

POLITIQUE/RAPPORT N° 121-24005-00

# MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE (Révision 1)

ARIANNE PHOSPHATE INC. -  
PROJET DE MINE D'APATITE AU  
LAC À PAUL

JUILLET 2014







# ***Modélisation de la dispersion atmosphérique (Révision 1)***

***Arianne Phosphate Inc.  
Projet de mine d'apatite au lac à Paul***



## ***Modélisation de la dispersion atmosphérique (Révision 1)***

***Arianne Phosphate Inc.  
Projet de mine d'apatite au lac à Paul***

Approuvé par :



Pascal Rhéaume, ing., M. Sc. A.

OIQ - 138370

***Ce rapport a été réalisé par WSP (auparavant GENIVAR)***

## CONTRÔLE

Les renseignements contenus dans le présent document ont été mis à la disposition de votre organisation aux fins précisées seulement. Aucune partie du présent document ne peut être communiquée à des tiers, sous quelque forme que ce soit, sans l'autorisation préalable écrite de WSP Canada Inc.

WSP CANADA INC.

### Référence à citer :

---

WSP. Juillet 2014. *Modélisation de la dispersion atmosphérique. Révision 1. Ariane Phosphate Inc. - Projet de mine d'apatite au lac à Paul.* Rapport réalisé pour Ariane Phosphate Inc. 109 p. et annexe.

# ÉQUIPE DE RÉALISATION

## ARIANNE PHOSPHATE INC.

Jean-Sébastien David, Géologue, MGP

Chef d'exploitation, Directeur de projet

Eric Arseneault, Chimiste, M. Sc.

Directeur Environnement et Développement Durable

## WSP CANADA INC.

Martin Larose, biologiste, B. Sc.

Directeur de projet de l'étude d'impact

Jean Lavoie, géographe M.A.

Chargé de projet de l'étude d'impact

Pascal Rhéaume, ing., M. Sc. A.

Directeur de projet de la modélisation

Johan Strohmeier, physicien, M. Sc.

Conseiller en modélisation

Philippe Lachance, physicien, M. Sc.

Conseiller en modélisation

Julien Poirier, physicien, ing. jr, M. Sc.

Conseiller en modélisation

Yvon Courchesne, biologiste

Réviseur technique de la modélisation

Paul-André Biron, cartographe

Cartographie et géomatique

Cloé Gélinas, B.A.

Traitement de texte et édition





# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROCÉDURE DE MODÉLISATION .....</b>	<b>3</b>
2.1	Description du modèle AERMOD .....	3
2.2	Paramétrage du modèle .....	4
2.2.1	Domaine de modélisation .....	4
2.2.2	Grille des récepteurs et récepteurs ponctuels.....	4
2.2.3	Préparation des données météorologiques .....	5
2.2.4	Effet des bâtiments.....	6
2.2.5	Configuration de AERMOD .....	6
<b>3</b>	<b>SCÉNARIOS DE MODÉLISATION.....</b>	<b>7</b>
3.1	Identification des sources d'émissions .....	7
3.2	Substances modélisées .....	7
3.3	Sélection des scénarios modélisés .....	8
3.3.1	Scénario 1 .....	9
3.3.2	Scénario 2.....	9
3.4	Sources volumiques.....	9
3.4.1	Opérations .....	9
3.4.2	Routage .....	12
3.5	Sources ponctuelles.....	13
3.5.1	Dépoussiéreurs .....	13
3.5.2	Gaz d'échappement des équipements miniers .....	13
3.6	Sources surfaciques .....	16
3.7	Autres sources potentielles .....	16
<b>4</b>	<b>NORMES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE ET NIVEAUX AMBIANTS .....</b>	<b>17</b>
4.1	Normes de qualité de l'atmosphère.....	17
4.2	Niveaux ambiants .....	17
<b>5</b>	<b>RÉSULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>19</b>
5.1	Résultats du scénario 1 .....	19
5.1.1	Particules totales ( $PM_{tot}$ ).....	19
5.1.2	Particules fines ( $PM_{2,5}$ ) .....	21
5.1.3	Monoxyde de carbone (CO) .....	21
5.1.4	Dioxyde d'azote ( $NO_2$ ).....	21
5.1.5	Dioxyde de soufre ( $SO_2$ ).....	21
5.1.6	Métaux et métalloïdes .....	22
5.2	Résultats du scénario 2 .....	22
5.2.1	Particules totales ( $PM_{tot}$ ).....	23

5.2.2	Nickel .....	24
5.2.3	Fer .....	24
5.3	Autres périodes d'exploitation .....	24
<b>6</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>29</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Séquence d'opération optimale du scénario 2 lors de l'année météorologique 2011 .....	24
Tableau 2 :	Évaluation du plan minier pour la durée de vie de la mine et nombre de jours maximal avec restriction estimé pour les particules totales, dans un scénario conservateur .....	26
Tableau 3 :	Coordonnées des récepteurs sensibles considérés .....	33
Tableau 4 :	Paramètres d'utilisation du sol .....	33
Tableau 5 :	Normes sur la qualité de l'air et concentrations limites des substances retenues pour cette étude .....	34
Tableau 6 :	Composition en lithologie de chaque groupe de sources pour le calcul des métaux .....	35
Tableau 7 :	Teneur en métaux pour les différents groupes de sources de poussières .....	37
Tableau 8 :	Tonnages annuels pour chaque trajet pour le scénario 1 .....	39
Tableau 9 :	Caractéristiques physiques et taux d'émission des sources fugitives des opérations pour le scénario 1 .....	41
Tableau 10 :	Paramètres décrivant les activités de forage et de sautage pour le minerai pour le scénario 1 .....	43
Tableau 11 :	Paramètres décrivant les activités de forage et de sautage pour les stériles pour le scénario 1 .....	44
Tableau 12 :	Caractéristiques physiques et taux d'émission des sources de forage et de sautage pour le scénario 1 .....	45
Tableau 13 :	Caractéristiques des véhicules de chargement .....	45
Tableau 14 :	Caractéristiques de chacun des segments de routage et leurs taux d'émission associés pour le scénario 1 .....	47
Tableau 15 :	Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1 .....	49
Tableau 16 :	Caractéristiques physiques et taux d'émission des sources ponctuelles du scénario 1 .....	55
Tableau 17 :	Taux d'émission moyen des gaz d'échappement pour chaque type de véhicules utilisé dans le scénario 1 .....	55
Tableau 18 :	Scénarios considérés pour les gaz d'échappement des véhicules miniers pour le scénario 1 .....	57

Tableau 19 :	Caractéristiques physiques et taux d'émission des gaz d'échappement associés au routage et au support pour chacun des segments pour le scénario 1 .....	58
Tableau 20 :	Caractéristiques physiques et taux d'émission des gaz d'échappement associés aux sources localisées pour le scénario 1 .....	59
Tableau 21 :	Caractéristiques physiques et taux d'émission associés aux piles de stockage pour le scénario 1 .....	59
Tableau 22 :	Résultats obtenus lors de la modélisation des concentrations des composés particulaires et gazeux susceptibles d'être observés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles .....	61
Tableau 23 :	Résultats obtenus lors de la modélisation des concentrations des composés particulaires et gazeux susceptibles d'être observés dans l'atmosphère à la limite d'application du RAA .....	63

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Roses des vents - Données météorologiques MM5 .....	67
------------	---	----

## LISTE DES CARTES

Carte 1 :	Catégories d'utilisation du sol dans un rayon de un kilomètre autour de l'usine de traitement.....	69
Carte 2 :	Domaine et répartition des récepteurs utilisés pour la modélisation de la dispersion atmosphérique.....	71
Carte 3 :	Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique - Scénarios 1 et 2 .....	73
Carte 4 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 1 .....	77
Carte 5 :	Occurrences des dépassements de la norme de particules totales - Données météorologiques de 2008 - Scénario 1 .....	79
Carte 6 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de particules fines (< 2,5 microns) modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 1 .....	83
Carte 7 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de monoxyde de carbone (CO) modélisées sur une période de 1 heure - Scénario 1 .....	85
Carte 8 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) modélisées sur une période de 1 heure - Scénario 1 .....	87
Carte 9 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) modélisées sur une période de 4 minutes - Scénario 1.....	89
Carte 10 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de nickel (Ni) modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 1.....	91
Carte 11 :	Occurrences des dépassements de la norme de nickel (Ni) - Données météorologiques de 2008 à 2012 - Scénario 1.....	93

Carte 12 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de fer (Fe) modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 1.....	95
Carte 13 :	Occurrences des dépassements de la norme de fer (Fe) - Données météorologiques de 2008 à 2012 - Scénario 1.....	97
Carte 14 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 2 (séquence d'opération optimale).....	99
Carte 15 :	Occurrences des dépassements de la norme de particules totales - Données météorologiques de 2008 à 2012 - Scénario 2 (séquence d'opération optimale) .....	101
Carte 16 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de nickel (Ni) modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage).....	103
Carte 17 :	Occurrences des dépassements de la norme de nickel (Ni) - Données météorologiques de 2008 à 2012 - Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage) .....	105
Carte 18 :	Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de fer (Fe) modélisées sur une période de 24 heures - Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage).....	107
Carte 19 :	Occurrences des dépassements de la norme de fer (Fe) - Données météorologiques de 2008 à 2012 - Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage) .....	109

# 1 INTRODUCTION

---

La modélisation de la dispersion atmosphérique s'inscrit dans le contexte de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social du projet minier Lac à Paul du promoteur Arianne Phosphate Inc., étude déposée en juin 2013. Ce rapport est déposé en tant qu'étude complémentaire évaluant l'impact sur la qualité de l'air des émissions provenant des opérations d'extraction et de traitement au site minier, et ce, sur la base de tous les critères normatifs du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA).

