des eaux de drainage des stériles et des résidus. Les résultats de ces 5 années d'essais sur divers types de roches et résidus ont été évalués en détail pour estimer les taux de charge (largage) et la qualité de l'eau associée dans les sites d'accumulation des haldes de stériles et d'entreposage des résidus au site Canadian Malartic.

Tableau 1: Sommaire des essais cinétiques réalisés sur des matériaux miniers de Canadian Malartic.

Matériel Testé	SGS	URSTM	
	Cellules d'humidité	Cellules d'humidité	Colonnes
Stériles	5	4	2
Minerais	2	5	2
Résidus	3	6	3

Les lixiviats échantillonnés des cellules humides qui contenaient des stériles ont montrés des valeurs de pH neutres pour toute la durée des essais cinétiques. Tous les échantillons de lixiviat des cellules humides contenant des stériles avaient des concentrations mesurables en sulfates et en alcalinité qui sont consistantes avec des résultats pour des stériles contenant des sulfures et des minéraux carbonatés tel qu'illustré par les concentrations moyennes montrées dans la colonne "cellules d'humidité" du **Tableau 2**. Les concentrations de plusieurs constituants étaient inférieures aux seuils de détection rapportés, et ces seuils de détection étaient pour la majorité des constituants, aussi bon (bas), ou mieux, que les standards typiques de l'industrie. Les échantillons de lixiviat associés à des valeurs inférieures aux limites rapportées furent considérés dans l'interprétation des risques tel que discuté ci-dessous. Pour les besoins de ce travail, les concentrations moyennes des lixiviats pour toutes les cellules d'humidité contenant des stériles et du minerai de faible teneur de 2013 furent utilisées dans le calcul des taux de charge (largage).



Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

Tableau 2: Sommaire des taux de charge mesurés en cellules humides et estimés sur le terrain avec les concentrations calculées des CPP dans l'eau de contact des stériles contenus dans la halde à la fin des opérations.

	Cellules d'humidité	Taux ajustés pour le terrain	Concentrations estimées dans l'eau de contact	Dir 019 (Effluent)	REMM	Concentration inférieure à la limite de détection	Commentaires
Constituants	mg/L	g/t/a	mg/L	mg/L	mg/L	%	
Sulfates (SO4)	0,53	1,8	698				
Alcalinité (en CaCO3)	9,0	30	11855				Contrôlés par la solubilité
Calcium (Ca)	2,8	9	3669				Contrôlés par la solubilité
Aluminium (Al)	0,022	0,07	29		-/À déterminer	0%	Contrôlés par la solubilité
Antimoine (Sb)	0,00068	0,002	0,90			27%	
Arsenic (As)	0,00037	0,001	0,5	0,2	0.5/0.1	49%	La limite de détection
Cadmium (Cd)	0,00001	0,00003	0,01			70%	La limite de détection
Chrome (Cr)	0,0005	0,002	0,7			99%	La limite de détection
Cobalt (Co)	0,00007	0,0002	0,09			16%	
Cuivre (Cu)	0,0006	0,002	0,8	0,3	0.3/0.05	89%	La limite de détection
Fer (Fe)	0,003	0,01	4,0	3	-/À déterminer	96%	Contrôlés par la solubilité
Plomb (Pb)	0,00003	0,0001	0,03	0,2	0.2/0.05	35%	Contrôlés par la solubilité
Manganèse (Mn)	0,009	0,03	12			0%	
Mercuré (Hg)	0,00001	0,00004	0,01			96%	La limite de détection
Molybdène (Mo)	0,0003	0,001	0,4			2%	
Nickel (Ni)	0,0001	0,0005	0,2	0,5	0.5/0.25	49%	
Sélénium (Se)	0,001	0,003	1,3		-/À déterminer	100%	La limite de détection
Vanadium (V)	0,0001	0,0004	0,2			0%	
Zinc (Zn)	0,002	0,006	3	0,5	0.5/0.25	88%	La limite de détection

Notes:

Faible risque à pH neutre

Risque modéré

REMM - les valeurs actuellement en vigueur du côté gauche et les valeurs proposées à droite (0.5/0.25)

À déterminer: Valeurs considérées pour les futures limites. Ne sont pas assujettis dans le règlement actuel.

Il est utile de calculer les concentrations potentielles dans l'eau de contact ou de drainage d'une halde de stériles comme méthode de dépistage, afin d'évaluer le risque que peut représenter la lixiviation des métaux sur la qualité de l'eau. Cette approche fut complétée dans une première étape, en assumant comme configuration à la fermeture du site, une halde de stériles ayant un tonnage de 750 Mt de roches avec une hauteur de 100m. Les résultats SGS de lixiviation des 5 cellules d'humidité avec des stériles furent utilisés pour inclure les taux de charge de tous les types de roches qui seront présents dans la halde de stériles. Les moyennes pondérées des concentrations (mg/L) de chacun des CPP des lixiviats des cellules d'humidité ont été calculées et sont listées au tableau 2. Les taux de charge unitaire obtenus lors des essais en laboratoire des cellules d'humidité furent convertis en taux de charge unitaire sur le terrain (g/t/a). Par la suite, ces taux de charges furent convertis en concentration (mg/L) dans l'eau de contact d'une halde de stériles contenant 750 Mt de roches.

Les estimés des concentrations des CPP dans l'eau de contact représentent les conditions maximales du potentiel de largage pour la halde de stériles dans son



Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

ensemble et sont, par conséquent, conservateurs pour estimer le risque de lixiviation en métaux. La chimie du drainage a été calculée à partir des charges ou des taux de charge des cellules d'humidité, ajustés pour les conditions de terrain, et un taux d'infiltration estimé sur la base des précipitations ajustées pour l'évaporation et le ruissellement. Un taux de précipitation annuelle moyen de 1000 mm/an avec un facteur d'infiltration de 0.5 des précipitations furent assumés pour ces calculs.

Les ajustements des taux de charge pour les conditions de terrain incluent un facteur de 0.3 pour la différence de température attendue (T_f) d'environ 20 °C dans le laboratoire à près de 0 °C, dans les stériles et les résidus sur le terrain, ce qui est consistant avec les valeurs rapportées dans NEDEM (2006). Finalement un facteur d'ajustement de 0.2 fut appliqué aux valeurs de charge pour tenir compte de la différence de granulométrie (GS_f) des stériles fins utilisés dans les cellules au laboratoire avec ceux sur le terrain, qui peuvent contenir moins de 20% de particules fines qui seront effectives dans le contrôle des taux des charges.

Le calcul de la charge a été réalisé avec l'équation suivante:

$$MLR_{SP} = MLR_{HC} \times H_{SP} \times \rho \times GS_f \times T_f \times \text{Unité de Conversion Appropriée}$$

- où :
- MLR_{SP} = le taux de charge massique par unité de masse dans la halde (g/t/a)
 - MLR_{HC} = le taux de charge massique (largage) de la cellule humide (mg/kg/sem)
 - H_{SP} = la hauteur de la roche dans la halde (m)
 - ρ = masse volumique (t/m^3)
 - T_f = facteur de température (sans unité)
 - GS_f = facteur granulométrique (sans unité)

Les concentrations dans l'eau de contact (C_{cw}) sont calculées selon;

$$C_{cw} = MLR_{SP} / I \times \text{unité de conversion appropriée}$$

- où:
- I = le taux d'infiltration (mm/a ou $m^3/m^2/a$)
 - C_{cw} = la concentration dans l'eau de contact (mg/L)

Cette approche assume que les charges des divers constituants vont se mélanger avec l'eau d'infiltration sans aucun autre processus chimique contrôlant les concentrations.



Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

Cette approche est extrêmement conservatrice mais procure une base préliminaire pour établir les risques pouvant affecter la qualité de l'eau. Dans ce cas, les très faibles concentrations dans les lixiviats des cellules d'humidité se traduisent par des concentrations plus élevées dans le drainage ou l'eau de contact ce qui est attribuable à la grande masse de roches dans la halde (**Tableau 2**).

Le **Tableau 2** présente un sommaire des résultats des essais en cellules d'humidité et des taux ajustés pour le terrain avec les concentrations dans l'eau de contact pour la configuration finale de la halde. Ce tableau inclut également une référence au nombre d'échantillons de lixiviats ayant des concentrations rapportées comme inférieures à la limite de détection, accompagné de commentaires sur les contrôles probables de la solubilité qui peuvent influencer les concentrations calculées. Les limites des effluents de la Directive 019 et du Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM) sont également présentées à titre de référence. Les limites du REMM incluent les valeurs actuellement en vigueur du côté gauche et les valeurs proposées dans la nouvelle version du REMM à droite. Les nouveaux constituants qui sont considérés pour les futures limites d'effluents mais qui ne sont pas assujettis dans le règlement actuel sont indiqués comme devant être déterminés (to-be-determined, TBD). Les constituants contrôlés par la solubilité sont considérés comme représentant un faible risque pour l'environnement récepteur, à la condition que l'eau de contact demeure à pH neutre.

Il y a toutefois une incertitude associée aux concentrations des constituants qui sont représentés par les valeurs des limites de détection. Par exemple, près de 90% des analyses rapportées pour le cuivre avaient une concentration inférieure à la limite de détection de 0.0005 mg/L. Lorsque cette valeur est utilisée comme concentration du lixiviat, la concentration calculée résultante dans l'eau de contact est de 0.85 mg/L. Si les concentrations en cuivre étaient égales au un-dixième (1/10e) de la valeur de la limite de détection ou 0.00005 mg/L, la concentration calculée dans l'eau de contact serait alors de 0.08 mg/L, une valeur en deçà de la valeur limite de 0.3 mg/L dans la Directive 019 et REMM, qui pourrait donc être considérée à faible risque pour la qualité de l'eau sur le site. Les CPP ayant une large majorité de valeurs rapportées comme étant inférieures aux limites de détection sont considérés un moindre risque que ceux pour lesquelles la majorité des concentrations rapportées dans les résultats des cellules d'humidité sont supérieures aux valeurs de détection.



Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

Les concentrations calculées dans l'eau de contact suggèrent qu'il pourrait y avoir plusieurs constituants qui représentent un risque modéré pour la qualité de l'eau après la fermeture du site, tel que représenté par les valeurs surlignées dans le **Tableau 2**. Les CPP qui sont considérés représenter des risques modérés pour la lixiviation de métaux à la fin des opérations, s'il n'y a pas de mitigation, incluent ;

- Antimoine (Sb)
- Manganèse (Mn)
- Molybdène (Mo), et

Certains des constituants qui étaient dominés par des valeurs près de la limite de détection dans les lixiviats des cellules d'humidité, comme l'arsenic (As), le cuivre (Cu) et le sélénium (Se) pourraient également représenter des risques, mais ils sont difficiles à définir sur la base des données disponibles. Ces risques se rapportent aux conditions de fermeture pour l'inventaire complet de 750 Mt de roches dans de la halde et pas nécessairement aux conditions d'opérations durant le développement de la halde de stériles alors que les quantités de roches seront moindre que le total de 750 Mt.

Les charges qui seront issues des stériles et qui seront transportées par infiltration et drainage au travers la roche seront en quelque sorte proportionnelles à la masse de la roche dans la halde pour les constituants qui n'ont pas de contrôles de solubilité ou qui ne seront pas atténués chimiquement dans la pile de roche ou lors du cheminement du drainage. Les concentrations dans l'eau de contact peuvent être calculées au prorata de la production de l'inventaire des stériles durant l'opération. Lors de l'opération, la mine va produire des stériles à un taux approximatif de 50 Mt par année (**Tableau 3**). Conséquemment, les concentrations calculées peuvent être comparées aux limites de l'effluent dans le temps afin d'établir le risque potentiel au fur et à mesure que les stériles s'accumulent dans la halde durant l'opération. Les concentrations calculées dans l'eau de contact à travers le temps sont résumées dans le **Tableau 3**.

Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

Tableau 3: Concentrations Calculées dans l'eau de Contact des Stériles Pendant l'Opération.

Année	2011	2013	2016	2020	2024	2028
Stériles (Mtonnes)	50	150	304	489	663	750
Constituants	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Sulfates (SO ₄)	47	140	283	455	617	698
Alcalinité (en CaCO ₃)	790	2371	4809	7733	10486	11855
Calcium (Ca)	245	734	1488	2393	3245	3669
Aluminium (Al)	2	6	12	19	26	29
Antimoine (Sb)	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9
Arsenic (As)	0,03	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Cadmium (Cd)	0,001	0,002	0,004	0,007	0,01	0,01
Chrome (Cr)	0,04	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7
Cobalt (Co)	0,01	0,02	0,04	0,1	0,1	0,1
Cuivre (Cu)	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8
Fer (Fe)	0,3	0,8	1,6	2,6	3,5	4,0
Plomb (Pb)	0,002	0,007	0,01	0,02	0,03	0,03
Manganèse (Mn)	0,8	2	5	8	11	12
Mercure (Hg)	0,001	0,003	0,01	0,01	0,01	0,01
Molybdène (Mo)	0,03	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4
Nickel (Ni)	0,01	0,04	0,1	0,1	0,2	0,2
Sélénium (Se)	0,1	0,3	0,5	0,9	1	1
Vanadium (V)	0,01	0,03	0,1	0,1	0,1	0,2
Zinc (Zn)	0,2	0,5	1	2	2	3

Note: Les charges ont été ajustées au prorata de la masse de roche pour des années spécifiques et les concentrations ont été calculées en estimant un bilan d'eau pour l'empreinte totale de la halde finale.

Si l'arsenic et le cuivre sont considérés comme étant à risque pour la qualité de l'eau à la fin des opérations par exemple, les résultats dans le **Tableau 3** suggèrent que les concentrations pourraient s'approcher des valeurs limites de la Directive 019 et/ou du REMM vers l'an 6 de l'opération lorsque 300 Mt de roches auront été empilées. Dans la réalité, un certain temps va être requis avant que les haldes ne se gorgent d'eau selon les capacités du terrain et typiquement, un délai sera observé avant le début de l'écoulement alors que l'eau se drainera des haldes de stériles. En conséquence, les effets réels sur le ruissellement du site peuvent être retardés au-delà de ce délai jusqu'à 10 ans après le début des opérations. Néanmoins, ces estimations conservatrices suggèrent qu'il pourrait être requis de gérer l'écoulement de la halde durant les opérations. Le suivi de la qualité des eaux sur le site permettra d'identifier la meilleure

Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

approche à suivre pour la gestion des eaux durant les opérations. Le système actuel de gestion des eaux qui capture le drainage de la halde de stériles en le dirigeant vers le bassin de gestion des eaux (Bassin Sud-est) va permettre un temps d'intervention adéquat pour implanter des stratégies afin de prévenir les effets potentiels hors site.

Caractéristiques de Lixiviation en Métaux des Résidus

Les résultats des essais en cellules d'humidité sur les résidus étaient semblables à ceux des stériles. À l'exception de quelques constituants, les concentrations dans les échantillons de lixiviats étaient à l'intérieur d'un facteur de 2 pour les résidus et les stériles. Les concentrations en sulfate, calcium, alcalinité et aluminium était entre 3 et 13 fois plus élevées dans les lixiviats des résidus que celles observées dans les lixiviats issus des stériles. Les concentrations plus élevées en sulfate, en alcalinité et en calcium, sont consistantes avec des taux d'oxydation des sulfures et de neutralisation plus élevés pour les résidus fins, comparés à ceux des échantillons des stériles à grains plus grossiers testés en cellules d'humidité (**Tableau 4**).

Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic
Tableau 4: Sommaire des Concentrations des Lixiviats des Cellules Humides, des Taux de Charge sur le Terrain et des Concentrations Calculées des Eaux de Ruissellement des Résidus.

	Cellules d'humidité	Taux ajustés pour le terrain	Concentrations estimées dans l'eau de contact	Dir 019 (Effluent)	REMM	Concentration inférieure à la limite de détection	Commentaires
Constituants	mg/L	g/t/a	mg/L	mg/L	mg/L	%	
Sulfates (SO4)	6,74	110,9	119				
Alcalinité (en CaCO3)	25,0	411	440				Contrôlés par la solubilité
Calcium (Ca)	8,3	137	146				Contrôlés par la solubilité
Aluminium (Al)	0,094	1,5	2		-/À déterminer	0%	Contrôlés par la solubilité
Antimoine (Sb)	0,00021	0,003	0,004			38%	
Arsenic (As)	0,00063	0,01	0,01	0,2	0.5/0.1	31%	
Cadmium (Cd)	0,00001	0,0002	0,0002			69%	La limite de détection
Chrome (Cr)	0,0005	0,008	0,01			98%	La limite de détection
Cobalt (Co)	0,0001	0,001	0,001			0%	
Cuivre (Cu)	0,0006	0,01	0,01	0,3	0.3/0.05	78%	La limite de détection
Fer (Fe)	0,003	0,05	0,1	3	-/À déterminer	81%	Contrôlés par la solubilité
Plomb (Pb)	0,00002	0,0004	0,0004	0,2	0.2/0.05	37%	Contrôlés par la solubilité
Manganèse (Mn)	0,012	0,2	0,2			0%	
Mercuré (Hg)	0,00001	0,0002	0,0002			96%	La limite de détection
Molybdène (Mo)	0,0003	0,005	0,01			0%	
Nickel (Ni)	0,0002	0,003	0,004	0,5	0.5/0.25	41%	
Sélénium (Se)	0,001	0,02	0,02		-/À déterminer	93%	La limite de détection
Vanadium (V)	0,0003	0,005	0,005			5%	
Zinc (Zn)	0,003	0,04	0,05	0,5	0.5/0.25	78%	La limite de détection

Notes:

Faible risque à pH neutre

Risque modéré

REMM - les valeurs actuellement en vigueur du côté gauche et les valeurs proposées à droite (0.5/0.25)

À déterminer: Valeurs considérées pour les futures limites. Ne sont pas assujettis dans le règlement actuel.

Les concentrations des constituants furent estimées dans l'eau de ruissellement en contact avec les résidus (**Tableau 4**). Les taux de charge ont été ajustés aux conditions du terrain en considérant seulement la différence de température entre le laboratoire et le terrain. La granulométrie des résidus sur le terrain sera la même que celle utilisée dans les essais en laboratoire, ainsi, il n'est pas nécessaire de faire un ajustement pour la granulométrie des résidus. Parce que le ruissellement va interagir seulement avec le premier 0.5 m de profondeur à partir de la surface des résidus, les taux de charge du ruissellement seront contrôlés par les réactions d'oxydation et de lixiviation dans cette zone.

Les taux de charge et les concentrations dans l'eau de contact furent calculés comme suit:

$$MLR_{tails} = MLR_{HC} \times d_{leaching} \times \rho \times T_f \times \text{Unité de Conversion Appropriée}$$

où: MLR_{tails} = le taux de charge massique par unité de surface de résidus (g/t/a)



Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

MLR_{HC} = le taux de charge massique (largage) de la cellule humide (mg/kg/sem)

$d_{leaching}$ = la profondeur de lixiviation dans les résidus (m)

ρ = masse volumique apparente des résidus (t/m^3)

T_f = facteur d'ajustement de la température (sans unité)

et,

$$C_{cw} = MLR_{\text{tails}} / R$$

où: C_{cw} = la concentration dans l'eau de contact (mg/L)

R = le taux de ruissellement (mm/a or $m^3/m^2/a$)

Les résultats démontrent, que vraisemblablement, les concentrations des constituants dans l'eau de ruissèlement en contact avec les résidus ne présenteront pas de risques à pH neutre. Il est anticipé qu'il n'y aura pas de lixiviation sous la zone d'oxydation dans les résidus et par conséquent, la qualité de l'eau d'exfiltration sera semblable ou meilleure que celle de l'eau de ruissellement de contact.

Sommaire

La majorité des stériles et les résidus à la Mine Canadian Malartic sont classifiés comme potentiellement générateurs d'acidité. Néanmoins, le délai calculé avant le début de la génération d'acide est de plus de 20 ans dans le futur ce qui est attribuable à la présence de quantités substantielles de minéraux carbonatés dans les matériaux miniers, lesquels consommeront l'acidité qui sera produite lors de l'oxydation des sulfures. La génération d'acidité ne pourra débuter qu'après l'épuisement complet des carbonates qui ne seront plus disponibles pour la neutralisation. Avec le long délai prévu avant le début de la génération d'acidité, il y aura une période de temps adéquate pour planifier et mettre en place des stratégies de mitigation afin de prévenir la génération d'acidité dans les stériles et les résidus.

Le risque potentiel pour la qualité de l'eau lié à la lixiviation de métaux à pH neutre fut également considéré. Une estimation conservatrice des charges basées sur les résultats des essais en cellules d'humidité sur tous les types de roches et les résidus a été complétée. Les résultats de cette évaluation suggèrent que la lixiviation de métaux des résidus à pH neutre représente un risque négligeable à très faible. Les résultats de lixiviation en métaux des stériles dans la totalité de la halde de 750 Mt suggèrent qu'il y a un risque potentiel de dépassement des critères de décharge de la Directive 019 et/ou du REMM pour certains constituants, si aucune mitigation n'est mise en place.

Référence: Caractéristiques de Lixiviation des Métaux dans les Stériles et les Résidus de la Mine Canadian Malartic

Néanmoins, les effets liés à la lixiviation de métaux, s'ils se produisent, seront retardés de 6 ans à peut-être plus de 10 ans durant l'opération. Le suivi des tendances de la qualité de l'eau sur le site va permettre d'identifier suffisamment rapidement les effets de la lixiviation durant l'opération. Le système actuel de gestion des eaux capture le drainage de la halde de stériles en le dirigeant vers le bassin de gestion des eaux (Bassin Sud-est). Le suivi des résultats de la qualité des eaux sur le site va permettre un temps d'intervention adéquat pour identifier les effets de la lixiviation des métaux afin de planifier et mettre en place des stratégies de gestion pour prévenir les effets potentiels hors site.

ANNEXE S2QC-42

Considération de la déposition dans la dispersion atmosphérique

CANADIAN MALARTIC GP

CONSIDÉRATION DE LA
DÉPOSITION DANS LA
DISPERSION ATMOSPHERIQUE

EXTENSION CANADIAN MALARTIC

DÉCEMBRE 2015

CONSIDÉRATION DE LA DÉPOSITION DANS LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE EXTENSION CANADIAN MALARTIC

Canadian Malartic GP

NOTE TECHNIQUE

Projet n° : 131-14654-00
Date : Décembre 2015

—
WSP Canada Inc.
300-3450, boul. Gene-H.-Kruger
Trois-Rivières (Québec)
G9A 4M3

Téléphone : 819 375-1292
www.wspgroup.com



TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE.....	1
2	MÉTHODE	3
2.1	MODÈLE ET SCÉNARIOS	3
2.2	DÉPOSITION.....	3
3	RÉSULTATS ET ANALYSE.....	5
3.1	SCÉNARIO 1	5
3.1.1	SCÉNARIO DE BASE	5
3.1.2	SCÉNARIO OPTIMISÉ.....	6
3.2	SCÉNARIO 2.....	8
3.2.1	SCÉNARIO DE BASE	8
3.2.2	SCÉNARIO OPTIMISÉ.....	8
3.3	SCÉNARIO 3.....	10
3.3.1	SCÉNARIO DE BASE	10
3.3.2	SCÉNARIO OPTIMISÉ.....	11
4	CONCLUSION	17
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	19

TABLEAUX

Tableau 1 :	Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 1 sans déposition.....	7
Tableau 2 :	Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 1 avec déposition.....	7
Tableau 3 :	Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 2 sans déposition.....	9
Tableau 4 :	Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 2 avec déposition.....	10
Tableau 5 :	Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 3 sans déposition.....	12

Tableau 6 :	Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 3 avec déposition.....	12
Tableau 7 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles – scénario de base, sans déposition	13
Tableau 8 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles, près de la butte écran – scénario de base, sans déposition.....	13
Tableau 9 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario de base, sans déposition.....	13
Tableau 10 :	Occurrences de dépassements des composés particulaires – scénario de base, sans déposition.....	13
Tableau 11 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario optimisé, sans déposition	14
Tableau 12 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles – scénario de base, avec déposition	14
Tableau 13 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles, près de la butte écran – scénario de base, avec déposition.....	14
Tableau 14 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario de base, avec déposition.....	15
Tableau 15 :	Occurrences de dépassements des composés particulaires – scénario de base, avec déposition.....	15
Tableau 16 :	Concentrations des composés particulaires susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario optimisé, avec déposition	15
Tableau 17 :	Réduction due à la déposition des concentrations des composés particulaires modélisées aux récepteurs sensibles, près de la butte-écran – scénario de base	15

ANNEXE

Annexe A Cartes

1 CONTEXTE

Canadian Malartic GP (CMGP) désire concrétiser son projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic (Extension Canadian Malartic), comprenant notamment l'agrandissement de la fosse à ciel ouvert existante dans le secteur Barnat, l'exploitation d'une nouvelle fosse satellite, la fosse Jeffrey ainsi que le prolongement de la halde à stériles et du parc à résidus vers l'est. Le prolongement de la butte-écran actuelle, longeant la rue de la Paix, sera également nécessaire.

Dans ce contexte, une modélisation de la dispersion atmosphérique a été effectuée dans le but d'évaluer l'impact des émissions provenant des opérations d'extraction et de traitement à la mine Canadian Malartic (Mine) sur la qualité de l'atmosphère, et ce, sur la base du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA). Cette modélisation est présentée dans le rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique révision 1 préparé en septembre 2015 (WSP, 2015) et disponible à l'Annexe QC-100 du document de réponse à la première série de questions. La démarche de modélisation préconisée dans cette étude s'appuie sur la méthodologie proposée dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDEP, 2005) de même que sur le plus récent *Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers* (MDDELCC, 2015).

Or, récemment, il a été démontré que les résultats des études de dispersion atmosphérique de projets miniers suivant les lignes directrices recommandées par le MDDELCC ne corrèlent pas avec les mesures des stations de suivi de la qualité de l'air. Parmi les arguments énumérés afin de mettre en perspective les résultats de modélisation obtenus, la déposition des particules a été mentionnée. En effet, selon les directives du MDDELCC, la déposition des particules n'est pas prise en compte dans les modélisations, contrairement à d'autres provinces du Canada, telles que la Colombie-Britannique et de Terre-Neuve-et-Labrador. Or, la déposition contribue à réduire de façon considérable les concentrations de particules totales dans l'air, particulièrement par vent faible, alors que la dispersion est faible.

Dans ce contexte et également pour répondre à la QC-42 de la deuxième série de questions du MDDELCC, cette note technique présente l'ajout de la déposition dans les modélisations des Scénarios 1, 2 et 3, correspondant aux mêmes scénarios que ceux déposés dans la révision 1 du rapport de modélisation du projet d'extension, de même que dans les scénarios optimisés 1, 2 et 3. Les résultats pour les concentrations de particules totales sur une période de 24 heures modélisées avec et sans déposition sont présentés et comparés pour chacun des scénarios.

Il est par contre important de préciser qu'aucune rétroaction ou calibration à partir des mesures du programme de suivi de la qualité de l'atmosphère n'a été effectuée sur les résultats avec et sans déposition et que les résultats présentés ici permettent uniquement de comparer l'effet de la déposition avec le modèle AERMOD, et ce, pour les scénarios modélisés.

Les sections suivantes présentent la procédure utilisée pour modéliser les concentrations de particules totales en considérant la déposition. Enfin, les résultats détaillés sont présentés et interprétés en fonction des hypothèses retenues pour la modélisation.

2 MÉTHODE

2.1 MODÈLE ET SCÉNARIOS

La méthodologie de modélisation est basée sur le rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique révision 1 du projet de l'Extension Canadian Malartic préparé en septembre 2015 (WSP, 2015). La modélisation est effectuée avec le même modèle, soit AERMOD version 15181. L'ensemble de la paramétrisation du modèle demeure le même afin de mettre en évidence seulement l'effet de la déposition sur les concentrations de particules totales modélisées.

Ainsi, les données météorologiques, la topographie et les récepteurs demeurent les mêmes. De plus, les trois scénarios modélisés et les sources considérées sont identiques relativement aux caractéristiques physiques et aux taux d'émission de particules. Seule l'option de la déposition sèche est ajoutée aux modélisations. La section suivante décrit la méthode suivie afin de considérer cette déposition.

2.2 DÉPOSITION

Afin de modéliser la déposition sèche avec le modèle AERMOD, le mot clé « DDEP » doit être ajouté aux options du modèle. De plus, la granulométrie et la densité des particules émises par chacune des sources doivent être spécifiées. Afin de décrire cette granulométrie, celle-ci doit être divisée en catégories de taille de particule à l'aide du diamètre aérodynamique des particules et de la fraction de la masse correspondante. La densité de chacune des catégories doit également être spécifiée.

La méthode choisie afin de modéliser la déposition est celle présentée dans le *Guideline for Plume Dispersion Modelling* du gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador (NLDEC, 2012), pour la modélisation des particules totales avec déposition. Ce guide propose de séparer les particules totales en trois composés P1, P2 et P3 représentant des tailles aérodynamiques spécifiques. Le composé P1 représentant les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm, le composé P2 représentant les particules de diamètre situé entre 2,5 et 10 µm et le composé P3 représentant les particules de diamètre supérieur à 10 µm. La masse, ou le taux d'émission, de chacun de ces composés peut être établie pour chacune des sources à partir des taux d'émission de PM_{tot} , PM_{10} et $PM_{2,5}$ selon les équations suivantes :

$$P1 = PM_{2,5}$$

$$P2 = PM_{10} - PM_{2,5}$$

$$P3 = PM_{tot} - PM_{10}$$

Il s'agit donc d'effectuer trois modélisations où les taux d'émission des sources sont calculés à partir des taux d'émission de PM_{tot} , PM_{10} et $PM_{2,5}$ établis dans le rapport de modélisation révision 1. Prendre note que les émissions de PM_{10} ne sont actuellement pas réglementées, à part pour la détermination des concentrations de manganèse, de nickel et de titane. Ces taux sont finalement recombinaés afin de constituer les concentrations de particules totales avec déposition :

$$PM_{tot} \text{ avec déposition} = P1 + P2 + P3$$

Le guide propose également une distribution de la granulométrie pour chacun de ces composés. Celles-ci sont présentées au tableau 2.6.1 du guide (NLDEC, 2012) et ont été utilisées dans la présente modélisation afin de décrire les composés P1, P2 et P3.

La densité utilisée de $2,77 \text{ g/cm}^3$ est basée sur les caractéristiques du roc spécifiques au site de la Mine. Cette valeur provient des informations contenues dans le log de forage obtenu en mars 2014. Cette densité a été utilisée pour toutes les sources et toutes les tailles de particules. Bien que celle-ci puisse être ajustée en fonction des sources, il s'agit d'une hypothèse jugée acceptable puisque la majorité des particules totales émises dans les scénarios considérés proviennent d'opération de manipulation et transformation de matériaux issus de la Mine, telles que les chargements et déchargements, le forage, le sautage et le transport sur des routes non pavées.

Finalement, il est important de mentionner que cette méthodologie a été appliquée pour l'ensemble des sources considérées. Or, bien que les paramètres de granulométrie et la densité de chacun des composés P1, P2 et P3 soient identiques pour toutes les sources, la proportion de chacun de ces composés est spécifique à chaque source puisque leur taux d'émissions sont basés sur les taux de PM_{tot} , PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$, qui sont eux en revanche spécifiques à chaque source.

3 RÉSULTATS ET ANALYSE

Les sections qui suivent présentent les résultats obtenus de la modélisation réalisée pour l'ensemble des scénarios retenus. Il faut rappeler que la description des scénarios est présentée dans le rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique révision 1 du projet de l'Extension Canadian Malartic préparé en septembre 2015 (WSP, 2015).

Afin de s'assurer de la représentativité des émissions, les concentrations évaluées des composés particulaires dans l'atmosphère sont additionnées aux concentrations initiales actuelles applicables dans le secteur et comparées aux normes en vigueur du MDDELCC. Il est important de prendre note que les concentrations présentées dans cette section ne représentent pas des concentrations réelles mesurées, mais plutôt des concentrations obtenues par modélisation.

Les sections qui suivent présentent les résultats de la modélisation atmosphérique des scénarios 1 à 3, pour les scénarios de base et les scénarios optimisés. Les tableaux 7 à 11 présentent les résultats pour l'ensemble des scénarios sans considérer la déposition dans les modélisations. Tandis que les tableaux 12 à 16 présentent les résultats pour l'ensemble des scénarios en considérant la déposition. Le tableau 17 présente la réduction due à la déposition aux récepteurs sensibles près de la butte-écran pour les trois scénarios considérés. Les résultats obtenus sont présentés pour les récepteurs sensibles et à la limite d'application du RAA.

Les cartes 1 à 6 présentent quant à elles les courbes d'isoconcentration de particules totales modélisées pour les scénarios considérés avec et sans déposition.

3.1 SCÉNARIO 1

3.1.1 SCÉNARIO DE BASE

Les sections qui suivent présentent les résultats de la modélisation atmosphérique du scénario de base pour le scénario 1.

3.1.1.1 PARTICULES TOTALES (PM_{TOT})

Les résultats de la modélisation présentés pour les particules totales répondent aux exigences du RAA qui prescrit une norme sur une période de 24 heures.

RÉCEPTEURS SENSIBLES

Les résultats de la modélisation montrent que les concentrations susceptibles d'être rencontrées dans l'air ambiant aux récepteurs sensibles de la zone d'étude dépassent les normes actuelles de qualité de l'atmosphère. En effet, parmi les récepteurs sensibles, la concentration maximale de $620 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est obtenue au niveau des premières résidences situées au nord de la butte-écran. Cette concentration maximale additionnée à la concentration initiale de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules totales donne une concentration totale modélisée dans l'air ambiant de $660 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit environ 450 % au-dessus de la norme du RAA établie à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une période de 24 heures.

En considérant la déposition, cette concentration maximale diminue à $290 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en considérant la concentration initiale. Ceci correspond à environ 175 % au-dessus de la norme du RAA pour une période de 24 heures. Il s'agit d'une diminution de la moitié de la concentration maximale par rapport à lorsque la déposition n'est pas considérée. De façon générale, tous les récepteurs sensibles ou groupes de

récepteurs sensibles dépassent la norme 24 heures pour les particules totales en considérant ou non la déposition.

À titre comparatif, à la station A2 Sud du suivi de la qualité de l'air ambiant, le modèle dénombre 191 dépassements pour la pire année soit un respect de la norme pour 48 % du temps alors qu'en moyenne, selon les mesures de PM_{tot} de 2012 à 2015 provenant de l'échantillonneur à grand volume, la norme 24 heures des particules totales est respectée 88 % du temps. De plus, aucun dépassement n'a été mesuré en 2015 (voir R-75 et l'annexe S2QC-75). En considérant la déposition, le modèle présente quant à lui 103 dépassements à la station A2 Sud, soit un respect de la norme pour 72 % du temps.

LIMITE D'APPLICATION DU RAA

La concentration modélisée de particules totales dans l'air ambiant à la limite d'application du RAA montre que la norme du RAA est dépassée d'environ 583 % pour une concentration totale de $820 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En considérant la déposition, la norme du RAA est dépassée d'environ 253 % pour une concentration totale de $423 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il s'agit d'une diminution de 48 % de la concentration maximale par rapport au résultat lorsque la déposition n'est pas considérée.

3.1.2 SCÉNARIO OPTIMISÉ

Dans le but de présenter un scénario alternatif d'opération permettant de s'assurer en tout temps du respect des normes du MDDELCC, une fluctuation des activités de manipulation de stériles et de minerai et un arrêt occasionnel du forage et du boutage ont été appliqués. Prendre note que le présent exercice a été uniquement appliqué pour la norme de particules totales, ce qui diffère du rapport de modélisation révision 1 où le respect des normes de particules fines et d'oxyde d'azote avait également été pris en compte pour le calcul des heures en restriction. Par contre, puisque la norme de particules totales est la plus restrictive relativement aux altérations des opérations et que l'accent est mis sur l'effet de la déposition des particules totales, l'exercice est par conséquent limité aux particules totales. Ainsi, les heures présentées au tableau 1 diffèrent légèrement de celle présentée dans le rapport de modélisation révision 1, cependant, les conclusions demeurent pratiquement les mêmes.

Les résultats pour ce scénario alternatif sont présentés au tableau 11, pour le cas sans déposition, et au tableau 16, pour le cas avec déposition, pour le domaine d'application des normes et critères.

Dans le cas où la déposition n'est pas considérée, les résultats de la modélisation indiquent que pour éliminer tous les dépassements de particules totales, il faut réduire le tonnage manipulé sur l'ensemble du site 54 % du temps et également arrêter les opérations de boutage et de forage 34 % du temps. Le tonnage annuel effectif découlant de l'altération des conditions d'exploitation passe donc de 63 Mt à 40 Mt, soit 63 % du tonnage modélisé au scénario de base. La séquence d'opération optimisée selon la modélisation est présentée au tableau 1.

En considérant la déposition, les résultats de la modélisation indiquent que pour éliminer tous les dépassements de particules totales, il faut réduire le tonnage manipulé sur l'ensemble du site 43 % du temps et également arrêter les opérations de boutage et de forage 27 % du temps. Le tonnage annuel effectif découlant de l'altération des conditions d'exploitation passe donc de 63 Mt à 47 Mt, soit 75 % du tonnage modélisé au scénario de base. La séquence d'opération optimisée selon la modélisation est présentée au tableau 2. En considérant la déposition, il y a près de 1000 heures supplémentaires sans restriction ou fluctuation des activités par année.