En effet, Arianne Phosphate Inc. projette d'exploiter un gisement d'apatite, le projet Lac à Paul, à environ 200 km au nord de la ville de Saguenay dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Québec, Canada. C'est dans l'optique du développement durable que Arianne Phosphate Inc. a décidé de concevoir, de développer, d'évaluer et de mettre en œuvre son projet. Cette initiative s'inscrit à toutes les étapes du projet, de sa conception à sa fermeture, notamment dans le contexte de l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social du gouvernement provincial. Ainsi Arianne Phosphate vise à favoriser l'acceptabilité sociale du projet, tout en assurant un apport continu dans la région, incluant des actions ayant des effets stables sur l'économie et la qualité de vie régionale à toutes les étapes de développement du projet Lac à Paul.

Située sur les bords du lac à Paul, la propriété couvre une superficie de plus de 25 000 hectares ou 250km<sup>2</sup>. Les infrastructures s'étendent sur environ 8 km d'est à l'ouest et sur environ 10 km du nord au sud. La durée de vie de la mine est estimée à 25,75 ans (excluant la préproduction) avec une production annuelle moyenne de concentré de phosphate de 3 millions de tonnes à une teneur de 38,6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et un taux de récupération moyen après traitement de 90,0 %.

Le projet Lac à Paul est assujéti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q.) et de son Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (R.R.Q., c. Q-2, r. 23; art. 2, alinéa p). D'ailleurs les études nécessaires ont été déposées auprès des autorités en juin 2013.

La démarche de modélisation préconisée dans la présente 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<sup>1</sup> (MDDEFP, 2005). L'étude s'appuie également sur les informations fournies par Arianne Phosphate Inc. et des discussions avec le client et les ingénieurs responsables de la conception du projet Lac à Paul. L'ensemble de la description technique du projet utilisée dans la présente étude est basé sur le design présenté dans l'étude de faisabilité 2013 (Arianne Phosphate, 2013). Les résultats présentés dans ce présent rapport décrivent donc des situations modélisées sur des années météorologiques passées à partir de taux d'émission estimés selon les opérations futures prévues dans cette description du projet. La réalisation de cette étude à cette étape-ci constitue une opportunité pour Arianne Phosphate de valider le

---

<sup>1</sup> La dénomination ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) est également utilisée dans le présent rapport bien que renommé ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC) depuis avril 2014, et ce, afin d'éviter la confusion dans les références.

design préconisé et d'apporter les améliorations nécessaires visant à réduire ses impacts sur le milieu.

Les sections suivantes présentent la procédure suivie pour modéliser les concentrations des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant. Les niveaux ambiants retenus ainsi que les normes de qualité de l'atmosphère considérées pour évaluer la conformité des concentrations modélisées à la réglementation québécoise sont aussi exposés. Enfin, les résultats détaillés sont présentés et interprétés en fonction des hypothèses retenues pour la modélisation.

## 2 PROCÉDURE DE MODÉLISATION

---

La modélisation vise à évaluer la portée géographique potentielle et l'ampleur des rejets atmosphériques estimés du projet Lac à Paul, et de vérifier la conformité des concentrations potentielles avec la réglementation québécoise en vigueur.

La modélisation de la qualité de l'air a été réalisée à l'aide de logiciels recommandés par la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDEFP pour la modélisation de la dispersion atmosphérique de composés particuliers et gazeux.

### 2.1 Description du modèle AERMOD

Le modèle de 2<sup>e</sup> niveau AERMOD (version 13350) a été retenu pour réaliser la présente étude de dispersion, en particulier puisque le projet présente plusieurs sources émettrices. En effet, une étude de 2<sup>e</sup> niveau (MDDEFP, 2005) est exigée lorsqu'une des conditions suivantes est observée :

- projet situé dans un parc industriel;
- présence de sources émettrices multiples;
- somme des concentrations simulées et ambiantes (bruit de fond) égale ou supérieure à 80 % de la norme applicable;
- projet situé en bordure d'un plan d'eau;
- sources émettant des polluants toxiques ou dangereux.

Le programme AERMOD est un modèle gaussien de dispersion permettant de calculer les concentrations de composés gazeux ou de matières particulaires résultant des émissions de sources ponctuelles, surfaciques ou volumiques en milieu urbain ou rural. Le programme comporte les caractéristiques suivantes :

- utilisation de données météorologiques horaires;
- création de profils de température, de vent et de turbulence afin de déterminer une hauteur de mélange mécanique et convective;
- fonction de distribution des probabilités s'adaptant aux conditions de stabilité de l'atmosphère (gaussienne ou non);
- intégration de caractéristiques de surface du terrain telles que la hauteur de rugosité, l'albédo et le ratio de Bowen;
- grille de points-calcul (récepteurs) flexible;
- incorporation de termes d'ajustement permettant de tenir compte des propriétés physico-chimiques pouvant affecter le comportement de certains composés.

Le programme utilise des données météorologiques horaires afin d'estimer les concentrations de particules ou substances gazeuses dans l'air ambiant à différents points-calcul pour différentes périodes (ex. : horaire, 8 heures, 24 heures, annuelle, etc.). Il intègre également le module BPIP-PRIME (Building Profile Input Program) permettant de tenir compte de l'effet de sillage (turbulence) induit par la présence de bâtiments. Cette option est particulièrement importante dans le cas où des édifices susceptibles de modifier l'écoulement de l'air se retrouvent à proximité des sources d'émissions ponctuelles.

## 2.2 Paramétrage du modèle

### 2.2.1 Domaine de modélisation

Le domaine de modélisation détermine les limites géographiques dans lesquelles s'insère la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Dans le cadre de la présente étude, le domaine est situé dans la zone UTM 19 de l'hémisphère nord et s'étend de part et d'autre des installations du projet Lac à Paul, sur une distance de 17,0 km par 14,25 km (voir carte 2). Le coin sud-ouest du domaine est situé au point X = 367 500 m; Y = 5 521 300 m dans la projection Mercator (UTM) avec le Datum de référence NAD83. Il couvre une superficie suffisante afin d'inclure toutes les premières zones d'utilisation du territoire susceptibles d'être exposées aux émissions atmosphériques.

### 2.2.2 Grille des récepteurs et récepteurs ponctuels

La grille de récepteurs est constituée de 3 481 points de calculs dont la distribution est échelonnée à tous les 250 m de façon uniforme dans une zone centrale de taille de 14,25 km par 14,25 km et à tous les 500 m au-delà de cette zone. La densité de la grille de récepteurs utilisée permet de générer suffisamment de valeurs modélisées de manière à obtenir une représentativité adéquate des concentrations potentielles (répartition spatiale) dans l'air ambiant. La grille de récepteurs est présentée à la carte 2.

De plus, 8 récepteurs ponctuels ont été ajoutés pour représenter les secteurs utilisés dans le domaine de modélisation. Parmi ces récepteurs, deux représentent les bureaux d'Arianne Phosphate, deux sont des campements autochtones permanents et 4 sont des abris sommaires de villégiatures. La carte 2 montre l'emplacement de ces récepteurs, tandis que le tableau 3 présente leurs coordonnées respectives.

De plus, 8 sites de camping rustique le long de la rivière Manouane ont été identifiés sur cette carte. Ces sites ont été recensés sur les cartes de conditions de canotage de la rivière Manouane, par Hydro-Québec. Selon le suivi environnemental 2008 de la dérivation de la rivière Manouane<sup>2</sup>, ce secteur de la rivière Manouane présente un très faible taux de fréquentation par les villégiateurs. Ces sites n'ont donc pas été considérés comme des récepteurs sensibles dans la présente étude.

Finalement, il est important de rappeler que les normes de qualité de l'atmosphère s'appliquent à la limite de propriété projetée lorsqu'une telle limite existe. Dans le cas où le projet se trouve en totalité ou en partie sur des terres publiques, le MDDEFP demande que les normes soient respectées à partir d'une distance de 300 m des différentes installations. Le projet Lac à Paul est quant à lui situé sur le territoire de la pourvoirie du Lac à Paul dont Arianne Phosphate a obtenu les droits exclusifs sans en être propriétaire. Dans ce contexte, la limite d'application du RAA a été tracée à une distance de 300 m des installations. Enfin, pour satisfaire les exigences du MDDEFP, une séquence de 332 récepteurs ponctuels espacés de 100 m a donc été placée le long de cette limite.

---

<sup>2</sup> Tecslut Inc. 2009. Dérivation partielle de la rivière Manouane. Suivi environnemental 2008 en phase d'exploitation. Conditions de navigation, dépôts de billes de bois et consultation des utilisateurs. Rapport présenté à Hydro-Québec. 74 p. et annexes.



L'élévation des différents récepteurs a été établie en tenant compte de la topographie du terrain, déterminée à partir des données d'un relevé LIDAR. Ces données ont été complétées par les Données numériques d'élévation du Canada (DNEC) 1:20 000, offrant une résolution de 0,75 secondes décimales en latitude et longitude, pour la portion du domaine non couverte par le LIDAR.

Les récepteurs à l'intérieur de la limite d'application considérée n'ont, quant à eux, pas été pris en compte pour évaluer la conformité des concentrations modélisées aux critères de qualité de l'air.

## **2.2.3 Préparation des données météorologiques**

L'échantillon météorologique utilisé pour la modélisation avec le programme AERMOD a été préparé à l'aide du module AERMET (version 13350) de l'U.S. EPA (Environmental Protection Agency). Le module AERMET permet de créer un format de fichier météorologique horaire compatible avec l'exécution du programme AERMOD en combinant les données météorologiques de surface et les données prises en altitude.

### **2.2.3.1 Données météorologiques**

Les données météorologiques de surface utilisées dans le cadre de cette étude proviennent du modèle pronostique Mesoscale MM5 et ont été acquises de Lakes Environmental Software (janvier 2014) pour les années 2008 à 2012 de manière à couvrir les cinq années les plus récentes et représentatives de la région conformément à ce qui est demandé par le MDDEFP dans le cadre d'une modélisation de la dispersion atmosphérique de 2<sup>e</sup> niveau (MDDEFP, 2005). Le modèle pronostique Mesoscale MM5 consiste en un modèle mathématique de prévision atmosphérique à partir de données réelles d'observation.

Plus spécifiquement, les variables météorologiques horaires de surface utilisées pour la modélisation sont la direction et la vitesse du vent; la température; la pression atmosphérique; l'humidité relative, le point de rosée, la couverture nuageuse et la hauteur du plafond.

Les roses des vents sont présentées à la figure 1 pour chacune des années météorologiques considérées. Les vents dominants soufflent majoritairement en provenance du sud-sud-ouest et du nord-ouest alors que la vitesse moyenne du vent est de 3,31 m/s.

En ce qui a trait aux données aérologiques, ces dernières proviennent également des données MM5 acquises de Lakes Environmental Software (janvier 2014). Les variables météorologiques prises en altitude qui ont été considérées pour la modélisation sont l'élévation à partir du sol; la pression atmosphérique et la température.

### **2.2.3.2 Classification du territoire et utilisation du sol**

Le module AERMET utilise trois paramètres d'entrée liés aux caractéristiques du sol : le ratio de Bowen, l'albédo et la rugosité. Le ratio de Bowen est une mesure de l'humidité disponible pour l'évaporation, alors que l'albédo représente la portion de luminosité qui est reflétée du sol. La rugosité du sol est associée au frottement et à la variation, à petite échelle, du relief du terrain.

L'évaluation de la rugosité est basée sur une moyenne géométrique pondérée par l'inverse de la distance, et ce, pour une zone de 1 km de rayon définie autour du site de mesure. Cette zone est découpée en plusieurs secteurs, dont la largeur n'est pas inférieure à 30 degrés. La rugosité

varie donc d'un secteur à un autre pour tenir compte des variations de la couverture terrestre. L'évaluation du ratio de Bowen et de l'albédo est effectuée sur un domaine de 10 km par 10 km, centré sur le site de mesure. Une moyenne géométrique non pondérée (indépendante de la direction ou de la distance) est utilisée pour le ratio de Bowen alors qu'une moyenne arithmétique est utilisée pour l'albédo.

Or, pour le site présentement à l'étude, l'utilisation du sol, autant pour la zone de 1 km de rayon que pour le domaine de 10 km par 10 km, est dominée par des milieux naturels (plan d'eau, forêt, etc.) couvrant l'ensemble de la superficie du territoire. De plus, quatre saisons ont été considérées pour l'évaluation des caractéristiques de surface, soit de décembre à mars, d'avril à mai, de juin à septembre et d'octobre à novembre. Les valeurs estimées pour ces paramètres sont présentées au tableau 4, tandis que les catégories d'utilisation du sol définies dans un secteur de 1 km de rayon autour du site de mesure sont illustrées à la carte 1.

#### **2.2.4 Effet des bâtiments**

Étant donné la proximité de certaines sources ponctuelles par rapport aux différents bâtiments, l'effet de rabattement du panache de dispersion a été calculé. Pour ce faire, le programme « Building Profile Input Program » (BPIP) a été utilisé afin de déterminer l'effet des bâtiments. Les résultats du calcul ont par la suite été incorporés au modèle AERMOD, qui applique les corrections requises pour l'estimation des concentrations dans l'air ambiant à l'aide du module PRIME.

Pour calculer l'effet de rabattement du panache, les infrastructures projetées du site minier ont été tracées. Les coordonnées géographiques, l'élévation des bâtiments et la position des sources d'émissions ont été déterminées à partir des plans techniques, basés sur le design de l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013).

#### **2.2.5 Configuration de AERMOD**

Toutes les options par défaut du modèle AERMOD ont été considérées pour son exécution, en conformité avec les exigences indiquées dans le guide de modélisation du MDDEFP.

## 3 SCÉNARIOS DE MODÉLISATION

---

### 3.1 Identification des sources d'émissions

Certaines opérations et infrastructures du projet minier Lac à Paul sont susceptibles d'émettre des matières particulaires et divers composés gazeux à l'atmosphère sous des conditions normales d'exploitation. Basées sur les informations fournies par Ariane Phosphate, la description technique des équipements qui seront utilisés pour l'exploitation du gisement ainsi que l'analyse des procédés prévus pour l'extraction et le traitement du minerai, les principales sources d'émission ont été identifiées et sont brièvement décrites ci-dessous.

L'exploitation d'une mine à ciel ouvert implique plusieurs types d'activités qui sont susceptibles de générer des émissions fugitives. Plus spécifiquement, les opérations de forage, le chargement et le déchargement des camions de transport, l'opération de bouteurs et le transfert de matériaux non couvert sont reconnus comme des sources fugitives de matières particulaires. Le sautage représente également une source fugitive de particules, mais aussi de gaz de combustion tels que le CO, les NOx et le SO<sub>2</sub>.

L'entraînement de la poussière lors du passage des véhicules lourds sur le réseau de routes non pavées de la mine représente pour sa part une importante source de particules. En effet, le routage des différentes matières est habituellement le principal contributeur parmi toutes les sources fugitives d'un complexe minier.

Les gaz d'échappement des divers équipements utilisés pour l'exploitation de la mine, ainsi que des camions attitrés à l'approvisionnement et à l'expédition du concentré, représentent aussi des sources de matières particulaires et de gaz de combustion. Les dépoussiéreurs installés au concasseur et à l'usine de traitement sont également considérés comme des sources de matières particulaires. Toutefois, les étapes du procédé qui emploie un procédé humide à l'usine de traitement n'ont pas été incorporées au modèle, car elles représentent une source négligeable de particules.

Finalement, les diverses haldes et piles de stockage ainsi que les digues des parcs à résidus sont sujettes à l'érosion éolienne, avant la phase de végétalisation, et sont donc considérées comme des sources surfaciques de matière particulaire.

### 3.2 Substances modélisées

Les substances retenues pour la modélisation de la dispersion atmosphérique sont les matières particulaires en suspension, soit les particules totales (PM<sub>tot</sub>) et les particules fines (PM<sub>2,5</sub>), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

De plus, 20 métaux et métalloïdes présents dans le minerai, les stériles, les résidus miniers et le concentré ont également été considérés. Parmi eux, quatorze possèdent une norme de qualité de l'atmosphère définie dans le RAA. Il s'agit de l'antimoine, l'argent, l'arsenic, le baryum, le béryllium, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, le

thallium, le vanadium et le zinc. Pour le cobalt, le fer, le manganèse, le sélénium, la silice<sup>3</sup> cristalline et le titane, des critères ont plutôt été établis par le MDDEFP.

Les concentrations de métaux dans l'air ambiant ont été déterminées à partir des concentrations de particules totales modélisées<sup>4</sup> et de la caractérisation géochimique des différentes lithologies, du rejet du concentrateur (URSTM, 2013) et du concentré (Corem, 2013). Afin de déterminer la concentration en métaux des particules totales, la composition des émissions spécifiques à chacune des sources ont été considérées. Les sources ont d'abord été combinées en groupe pour chaque type d'activité. Puis, la composition par lithologie a été considérée pour chacun de ces groupes. Le tableau 6 présente les lithologies composant chaque groupe. La teneur en métaux de chacun de ces groupes de sources est ensuite donnée par la teneur des lithologies. Lorsqu'un groupe est associé à plusieurs lithologies, la teneur en métaux maximale est utilisée. Finalement, il faut préciser que la concentration en métaux des émissions annuelles de chacun des groupes de sautage et de l'usine de traitement peuvent être pondéré selon leurs fréquences annuelles, tandis que la concentration en métaux des émissions journalières et horaires est déterminée par le maximum dans un scénario de conservatisme étant donné la variabilité des opérations d'une journée à l'autre au cours d'une même année. Le tableau 7 liste les teneurs en métaux obtenues pour chacune des différentes sources d'émissions considérées.

Concernant l'estimation des concentrations de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant, la méthode PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method) a été utilisée. Cette méthode permet de calculer la conversion du NO en NO<sub>2</sub>, en fonction du ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> à la source et de l'ozone disponible dans l'air ambiant. Pour ce faire, une concentration ambiante d'ozone de 80 ppb<sup>5</sup> et un ratio à la source de NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> (in-stack ratio) de 20 %, selon les valeurs tabulées dans le guide de dispersion du Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation (NL DEC-2012), ont été utilisés. Or, le ratio de 20 % a été sélectionné puisque représentatif des émissions provenant des gaz d'échappement de la machinerie, et conservateur par rapport aux émissions lors des sautages. En effet, il est conservateur de considérer un tel ratio lors de la détonation du mélange explosif utilisé pour les sautages puisque le ratio de NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> produit par les explosifs composés principalement de nitrate d'ammonium est, selon les données actuellement disponibles, évalué à environ 4 %<sup>6</sup>.

### 3.3 Sélection des scénarios modélisés

Afin d'évaluer les impacts de l'exploitation de la mine sur la qualité de l'air, un premier scénario a été déterminé en fonction du plan d'agencement général, du calendrier de production et de la description des trajets empruntés pour le transport des différentes matières sur le site. Puis en raison des résultats de modélisation de ce premier scénario, un second scénario a été déterminé. Les sections suivantes présentent un descriptif de chacun de ces scénarios.

---

<sup>3</sup> Dans la présente étude, la silice cristalline est regroupée dans les métaux. Or, même si le silicium est souvent mentionné comme un métal, le silicium possède autant les caractéristiques d'un métal que d'un non-métal.

<sup>4</sup> À l'exception du Nickel, où les PM<sub>10</sub> ont été utilisés.

<sup>5</sup> MDDEFP, Communication par courriel, 10 mai 2013.

<sup>6</sup> Attalla et al., NO<sub>x</sub> Emissions from Blasting Operations in Open-Cut Coal Mining, Atmospheric Environment 42 (2008) 7874–7883.

### **3.3.1 Scénario 1**

Le premier scénario correspond à la période 9 d'exploitation de la mine. Ce scénario a été retenu en raison du tonnage élevé (89,5 Mt/an) qui sera extrait et de l'emplacement des activités de forage, de sautage et de chargement dans la fosse.