Tableau 1 : Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 1 sans déposition

Tonnage extrait par rapport au scénario de base	Nb heures durant les cinq années modélisées	Nb heures par année en moyenne	% heures	% heures totales
100 % (sans restriction sur le tonnage)	20097	4017	46	46
90 %	1304	261	3	54
80 %	1381	276	3	
70 %	1781	356	4	
60 %	1739	348	4	
50 %	1814	363	4	
40 %	2160	432	5	
30 %	2310	462	5	
20 %	2562	512	6	
10 %	4054	810	9	
0 %	4622	924	11	
Arrêt complet forage et boutage	14729	2944	34	

Tableau 2 : Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 1 avec déposition

Tonnage extrait par rapport au scénario de base	Nb heures durant les cinq années modélisées	Nb heures par année en moyenne	% heures	% heures totales
100 % (sans restriction sur le tonnage)	25109	5019	57	57
90 %	1358	271	3	43
80 %	1323	264	3	
70 %	1404	281	3	
60 %	1484	297	3	
50 %	2040	408	5	
40 %	2354	471	5	
30 %	2814	562	6	
20 %	3049	609	7	
10 %	2607	521	6	
0 %	282	56	1	
Arrêt complet forage et boutage	11970	2393	27	

3.2 SCÉNARIO 2

3.2.1 SCÉNARIO DE BASE

Les sections qui suivent présentent les résultats de la modélisation atmosphérique du scénario de base pour le scénario 2.

3.2.1.1 PARTICULES TOTALES (PM_{TOT})

Les résultats de la modélisation présentés pour les particules totales répondent aux exigences du RAA qui prescrit une norme sur une période de 24 heures.

RÉCEPTEURS SENSIBLES

Les résultats de la modélisation montrent que les concentrations susceptibles d'être rencontrées dans l'air ambiant aux récepteurs sensibles de la zone d'étude dépassent les normes actuelles de qualité de l'atmosphère. En effet, parmi les récepteurs sensibles, la concentration maximale de 1342 µg/m³ est obtenue au niveau des premières résidences situées au nord de la butte-écran. Cette concentration maximale additionnée à la concentration initiale de 40 µg/m³ pour les particules totales donne une concentration totale modélisée dans l'air ambiant de 1382 µg/m³, soit environ 1052 % au-dessus de la norme du RAA établie à 120 µg/m³ pour une période de 24 heures.

En considérant la déposition, cette concentration maximale diminue à 439 µg/m³, soit 479 µg/m³ en considérant la concentration initiale. Ceci correspond à environ 299 % au-dessus de la norme du RAA pour une période de 24 heures. Il s'agit d'une diminution de 64 % de la concentration maximale par rapport à lorsque la déposition n'est pas considérée. De façon générale, tous les récepteurs sensibles ou groupes de récepteurs sensibles dépassent la norme 24 heures pour les particules totales en considérant ou non la déposition.

LIMITE D'APPLICATION DU RAA

La concentration modélisée de particules totales dans l'air ambiant à la limite d'application du RAA montre que la norme du RAA est dépassée d'environ 1372 % pour une concentration totale de 1767 µg/m³. En considérant la déposition, la norme du RAA est dépassée d'environ 427 % pour une concentration totale de 632 µg/m³. Il s'agit d'une diminution de 64 % de la concentration maximale par rapport à lorsque la déposition n'est pas considérée.

3.2.2 SCÉNARIO OPTIMISÉ

Dans le but de présenter un scénario alternatif d'opération permettant de s'assurer en tout temps du respect des normes du MDDELCC, une fluctuation des activités de manipulation de stériles et de minerai et un arrêt occasionnel du forage et du boutage ont été appliqués. Pour les mêmes considérations que celles mentionnées à la section 3.1.2, l'exercice a été uniquement appliqué ici pour la norme de particules totales.

Les résultats pour ce scénario alternatif sont présentés au tableau 11, pour le cas sans déposition, et au tableau 16, pour le cas avec déposition, pour le domaine d'application des normes et critères.

Dans le cas où la déposition n'est pas considérée, les résultats de la modélisation indiquent que pour éliminer tous les dépassements de particules totales, il faut réduire le tonnage manipulé sur l'ensemble du site 65 % du temps et également arrêter les opérations de boutage et de forage 9 % du temps et également restreindre plusieurs sautages, et ce, en plus de ceux déjà annulés lorsque le vent souffle en direction de la

ville de Malartic. Le tonnage annuel effectif découlant de l'altération des conditions d'exploitation passe donc de 79 Mt à 42 Mt, soit 53 % du tonnage modélisé au scénario de base. La séquence d'opération optimisée selon la modélisation est présentée au tableau 3.

En considérant la déposition, les résultats de la modélisation indiquent que pour éliminer tous les dépassements de particules totales, il faut réduire le tonnage manipulé sur l'ensemble du site 54 % du temps et également arrêter les opérations de boutage et de forage 6 % du temps et également restreindre plusieurs sautages, et ce, en plus de ceux déjà annulés lorsque le vent souffle en direction de la ville de Malartic. Le tonnage annuel effectif découlant de l'altération des conditions d'exploitation passe donc de 79 Mt à 52 Mt, soit 66 % du tonnage modélisé au scénario de base. La séquence d'opération optimisée selon la modélisation est présentée au tableau 4. En considérant la déposition, il y a près de 1000 heures supplémentaires sans restriction ou fluctuation des activités par année.

Tableau 3 : Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 2 sans déposition

Tonnage extrait par rapport au scénario de base	Nb heures durant les cinq années modélisées	Nb heures par année en moyenne	% heures	% heures totales
100 % (sans restriction sur le tonnage)	15435	3085	35	35
90 %	1110	222	3	65
80 %	1419	284	3	
70 %	1517	303	3	
60 %	1817	363	4	
50 %	2017	403	5	
40 %	2270	454	5	
30 %	2688	537	6	
20 %	3360	672	8	
10 %	3698	739	8	
0 %	8493	1698	19	
Arrêt complet forage et boutage	3834	766	9	9

Tableau 4 : Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 2 avec déposition

Tonnage extrait par rapport au scénario de base	Nb heures durant les cinq années modélisées	Nb heures par année en moyenne	% heures	% heures totales
100 % (sans restriction sur le tonnage)	20297	4057	46	46
90 %	1313	262	3	54
80 %	1527	305	3	
70 %	1526	305	3	
60 %	1962	392	4	
50 %	2094	419	5	
40 %	2499	500	6	
30 %	3265	653	7	
20 %	3393	678	8	
10 %	4406	881	10	
0 %	1542	308	4	
Arrêt complet forage et boutage	2748	549	6	6

3.3 SCÉNARIO 3

3.3.1 SCÉNARIO DE BASE

Les sections qui suivent présentent les résultats de la modélisation atmosphérique du scénario de base pour le scénario 3.

3.3.1.1 PARTICULES TOTALES (PM_{TOT})

Les résultats de la modélisation présentés pour les particules totales répondent aux exigences du RAA qui prescrit une norme sur une période de 24 heures.

RÉCEPTEURS SENSIBLES

Les résultats de la modélisation montrent que les concentrations susceptibles d'être rencontrées dans l'air ambiant aux récepteurs sensibles de la zone d'étude dépassent les normes actuelles de qualité de l'atmosphère. En effet, parmi les récepteurs sensibles, la concentration maximale de 1203 µg/m³ est obtenue au niveau des premières résidences situées au sud de la Mine. Cette concentration maximale additionnée à la concentration initiale de 40 µg/m³ pour les particules totales donne une concentration totale modélisée dans l'air ambiant de 1243 µg/m³, soit environ 936 % au-dessus de la norme du RAA établie à 120 µg/m³ pour une période de 24 heures.

En considérant la déposition, cette concentration maximale diminue à 309 µg/m³, soit 349 µg/m³ en considérant la concentration initiale. Ceci correspond à environ 190 % au-dessus de la norme du RAA pour une période de 24 heures. Il s'agit d'une diminution de 72 % de la concentration maximale par rapport à lorsque la déposition n'est pas considérée. De façon générale, tous les récepteurs sensibles ou groupes de

récepteurs sensibles dépassent la norme 24 heures pour les particules totales en considérant ou non la déposition.

LIMITE D'APPLICATION DU RAA

La concentration modélisée de particules totales dans l'air ambiant à la limite d'application du RAA montre que la norme du RAA est dépassée d'environ 2698 % pour une concentration totale de $3357 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En considérant la déposition, la norme du RAA est dépassée d'environ 863 % pour une concentration totale de $1156 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il s'agit d'une diminution de 66 % de la concentration maximale par rapport à lorsque la déposition n'est pas considérée.

3.3.2 SCÉNARIO OPTIMISÉ

Dans le but de présenter un scénario alternatif d'opération permettant de s'assurer en tout temps du respect des normes du MDDELCC, une fluctuation des activités de manipulation de stériles et de minerai et un arrêt occasionnel du forage et du boutage ont été appliqués. Pour les mêmes considérations que celles mentionnées à la section 3.1.2, l'exercice a été uniquement appliqué ici pour la norme de particules totales.

Les résultats pour ce scénario alternatif sont présentés au tableau 11, pour le cas sans déposition, et au tableau 16, pour le cas avec déposition, pour le domaine d'application des normes et critères.

Dans le cas où la déposition n'est pas considérée, les résultats de la modélisation indiquent que pour éliminer tous les dépassements de particules totales, il faut réduire le tonnage manipulé sur l'ensemble du site 74 % du temps et également arrêter les opérations de boutage et de forage 6 % du temps et également restreindre plusieurs sautages, et ce, en plus de ceux déjà annulés lorsque le vent souffle en direction de la ville de Malartic. Le tonnage annuel effectif découlant de l'altération des conditions d'exploitation passe donc de 88 Mt à 40 Mt, soit 45 % du tonnage modélisé au scénario de base. La séquence d'opération optimisée selon la modélisation est présentée au tableau 5.

En considérant la déposition, les résultats de la modélisation indiquent que pour éliminer tous les dépassements de particules totales, il faut réduire le tonnage manipulé sur l'ensemble du site 61 % du temps et également arrêter les opérations de boutage et de forage 3 % du temps et également restreindre plusieurs sautages, et ce, en plus de ceux déjà annulés lorsque le vent souffle en direction de la ville de Malartic. Le tonnage annuel effectif découlant de l'altération des conditions d'exploitation passe donc de 88 Mt à 51 Mt, soit 58 % du tonnage modélisé au scénario de base. La séquence d'opération optimisée selon la modélisation est présentée au tableau 6. En considérant la déposition, il y a près de 1100 heures supplémentaires sans restriction ou fluctuation des activités par année.

Tableau 5 : Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 3 sans déposition

Tonnage extrait par rapport au scénario de base	Nb heures durant les cinq années modélisées	Nb heures par année en moyenne	% heures	% heures totales
100 % (sans restriction sur le tonnage)	11577	2314	26	26
90 %	919	184	2	74
80 %	1159	232	3	
70 %	1539	308	4	
60 %	2093	418	5	
50 %	2365	473	5	
40 %	2607	521	6	
30 %	2856	571	7	
20 %	3196	639	7	
10 %	4231	846	10	
0 %	11282	2255	26	
Arrêt complet forage et boutage	2547	509	6	

Tableau 6 : Séquence d'opération optimale selon la modélisation, scénario 3 avec déposition

Tonnage extrait par rapport au scénario de base	Nb heures durant les cinq années modélisées	Nb heures par année en moyenne	% heures	% heures totales
100 % (sans restriction sur le tonnage)	17127	3424	39	39
90 %	1342	268	3	61
80 %	1569	314	4	
70 %	1682	336	4	
60 %	1844	369	4	
50 %	2078	415	5	
40 %	2167	433	5	
30 %	2387	477	5	
20 %	3397	679	8	
10 %	4093	818	9	
0 %	6138	1227	14	
Arrêt complet forage et boutage	1251	250	3	

Tableau 7 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles – scénario de base, sans déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%)	Pourcentage de la norme (%)
				Maximum pour chacune des catégories				Maximum						
				Résidences nord	Résidences sud	Station A1	Station A2							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	566	367	550	620	620	40	660	93.9	120	517	550
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	1323	706	801	1342	1342	40	1382	97.1	120	1118	1152
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	1148	1203	866	1155	1203	40	1243	96.8	120	1002	1036

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 8 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles, près de la bute écran – scénario de base, sans déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%)	Pourcentage de la norme (%)
				Récepteurs				Maximum						
				RES1	RES2	RES3	Station A2							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	566	497	407	620	620	40	660	93.9	120	517	550
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	1323	1319	1060	1341	1341	40	1381	97.1	120	1118	1151
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	1141	1148	863	1155	1155	40	1195	96.7	120	962	995

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 9 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario de base, sans déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> à la limite et au-delà de la limite d'application du RAA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%)	Pourcentage de la norme (%)
				Maximum par année					Maximum						
				2006	2007	2008	2009	2010							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	651	570	556	705	780	780	40	820	95.1	120	650	683
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	1389	1582	1487	1727	1680	1727	40	1767	97.7	120	1439	1472
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	2529	2131	2241	2960	3317	3317	40	3357	98.8	120	2765	2798

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 10 : Occurrences de dépassements des composés particuliers – scénario de base, sans déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Occurrences de dépassement <u>modélisées</u> à la limite et au-delà de la limite d'application du RAA (jour)						Occurrences de dépassement <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles (jour)				
				Maximum par année					Maximum	Maximum pour chacune des catégories				Maximum
				2006	2007	2008	2009	2010		Résidences nord	Résidences sud	Station A1	Station A2	
PM _{tot}	24 heures	Dépassement	1	184	192	197	213	175	213	184	23	68	191	191
PM _{tot}	24 heures	Dépassement	2	229	229	238	242	212	242	236	63	125	219	236
PM _{tot}	24 heures	Dépassement	3	291	291	303	300	267	303	223	91	129	210	223

Tableau 11 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario optimisé, sans déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> à la limite et au-delà de la limite d'application du RAA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) b	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) c=a+b	Contribution du projet (%) d=(a/c)*100	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%) h=(a/e)*100	Pourcentage de la norme (%) p=(c/e)*100	
				Maximum par année											Maximum a
				2006	2007	2008	2009	2010							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1 - optimisé	72	73	75	71	69	75	40	115	65.3	120	63	96
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2 - optimisé	67	68	70	67	66	70	40	110	63.5	120	58	91
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3 - optimisé	66	69	68	75	68	75	40	115	65.2	120	62	96

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 12 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles – scénario de base, avec déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) b	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) c=a+b	Contribution du projet (%) d=(a/c)*100	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%) h=(a/e)*100	Pourcentage de la norme (%) p=(c/e)*100	
				Maximum pour chacune des catégories										Maximum a
				Résidences nord	Résidences sud	Station A1	Station A2							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	234	81	152	290	290	40	330	87.9	120	241	275
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	439	132	192	433	439	40	479	91.7	120	366	399
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	309	173	203	289	309	40	349	88.5	120	257	290

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 13 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles, près de la bute écran – scénario de base, avec déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) b	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) c=a+b	Contribution du projet (%) d=(a/c)*100	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%) h=(a/e)*100	Pourcentage de la norme (%) p=(c/e)*100	
				Récepteurs										Maximum a
				RES1	RES2	RES3	Station A2							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	234	219	183	290	290	40	330	87.9	120	241	275
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	408	439	335	433	439	40	479	91.7	120	366	399
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	306	309	242	289	309	40	349	88.5	120	257	290

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 14 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario de base, avec déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> à la limite et au-delà de la limite d'application du RAA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%)	Pourcentage de la norme (%)	
				Maximum par année											Maximum
				2006	2007	2008	2009	2010							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	295	254	287	342	383	383	40	423	90.6	120	320	353
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	592	540	533	536	560	592	40	632	93.7	120	494	527
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	857	831	862	1005	1116	1116	40	1156	96.5	120	930	963

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 15 : Occurrences de dépassements des composés particuliers – scénario de base, avec déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Occurrences de dépassement <u>modélisées</u> à la limite et au-delà de la limite d'application du RAA (jour)					Occurrences de dépassement <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles (jour)					
				Maximum par année					Maximum	Maximum pour chacune des catégories				Maximum
				2006	2007	2008	2009	2010		Résidences nord	Résidences sud	Station A1	Station A2	
PM _{tot}	24 heures	Dépassement	1	120	125	133	152	112	152	65	1	2	103	103
PM _{tot}	24 heures	Dépassement	2	127	138	147	161	130	161	141	3	15	121	141
PM _{tot}	24 heures	Dépassement	3	241	246	247	255	224	255	104	9	18	91	104

Tableau 16 : Concentrations des composés particuliers susceptibles d'être rencontrés dans l'atmosphère à la limite du RAA – scénario optimisé, avec déposition

Substance	Période	Statistique	Scénario	Concentrations <u>modélisées</u> à la limite et au-delà de la limite d'application du RAA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale <u>modélisée</u> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Norme [1] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la norme (projet seul.) (%)	Pourcentage de la norme (%)	
				Maximum par année											Maximum
				2006	2007	2008	2009	2010							
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1 - optimisé	70	70	74	71	73	74	40	114	64.8	120	61	95
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2 - optimisé	64	70	70	69	66	70	40	110	63.6	120	58	92
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3 - optimisé	67	69	70	67	67	70	40	110	63.7	120	59	92

[1] Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 3, 2014).

Tableau 17 : Réduction due à la déposition des concentrations des composés particuliers modélisées aux récepteurs sensibles, près de la butte-écran – scénario de base

Substance	Période	Statistique	Scénario	Réduction des concentrations <u>modélisées</u> aux récepteurs sensibles (%)				Maximum
				Récepteurs				
				RES1	RES2	RES3	Station A2	
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	1	59%	56%	55%	53%	59%
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	2	69%	67%	68%	68%	69%
PM _{tot}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3	73%	73%	72%	75%	75%

4 CONCLUSION

L'ajout de la déposition dans les modélisations des Scénarios 1, 2 et 3, correspondant aux mêmes scénarios que ceux déposés dans la révision 1 du rapport de modélisation du projet d'extension, de même que dans les scénarios optimisés 1, 2 et 3, a été documenté dans la présente note technique. Les résultats pour les concentrations de particules totales sur une période 24 heures modélisées avec et sans déposition sont comparés pour chacun des scénarios.

Tel qu'appréhendé, l'effet de la déposition sur les résultats de la modélisation se traduit par une baisse significative des concentrations maximales de particules totales modélisées. À la limite d'application du RAA, cette diminution passe d'environ 48 % pour le scénario 1 jusqu'à environ 66 % pour le scénario 3. Pour les résidences près de la butte-écran cette diminution peut atteindre jusqu'à 75 %. De plus, pour les scénarios optimisés, en considérant la déposition, il y a près de 1000 heures supplémentaires sans restriction ou fluctuation des activités par année.

Par contre, il faut mettre en perspective les résultats obtenus dans la présente étude. En effet, il est important de rappeler que CMGP mesure en continu les particules à chacune de ses deux stations de qualité de l'air de Malartic. Or, selon les mesures, la fréquence de dépassements des normes de particules est bien inférieure et ne corrèle pas avec les modélisations. L'important écart entre les résultats modélisés et les résultats mesurés aux deux stations persiste, et ce, même en ayant considéré la déposition.