En effet, l'extraction de minerai est constante (environ 18,6 Mt/an) pour l'ensemble des périodes à pleine production, de la période 3 à 26. Par contre, l'extraction de stériles est variable et la période 9 présente le maximum de stérile extrait (70,8 Mt/an). À titre d'exemple, la seconde période présentant le plus de stériles extraits est la période 8, avec 55,5 Mt/an, soit 78,4 % des stériles de la période 9. De plus, le stérile extrait à la période 9 provient de la zone ouest de la fosse où l'ensemble des opérations se fait près de la surface, ce qui accentue l'effet de ces sources sur les concentrations potentielles.

Le tableau 8 présente le tonnage déplacé pour chacun des trajets de ce scénario. La description des trajets se trouve quant à elle à la section 3.4.2.

Les résultats de la modélisation du scénario 1 indiquent que sous certaines conditions météorologiques, des dépassements en particules totales pourraient être observés dans différentes zones en périphérie du site minier, en particulier au nord. Il a été observé que les principaux acteurs provoquant ces dépassements sont les activités liées à la manipulation et au sautage des stériles. Dans ce contexte, le scénario 2 impliquant la modification ou l'interruption de ces activités a également été modélisé.

### **3.3.2 Scénario 2**

Ce scénario consiste en l'arrêt partiel des activités de manipulation de stériles et à l'arrêt occasionnel du sautage. Les activités de manipulation de stériles comprennent les chargements et déchargements dans la fosse et sur la halde de stériles, le transport du stérile et le boutage sur la halde de stériles. Ce scénario a été retenu afin de déterminer un mode d'exploitation qui permet de respecter les normes du RAA lorsque les conditions de dispersions sont défavorables pour les zones situées au nord du site minier. Ainsi, lorsque les conditions de dispersions seront favorables, le mode d'opération du projet Lac à Paul se fera selon le scénario 1, mode normal d'opération, et, lorsque le suivi de la qualité de l'air indiquera des risques de dépassement dans les zones situées au nord, le scénario 2 sera mis en opération.

Selon les résultats présentés à la section 5.2, dans le cadre de la modélisation, le scénario 2 est mis en opération au plus 70 jours dans une année et le sautage est reporté au plus trois jours dans une année, et ce, pour l'année présentant la plus grande production, soit la période 9 du projet.

## **3.4 Sources volumiques**

Les sources volumiques doivent être évaluées pour chacun des scénarios en fonction des futures activités. Les sources volumiques retenues pour le modèle sont illustrées à la carte 3 et sont décrites ci-dessous.

### **3.4.1 Opérations**

Les opérations incluent le forage, le sautage, le chargement et le déchargement des camions de transport, et le boutage sur les haldes de stockage et les digues du parc à résidus. Dans le

cadre de la présente étude, ces diverses opérations sont considérées continues tout au long de l'année, et ce, 24 heures sur 24, à l'exception des émissions provenant du sautage qui ont été ajustées pour être effectives une seule heure par jour (intervalle de temps minimal du logiciel AERMOD).

Les caractéristiques physiques et les taux d'émission calculés des sources fugitives reliées aux différentes opérations d'extraction ont été compilés à partir des informations provenant de l'étude de faisabilité (Arianne Phosphate, 2013) et sont présentés au tableau 9.

### **3.4.1.1 Forage et sautage**

L'ensemble des paramètres considérés pour le forage et le sautage sont donnés aux tableaux 10 et 11. Suivant ces paramètres, des taux de forage continus de 201 trous par jour ont été déterminés. Suivant le nombre de foreuses disponibles, les opérations de forage sont réparties sur deux zones, soit deux foreuses dans la zone est de la fosse et trois foreuses dans la zone ouest. Les taux d'émission pour les particules totales ont été estimés suivant la section 11.9 de l'AP-42 (US-EPA, 1995) alors qu'un facteur d'échelle de 0,5 a été considéré pour les particules fines. Un facteur d'atténuation de 99 % des poussières de forage (DSEWPaC, 2012) est également considéré dans les deux cas afin de tenir compte du système d'épuration installé sur les foreuses (dépoussiéreurs à filtre à manche).

Un maximum de 463 trous est prévu par sautage, pour une surface sautée de 19 446 m<sup>2</sup>, dans le cas du stérile et 16 668 m<sup>2</sup> dans le cas du minerai. Puisque le taux d'émission des sautages est fonction de la surface sautée, un sautage de stériles produira plus de poussières qu'un sautage de minerai. De plus, le sautage de stériles est situé dans la zone ouest, où les opérations sont situées près de la surface, soit à une élévation de 415 m contrairement aux opérations de la zone est qui se trouvent à une élévation de 215 m. Ainsi, afin de considérer le scénario pire cas, c'est le sautage de stériles qui est considéré dans la modélisation.

De plus, même si environ trois sautages sont prévus par semaine pour la période 9, les modélisations considèrent un sautage tous les jours. Ainsi, la journée où les sautages ont lieu est considérée comme le scénario pire cas et est donc testée sur l'ensemble de l'échantillon météorologique de façon à obtenir de meilleures statistiques pour les moyennes 24h. Dans le cas de la moyenne annuelle, l'effet mesuré des sautages est par contre réduit par un facteur de 3/7, afin de tenir compte de cette surestimation. Également, bien que deux fenêtres de tirs soient prévues par jour, tous les sautages sont modélisés entre 11h et midi.

Les taux d'émission pour les PM<sub>tot</sub> et PM<sub>2,5</sub> ont été estimés suivant la section 11.9 de l'AP-42 (US-EPA, 1995) tandis que les taux d'émission pour le CO, NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub> ont été estimés suivant le National Pollutant Inventory: Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation and Firing Ranges (DSEWPaC, 2012) pour des explosifs d'émulsion à 100 %. La hauteur du souffle a quant à elle été évaluée à environ 15 m.

Les caractéristiques physiques et les taux d'émission évalués pour ces activités sont présentés au tableau 12 et un calcul des taux d'émissions pour le forage et le sautage est présenté en détail en annexe aux tableaux A.2 et A.3.

### **3.4.1.2 Chargements et déchargements**

Les opérations de chargement se produisent à l'intérieur de la fosse, dans deux zones distinctes : la zone est et la zone ouest. Le minerai est entièrement extrait à partir de la zone

est, qui est située au point le plus profond de la fosse. De plus, une faible proportion de stériles y est aussi extraite. Celui-ci est acheminé en partie vers l'accès est de la halde de stériles et, l'autre partie, au parc à résidus pour la construction des digues. La majeure proportion (plus de 90 % du tonnage annuel) de stériles est, quant à elle, extraite à partir de la zone ouest de la fosse et acheminée vers l'accès ouest de la halde de stériles.

Concernant les opérations de manipulation du minerai, la totalité du minerai extrait de la fosse est déchargée dans le concasseur. Bien que la disponibilité de celui-ci ne soit que de 70 %, il est considéré fonctionnel 24h sur 24 de manière à représenter le scénario pire cas. De plus, dans le contexte où la capacité nominale du concasseur (3041 t/h) est supérieure au tonnage de minerai extrait de la fosse, du minerai additionnel provenant de la pile tampon situé sur une plateforme près du concasseur y est déchargé.

À la suite du concassage, le minerai est déchargé sur une seconde pile tampon avant d'alimenter le convoyeur et être acheminé à l'usine de traitement. Ainsi un point de déchargement de convoyeur est donc considéré sur cette seconde pile tampon.

À partir de ce point, l'ensemble du procédé, incluant le chargement du concentré, est réalisé en milieu fermé et aucun autre chargement ou déchargement n'est considéré dans la modélisation. Le procédé est cependant contrôlé à l'aide de dépoussiéreurs, considérés dans les sources ponctuelles.

Les inventaires complets des chargements et déchargements ainsi que les différentes quantités de matière véhiculées sont présentés pour l'ensemble des scénarios au tableau 9. Les caractéristiques physiques et les taux d'émission pour chacun des volumes sources y sont également présentés.

Les taux d'émission pour chacune des sources liées aux chargements et déchargements du minerai et des stériles ont été estimés suivant la section 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles de l'AP-42. Les quantités de matériel chargées et déchargées sont distribuées également sur les 24 heures de la journée. L'humidité des différentes matières a été fixée à 5 % suivant les valeurs données dans l'étude de pré faisabilité (Ressources d'Arianne, 2012). La vitesse moyenne des vents utilisée est celle des données météorologiques considérées, soit une vitesse de 3,31 m/s.

L'évaluation des taux d'émission pour les chargements et déchargements est présentée en détail en annexe au tableau A.4.

### **3.4.1.3 Boutage**

Les opérations de boutage des matières dans les différentes zones de la halde de stériles, sur les digues des parcs à résidus, ainsi que dans la fosse sont considérées comme des sources fugitives de particules. En tout, quatre boteurs sont considérés en opération. Les taux d'émission ont été estimés suivant la section 11.9 Western Surface Coal Mining de l'AP-42. Dans le cadre de la présente étude, le facteur d'émission proposé pour le mort-terrain a été jugé plus représentatif que le facteur d'émission pour le charbon. Un facteur d'utilisation de 50 % a de plus été considéré afin de tenir compte de la disponibilité et de l'efficacité pour ce type d'équipement.

Les caractéristiques physiques et les taux d'émission pour chacun des volumes sources associés sont présentés au tableau 9.

### 3.4.2 Routage

Le soulèvement de la poussière lors du transport des différentes matières sur le réseau de routes non-pavées est habituellement le principal contributeur parmi les sources fugitives d'un complexe minier. Or, puisque l'intensité des émissions est directement proportionnelle à la quantité de matériel transporté, au type de véhicule utilisé et à la teneur en limon (silt) contenue dans les matériaux utilisés pour la construction et l'entretien des surfaces de roulement, les différents trajets empruntés sur le réseau routier du complexe minier (fosse vers concasseur, fosse vers halde de stériles, etc.) doivent donc être suffisamment détaillés pour permettre d'établir un taux d'émissions spécifique à chacun des tronçons de route.

La description des opérations ainsi que les caractéristiques physiques des routes, telles que l'emplacement et les dimensions (longueur et largeur), ont été compilées à partir des informations de l'étude de faisabilité (Arianne Phosphate, 2013). Le transport considéré est celui associé à la manipulation du minerai et des stériles, ainsi que celui de la livraison du concentré. Pour la livraison du concentré, le transport sur le site minier, ainsi que sur une portion d'environ 3 km de la route d'accès a été considéré. En tout, 5 trajets ont été identifiés et subdivisés en 19 segments, formant un réseau d'environ 21 km. La largeur des routes prévue est de 28 m pour les routes reliant la fosse, la halde de stériles et le concasseur et de 10 m pour les autres routes. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont considérés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence. Des largeurs effectives de 34 et 16 mètres sont donc utilisées.

Chacun des segments est représenté par une série de sources volumiques alternées. La localisation des différents segments et des volumes sources sont illustrés à la carte 3 et leurs valeurs sont données au tableau 15. Les véhicules utilisés pour le transport des différentes matières ainsi que leurs principales caractéristiques sont présentées au tableau 13. Les quantités de matière transportées sur chacun des trajets sont pour leurs parts données au tableau 14.

Le nombre de passages par segment a été estimé à partir des quantités de matière transportées sur chacun des trajets et de la charge utile des camions utilisés. Pour la livraison de concentré, deux chargements par jour par camion, pour les 46 camions, ont été considérés. Ces informations ont également permis de déterminer le poids moyen et la hauteur moyenne des camions sur chaque segment. Les taux d'émissions de particules associés à chacune des sources ont finalement été estimés de façon conservatrice à partir des facteurs proposés dans la section 13.2.2 Unpaved Roads de l'AP-42. Ces différentes informations sont regroupées au tableau 14 alors qu'un exemple de calcul est présenté en annexe au tableau A.5.

Il est important de préciser qu'un facteur d'émission de 0,05 a été appliqué aux sources volumiques du routage afin de prendre en compte une réduction des poussières émises de l'ordre de 95 %, découlant principalement de l'arrosage régulier des routes (eau et abats poussières). En effet, les émissions de poussière provenant du transport minier représentent généralement la source de poussière principale des projets miniers à ciel ouvert, la mise en place d'un programme de gestion de l'arrosage des routes représente donc une avenue importante pour Arianne Phosphate pour limiter ses impacts sur l'environnement. De plus, une teneur en silt de 4.5 % a été utilisée pour déterminer les taux d'émissions des segments de



route associés au transport du minerai et des roches stériles et à la livraison du concentré. Ce taux correspond à la valeur moyenne de la plage prévue pour la teneur en silt des routes<sup>7</sup>.

### 3.5 Sources ponctuelles

Le texte qui suit présente les sources ponctuelles considérées pour la modélisation, alors que la carte 3 les localise spatialement.

#### 3.5.1 Dépoussiéreurs

Un total de 9 dépoussiéreurs sont prévus et considérés dans la modélisation. Ils sont localisés au concasseur giratoire [DC\_CRUSH1], à la chute du silo de minerai concassé ainsi qu'à sa récupération [DC\_SILO1 et DC\_SILO2], au séchoir de concentré [DC\_DRYER], dans les deux dômes de concentré [DC\_DOME1 et DC\_DOME2], au chargement de concentré [DC\_LOAD] et dans les deux silos d'amidon [DC\_STR1 et DC\_STR2]. Les sorties à l'atmosphère sont considérées comme des sources de particules et sont modélisées à l'aide de sources ponctuelles.

Les caractéristiques physiques des points d'émissions, telles que l'emplacement (coordonnées et élévation), les dimensions (hauteur et diamètre), la température et la vitesse de sortie ont été compilées à partir des informations de l'étude de faisabilité (Arianne Phosphate, 2013). Celles-ci sont présentées au tableau 16. Les taux d'émissions des composés particulaires ont été fixés à 30 mg/m<sup>3</sup>R soit la limite supérieure prescrite à l'article 10 du RAA. Le séchoir de concentré considéré est électrique et représente donc uniquement une source de particules. Concernant les particules fines, un ratio PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>tot</sub> de 30 % a été considéré pour les dépoussiéreurs au concasseur tandis qu'un ratio de 5,5 % a été considéré pour les dépoussiéreurs aux silos d'entreposage de minerai et de concentré, aux silos d'amidon et au chargement du concentré, selon les valeurs données au tableau 11.19.2-3 de l'AP-42. Pour le séchoir de concentré, le ratio a été déterminé à partir de l'efficacité d'un filtre à manche (BREF, 2013) pour chaque tranche de tailles de particules et de la distribution des tailles de particules donnée au tableau 11.21-5 de l'AP-42, un ratio de 56 % est ainsi obtenu. Un exemple de calcul est présenté en annexe au tableau A.8.

#### 3.5.2 Gaz d'échappement des équipements miniers

Les émissions provenant des gaz d'échappement (PM<sub>tot</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> et CO) des différents véhicules actifs sur le site minier ont été considérées lors de la modélisation. Suivant les informations de l'étude de faisabilité (Arianne Phosphate, 2013), la flotte de véhicule de la période 9 a été déterminée comme la plus importante. Les facteurs d'émissions (g/hp.hr) ont été estimés suivant la méthode proposée dans le document « Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition » (US-EPA, juillet 2010). Les taux d'émission moyens pour chacun des modèles de véhicule ont ensuite été calculés en considérant la puissance des moteurs (hp) ainsi que le facteur de chargement en fonction du type d'équipement. Les taux d'émission moyens estimés pour chacun des véhicules sont présentés au tableau 17 pour chacune des années considérées. La puissance des moteurs et les facteurs de chargement moyens y sont également présentés.

<sup>7</sup> Arianne Phosphate, Communication par courriel, juin 2014.

Pour la présente étude, la teneur en soufre dans le diesel a été fixée à 15 ppm, soit la limite prescrite par le Règlement sur le soufre dans le carburant diesel (Environnement Canada, 2013) pour les carburants diesel pour les moteurs hors route. En ce qui concerne les NO<sub>x</sub>, un ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> de 20 % a été considéré tel que prescrit par le guide de la modélisation atmosphérique de la province de Terre-Neuve et du Labrador (NLDEC 2012). Il est important de préciser que suivant la méthode utilisée, toutes les particules émises par les systèmes d'échappement sont assumées inférieures à 10 microns (PM<sub>10</sub>) de sorte que les taux d'émission pour les PM<sub>tot</sub> et les PM<sub>10</sub> sont égaux. De plus, la fraction de particules fines (PM<sub>2,5</sub>) sur l'ensemble des particules émises est estimée à 97 %. Finalement, il faut rappeler que certains équipements présents dans la fosse sont électriques et ne produisent donc aucun gaz d'échappement. L'utilisation de tels équipements réduit l'empreinte environnementale du projet. Il s'agit ici d'un exemple qui témoigne du souci de protection de l'environnement qu'a décidé d'adopter Arianne Phosphate dans la conception de son projet.

Afin de caractériser ces sources d'émission, les machines présentes sur le site ont été réparties en trois catégories distinctes, soit le transport, le support minier et les équipements localisés. En ce qui concerne les équipements localisés (excavatrices, chargeuses, bouteurs et foreuses), les tuyaux d'échappement sont verticaux et le comportement des émissions ne sera pas influencé de façon notable par le mouvement des véhicules puisque les déplacements ont lieu à de faibles vitesses et que les émissions sont propulsées vers le haut à des vitesses relativement grandes. Les paramètres physiques réels (tels que la vitesse et la température des émissions, la hauteur et le diamètre du point d'émission) ont tous été utilisés pour ces types de véhicules. Dans le cas des camions de transport, les tuyaux d'échappement sont positionnés horizontalement, sur le côté des véhicules. La dispersion des émissions sera ainsi affectée par le mouvement et la turbulence créée par les camions. Afin de prendre en compte l'effet de flottabilité, la modélisation de ces émissions est également effectuée à l'aide de sources ponctuelles. Cependant, la vitesse d'émission est réduite à 0,1 m/s afin de réduire la poussée verticale des émissions. Le diamètre du point d'émission est conséquemment élargi de façon à conserver un débit équivalent, tout en augmentant la dispersion initiale.

Les émissions associées aux véhicules de transport ont été réparties sur les différents segments en fonction du temps moyen passé sur chacun d'eux. Ces proportions ont été estimées à partir du type d'opération associé à chaque segment (chargement, déchargement), de la longueur et de la topographie du segment (terrain plat ou en pente) et du nombre de déplacements requis pour transporter le tonnage prévu entre les différents points. Une répartition identique a été utilisée pour les émissions associées aux véhicules de support. Finalement, les équipements localisés ont été positionnés en fonction de leur utilisation.

Afin d'assurer la performance du modèle, la position des sources associées au routage et aux opérations (voir section 3.4) ont également été utilisées pour les sources ponctuelles liées aux gaz d'échappement. Les principales routes sur le site se retrouvent à des distances suffisantes par rapport à la limite d'application du RAA et le nombre de sources ponctuelles ainsi considérées est jugé suffisant pour bien représenter la concentration des différentes substances dans l'air ambiant à cette limite. La position des sources est illustrée à la carte 3, alors que le nombre de véhicules, la classification ainsi que les sources volumiques utilisées pour le positionnement sont regroupés au tableau 18. La portion du temps passé sur chacun des segments par les véhicules de transport et de support est présentée au tableau 19. Les paramètres physiques et les taux d'émissions par segment y sont également présentés. Les paramètres physiques et les taux d'émissions pour les équipements localisés sont pour leur part donnés au tableau 20.