Finalement, il est important de mentionner que l'effet de la déposition fluctue en fonction des types de sources et de la distance par rapport à la limite d'application. Dans ce contexte, si la Mine décide de caler le modèle de dispersion pour augmenter le niveau de confiance du modèle par rapport à la réalité observée sur le terrain, la déposition doit absolument être prise en considération.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*. 2005.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDELCC). *Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques Projets miniers*. 2014. 94p. [En ligne]. <http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm> (page consultée le 26/08/2015)
- NEWFOUNDLAND AND LABRADOR, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION (NLDEC). *Guideline for Plume Dispersion Modelling*. 2nd Revision, Saint John's, NL. September 18, 2012.
- WSP. SEPTEMBRE 2015. Modélisation de la dispersion atmosphérique – Révision 1, Extension Canadian Malartic. Rapport produit pour Canadian Malartic GP. 64 pages et annexes.

Annexe A

CARTES

LISTE DES CARTES

Carte 1 :	Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures – Scénario 1 sans déposition.....	3
Carte 2 :	Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures – Scénario 1 avec déposition.....	5
Carte 3 :	Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures – Scénario 2 sans déposition.....	7
Carte 4 :	Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures – Scénario 2 avec déposition.....	9
Carte 5 :	Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures – Scénario 3 sans déposition.....	11
Carte 6 :	Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures – Scénario 3 avec déposition.....	13



Courbe isoconcentration
 — Supérieure à la valeur limite
 — Inférieure à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 - - - Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)
 * Récepteur sensible
 ● Station de suivi de la qualité de l'air
 —+— Voie ferrée

Norme de qualité de l'atmosphère
 Valeur limite : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³

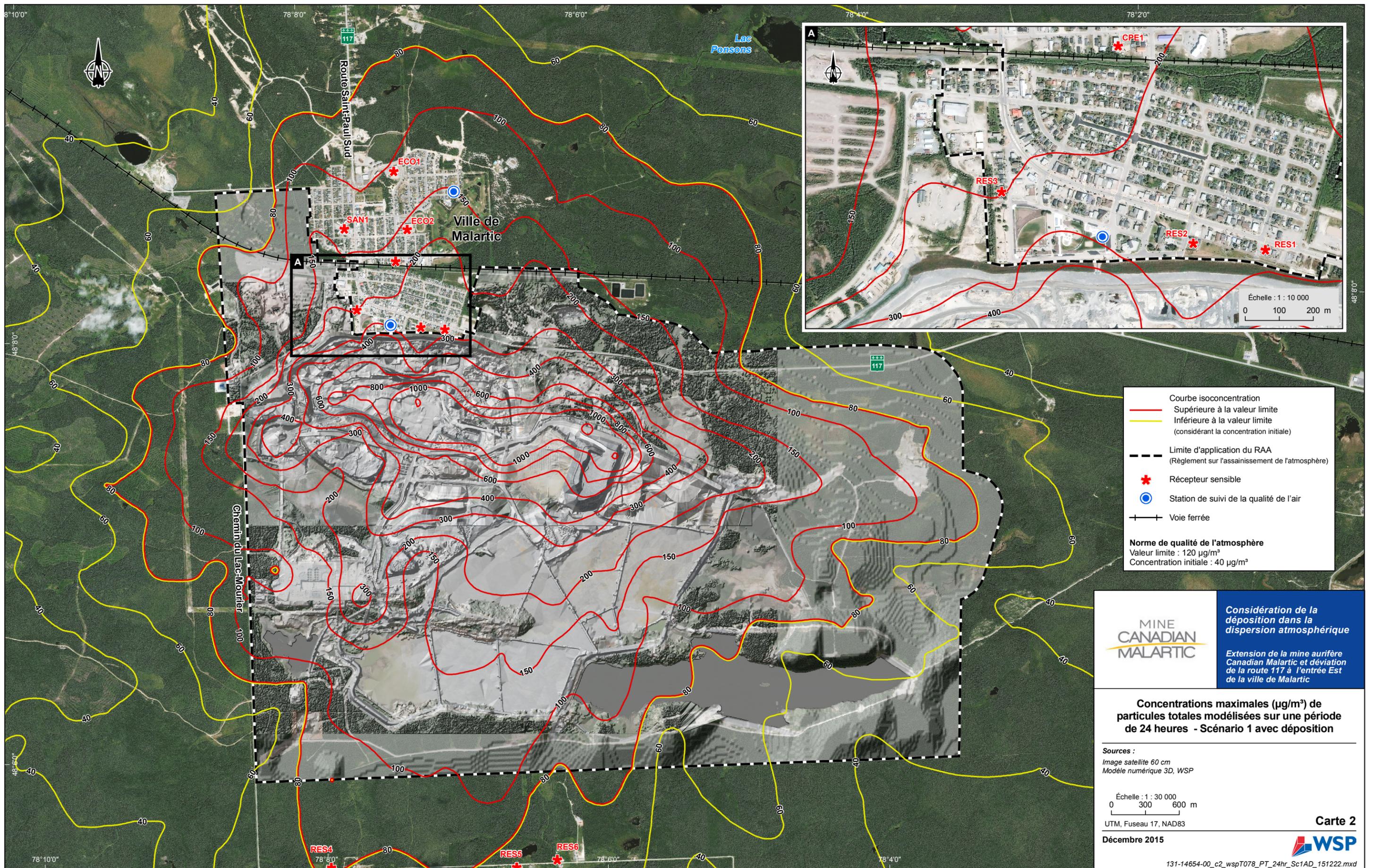

Considération de la déposition dans la dispersion atmosphérique
 Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

Concentrations maximales (µg/m³) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 1 sans déposition

Sources :
 Image satellite 60 cm
 Modèle numérique 3D, WSP

Échelle : 1 : 30 000
 0 300 600 m

UTM, Fuseau 17, NAD83



Courbe isoconcentration
 — Supérieure à la valeur limite
 — Inférieure à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 - - - Limite d'application du RAA
 (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)
 * Récepteur sensible
 ● Station de suivi de la qualité de l'air
 —+— Voie ferrée
Norme de qualité de l'atmosphère
 Valeur limite : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³

MINE CANADIAN MALARTIC
 Considération de la
 déposition dans la
 dispersion atmosphérique
 Extension de la mine aurifère
 Canadian Malartic et déviation
 de la route 117 à l'entrée Est
 de la ville de Malartic

**Concentrations maximales (µg/m³) de
 particules totales modélisées sur une période
 de 24 heures - Scénario 1 avec déposition**

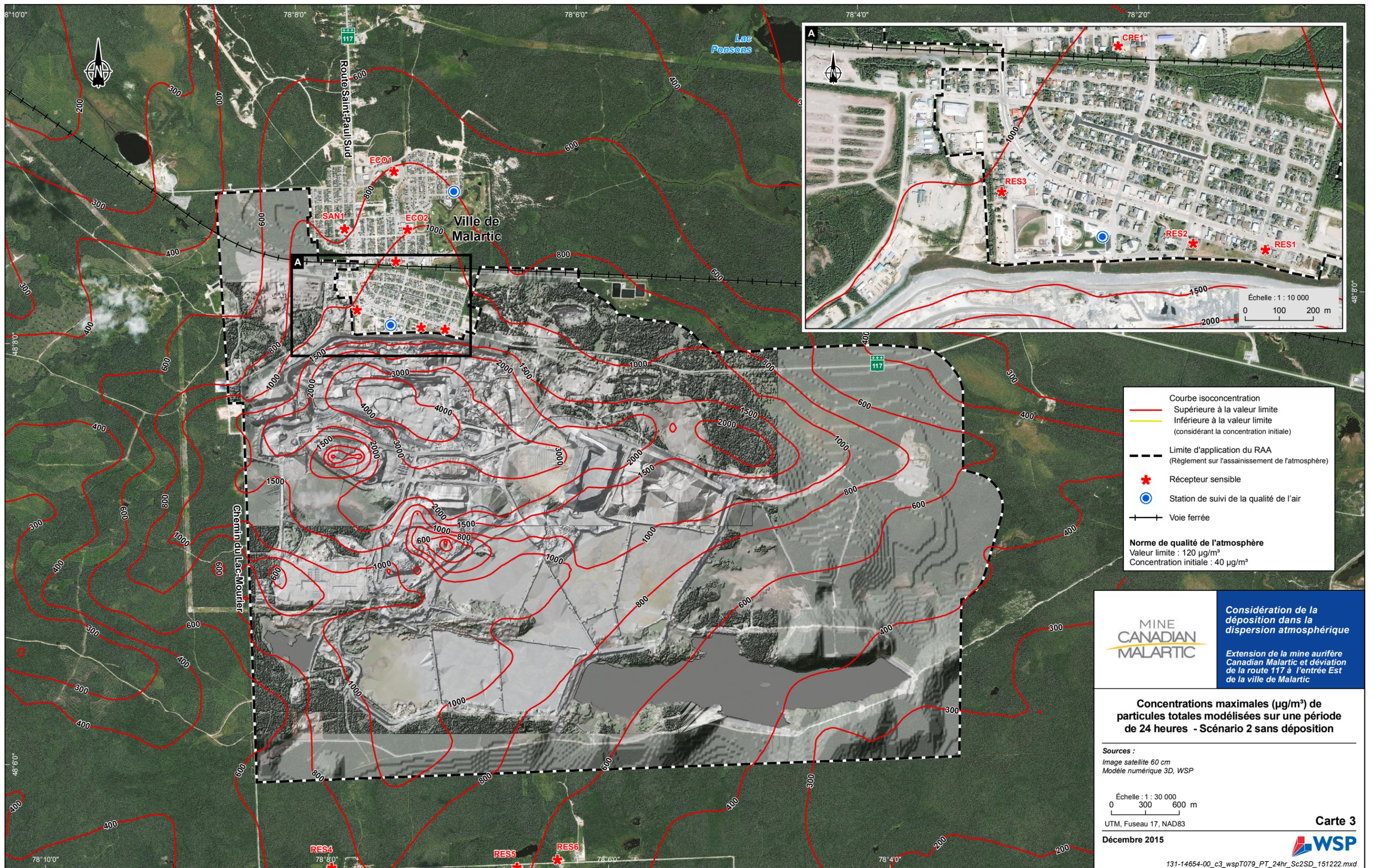
Sources :
 Image satellite 60 cm
 Modèle numérique 3D, WSP

Échelle : 1 : 30 000
 0 300 600 m
 UTM, Fuseau 17, NAD83

Décembre 2015

Carte 2
WSP

131-14654-00_c2_wspT078_PT_24hr_Sc1AD_151222.mxd



- Courbe isoconcentration
 - Supérieure à la valeur limite
 - Inférieure à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 - - - Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)
 - * Récepteur sensible
 - Station de suivi de la qualité de l'air
 - +— Voie ferrée
- Norme de qualité de l'atmosphère**
 Valeur limite : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³

MINE CANADIAN MALARTIC

Considération de la déposition dans la dispersion atmosphérique

Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

Concentrations maximales (µg/m³) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 2 sans déposition

Sources :
 Image satellite 60 cm
 Modèle numérique 3D, WSP

Échelle : 1 : 30 000
 0 300 600 m

UTM, Fuseau 17, NAD83

Décembre 2015

Carte 3

WSP

131-14654-00_c3_wspT079_PT_24hr_Sc2SD_151222.mxd



Courbe isoconcentration
 — Supérieure à la valeur limite
 — Inférieure à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)

- - - Limite d'application du RAA
 (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

* Récepteur sensible
 ● Station de suivi de la qualité de l'air
 —+— Voie ferrée

Norme de qualité de l'atmosphère
 Valeur limite : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³

**Considération de la
 déposition dans la
 dispersion atmosphérique**

*Extension de la mine aurifère
 Canadian Malartic et déviation
 de la route 117 à l'entrée Est
 de la ville de Malartic*

**Concentrations maximales (µg/m³) de
 particules totales modélisées sur une période
 de 24 heures - Scénario 2 avec déposition**

Sources :
 Image satellite 60 cm
 Modèle numérique 3D, WSP

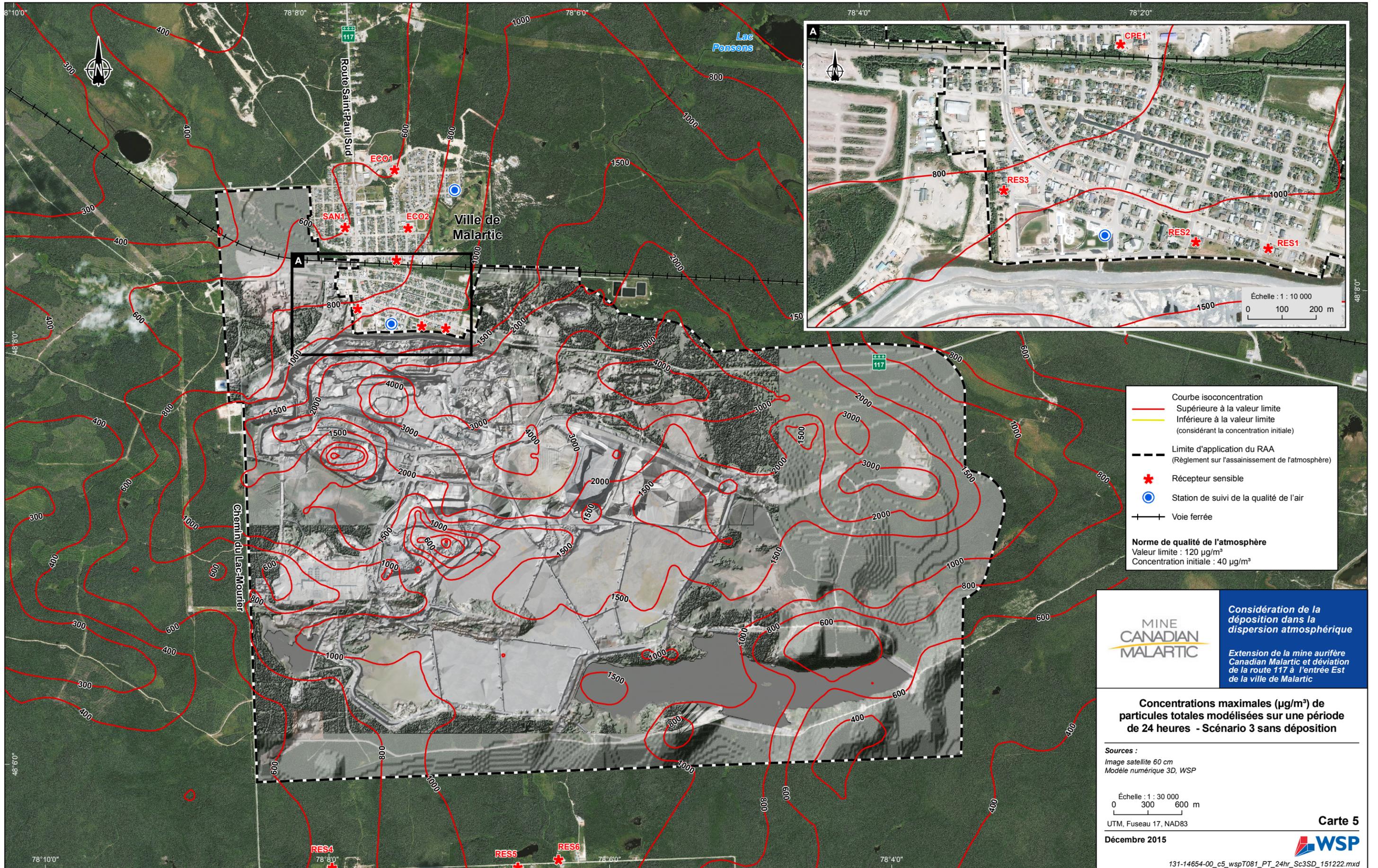
Échelle : 1 : 30 000
 0 300 600 m

UTM, Fuseau 17, NAD83

Décembre 2015

Carte 4

131-14654-00_c4_wspT080_PT_24hr_Sc2AD_151222.mxd



Courbe isoconcentration
 — Supérieure à la valeur limite
 — Inférieure à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 - - - Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)
 * Récepteur sensible
 ● Station de suivi de la qualité de l'air
 —+— Voie ferrée

Norme de qualité de l'atmosphère
 Valeur limite : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³

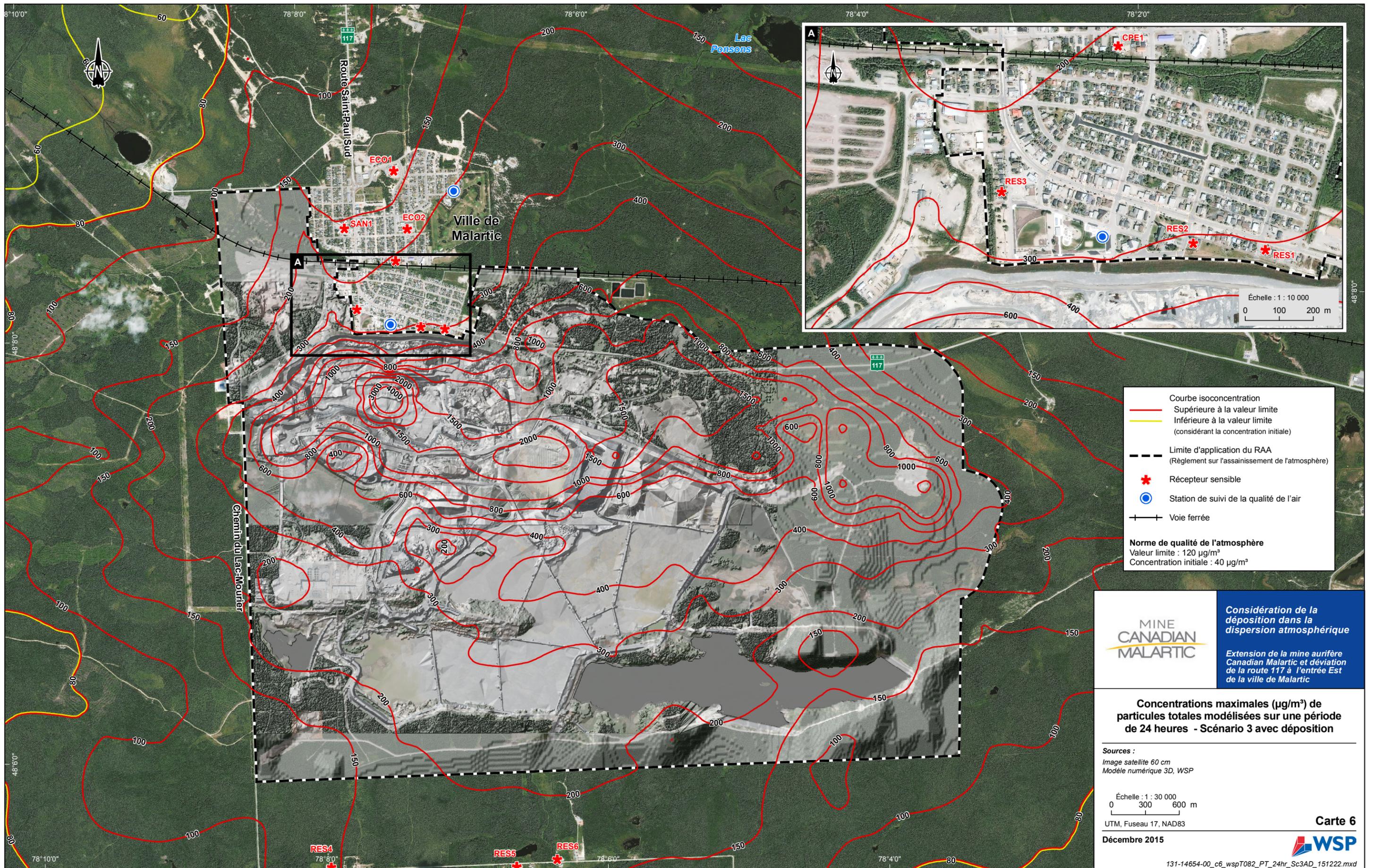
Considération de la déposition dans la dispersion atmosphérique
 Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