En plus des émissions fugitives de particules discutées à la section 3.4.2, les émissions de gaz d'échappement dues au camionnage de la livraison du concentré ont également été considérées dans les modélisations. En l'absence d'information détaillée au sujet des équipements utilisés, les caractéristiques physiques et les taux d'émission ont été calculés pour un camion de type Western Star 6900XD. Contrairement aux véhicules miniers mentionnés précédemment, ces camions quittent le site et ne représentent donc pas des sources à l'intérieur du domaine de façon continue. Le temps moyen passé par les camions sur les segments de routes considérés a alors été estimé en posant une vitesse variant de 50 km/h (à l'extérieur du site de la mine) à 15 km/h (sur le site de l'usine) et en considérant le temps de chargement. Le ratio de temps ainsi obtenu est de 3,8 % du temps sur le site de la mine. Les taux d'émission ont donc été ajustés en conséquence.

### **3.6 Sources surfaciques**

Afin de quantifier les émissions de particules dues à l'érosion éolienne sur les haldes, les piles de stockage, sur les digues du parc à résidus ainsi que du parc à résidus, l'équation de l'INRP a été utilisée sur une base horaire. Pour ce faire, la vitesse du vent à chaque heure a été utilisée et comparée à la vitesse seuil de 19,3 km/h à partir de laquelle l'érosion éolienne apparaît. Le taux d'émission est alors effectif lorsque la vitesse du vent est supérieure à cette vitesse seuil et nulle lorsque la vitesse du vent est inférieure à celle-ci. Dans le secteur du lac à Paul, pour les années météorologiques de modélisation choisies, la vitesse du vent est supérieure à ce seuil pour environ 10% du temps, ce qui correspond donc au temps où l'érosion éolienne sera active sur le site. De plus, comme l'équation est considérée sur une base horaire, le facteur d'atténuation dû aux précipitations n'est pas pris en compte. Il est également important de mentionner que, outre l'omission du facteur d'atténuation lié aux précipitations, le total des émissions annuelles calculées suivant la formulation horaire est identique au total calculé suivant la formulation traditionnelle de l'équation de l'INRP. Seule la répartition des émissions est affectée.

En deuxième lieu, les haldes présentées dans les projets miniers sont très grandes alors qu'une petite fraction de la surface de celles-ci est véritablement « active ». En effet, les opérations de déchargement ont lieu dans des secteurs bien précis et la majeure partie des haldes est complétée et non perturbée pendant de longues périodes. Par conséquent, une fois son potentiel d'érosion vidé par de forts vents, la section non dérangée d'une halde n'émettra plus. Par ailleurs, les précipitations et l'humidité contribuent au lavage des surfaces et à la cimentation des particules fines. Il est ainsi irréaliste de considérer toute la surface des haldes comme active et émettant sans arrêt. Ainsi, pour chacune des zones de déchargement, la surface rafraîchie au cours d'un mois d'activité a été estimée et utilisée comme surface active.

Les caractéristiques physiques des différentes sources surfaciques ont été compilées à partir des informations fournies sur les infrastructures prévues par Ariane Phosphate et sont présentées au tableau 21, avec les taux d'émission calculés. Le positionnement est quant à lui illustré à la carte 3. Un exemple de calcul est présenté en annexe au tableau A.7.

### **3.7 Autres sources potentielles**

Les sources d'émissions occasionnelles ou présentant une contribution marginale aux émissions totales liées à l'extraction et au traitement du minerai n'ont pas été prises en compte pour la modélisation de la dispersion atmosphérique. Dans le cas présent, il s'agit entre autres des convoyeurs qui sont couverts sur toute leur longueur, des déplacements pour la manutention de faibles volumes (camionnette), des ventilateurs, événements et trappes de l'usine de traitement dont les émissions seront très faibles.

## 4 NORMES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE ET NIVEAUX AMBIANTS

---

### 4.1 Normes de qualité de l'atmosphère

Les normes et les critères de qualité de l'atmosphère ont été établis par le MDDEFP dans le but d'évaluer l'impact d'un projet qui est soumis au MDDEFP pour autorisation. Les critères sont des seuils de références utilisés par le ministère en vertu de la Loi sur la qualité de l'Environnement (LQE) alors que les normes correspondent à des seuils de références inscrits dans un règlement tels que le RAA. Ces normes sont présentées au tableau 5.

Les normes et critères de qualité de l'atmosphère sont évalués et déterminés par le MDDEFP et correspondent à des concentrations sans effet nocif. Cette concentration est en effet la concentration la plus élevée d'une substance dans l'air permettant d'éviter l'apparition prédite ou démontrée d'un effet nocif sur la santé humaine, le bien-être ou l'écosystème. Quatre grands types d'effets sont évalués : les effets obtenus par exposition directe (inhalation), les effets obtenus par exposition indirecte, les nuisances et les effets sur les écosystèmes.

Dans ce contexte, le respect de ces normes permet d'assurer un environnement sécuritaire pour la santé humaine et pour l'environnement. Par conséquent, les effets appréhendés des composés particuliers et gazeux sur la santé humaine et sur l'environnement peuvent être considérés négligeables lorsque les normes sont respectées.

### 4.2 Niveaux ambiants

Conformément au guide de modélisation du MDDEFP (2005), les concentrations maximales obtenues par modélisation pour les années de données météorologiques retenues doivent être additionnées à des niveaux ambiants (concentrations initiales) représentatifs de la région étudiée.

Pour déterminer les niveaux ambiants des substances retenues pour l'étude, différentes approches peuvent être envisagées. Les concentrations initiales peuvent être déterminées à partir :

- des mesures effectuées par les stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du MDDEFP. Ce bruit de fond, représentatif de la région, est fourni par le MDDEFP;
- des concentrations initiales mentionnées dans le document « Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère » (MDDEFP, 2013);
- des mesures effectuées sur le site dans le but d'obtenir des valeurs réelles.

Dans le cadre d'un projet soumis à autorisation, le MDDEFP définit des concentrations initiales génériques à utiliser pour représenter la qualité de l'air ambiant à l'état initial. Ces valeurs sont répertoriées dans le document « Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère ».

Toutefois, en ce qui concerne la présente étude, le MDDEFP considère que les concentrations initiales des particules et du dioxyde d'azote provenant du RAA surestiment les concentrations réelles susceptibles d'être observées dans le secteur du projet Lac à Paul étant donné que le site n'est pas influencé par d'autres sources à proximité.

Des concentrations initiales associées aux projets nordiques, qui ne sont pas influencés par d'autres sources locales ou régionales, ont donc été fournies par le MDDEFP<sup>8</sup>, pour les matières particulaires (PM<sub>tot</sub> et PM<sub>2,5</sub>), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et quelques métaux et métalloïdes (arsenic, baryum, cadmium et manganèse). En revanche, les concentrations initiales pour les autres métaux et métalloïdes correspondent aux concentrations initiales mentionnées dans les «Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère» (MDDEFP, 2013).

Le tableau 5 présente les concentrations initiales retenues, et fournies par le MDDEFP, dans le cadre de la présente étude.

---

<sup>8</sup> MDDEFP, Communication par courriel, 10 mai 2013

## 5 RÉSULTATS ET DISCUSSION

---

Les sections qui suivent présentent les résultats obtenus de la modélisation réalisée pour chacun des deux scénarios retenus. Afin de s'assurer de la représentativité des émissions potentielles au futur site, les concentrations évaluées des composés particuliers et gazeux dans l'atmosphère par le projet Lac à Paul sont additionnées aux concentrations initiales actuelles applicables dans le secteur fournies par le MDDEFP ainsi que par le RAA, et comparées aux normes en vigueur. 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 la simulation des activités futures, basées sur le design de l'étude de faisabilité 2013 (Arianne Phosphate, 2013).

Les tableaux de résultats sont présentés en deux parties. Les résultats obtenus pour les récepteurs sensibles sont ainsi présentés au tableau 22 tandis que les résultats à la limite d'application du RAA sont présentés au tableau 23.

Les cartes 4 à 19 illustrent quant à elles les courbes associées aux résultats. Deux types de courbes sont présentés, soit les courbes d'isoconcentration et les courbes d'occurrences de dépassement.

Pour les courbes d'isoconcentration, les données chiffrées apparaissant sur ces cartes correspondent à la contribution du projet Lac à Paul seulement. La couleur des courbes indique si les concentrations totales, incluant les concentrations initiales, dépassent ou non les normes ou critères du RAA. Les courbes présentées pour les maximums 4 minutes, 1 heure et 24 heures illustrent la concentration maximale calculée à chaque récepteur pour la période et les années météorologiques spécifiées. Ainsi, il faut noter que ces maximums ne se produisent pas nécessairement au cours de la même heure ou de la même journée, et ce, pour chacun des points de calcul considérés.

Pour les courbes d'occurrences de dépassement, les données chiffrées apparaissant sur ces cartes correspondent aux occurrences de dépassement annuelles de la norme ou critère du RAA. Les courbes présentées illustrent les occurrences de dépassement annuelles maximales calculées à chaque récepteur parmi l'ensemble des années météorologiques modélisées. Il faut noter que ces occurrences de dépassement ne se produisent pas nécessairement au cours de la même année et qu'il ne s'agit pas d'une moyenne annuelle des occurrences de dépassement de l'ensemble des années modélisées.

Par conséquent, ces courbes présentent des situations hypothétiques où les conditions de dispersion les plus défavorables sont combinées simultanément sur la même carte. Ces courbes, exigées par le MDDEFP, permettent néanmoins de bien visualiser pour une zone donnée du domaine de modélisation la concentration maximale des cinq années météorologiques considérées.

### 5.1 Résultats du scénario 1

#### 5.1.1 Particules totales ( $PM_{tot}$ )

Les résultats présentés pour les particules totales répondent aux exigences du RAA qui prescrit une norme sur une période de 24 heures. Les courbes d'isoconcentration pour le scénario 1 sont illustrées à la carte 4.