Concentrations maximales (µg/m³) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 3 sans déposition

Sources :
 Image satellite 60 cm
 Modèle numérique 3D, WSP

Échelle : 1 : 30 000
 0 300 600 m

UTM, Fuseau 17, NAD83



Courbe isoconcentration
 — Supérieure à la valeur limite
 — Inférieure à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)

- - - Limite d'application du RAA
 (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

* Récepteur sensible
 ● Station de suivi de la qualité de l'air
 —+— Voie ferrée

Norme de qualité de l'atmosphère
 Valeur limite : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³

**Considération de la
déposition dans la
dispersion atmosphérique**

*Extension de la mine aurifère
Canadian Malartic et déviation
de la route 117 à l'entrée Est
de la ville de Malartic*

**Concentrations maximales (µg/m³) de
particules totales modélisées sur une période
de 24 heures - Scénario 3 avec déposition**

Sources :
 Image satellite 60 cm
 Modèle numérique 3D, WSP

Échelle : 1 : 30 000
 0 300 600 m

UTM, Fuseau 17, NAD83

ANNEXE S2QC-44

Plan intégré de gestion des émissions atmosphériques



Plan intégré de gestion des émissions atmosphériques

Décembre 2015

CONTENU

2	Contexte et objectifs.....	5
3	Sources d'émissions atmosphériques	5
4	Mesures d'atténuation courantes	6
4.1	Phase de construction.....	6
4.1.1	Déboisement	6
4.1.2	Décapage (enlèvement de la terre arable et du mort-terrain).....	7
4.1.3	Prolongement du butte-écran actuelle.....	7
4.1.4	Opérations de forage	7
4.1.5	Sautage	7
4.1.6	Chargement et déchargement des matériaux	8
4.1.7	Le transport des matériaux (routage).....	8
4.2	Phase d'exploitation.....	9
4.2.1	Boutage sur les haldes et les digues du parc à résidus.....	9
4.2.2	Érosion éolienne des haldes et des digues du parc à résidus.....	9
4.2.3	Concasseur giratoire.....	9
4.2.4	Concasseur mobile (granulats)	9
4.2.5	Entreposage et manutention de minerai ou de matière première	10
4.2.6	Fours de réactivation du charbon et fours à induction	10
5	Station météorologique	10
6	Programme de suivi de la qualité de l'atmosphère	11
6.1	Mise en place du programme de suivi.....	11
6.2	Procédure d'opération actuelle.....	12
6.2.1	Opérations de maintenance et d'étalonnage.....	12
6.2.2	Gestion des données et contrôle de la qualité	12
6.2.3	Programme d'alerte	12
6.2.4	Carte dynamique	14
7	Suivi des émissions à la source	14
8	Entretien et formation	14
9	Mesures d'atténuation particulières	15
10	Mise à jour et amélioration du plan de gestion	15

2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Canadian Malartic GP (CMGP) exploite la mine Canadian Malartic (Mine) qui est située au cœur de la prolifique ceinture aurifère abitibienne du Québec, juste au sud de la ville de Malartic, approximativement 20 kilomètres à l'ouest de Val-d'Or.

CMGP projette d'effectuer des travaux d'extension de la Mine afin d'exploiter le gisement Barnat ainsi que la nouvelle fosse satellite Jeffrey. L'agrandissement inclut notamment, en plus de l'exploitation des fosses à ciel ouvert, l'extension de la halde à stériles et du parc à résidus ainsi que le prolongement de l'actuel « *mur vert* » (butte-écran) situé au sud du territoire urbain de Malartic. La modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social du projet a montré des enjeux significatifs au niveau des émissions atmosphériques, notamment au niveau des poussières.

CMGP en tant que gestionnaire du site minier s'engage à réviser ses procédures actuelles et à mettre en place un nouveau « **Plan intégré de gestion des émissions atmosphériques** » comprenant un contrôle des émissions, un programme détaillé de suivi de la qualité de l'atmosphère et un programme de suivi des émissions à la source.

Ce plan intégré de gestion des émissions atmosphériques est présenté dans les sections suivantes.

3 SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

La première étape du projet d'extension sera la phase de construction comprenant la construction des infrastructures, la préparation du terrain et l'extraction des stériles. Durant cette phase, les principales sources d'émissions découleront des activités suivantes :

- Déboisement;
- Décapage (enlèvement de la terre arable et des morts-terrains);
- Prolongement de la butte-écran actuelle;
- Opération de forage;
- Sautage;
- Chargement et déchargement des matériaux;
- Transport des différents matériaux (routage).

En phase d'exploitation, certaines opérations et infrastructures sont susceptibles d'émettre des matières particulaires dans l'atmosphère sous des conditions normales d'exploitation.

Plus spécifiquement ce sont les opérations suivantes :

- Opération de forage;
- Sautage au niveau de la fosse;
- Chargement et déchargement des matériaux;
- Transport des différents matériaux (routage);
- Boutage sur les haldes et les digues du parc à résidus;
- Érosion éolienne des haldes et des digues du parc à résidus.
- Concasseurs giratoire et mobile;
- Entreposage et manutention de minerai ou de matière première;
- Fours de réactivation du charbon et fours à induction

L'entraînement de la poussière lors du passage des véhicules lourds sur le réseau de routes non pavées de la Mine représente une des plus importantes sources de particules. En effet, le routage de minerais, de stériles ainsi que du mort-terrain est le principal contributeur parmi toutes les sources fugitives d'un complexe minier. Ainsi, beaucoup d'efforts sont consentis pour gérer efficacement cette source d'émission.

4 MESURES D'ATTÉNUATION COURANTES

La stratégie de gestion de CMGP est d'appliquer continuellement des mesures d'atténuation courantes à l'ensemble de ses activités minières génératrices d'émissions atmosphériques, et ce, afin de répondre aux exigences suivantes :

- Limiter les effets individuels et cumulatifs d'émissions atmosphériques sur la qualité de l'atmosphère dans la région et, particulièrement, aux résidences les plus rapprochées;
- Contrôler et contenir les émissions sur le site;
- Minimiser les effets négatifs sur les aménagements et les écosystèmes du secteur;
- Respecter les normes de qualité de l'air.

4.1 Phase de construction

4.1.1 Déboisement

Les volumes de bois marchands seront valorisés dans la région par les canaux habituels pour leur transformation.

Les résidus ligneux provenant du déboisement seront laissés sur place ou dirigés vers un lieu de disposition autorisé. Ainsi, CMGP évitera de disposer de cette matière ligneuse en les brûlant.

4.1.2 Décapage (enlèvement de la terre arable et du mort-terrain)

Le décapage sera limité au minimum afin d'éviter l'érosion éolienne sur les surfaces décapées. En effet, les opérations de décapage seront planifiées en fonction des besoins du plan d'exploitation. Une fois l'opération complétée, l'accès à cette zone sera restreint.

L'empilement de la couche arable et du mort-terrain qui ne seront pas utilisés pour un certain temps seront revégétés avec des graminées. Ceci réduira les émissions de poussières générées par l'érosion éolienne et contrôlera la contamination des eaux de ruissellement, tout en améliorant l'aspect visuel.

4.1.3 Prolongement du butte-écran actuelle

Une portion de la couche arable et du mort-terrain sera utilisée pour le prolongement de la butte-écran actuelle. Cette dernière sera végétalisée le plus rapidement possible afin de réduire les émissions de poussières. Une plantation d'arbres contenant le même mélange d'essences qu'on retrouve sur l'actuelle butte-écran sera effectuée sur le versant exposé aux observateurs.

De plus, une station de mesure portable des particules totales sera utilisée pendant les travaux de prolongement de la butte-écran actuelle. Cette station pourra être déplacée en fonction de l'avancement des travaux de construction. L'équipement de mesure utilisera le même système d'alerte courriel que celui qui est actuellement en fonction.

4.1.4 Opérations de forage

Les foreuses, utilisant des forets de plus de 14 cm de diamètre doivent être équipées de dispositifs de forage à l'eau.

Le système de dispositif de forage à l'eau sera contrôlé quotidiennement (inspection visuelle).

4.1.5 Sautage

Le sautage est restreint sous certaines conditions fixées par le certificat d'autorisation. Une rose des vents dynamique a été développée par CMGP. Cette rose des vents dynamique détermine les angles d'interdiction de sautage (vent du sud) en fonction de la position exacte du sautage par rapport aux habitations.

Cette approche est aussi utilisée lorsque les risques d'émissions de NO_x sont accrus à cause du design de forage et de sautage.

Lors du sautage, des pare-éclats seront installés pour éviter les risques de projections de pierres et de poussières proches des zones habitées ou des routes en fonction des paramètres de conception établis.

4.1.6 Chargement et déchargement des matériaux

Compte tenu de leur faible taux d'humidité, lorsque nécessaire, le matériel de surface et la roche extraite (minerai et stériles) seront arrosés avant le chargement. Ceci afin de réduire les émissions de poussières lors du chargement et du déchargement.

Par ailleurs, lors du chargement, la hauteur à laquelle le matériel est relâché ainsi que la distance sur laquelle il sera en chute libre seront gardées au minimum. De plus, puisque la poussière s'accumule généralement à proximité de la machinerie, le nettoyage et l'arrosage régulier des zones de travail seront effectués afin d'empêcher la resuspension de ces poussières.

Autant que possible le déchargement du mort-terrain et des stériles par les camions sur les haldes sera limité à une hauteur de 20 mètres afin de minimiser les émissions de poussières.

4.1.7 Le transport des matériaux (routage)

Le transport des matériaux sur des routes non pavées représente une des plus grandes sources d'émission de poussières du site minier. Les poussières sont soulevées de terre par les roues et entraînées par la turbulence créée lors du déplacement des camions.

L'utilisation de matériaux non friables et présentant une bonne résistance à l'abrasion routière sera utilisée pour la construction et l'entretien des routes. Aucune pierre argileuse ou friable ne sera employée dans la confection des routes.

Lorsque nécessaire, les routes de transport et les sections non pavées des voies d'accès seront maintenues humides afin de réduire la poussière générée par les véhicules. Plusieurs camions-citernes seront utilisés à cet effet.

Un entretien régulier des routes afin de maintenir une bonne surface de roulement.

La fréquence et l'intensité d'arrosage des routes seront ajustées en fonction des conditions météorologiques. Un soleil fort contribue à l'évaporation plus rapide de l'eau étendue et nécessite un arrosage plus fréquent. Les concentrations mesurées aux stations d'air ambiant permettent aussi d'orienter l'intensité d'arrosage requise.

La vitesse des véhicules a un impact majeur sur la quantité de poussière générée au niveau de la route. Une limitation de vitesse sera imposée pour les camions.

Le système de réparation et de gestion de la flotte pour les équipements de production permet en tout temps de connaître la position des équipements et sa vitesse. Au besoin, le répartiteur peut interpeller, par radio, l'opérateur en défaut et corriger la situation.

4.2 Phase d'exploitation

Les mesures de gestion des poussières décrites pour les **opérations de forage**, de **sautage**, de **chargement et déchargement des matériaux** et du **roulage** dans la section phase de construction (section 4.1) seront maintenues en phase exploitation.

4.2.1 Boutage sur les haldes et les digues du parc à résidus

Les opérations de boutage c'est-à-dire l'épandage, le nivellement des stériles ou des matières déchargées, le profilage de routes, le décapage du mort-terrain seront gérées en tenant compte des conditions météorologiques en vigueur afin d'éviter la manipulation du matériel dans les zones exposées à des vents forts défavorables.

4.2.2 Érosion éolienne des haldes et des digues du parc à résidus

Le parc à résidus, les piles de dépôts meubles et la halde de roches stériles seront revégétées une fois complétés. Par contre, tout au long de l'exploitation de la Mine, la restauration progressive sera favorisée lorsque possible afin de maximiser la réduction des émissions de poussières générées par l'érosion éolienne. Cette mesure aura également comme effet de réduire les apports en matières en suspension dans les eaux de ruissellement et ainsi limiter la nécessité de traitement en aval des empilements.

4.2.3 Concasseur giratoire

Le déchargement au concasseur giratoire est protégé du vent par un muret et une porte de lanières en caoutchouc. Ce concasseur est muni d'un dépoussiéreur humide afin de minimiser les émissions de poussières.

L'entretien des équipements est effectué régulièrement afin de réduire la vibration des équipements qui peuvent augmenter les émissions.

Le système de dépoussiéreurs du concasseur giratoire est contrôlé (inspection visuelle) et nettoyé régulièrement. La poussière recueillie par ces appareils est éliminée de manière à prévenir sa dispersion.

4.2.4 Concasseur mobile (granulats)

Un système de contrôle de la poussière est installé au concasseur mobile afin de réduire les émissions de poussières en maintenant un bon taux d'humidité.

Les convoyeurs ainsi que les différentes chutes sont couverts afin de prévenir l'érosion éolienne.

L'entretien des équipements est effectué régulièrement afin de réduire la vibration des équipements qui peuvent augmenter les émissions.

4.2.5 Entreposage et manutention de minerai ou de matière première

Le minerai après concassage est transféré à l'aide de convoyeurs couverts dans un dôme d'entreposage afin de prévenir l'érosion éolienne. Des convoyeurs également couverts situés sous le dôme acheminent ensuite le minerai vers l'usine de traitement du minerai.

Trois filtres à cartouche (dépoussiéreur) sont présentement en place sous le dôme pour récupérer les poussières. Ceux-ci sont contrôlés (inspection visuelle) et nettoyés régulièrement. La poussière recueillie par ces appareils est éliminée de manière à prévenir sa dispersion.

Les réservoirs de sulfate de cuivre et le silo d'entreposage de la chaux sont également munis d'un dépoussiéreur, soit respectivement un épurateur à voie humide et un dépoussiéreur à cartouche. Ils font l'objet de la même procédure de gestion des poussières.

4.2.6 Fours de réactivation du charbon et fours à induction

À l'usine de traitement du minerai, deux fours de réactivation du charbon ainsi que deux fours à induction sont en exploitation.

Un des fours à induction est muni qu'un épurateur à voie humide tandis que le second est muni d'un filtre à cartouche.

Tous ces systèmes sont contrôlés (inspection visuelle) et nettoyés régulièrement. La poussière recueillie est éliminée ou récupérée de manière à prévenir sa dispersion.

5 STATION MÉTÉOROLOGIQUE

Une station météorologique est installée depuis 2011 à environ 650 m au nord de la fosse (voir carte 1). L'emplacement est suffisamment représentatif pour juger convenablement des conditions locales pour appuyer l'interprétation des mesures de qualité de l'air obtenues aux stations de mesure de la qualité de l'air.

Les équipements utilisés, leurs modalités d'installation, la compilation des données météorologiques incluant la fréquence de mesure, le calcul des valeurs horaires ainsi que les étiquettes de données sont conformes aux normes édictées dans le document Normes de gestion et d'exploitation des réseaux du Réseau météorologique coopératif du Québec.

Avant l'installation, la localisation de la station météo et les équipements prévus ont été validés par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Les données météorologiques sont enregistrées sur une base horaire.

6 PROGRAMME DE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

6.1 Mise en place du programme de suivi

Le programme de surveillance de la qualité de l'atmosphère est défini dans le Programme de suivi environnemental (PSE) de la Mine.

L'objectif du programme de suivi est de mesurer l'impact des activités minières sur la qualité de l'atmosphère locale et régionale, et ensuite de déterminer la conformité et l'acceptabilité des activités minières par rapport aux normes et critères applicables tel que présentés dans le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA)*.

Le programme élaboré présente les points de mesure, la méthodologie et les activités de contrôle qualité établis pour le suivi. Dès 2012, deux stations du suivi de la qualité de l'atmosphère ont été déployées conformément au programme. La position des deux stations apparaît sur la carte 1. La première station (A1) au nord est positionnée à plus de 1 300 m de la fosse dans un secteur résidentiel. La seconde (A2) plus au sud est située à moins de 150 m des opérations de la mine, près de la butte-écran. Les deux stations ont été installées dans le but de mesurer les paramètres suivants :

Mesures en continu (station A1 et A2) :

- Particules totales
- Particules fines PM_{2,5}
- Oxydes d'azote

Mesures sur filtre (station A2 uniquement) :

- Particules totales
- Composition en métaux
- Silice cristalline

Dans le cadre du projet de l'Extension Canadian Malartic, la Mine ajoutera une nouvelle station (A3) positionnée dans le secteur sud-est de la ville de Malartic.

La stratégie de gestion des particules dans l'atmosphère repose sur des instruments électroniques de mesure en continu des particules totales et fines. Ce type d'appareil en continu permet d'avoir une mesure relativement précise et rapide toutes les heures. Cette stratégie permet aussi, le cas échéant, de mettre en place des actions correctives rapidement en cas de dépassement.

L'échantillonneur d'air à grand débit installé à la station A2 permet de vérifier la conformité à la norme concernant les particules totales en fonction d'une méthode de référence reconnue par le MDDELCC.

6.2 Procédure d'opération actuelle

CMGP a mis en place diverses procédures d'opérations pour assurer le bon fonctionnement de chaque instrument. De plus, un manuel détaille l'ensemble des procédures d'entretien et de maintenance des équipements et des instruments des stations de la qualité de l'air ambiant. Finalement, une série de fiches de vérification ont également été produites pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements et des instruments aux deux stations.

6.2.1 Opérations de maintenance et d'étalonnage

Les activités de maintenance et d'étalonnage décrites aux procédures et aux manuels sont réalisées en fonction des périodes prescrites par les méthodes et/ou les fabricants des appareils. Les activités effectuées sont disponibles dans un registre de maintenance.

6.2.2 Gestion des données et contrôle de la qualité

CMGP a installé un système de collecte des données numériques relié aux appareils de mesure des particules totales et fines, de même que les appareils de mesure de NO_x. Les données colligées sont traitées et affichées sur une interface web. L'interface calcule les moyennes nécessaires à la détermination de la conformité avec les normes ou critères applicables. L'interface est aussi en mesure de recueillir les informations relatives à la qualité des données et l'état des instruments : valeurs au-delà de la limite de quantification, appareil en panne ou sujet à une situation technique atypique, etc.

Les données des appareils non électroniques requérant des manipulations et des analyses en laboratoires (échantillonneurs manuels) sont transférées manuellement sur l'interface par le personnel de CMGP.

Depuis 2012, CMGP dépose un rapport au MDDELCC dans le cadre de son programme de suivi de la qualité de l'atmosphère à Malartic.

6.2.3 Programme d'alerte

CMGP mesure en continu les particules totales (PMT) et fines (PM_{2,5}) et ce, à chacune de ses deux stations de qualité de l'atmosphère. Notre procédure en situation probable de dépassement de norme intègre un programme d'alerte interne qui envoie automatiquement un courriel au personnel en faction (répartiteurs, contremaitres, personnels en environnement, direction, etc.) lorsqu'une valeur horaire des particules PMT ou PM_{2,5} mesurées atteint 80 % de la norme journalière. Cette première alerte est appelée « Alerte jaune ». Une deuxième série de courriels est envoyée lorsque la valeur horaire mesurée de PMT ou de PM_{2,5} atteint 100 % de la norme journalière. Cette alerte est appelée « Alerte rouge ».

- Lorsque l'alerte « Jaune » est déclenchée, le principal intervenant ciblé (par courriel) est le répartiteur des opérations minières. Même si plusieurs intervenants peuvent agir, cette personne est en contact avec tous les opérateurs (camions, pelles, camions-citernes, chargeuses, foreuses, parc à résidus, etc.). Il a également accès aux caméras du site minier. Il doit vérifier si les opérations en cours causent des poussières visibles et doit mettre en place des correctifs qu'il adresse directement aux opérateurs sur le terrain. Le répartiteur ou le contremaître des opérations minières demandent aux opérateurs une réduction de la vitesse des camions et une augmentation de la fréquence d'arrosage. Les interventions importantes d'une journée sont colligées dans un fichier informatique en format tableur.
- Lorsque l'alerte « Rouge » est signalée, même si plusieurs intervenants peuvent agir, le principal intervenant ciblé (par courriel) est toujours le répartiteur des opérations minières, mais dans le cas de l'alerte « rouge » la direction environnement joue un rôle plus soutenu au niveau des constats sur le site et dans les environs de la ville de Malartic. La personne de service dans le domaine de l'environnement doit alors suivre la procédure décrite à l'annexe 1.

Le programme d'alerte aux dépassements des normes de CMGP débouche sur des mesures correctives concrètes qui sont appliquées rapidement. Par exemple :

- Arrosage continu du réseau de chemins;
- Arrosage des matelas avant leur déplacement;
- Réduction de la vitesse des camions;
- Arrosage du matériel chargé;
- Arrosage des zones de sautage;
- Arrosage des zones problématiques;
- Système d'arrosage au concasseur mobile;
- Réduction immédiate de certains équipements, ex. : foreuse, chargeuses ou camions;
- Si la situation se détériore encore, il peut y avoir un arrêt des opérations dans les secteurs problématiques.

Les mesures sont choisies en fonction de la source, de l'importance du dépassement anticipé, des conditions météorologiques présentes et à venir, des concentrations de particules dans l'air ambiant, etc. Plusieurs mesures d'atténuation des poussières peuvent être combinées et appliquées en même temps.

6.2.4 Carte dynamique

La carte dynamique identifie, en tenant compte de la force et de la direction des vents, les zones pour lesquelles la poussière générée est susceptible de se propager vers la ville de Malartic.

Cette carte montre la position des équipements sur le site et un code de couleur y est superposé. La couleur rouge permet aux personnels des opérations d'identifier les zones pour lesquelles il est prioritaire d'intervenir pour contrôler la génération de poussière tandis que la couleur jaune indique les zones à surveiller.

7 SUIVI DES ÉMISSIONS À LA SOURCE

En complément au programme de suivi de la qualité de l'atmosphère, les équipements représentant des sources d'émissions fixes seront échantillonnés. Les équipements faisant l'objet d'un suivi des émissions à la source seront intégrés dans la future attestation d'assainissement de l'atmosphère.

Ce programme de suivi des émissions à la source respectera les exigences du MDDELCC précisées dans son *Guide de caractérisation et de suivi de l'air ambiant* (Couture 2005). L'échantillonnage sera effectué selon les modalités et les méthodes de référence prescrites dans le *Guide d'échantillonnage aux fins d'analyses environnementales – Cahier 4 – Échantillonnage des émissions atmosphériques en provenance de sources fixes*.

Un rapport d'échantillonnage sera systématiquement produit et transmis au MDDELCC. Si l'analyse révèle un dépassement d'une valeur limite ou d'une norme d'émission, l'événement sera mentionné ainsi que les mesures correctrices appliquées.

8 ENTRETIEN ET FORMATION

Une ressource de CMGP sera responsable du « Plan intégré de gestion des émissions atmosphériques ».

Les équipements sont inspectés régulièrement et les défauts sont réparés dans les plus brefs délais pour maximiser leur efficacité.

La poussière récupérée par les dépoussiéreurs installés sur les équipements est entreposée jusqu'à son emploi ou son élimination.

Les pièces de rechange pour les équipements principaux sont conservées sur le site (pompes à eau, sacs filtrants, etc.).

Le personnel de CMGP et ses sous-traitants sont informés et sensibilisés aux bonnes pratiques permettant de réduire les émissions de poussières sur le site.

9 MESURES D'ATTÉNUATION PARTICULIÈRES

Bien que la stratégie de gestion de CMGP soit d'appliquer continuellement des mesures de contrôle et d'atténuation courantes à l'ensemble de ses activités minières, si le suivi en temps réel des poussières mesure des concentrations dans l'air ambiant indiquant une tendance probable vers un dépassement des normes de la qualité de l'atmosphère, CMGP procédera à la modification ou à l'interruption de certaines activités sur son site. Ce qui a été fait à quelques reprises au cours des dernières années.

En effet, les résultats des modélisations de la dispersion atmosphérique de certains scénarios d'atténuation montrent que l'altération des opérations minières, dont la réduction du camionnage, est une méthode efficace qui permet d'enrayer les dépassements, et ce, pour toutes les conditions météorologiques.

10 MISE À JOUR ET AMÉLIORATION DU PLAN DE GESTION

CMGP s'engage à mettre à jour et à bonifier son *Plan intégré de gestion des émissions atmosphériques régulièrement*.

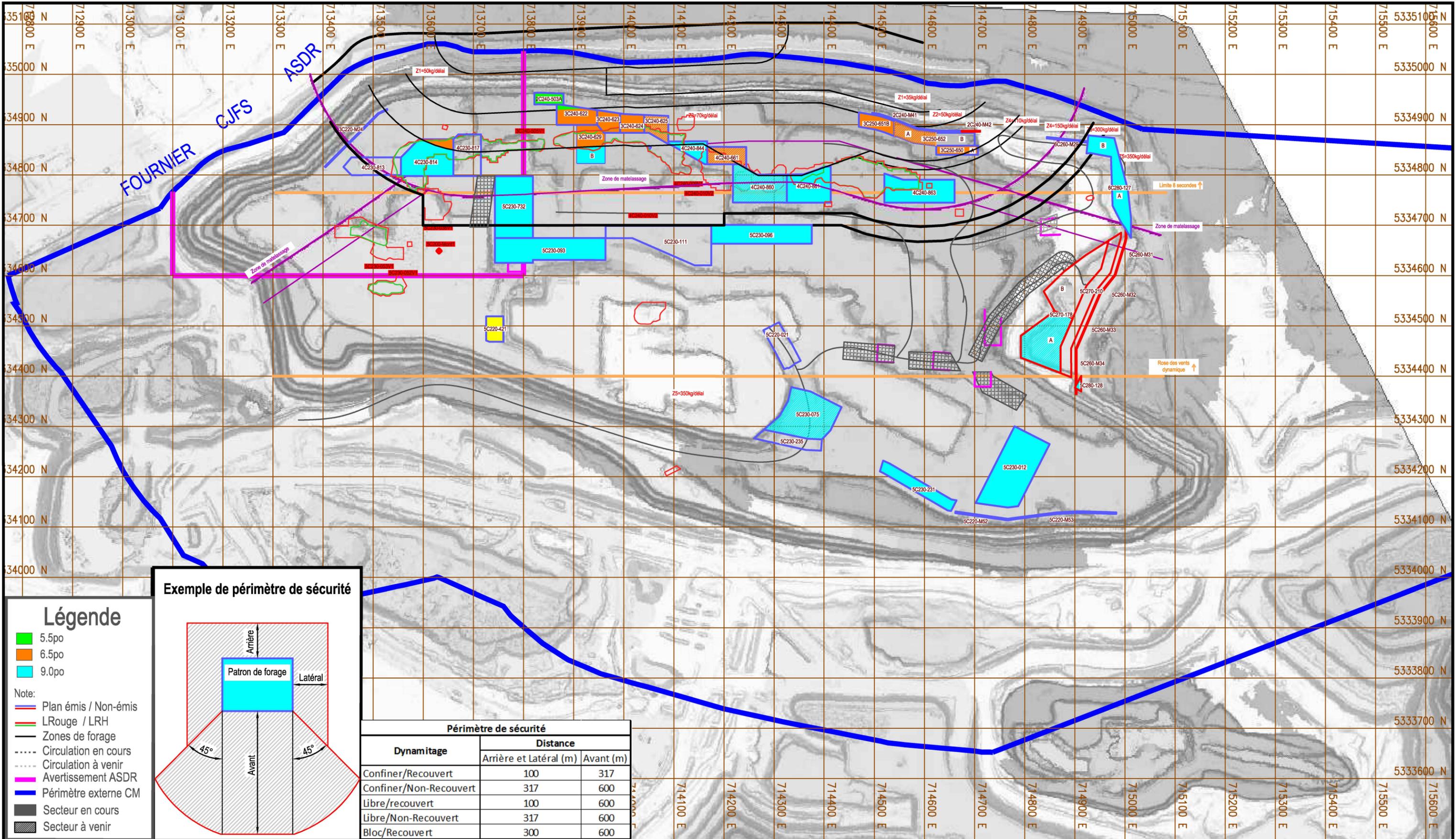
En effet, CMGP a démontré que son programme d'alerte permet de contrôler les poussières en augmentant les contraintes. Cependant, l'amélioration de son plan intégré de gestion des émissions atmosphériques est primordiale afin de minimiser les épisodes de dépassements et assurer en tout temps le respect des normes de la qualité de l'atmosphère.



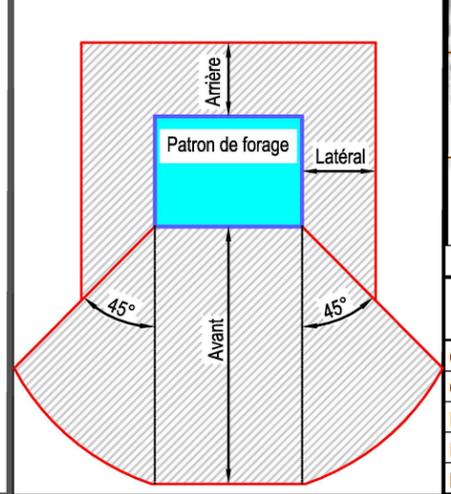
Pascal Lavoie
Directeur environnement et développement durable
Partenariat Canadian Malartic

ANNEXE S2QC-47

Périmètre d'exclusion de la fosse et simulation avec charge unitaire



Exemple de périmètre de sécurité



- Légende**
- 5.5po
 - 6.5po
 - 9.0po
- Note:
- Plan émis / Non-émis
 - LRouge / LRH
 - Zones de forage
 - Circulation en cours
 - Circulation à venir
 - Avertissement ASDR
 - Périmètre externe CM
 - Secteur en cours
 - Secteur à venir

Dynamitage	Périmètre de sécurité	
	Distance	
	Arrière et Latéral (m)	Avant (m)
Confiner/Recouvert	100	317
Confiner/Non-Recouvert	317	600
Libre/recouvert	100	600
Libre/Non-Recouvert	317	600
Bloc/Recouvert	300	600

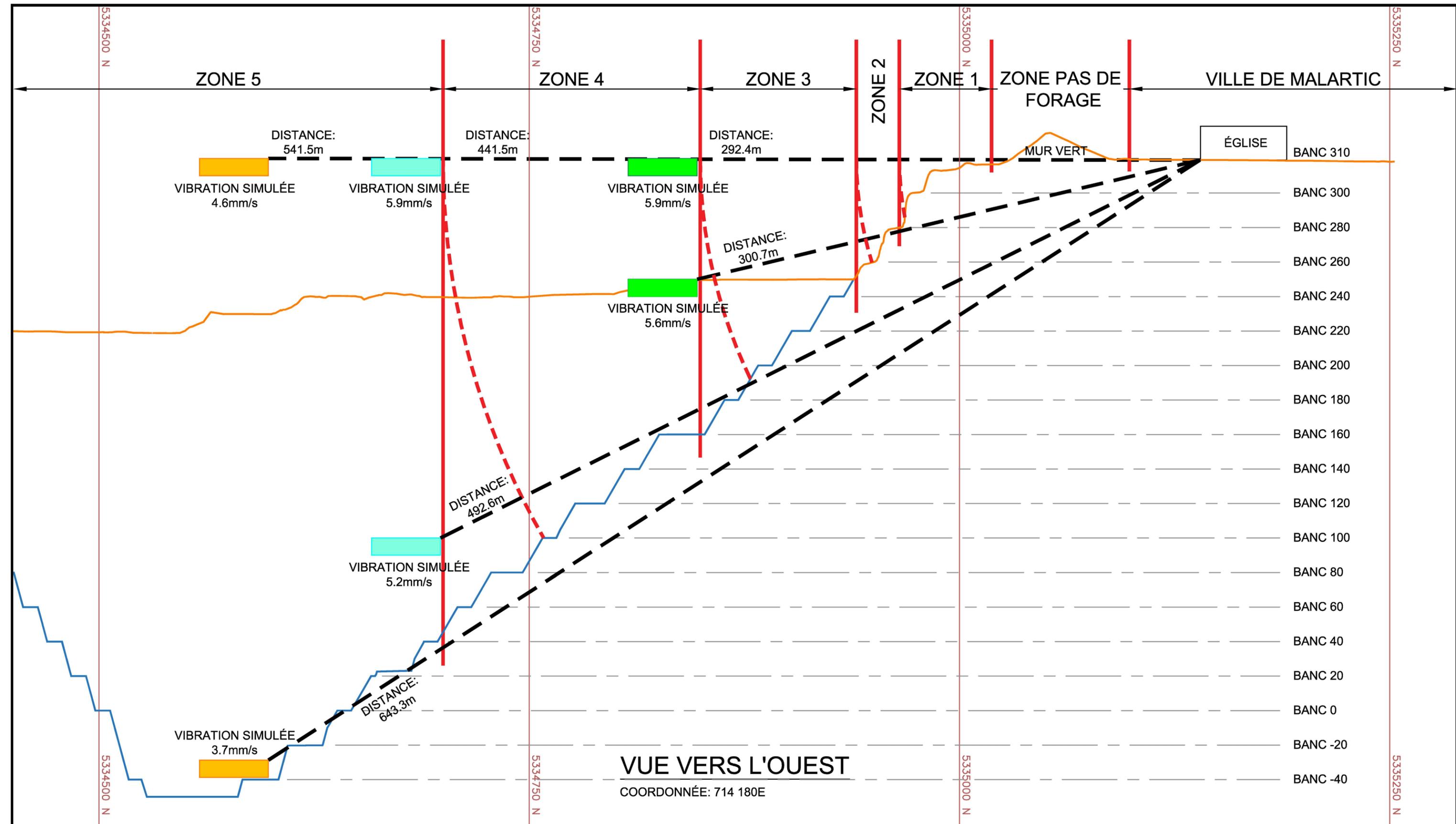


Mine Canadian Malartic
 100, ch. du lac Mourier
 Malartic, Québec(Qc)
 Canada, JOY 1Z0
 T: 819 757-2225
 F: 819 757-2351
 www.osisko.com

Sautage :
 Date :
 Heure :

Titre: **Périmètre d'exclusion de la fosse**
 Canadian Malartic

Dessiné par: S.Gendron	Date: 19/11/15	Échelle: 1:6000
Approuvé par:	Date:	No. Dessin:
Référence:		Révision:



Mine Canadian Malartic
100, ch. du lac Mourier
Malartic, Québec(Qc)
Canada, JOY 120
T: 819 757-2225
F: 819 757-2351
www.canadianmalartic.com

LÉGENDE:

- FOSSE CANADIAN MALARTIC FINALE
- FOSSE CANADIAN MALARTIC ACTUELLE
- ZONES DE FORAGE ACTUELLE
- - - ZONES DE FORAGE SI PROJETÉES 3D RADIAL

Titre: **SIMULATION AVEC CHARGE UNITAIRE (K50)**
FOSSE CANADIAN MALARTIC

Dessiné par: MATHIEU BOURGET	Date: 15/12/2015	Échelle: 1:2000
Approuvé par: PATRICK FISET, ing.	Date: 15/12/2015	No. Dessin:
Référence:	Révision:	

ANNEXE S2QC-48

**ProTekRoc - Avis technique simulation de principes des surpressions aériennes
– Tableaux et figures des résultats des vibrations**



Canadian Malartic

Avis technique

**Simulation de principes
des surpressions aériennes**

17 décembre 2015



BUREAU

601, rue Adanac, Beauport, Québec, G1C 7G6

T :418-848-4844 F :418-907-5390 C :418-952-3368

Courriel: jslambert@protekroc.com

Québec, 17 décembre 2015

Canadian Malartic

100, chemin du Lac Mourier
Malartic, QC
JOY 1Z0

M. Arthur Cielecki, ing.

Par courriel : acielecki@canadianmalartic.com

14 pages

Objet : Avis technique - Simulation de principes des surpressions aériennes

Comme demandé, c'est avec plaisir que je vous fais parvenir notre avis technique des simulations de principe des surpressions aériennes liées aux opérations de dynamitage.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, nous vous prions, d'accepter l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Préparé par :

Jean-Sébastien Lambert, ing.
Vice-Président

Révisé par :

Bernard Madore, ing.



WWW.PROTEKROC.COM

Distributeur des produits
 Instantel



Mandat

Nous avons été mandatés par Canadian Malartic afin de rédiger un avis technique sur la simulation de principes des surpressions aériennes liées à des opérations de dynamitage.

Objectif

L'objectif du présent mandat est d'introduire le phénomène de surpressions aériennes liées à des opérations de dynamitage et d'évaluer l'impact de la distance sur la propagation des surpressions d'air causées par un dynamitage des opérations de la Mine Canadian Malartic avec l'aide du logiciel de simulation numérique I-Blast.