### **5.1.1.1 Récepteurs sensibles**

Les résultats montrent que les concentrations susceptibles d'être observées 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 obtenue à un des bureaux d'Arianne Phosphate est de  $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette concentration maximale additionnée à la concentration initiale de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les particules totales donne une concentration totale calculée dans l'air ambiant de  $171 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit environ 42,8 % au-dessus de la norme du RAA établie à  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une période de 24 h. Le projet Lac à Paul contribuant pour 76,7 % de la concentration totale calculée dans l'air ambiant. Un second récepteur sensible, correspondant à un abri sommaire, présente un dépassement de la norme avec une concentration de  $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec le bruit de fond, soit 18,8 % au-delà de la norme. Cependant, dans les deux cas, le second maximum ne présente plus de dépassement avec une concentration maximale de  $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec le bruit de fond, soit 98 % de la norme. Parmi les autres récepteurs, tous respectent la norme du RAA.

### **5.1.1.2 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 333,9 % pour une concentration totale de  $520,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le projet Lac à Paul contribuant pour environ 92,3 % de la concentration totale calculée dans l'air ambiant.

### **5.1.1.3 Occurrence de dépassement**

Les résultats de la modélisation indiquent que pour certaines conditions météorologiques, des dépassements en particules totales pourraient être observés.

La carte 5 présente donc les occurrences des dépassements des normes pour les particules totales observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles. Ainsi, dans le cadre de la présente étude, les normes du RAA pour les particules totales seraient dépassées à plusieurs reprises. Il faut toutefois préciser que les dépassements modélisés au pire récepteur surviennent au plus 32 fois dans l'année météorologique 2011 à la limite d'application du RAA et seulement une fois au cours d'une année dans le pire cas pour les deux seuls récepteurs sensibles dépassant la norme pour les particules totales.

Cette modélisation préliminaire permet d'évaluer la situation future selon le design actuel. Elle permet donc à Arianne Phosphate d'améliorer dès maintenant les caractéristiques actuellement prévues au projet. Ainsi, dans ce contexte, Arianne Phosphate s'engage à mettre en place des mesures d'atténuation supplémentaires impliquant la modification ou l'interruption de certaines activités sur son site lors de conditions météorologiques défavorables, et ce, afin de respecter les normes de la qualité de l'atmosphère.

Or, dans le but de vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation proposées, un second scénario a été modélisé, tel que mentionné à la section 3.3.2. Le scénario 2 consiste à mettre en arrêt partiel des activités de manipulation de stériles et à l'arrêt occasionnel du sautage. Les résultats de ce scénario sont présentés à la section suivante (5.2).



### **5.1.2 Particules fines (PM<sub>2,5</sub>)**

Les résultats présentés pour les particules fines répondent aux exigences du RAA qui prescrit une norme sur une période de 24 heures. Les courbes d'isoconcentration pour le scénario 1 sont illustrées à la carte 6. Les résultats démontrent que les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur sont respectées pour l'ensemble des récepteurs sensibles. Pour les récepteurs à la limite d'application du RAA, des dépassements de la norme sont enregistrés au nord de la halde de stériles et près de l'emplacement du futur parc à résidu.

Au nord de la halde de stérile, la concentration modélisée est au plus 17 µg/m<sup>3</sup>, soit 32 µg/m<sup>3</sup> avec le bruit de fond, ce qui correspond à 6,7 % au-delà de la norme. Le second maximum modélisé ne présente cependant aucun dépassement de la norme. De plus, l'application du scénario 2, mis en place pour les particules totales, permettra d'éviter dans ce secteur ces dépassements de faibles intensités.

Près de l'emplacement du futur parc à résidu, la concentration maximale modélisée correspond à 23,5 µg/m<sup>3</sup>, soit 38,5 µg/m<sup>3</sup> avec le bruit de fond, ce qui correspond à un dépassement de 28,3% de la norme. Ce dépassement survient à seulement deux reprises durant l'année météorologique 2008. De plus, ce dernier est localisé sur une région restreinte près de la limite d'applications du RAA. Le deuxième maximum descend quant à lui à 30,9 µg/m<sup>3</sup>, soit un dépassement de 3,1 % de la norme. Ce dépassement survient seulement deux fois au cours des 5 années modélisées.

### **5.1.3 Monoxyde de carbone (CO)**

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de monoxyde de carbone susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés respectent les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur.

Les courbes d'isoconcentration sont présentées à la carte 7. Les concentrations maximales modélisées représentent 37 % et 15 % de la norme, pour les périodes 1h et 8h respectivement. En raison des faibles concentrations mesurées, uniquement la période 1h est présentée sur les cartes.

### **5.1.4 Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)**

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de dioxyde d'azote susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés respectent les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur.

Les courbes d'isoconcentration sont présentées à la carte 8. Les concentrations maximales modélisées représentent 59,4 %, 33,9 % et 14,6 % de la norme, pour les périodes 1h, 24h et annuelle respectivement. En raison des faibles concentrations mesurées, uniquement la période 1h est présentée sur les cartes.

### **5.1.5 Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de dioxyde de soufre susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés respectent les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur.

Les courbes d'isoconcentration sont présentées à la carte 9. Les concentrations maximales modélisées représentent 11,4 %, 4,1 % et 3,9 % de la norme, pour les périodes 4 minutes, 24h et annuelle respectivement. En raison des faibles concentrations mesurées, uniquement la période 4 minutes est présentée sur les cartes.

### **5.1.6 Métaux et métalloïdes**

À l'exception du nickel et du fer, les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de l'ensemble des métaux et métalloïdes considérés susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés respectent les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur.

#### **5.1.6.1 Nickel**

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de nickel susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés ne respectent pas la norme de qualité de l'atmosphère en vigueur. Pour l'ensemble des récepteurs sensibles, les concentrations modélisées sont sous le critère de qualité de l'atmosphère. Par contre, à la limite d'application du RAA, la concentration maximale modélisée est de  $2,44E-02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , incluant le bruit de fond, ce qui représente un dépassement de 74 % du critère. Le projet contribue à 159,7 % de cette concentration modélisée.

Les courbes d'isoconcentration et d'occurrences de dépassement sont présentées aux cartes 10 et 11. Les dépassements modélisés surviennent dans la même zone que les dépassements de particules totales. Ainsi, le scénario 2, qui a été mis sur place pour pallier aux dépassements en particules totales, permet d'éliminer ces dépassements. Les résultats de nickel pour le scénario 2 sont présentés à la section suivante (5.2).

#### **5.1.6.2 Fer**

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de fer, excluant les oxydes de fer, susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés ne respectent pas le critère du MDDEFP. Pour l'ensemble des récepteurs sensibles, les concentrations modélisées sont sous le critère de qualité de l'atmosphère. Par contre, à la limite d'application du RAA, la concentration maximale modélisée est de  $6,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , incluant le bruit de fond, ce qui représente un dépassement de 178,2 % du critère. Le projet contribue à 238,2 % de cette concentration modélisée.

Les courbes d'isoconcentration et d'occurrences de dépassement sont présentées aux cartes 12 et 13. Les dépassements modélisés surviennent dans la même zone que les dépassements de particules totales. Ainsi, le scénario 2, qui a été mis sur place pour pallier aux dépassements en particules totales, permet de réduire ces dépassements. Les résultats de fer pour le scénario 2 sont présentés à la section suivante.

## **5.2 Résultats du scénario 2**

Les résultats de la modélisation du scénario 1 indiquent que des dépassements des normes et critères de la qualité de l'atmosphère surviennent pour les normes 24h des particules totales, le critère 24h du fer et le critère 24h du nickel. Par conséquent, le scénario 2, considérant une modulation des opérations lors de conditions météorologiques défavorables, a été mis en place pour pallier à ces dépassements.

Or, afin de générer un scénario réaliste d'opération en fonction des conditions météorologiques, plusieurs situations ont été considérées en réduisant progressivement la manipulation des stériles par un certain pourcentage et en considérant les cas avec et sans sautage.

### 5.2.1 Particules totales ( $PM_{tot}$ )

Les résultats de la modélisation indiquent que, sous les contraintes du scénario 2, les concentrations de particules totales susceptibles d'être observées à la limite d'application du RAA, ainsi qu'aux récepteurs sensibles considérés, les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur près de la zone d'efficacité du scénario 2, soit près de la halde de stériles.

Ces résultats sont obtenus en considérant la situation du scénario 2 où les activités liées aux stériles sont réduites progressivement de manière à faire respecter les normes de la qualité de l'air sur l'ensemble des récepteurs à la limite d'application du RAA. De plus, si nécessaire, le sautage est reporté lors de quelques journées problématiques. L'application de ce scénario au jour le jour permet ainsi d'obtenir une séquence d'opération optimale. Ce scénario d'opération a donc été construit en observant l'ensemble des récepteurs d'application du RAA, ce qui permet de limiter les dépassements de la norme, sans limiter indûment les opérations de la mine. Le nombre de jours nécessaires, pour chacun des pourcentages d'arrêt de stériles considérés, est quant à lui présenté au tableau 1. La séquence présentée correspond à la pire année météorologique modélisée, soit l'année 2011. Au cours de cette année, trois jours avec restriction sur le sautage ont été appliqués.

Les courbes d'isoconcentration et d'occurrences de dépassement pour cette séquence d'opération sont présentées aux cartes 14 et 15. Les concentrations maximales modélisées représentent  $226,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit 188,9 % de la norme. La contribution du projet représente 82,3 % de la concentration modélisée. Cependant, les dépassements surviennent au plus trois fois durant la même année et au plus deux fois durant l'année météorologique 2011, tels que présentés au tableau 1. Ces dépassements sont principalement modélisés près de l'emplacement du futur parc à résidus, puisque le scénario 2 n'a pas été conçu pour être efficace dans ce secteur. Ces dépassements sont par contre peu fréquents et de faibles amplitudes.