Introduction aux surpressions aériennes

Lors de l'initiation d'un sautage, les surpressions rayonnent dans toutes les directions. Trois principaux paramètres influencent la fréquence, l'amplitude et la durée des surpressions à un point donné :

1. la grosseur du sautage
2. le confinement des charges
3. les conditions atmosphériques
4. La séquence d'initiation

L'air contenu dans l'atmosphère agit comme un fluide qui propage un mouvement de particules de la même façon que dans l'eau. Ces surpressions aériennes sont des ondes de pression qui voyagent au travers l'atmosphère. Les surpressions d'air sont audibles pour l'oreille humaine lorsque les fréquences sont au-dessus de 20 hertz et sont appelées du « son » ou du « bruit ». Lorsque les fréquences sont inférieures à 20 hertz, les surpressions ne sont pas audibles par l'oreille humaine et sont généralement appelées des infrasons. En général, les cordons détonants ou les sautages légèrement confinés produisent des surpressions d'air audibles et les sautages confinés produisent des surpressions inaudibles.

Les surpressions d'air proviennent de cinq sources potentielles :

1. Pression de basse fréquence causée par le déplacement du roc au niveau de la façade du sautage (effet piston)
2. Pression de haute fréquence causée par les gaz libérés au travers de la façade du sautage
3. Pression de haute fréquence causée par les gaz libérés au niveau du collet
4. Surpression d'air générée par la vibration du sol (généralement insignifiant)
5. Énergie de haute fréquence provenant des cordons détonants ou des délais de surface

Les surpressions d'air sont donc des ondes de pression qui créent une compression ou une pression suivie par une dilation ou une pression négative. L'amplitude est souvent mesurée en pascals (Pa) et est généralement convertie en décibel (dB). Généralement, les fréquences associées aux surpressions d'air varient selon le type de minage.



Loi d'amortissement des surpressions d'air

Dans une atmosphère « uniforme » ne présentant aucun vent ou phénomène d'inversion de température (lorsqu'une couche d'air chaud chevauche une couche d'air plus froid), la surpression d'air va s'atténuer avec la distance d'une façon prévisible. Ces surpressions sont donc estimables à partir d'expression mathématique basée sur des études préalablement effectuées ou avec des mesures spécifiques effectuées sur le site en question. Dans n'importe laquelle des directions, la surpression d'air va généralement décroître d'une façon prévisible en relation directe avec la charge par délaï et la distance de la charge. La distance réduite (SD_3) est utilisée pour évaluer l'atténuation de la surpression d'air.

$$SD_3 = \left(\frac{R}{W^{1/3}} \right)$$

R = Distance du sautage à un point (mètres)

W = Charge par délaï (kilogrammes)

Quand des mesures de surpression d'air d'un sautage unique sont placées dans un graphique en fonction de leur distance réduite, il devient généralement possible d'observer une loi d'atténuation. L'atténuation de la surpression d'air pour tout point donné est influencée par la conception du sautage, la topographie et les conditions atmosphériques (Vitesse des vents, direction des vents, température, phénomène d'inversion de température, pression atmosphérique, hauteur du plafond nuageux...). Pour des opérations de minage à ciel ouvert, l'équation d'atténuation théorique suivante est proposée (Source USBM) :

$$P = K \times (SD_3)^{-\alpha}$$

P = Surpression aérienne (Pascals)

SD₃ = Racine carré de la distance réduite

K = Intersection de la droite de régression à une valeur de SD₃ = 1

α = Pente de la droite de régression

Statistiquement, cette équation peut être utilisée pour prédire le niveau des surpressions d'air. Il est important de noter que ce type d'équation va seulement donner de bonnes approximations pour des sautages qui sont bien conçus et sont soumis à des mesures de contrôle adéquates.

Puisque la droite de régression possède une pente négative, les surpressions d'air décroissent avec la distance.



Facteurs d'influence sur les surpressions aériennes

Il existe 7 facteurs principaux qui influencent les surpressions d'air.

1. Charge par délais
 - Longueur de la charge
 - Diamètre de la charge
 - Charge totale du sautage
2. Profondeur de confinement
 - Fardeau
 - Espacement
 - Hauteur du collet
 - Profondeur de la charge
 - Type de matériel de bourre
 - Précision du forage
 - Présence de mort terrain
3. Volume de roc déplacé
4. Séquence de mise à feu
 - Direction de l'initiation
 - Direction du sautage
5. Type d'explosif
 - Utilisation de cordeau détonant
6. Conditions atmosphériques
 - Vitesse des vents
 - Direction des vents
 - Température
 - Phénomène d'inversion de température
 - Pression atmosphérique
 - Hauteur du plafond nuageux
7. Topographie

L'influence relative de chaque facteur est spécifique à chaque site et au type d'opération de minage.



Simulation de principe

Afin d'analyser l'influence théorique de la distance sur les surpressions aériennes reliées à des opérations de minage, deux simulations ont été effectuées avec le chargement typique suivant :

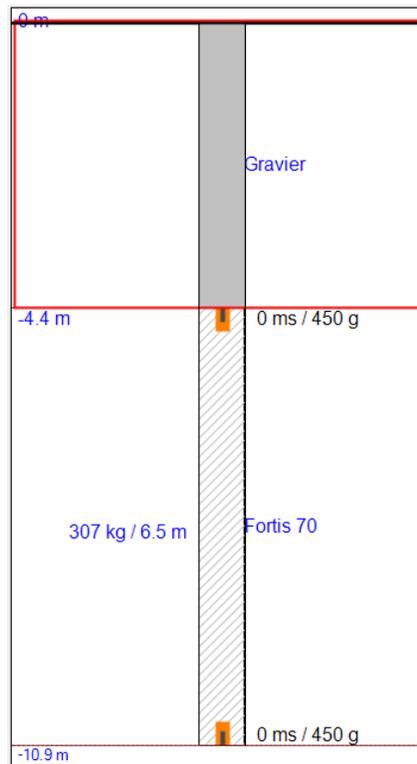


Figure 1 : Chargement type

Nonobstant la distance, tous les autres facteurs ayant une influence sur la surpression d'air qui ont été énumérés antérieurement dans ce présent rapport ont été considérés égaux dans les simulations. Les paramètres de tirs, les conditions de terrain ainsi que les conditions atmosphériques ont donc été considérés comme équivalents dans les deux cas. Les paramètres K et alpha utilisés dans ces simulations ont été choisis en fonction du comportement moyen et général des opérations actuelles à la Mine Canadian Malartic à des distances de 580m.



Les figures suivantes illustrent les résultats de simulations d'un trou en champ libre avec des distances respectives de 580 et de 800 mètres:

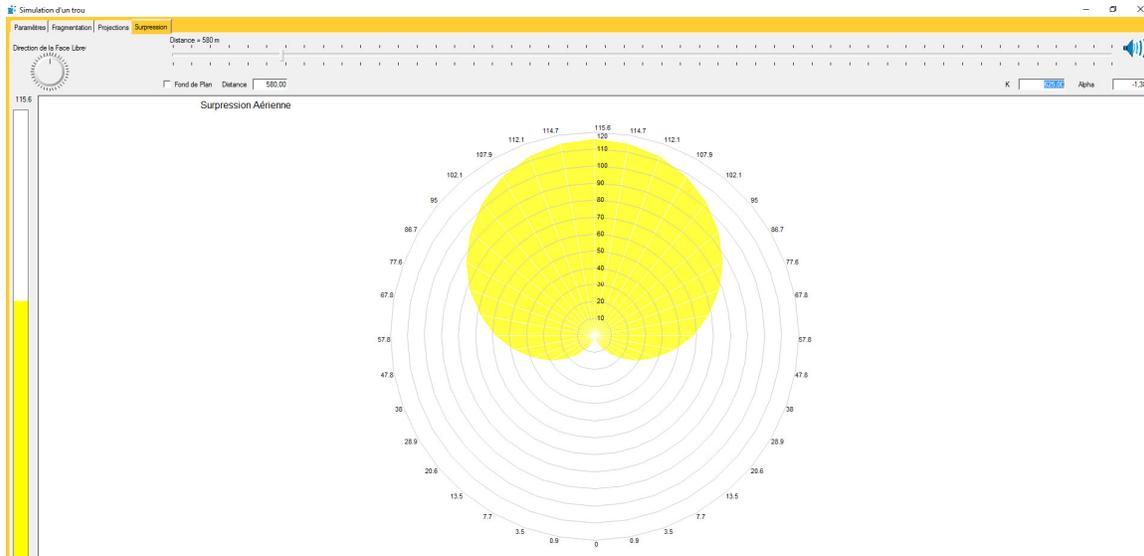


Figure 2 : Simulation un trou à 580m

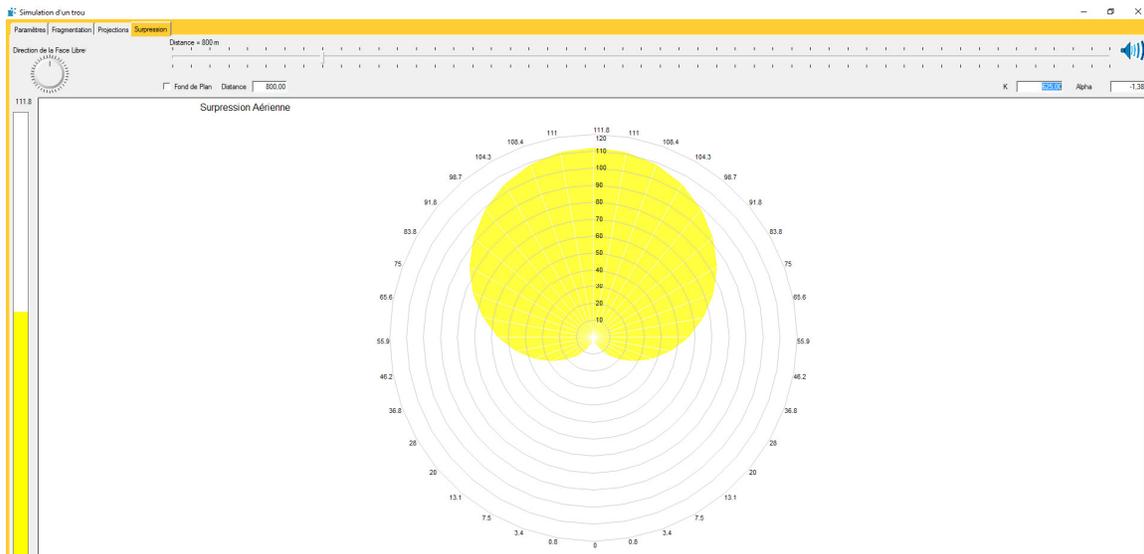


Figure 3 : Simulation un trou à 800m

Les résultats de simulation obtenus avec le logiciel I-Blast dans ces conditions sont de 115.6 Db à 580 mètres et de 111.8 Db à 800 mètres.

Toute chose étant égale par ailleurs, on observe une diminution des suppressions d'air avec une augmentation de la distance entre la source et le point de lecture. En augmentant la distance entre le tir et les points de lecture, on doit donc s'attendre à une diminution des suppressions d'air.



Effet de la distance sur les surpressions aériennes à la Mine Canadian Malartic

Le trajet emprunté par une surpression d'air occasionnée par un dynamitage dans la nouvelle zone d'exploitation Barnat sera certainement différent de celui emprunté par les opérations en cours. Dans tous les cas, en s'appuyant sur les lois de la physique, ce trajet sera plus long que celui emprunté par des tirs actuels situés dans la zone Z5 ce qui devrait se traduire par une diminution de l'intensité des surpressions.



Bibliographie

D. E. Siskind, M. S. Stagg, J. W. Kopp, and C. H. Dowding, Structure Response and Damage Produced by ground vibration from surface Mine Blasting, USBM, RI 8507, 1980.

David E.Siskind, A Vibration damages in industrial situation, Internationnal Society of Explosives Engineers (ISEE), The journal of Explosives Engineering, Nov/Dec 1997.

ISEE, Blaster' Handbook, 17 th Edition, 1998.

Kenneth P. Atkins, Jr., Donald E. Dixon, Concrete Structures and Construction Vibrations, 1984.

Atlas Powder Company, Explosive and Rock Blasting, 1987.

Betsy Winship and Sheila Stoneham

Applied Explosives Technology for construction and mining by Stig O Olofson, second edition
APPLEX

Manuel des explosifs, edition 175e anniversaire, Section des services techniques, Division des explosifs, E.I. du Pont de Nemours & Co. (Inc.), Wilmington, Delaware 19898, 1977

ANNEXE 9





Glossaire

Banquette : distance verticale du massif rocheux à excaver, les trous de forage sont exécutés sur la partie supérieure de la banquette.

Bourre : Matériel inerte utilisé pour remplir la portion du trou de mine non chargé d'explosif servant à confiner les gaz lors de la détonation de l'explosif.

Collet : la portion supérieure du trou de mine qui ne contient pas d'explosif.

Densité : la masse d'un matériau par rapport à son volume. S'exprime en gramme par centimètre cube.

Émulsion : Explosif constitué d'un mélange d'un oxydant aqueux dans une phase huileuse.

Espacement : Distance entre deux trous de la même rangée.

Explosif gazé : Explosif sensibilisé par réaction chimique.

Face libre : Surface du roc à l'interface de l'air.

Facteur poudre : Taux de chargement est le poids d'explosif par mètre cube du roc à dynamiter.

Fardeau : La distance entre deux rangées d'un plan de tir.

Foreuse « down the hole » Foreuse avec un marteau de fond de trou.

Foreuse « Top Hammer » Foreuse avec un marteau de tête.

Patron de forage : Distance entre les trous de forage. Le patron peut être carré ou rectangulaire.

Plan de chargement : Plan détaillé de chargement de chaque trou de mine.

Plan de tir : Séquence de détonation des trous lors d'un dynamitage.

Ratée : une charge ou une partie d'une charge d'explosif qui n'a pas explosé lors d'une mise à feu.

Renforçateur : Explosif d'une haute vitesse servant à initier un autre explosif.

Sous-forage : la partie du trou de forage sous le niveau de l'excavation désirée.

Système d'initiation : Type de détonateur utilisé pour initier un explosif.



Limitations de responsabilités

Mis en vigueur le 9 mars 2015. Merci d'avoir choisi Protekroc (« société »)

Dans le cadre du contrat de service et, ou de l'entente de sous-traitance, la Société agit aux présentes uniquement à titre de concepteur des plans de sautage.

Les plans de sautage sont limités à ce qui est contenu aux présentes et en particulier, aux informations et diverses données relatives au site de sautage fournies, reçues ou autrement utilisées et sur lesquels les plans de sautage sont basés. Toute erreur ou omission quant aux présentes et en particulier, aux informations et aux diverses données relatives au site de sautage pourrait entraîner des conséquences importantes.

Si d'autres informations et, ou le cas échéant données relatives au site de sautage s'ajoutent à ceux relatés aux présents plans de sautage, veuillez en informer la Société afin d'en évaluer la portée sur les plans de sautage et, le cas échéant, le modifier en conséquence.

Les plans de sautage sont conçus en utilisant le logiciel *DNA-Blast* (ci-après nommé « le Logiciel ») le tout sujet aux limitations explicitement prévues au document de « mise en garde » fourni par le Logiciel dont copie est jointe aux présentes et aux limitations explicitement prévues à tout contrat, licence, termes et conditions, politique de confidentialité et autre documentation mises en ligne, de temps à autre, qu'il soit rédigé en anglais ou en français, sur le site www.dna-blast.com. La Société n'engage aucune responsabilité quelconque relativement à la « mise en garde » fournie par le Logiciel et à tout contrat, licence, termes et conditions, politique de confidentialité et autre documentation mis en ligne, de temps à autre, qu'il soit rédigé en anglais ou en français, sur le site www.dna-blast.com.

La Société n'assume aucune responsabilité de quelque erreur et, ou omission que ce soit quant aux informations et de diverses données relatives au site de sautage fourni, reçu ou autrement utilisé par une partie et, ou le cas échéant des tiers.

La Société, ses sociétés affiliées et leurs administrateurs, employés, mandataire, concédant de licence ou leurs successeurs et ayant droits respectifs ne peuvent en aucune circonstance être tenus responsable des dommages de tout nature, directe ou indirectement, spéciaux ou fortuits compris, résultant directement ou indirectement de la mise en exécution des plans de sautage, de l'utilisation, de la performance des plans de sautage, des services ou du contenu du celui-ci ou du contrôle de qualité, même si la Société, ses sociétés affiliées et leurs administrateurs, employés, mandataire, concédant de licence ou leurs successeurs et ayant droits respectifs connaissaient ou auraient dû connaître la possibilité de tels dommages notamment, mais non limitativement à l'égard de la préparation et, ou de la manipulation des de charges explosives et amorces, à l'égard des trous de chargement, de la profondeur, la localisation, la verticalité ou autrement des forages, de leur bourrage, des tirs à effectuer et du sautage dans son ensemble ; tel dommage qu'il soit matériel, corporel ou moral, engage la responsabilité de toute partie et, ou, tiers chargé de la mise en exécution des plans de sautage, du contrôle de la qualité et, ou, du sautage dans son ensemble, nommément, mais non limitativement le boufeu conformément aux dispositions des lois relatives à la manutention et l'usage des explosifs, et ce, à l'exclusion de la Société.

Y:\2DOSSIER\33\3304\3304-8\Limitations - Projet 2-annotée.docx



MISE EN GARDE-LOGICIEL DNA-BLAST

Mis en vigueur le 9 mars 2015. Merci d'avoir choisi Thierry Bernard Technologie (« TBT »)

SI VOUS NE VOULEZ PAS ÊTRE LIÉ PAR CETTE MISE EN GARDE, VEUILLEZ CESSER TOUTE UTILISATION DU LOGICIEL DNA-BLAST, DE CES PLANS AINSI QUE DE TOUT SERVICE À CET ÉGARD. Veuillez lire l'intégralité de la présente Mise en garde, les dispositions constituent une entente contractuelle. Cette Mise en garde pourra être modifiée à l'occasion par TBT à sa seule discrétion. Tout accès au logiciel, toute navigation ou toute utilisation de façon quelconque du logiciel DNA BLAST, de ces plans et de ces services par une personne qu'il soit détenteur ou non d'une licence (« Usager ») constitue une acceptation de la présente Mise en garde et de toute modification subséquente; lequel Usager reconnaît d'être lié par les présentes et ses modifications.

En surplus de la présente Mise en garde, l'Usager consent et accepte d'être lié à tout contrat, licence, termes et conditions, politique de confidentialité et autre documentation mis en ligne, de temps à autre, qu'il soit rédigé en anglais ou en français, sur le site www.dna-blast.com.

Que fait le logiciel *DNA-Blast* ?

Le logiciel *DNA-Blast* est un logiciel¹ basé sur des principes de la physique qui simule les effets d'explosifs commerciaux dans le roc pour les mines, les carrières et, ou tous autres travaux de génie civil.

Le logiciel *DNA-Blast* évalue la fragmentation du roc (distribution blocobiométrique), le niveau de vibration autour des zones de sautage et, ou la détermination des zones potentiellement concernées par les trajectoires du roc ; cette évaluation est basée sur les informations suivantes :

- les caractéristiques du roc² dont notamment sans être limitatif les limites du roc en traction et en compression, la vitesse de l'onde *P*, le module d'Young et le coefficient de Poisson; et
- Les trous de chargement; à cette fin, chaque trou est décrit selon :
 - o les charges explosives tel que *VoD*, la densité, l'attelage, la longueur et la position de l'amorce;
 - o le type de bourrage tel que l'air, la pierre concassée, le sable ou les matériaux de bourrage caractérisés selon leurs facteurs de densité et de friction;
 - o les délais d'amorce³ qui, en tenant compte du sautage complet, consiste en la séquence d'amorçage; et
 - o l'orientation de la face libre, la direction de dégagement et la distance entre les trous de chargement et la face.

Les plans préparés par le logiciel *DNA-Blast* comprennent ce qui suit :

- un plan de fragmentation estimant les distributions blocométrique par trou de chargement et ceux pour l'ensemble du sautage; le logiciel *DNA-Blast* additionne les distributions élémentaires de chacun des trous de chargement selon leur classe afin d'élaborer une distribution cumulative pour le sautage complet;

¹ Pour une description détaillée des plans de simulation, veuillez télécharger et lire le document de référence TBT-COM-N-121-A8 sur le site www.dna-blast.com.

² Par défaut, un seul type de roc est considéré autour des trous de chargement. Différentes options sont néanmoins disponibles pour permettre la considération aux plans de différents types de rocs pour les trous de chargement.

³ Le délai d'amorce relatif à chaque charge explosive dans un trou est le moment relatif à ce trou. Le délai d'amorce absolu utilisé pour la simulation découle de la somme du délai d'amorce et du délai d'amorce dans le trou de chargement.



- un plan de vibration estimant les résultats sismiques des zones déterminées autour d'un sautage. Une valeur est attribuée pour chaque coordonnée cartésienne, calculée à partir de son centre; si aucune trace sismique n'est disponible pour la calibration du plan, le résultat de la simulation est, pour chaque coordonnée cartésienne donnée, amplifié par un facteur d'amplification⁴; l'utilisation de TROIS (3) ou QUATRE (4) canaux (« L », « T », « V », « S ») de trace sismique par trou⁵ permettront la calibration du plan de vibration, le tout associé avec la distance et la charge de chaque trou afin de permettre ainsi au plan de convertir le facteur d'amplification selon la fréquence en un niveau sismique ou de bruit exprimé dans chaque unité de traçage de chaque trou; et
- un plan de trajectoire du roc estimant la distance horizontale et verticale des trajectoires pour chacune des charges explosives de chacun des trous.⁶ L'affichage est limité aux trajectoires provenant du haut et du bas de chacune des charges explosives et de la longueur maximale de ces trajectoires. Pour une simulation des trajectoires de roc d'un sautage complet⁷ et pour chaque calcul d'accroissement, le volume de roc envisagé est obtenu en multipliant la moitié de la surface d'un cercle dont le rayon est la donnée de référence⁸ par la hauteur du calcul d'accroissement (équivalent au diamètre du trou).

Le logiciel DNA-Blast ne permet PAS la simulation de ce qui suit :

- des effets d'explosifs non commerciaux c'est-à-dire ceux provenant des munitions ou des explosifs militaires, etc. Le logiciel *DNA-Blast* est strictement et expressément dédié à la simulation des effets des explosifs commerciaux conçus et fabriqués pour les mines, les carrières et, ou les travaux de génie civil;
- de la démolition de toute sorte de bâtiments ou d'infrastructures, de sautages de sous-marin et de tous travaux d'ordre militaire, des feux d'artifices ou de sautage secondaire d'immeubles. Le logiciel *DNA-Blast* est strictement et expressément dédié à l'évaluation des effets des explosifs commerciaux conçus et fabriqués pour des applications dans le domaine minier, les carrières et, ou, les travaux de génie civil; et
- des trajectoires de roc pour la construction de tunnels ou pour des travaux sous-terrains.

Le logiciel DNA-Blast ne tient PAS compte de ce qui suit :

- des effets directs de la pression des gaz lors de la simulation de fragmentation;
- de la résistance de l'air, des hétérogénéités géologiques, visibles ou invisibles, et de la topographie du terrain lors de la simulation de trajectoire de roc;
- de la stabilité effective et actuelle des sols ni de l'intégrité d'un bâtiment, de la stabilité des structures avant ou après les opérations de sautage lors de la simulation de vibration; et

⁴ Le facteur d'amplification est défini comme étant le facteur d'amplification des traces sismiques au centre de la zone de sautage considérée découlant de la forme des trous de chargement et la charge explosive de référence selon le délai d'amorce et localisation du centre gravitationnel du sautage. La charge explosive de référence selon le délai d'amorce est la charge explosive maximum selon le délai d'amorce de tous les trous de chargement ayant la plus petite séquence d'amorçage. La distance de référence équivaut à la distance la plus courte entre le centre gravitationnel de sautage et le centre de la zone de sautage considérée.

⁵ Pour ce calcul, les DIX (10) fréquences principales de la trace sismique sont prises en compte.

⁶ Le calcul est effectué sur toute la longueur de la charge explosive avec un calcul d'accroissement équivalant au diamètre du trou.

⁷ Pour la simulation des trajectoires de roc d'un seul trou, le volume pris en considération pour chaque calcul d'accroissement est équivalant à la distance entre le trou et la face libre multiplié par les limites définies et l'espace ainsi que la hauteur d'un calcul d'accroissement (diamètre d'un trou).

⁸ Si le trou à une face libre, la mesure de référence est définie comme la distance entre le trou et la face libre en question. Sinon, la mesure de référence est définie comme la plus courte distance (limitée à 60 diamètres) entre les trous considérés et les suivants à être amorcés dans la séquence d'amorçage.



- de plus d'un type de roc par zone divisée en coordonnées cartésiennes pour les fins de simulations de vibrations.

Le logiciel DNA-Blast NE fournit PAS ce qui suit :

- des recommandations ou des suggestions de remplacements relativement aux règles de sécurités prévues aux lois et, ou aux règlements applicables au sautage, forage et toute autre forme de dynamitage, ni relativement aux expériences ou recommandations de professionnels expérimentés dans le domaine du sautage, du forage et tout autre domaine en lien avec le dynamitage ; à titre indicatif et d'exemple, les simulations de trajectoires du roc ne fournissent aucune distance de dégagement.
- aucune indication ni garantie sur la stabilité des parois latérales après le sautage ni au sujet d'aucune structure ou ouvrage à proximité du site de sautage

Le logiciel *DNA-Blast* ne protège pas contre les effets inhérents de sautage ainsi que du maniement des charges explosives.

L'évaluation des plans :

En raison des types de plans, les plans de *DNA-Blast* sont évalués au niveau de l'ensemble de mécanismes élémentaires (appelés « *gènes* ») en utilisant les mesures du site de sautage et, ou des données cliniques afin de garantir la validité de ses plans. Un *gènes* est considéré comme valide lorsque les écarts entre les valeurs mesurées et celles simulées sont de moins de TRENTE POUR CENT (30 %), avec des déviations comportementales de moins de TRENTE POUR CENT (30 %).

Les étapes de validation secondaires évaluent l'ensemble des plans en comparant les résultats avec les résultats de mesures de sautage américain. La somme des principaux *gènes* doit démontrer la cohérence et la constance.

Une extrême prudence devrait néanmoins être observée lors de l'application des plans à d'autres environnements en raison du fait qu'elle peut requérir des changements aux paramètres, informations et diverses données de base des plans et que les résultats peuvent être différents.

Comme dans tous les cas de simulation, le logiciel *DNA-Blast* représente une simplification des situations réelles et, par conséquent, les résultats simulés par les plans doivent être considérés comme des approximations et nullement être considérés à titre d'informations et données factuelles et, ou, réelles.

Pour tout commentaire, suggestion ou question, veuillez contacter :

Dr. Thierry Bernard

Directeur Général

Téléphone : +33 950 44 55 43 / Télécopieur : +33 955 44 55 43

Thierry Bernard Technologie

35, avenue Sainte-Marguerite, Les Roses d'Azurs B3, 06200 Nice FRANCE

t.bernard@dna-blast.com

Y:\2DOSSIER\33\3304\3304-7\Mise en garde-Projet 1-annotée.docx

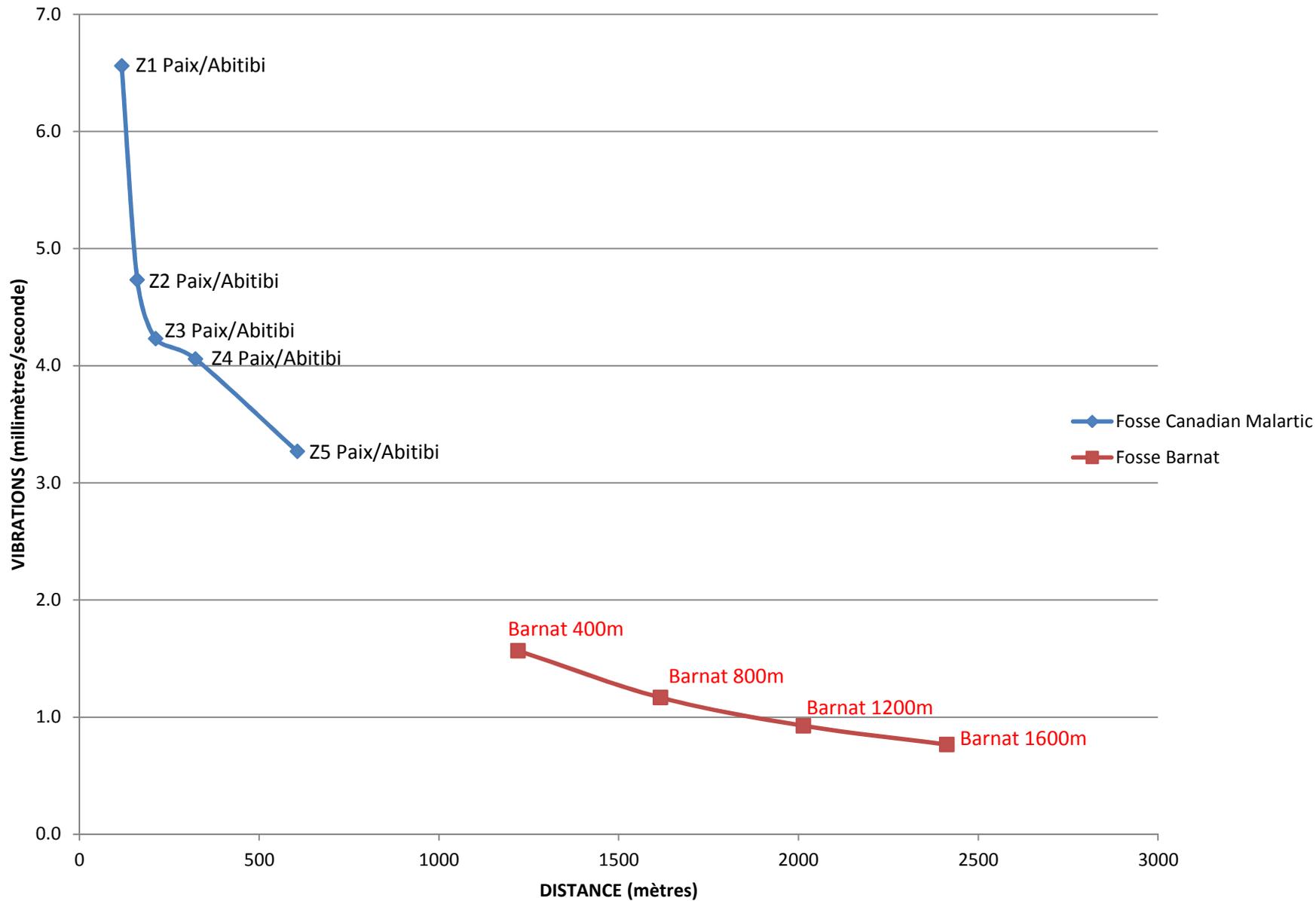


Intersection		$\alpha = -1.05$				K50 :	K95 :
PAIX/ABITIBI		Coordonnées = (714 748, 5 335 097, 300)				126	365
	x (m)	y (m)	z (m)	DISTANCE (m)	CHARGE (kg/délai)	Vibration (mm/s)	Vibration (mm/s)
Z1 Paix/Abitibi	713 748	5 334 979	300	118	50	6.6	19.0
Z2 Paix/Abitibi	713 748	5 334 936	300	161	50	4.7	13.7
Z3 Paix/Abitibi	713 748	5 334 885	300	212	70	4.2	12.3
Z4 Paix/Abitibi	713 748	5 334 774	300	323	150	4.1	11.8
Z5 Paix/Abitibi	713 748	5 334 491	300	606	350	3.3	9.5
Barnat 400m	714 961	5 334 969	300	1220	350	1.6	4.5
Barnat 800m	715 347	5 334 863	300	1616	350	1.2	3.4
Barnat 1200m	715 733	5 334 757	300	2014	350	0.9	2.7
Barnat 1600m	716 119	5 334 652	300	2412	350	0.8	2.2

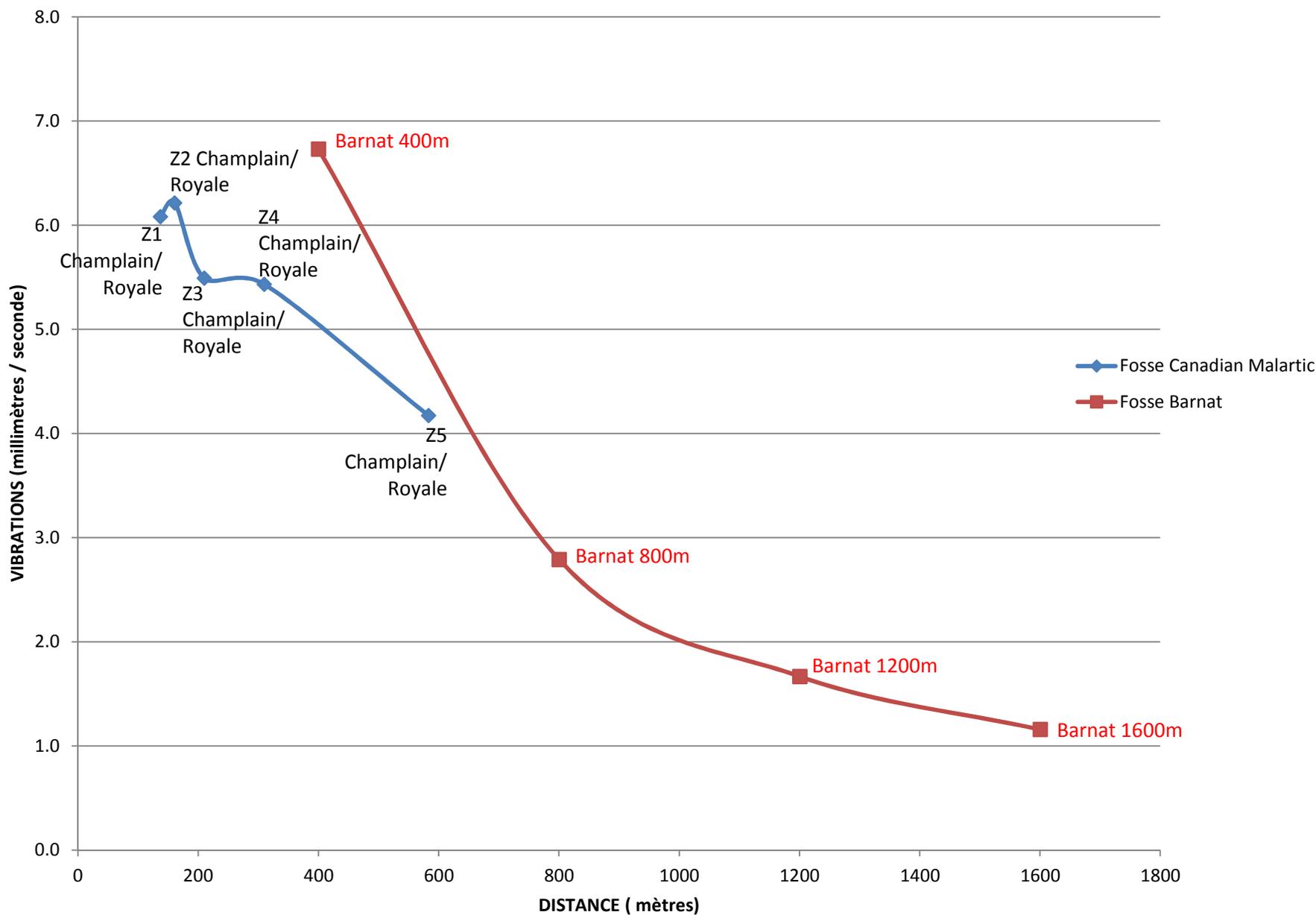
Intersection		$\alpha = -1.27$				K50 :	K95 :
CHAMPLAIN/ROYALE		Coordonnées = (714 575, 5 335 074, 300)				329	650
	x (m)	y (m)	z (m)	DISTANCE (m)	CHARGE (kg/délai)	Vibration (mm/s)	Vibration (mm/s)
Z1 Champlain/Royale	714 575	5 334 937	300	137	35	6.1	12.0
Z2 Champlain/Royale	714 575	5 334 913	300	161	50	6.2	12.3
Z3 Champlain/Royale	714 575	5 334 864	300	210	70	5.5	10.8
Z4 Champlain/Royale	714 575	5 334 764	300	310	150	5.4	10.7
Z5 Champlain/Royale	714 575	5 334 491	300	583	350	4.2	8.2
Barnat 400m	714 961	5 334 969	300	400	350	6.7	13.3
Barnat 800m	715 347	5 334 863	300	800	350	2.8	5.5
Barnat 1200m	715 733	5 334 757	300	1201	350	1.7	3.3
Barnat 1600m	716 119	5 334 652	300	1601	350	1.2	2.3

Intersection		$\alpha = -1.27$				K50 :	K95 :
CHAMPLAIN/LAURIER		Coordonnées = (714 678, 5 335 435, 300)				329	650
	x (m)	y (m)	z (m)	DISTANCE (m)	CHARGE (kg/délai)	Vibration (mm/s)	Vibration (mm/s)
Z1 Champlain/Laurier	714 678	5 334 947	300	488	35	1.2	2.4
Z2 Champlain/Laurier	714 678	5 334 930	300	505	50	1.5	2.9
Z3 Champlain/Laurier	714 678	5 334 879	300	556	70	1.6	3.1
Z4 Champlain/Laurier	714 678	5 334 774	300	661	150	2.1	4.1
Z5 Champlain/Laurier	714 678	5 334 491	300	944	350	2.3	4.5
Barnat 400m	714 961	5 334 969	300	545	350	4.5	9.0
Barnat 800m	715 347	5 334 863	300	880	350	2.5	4.9
Barnat 1200m	715 733	5 334 757	300	1201	350	1.7	3.3
Barnat 1600m	716 119	5 334 652	300	1601	350	1.2	2.3

Intersection PAIX/ABITIBI , K50



Intersection CHAMPLAIN/ROYALE, K50



Intersection CHAMPLAIN/LAURIER , K50