**Tableau 1 : Séquence d'opération optimale du scénario 2 lors de l'année météorologique 2011**

<b>Activité de stériles (%)</b>	<b>Nombre de jours d'opération</b>
100	295
95	5
90	3
85	2
80	7
75	9
70	6
60	9
50	13
40	5
30	4
20	4
10	1
Dépassements résiduels	2

### **5.2.2 Nickel**

Les résultats de la modélisation, à partir de l'application du scénario 2, indiquent que les concentrations de nickel respectent la norme de qualité de l'atmosphère en vigueur. Les courbes d'isoconcentration et d'occurrences de dépassement sont présentées aux cartes 16 et 17 pour la situation du scénario 2 où les activités liées aux stériles sont réduites à 20 % du scénario initial et où aucun sautage n'est considéré.

### **5.2.3 Fer**

Les résultats de la modélisation, à partir de l'application du scénario 2, indiquent que les concentrations de fer, excluant les oxydes de fer, respectent le critère du MDDEFP pour la zone au nord de la halde de stériles. Les courbes d'isoconcentration et d'occurrences de dépassement sont présentées aux cartes 18 et 19 pour la situation du scénario 2 où les activités liées aux stériles sont réduites à 20 % du scénario initial et où aucun sautage n'est considéré. Un dépassement de faible ampleur est modélisé près de l'emplacement du futur parc à résidus, donc en dehors de la zone d'efficacité du scénario 2. Cependant, celui-ci ne survient qu'au plus une fois durant la pire année.

## **5.3 Autres périodes d'exploitation**

Le scénario 2, établi précédemment, a la propriété de permettre l'estimation des concentrations qui résulteraient de la modélisation des autres périodes, et ce, pour toute la durée de vie du projet. En effet, en observant le plan minier, qui est reproduit au tableau 2 pour les périodes 3 à 27, deux aspects ressortent clairement. Premièrement, la quantité de minerai manipulé est relativement constante pour l'ensemble des périodes, soit environ 18,6 Mt/an. Deuxièmement, la quantité de stériles manipulés varie énormément d'une période à l'autre.

La manipulation des stériles représente donc la variation principale d'une période à l'autre, alors que les autres sources resteront relativement constantes. Le patron de dispersion des autres périodes du projet peut donc être estimé à partir des résultats de la période 9 en associant une situation d'activités des stériles réduites à chacune des autres périodes. Cette situation est présentée au tableau 2 où les jours avec restriction pour le scénario 1 sont estimés pour toute la durée de vie du projet.

Bref, bien que cette analyse soit une estimation des résultats de scénarios non modélisés, celle-ci permet de mettre en évidence qu'annuellement le nombre de jours avec restriction pour les particules totales prévues à la période 9 est bien particulier et nullement représentatif de l'ensemble des périodes de production de la mine. Les dépassements de la période 9 représentent en effet plus de 20 % des jours avec restriction estimés selon cette méthode.

Finalement, il est important de noter que dans cette estimation, le sautage de stériles de la période 9 est considéré, ce qui correspond aux émissions des sautages durant la période la plus intensive de toute la durée de vie du projet. Cette approche est donc conservatrice considérant les plus faibles amplitudes des sautages des autres années de production. De plus, puisque Arianne Phosphate prévoit effectuer entre deux et trois sautages par semaine, en considérant cette fréquence dans l'estimation présentée ci-dessous, le nombre de jours avec restriction serait encore plus faible.

**Tableau 2 : Évaluation du plan minier pour la durée de vie de la mine et nombre de jours maximal avec restriction estimé pour les particules totales, dans un scénario conservateur**

Période	Minerai (Mt/an)	Stériles (Mt/an)	Stériles + Mort-Terrain (Mt/an)	Pourcentage de stériles de la période 9 <sup>[1]</sup>	Jours avec restriction par année (j/an)
3	18.648	9.503	11.199	16 (20)	3
4	18.648	11.703	12.09	17 (20)	3
5	18.648	16.733	16.733	24 (30)	7
6	18.648	23.965	24.989	35 (40)	11
7	18.648	38.747	41.803	59 (60)	29
8	18.648	55.305	55.52	78 (80)	53
<b>9</b>	<b>18.725</b>	<b>70.804</b>	<b>70.804</b>	<b>100 (100)</b>	<b>70</b>
10	18.648	49.374	49.374	70 (70)	38
11	18.648	20.361	20.361	29 (30)	7
12	18.715	40.311	40.311	57 (60)	29
13	18.604	40.432	40.432	57 (60)	29
14	18.648	19.199	19.199	27 (30)	7
15	18.648	18.199	18.199	26 (30)	7
16	18.648	18.199	18.199	26 (30)	7
17	18.648	18.199	18.199	26 (30)	7
18	18.648	17.699	17.699	25 (30)	7
19	18.648	17.699	17.699	25 (30)	7
20	18.648	18.027	18.027	25 (30)	7
21	18.648	19.905	19.905	28 (30)	7
22	18.648	11.339	11.339	16 (20)	3
23	18.648	4.883	4.883	7 (10)	2
24	18.648	2.305	2.305	3 (10)	2
25	18.648	0.984	0.984	1 (10)	2
26	18.648	0.291	0.291	0 (10)	2
27	14.848	0.159	0.159	0 (10)	2
					<b>Total : 348 jours</b>
<sup>[1]</sup> Le premier pourcentage indique le ratio de stériles réel par rapport à la période 9 alors que le second pourcentage représente le ratio de stériles modélisé et considéré dans l'estimation. Le ratio de stériles considéré dans l'estimation est toujours arrondi à la dizaine supérieure, pour être conservateur et de plus, puisque seulement les ratios arrondis à la dizaine ont été modélisés.					

## 6 CONCLUSION

---

La modélisation effectuée a permis d'évaluer les impacts appréhendés sur la qualité de l'air ambiant des émissions découlant des activités minières. Cette modélisation a utilisé des données conservatrices afin d'évaluer le pire scénario envisageable et permettre à Arianne Phosphate de planifier adéquatement l'efficacité des équipements sélectionnés. Les substances retenues pour les modélisations, représentatives de la future situation au site, sont les matières particulaires en suspension, soit les particules totales ( $PM_{tot}$ ) et les particules fines ( $PM_{2,5}$ ), ainsi que vingt métaux et métalloïdes pour lesquels une norme ou un critère de qualité de l'atmosphère a été établi par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). Trois composés gazeux, le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ) et le dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) ont également été modélisés.

Des données de référence spécifiques au projet Lac à Paul ont été utilisées, à savoir les spécifications associées aux activités, équipements et infrastructures minières fournies par Arianne Phosphate. Les taux d'émissions ont été établis à partir des données techniques les plus récentes disponibles. La dispersion atmosphérique a été effectuée à l'aide du logiciel AERMOD sur cinq années de données météorologiques. La méthode de modélisation de cette étude se base sur les procédures recommandées par le MDDEFP.

Les résultats obtenus de la modélisation pour chacun des deux scénarios étudiés indiquent que, selon le design prévu actuellement, les concentrations modélisées de particules totales pourraient dépasser les normes actuelles à la limite d'application du RAA et à deux récepteurs sensibles, et ce, sous certaines conditions météorologiques. Dans son processus d'amélioration continue et dans son souci de développement durable, Arianne Phosphate s'engage à mettre en place des mesures d'atténuation supplémentaires impliquant la modification ou l'interruption de certaines activités sur son site lors de ces conditions météorologiques défavorables. Déjà, les résultats obtenus de la modélisation du scénario 2 d'atténuation montrent que l'altération des activités de manipulation des stériles, au maximum 70 jours par année, et l'arrêt des activités de sautage, au maximum 3 jours par année, sont des méthodes efficaces qui permettent de réduire considérablement les dépassements. De faibles dépassements surviennent tout de même dans des secteurs localisés, mais ceux-ci sont peu fréquents; au plus 3 fois par année.

Pour le cas les particules fines, des dépassements de faible ampleur surviennent, mais ceux-ci sont localisés dans une région restreinte près de la limite d'application du RAA et sont peu fréquents; 2 fois ou moins par année.

En ce qui concerne le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone, les résultats de modélisation indiquent que les normes de qualité de l'atmosphère sont respectées en tout temps.

Enfin, deux métaux présentent des dépassements des normes au niveau de la limite d'application du RAA. En effet, les concentrations de nickel et de fer dépassent les normes et critères actuels établis par le MDDEFP. Il faut par contre préciser que ces dépassements surviennent au même moment que les dépassements de particules totales. Ainsi, le scénario 2 d'altération des activités minières élaboré pour diminuer les dépassements de particules totales permet d'éviter du même coup la majorité des dépassements de ces métaux. Ainsi, les résultats des opérations, tels que présentés dans le scénario 2, ne présentent aucun dépassement des normes pour le nickel et un seul dépassement par année pour le fer.

De plus, il a été démontré que la période du projet modélisée se démarque des autres périodes par son tonnage élevé en stériles. La fréquence des dépassements observés n'est donc pas représentative des autres périodes du projet et les déclenchements du mode alternatif d'opération représenté par le scénario 2 seront vraisemblablement moins fréquents pendant les autres périodes d'exploitation de la mine.

En terminant, il importe de rappeler qu'un facteur d'atténuation de 95 % a été appliqué pour le soulèvement des poussières sur les routes lors du routage, lequel constitue, de loin, le principal contributeur. L'atteinte d'un tel facteur d'atténuation implique nécessairement que Ariane Phosphate applique rigoureusement l'ensemble des mesures d'atténuation, notamment un arrosage régulier de l'ensemble de son réseau routier. Sans quoi, des dépassements plus fréquents des normes du RAA pourraient se produire. Par contre, il faut noter que les modélisations présentées ne prennent pas en compte la déposition. Or, la déposition contribue à réduire de façon considérable les concentrations de particules totales dans l'air ambiant, particulièrement par vent calme, alors que la dispersion est faible.

Finalement, compte tenu des dépassements modélisés au scénario 1, de la sensibilité des résultats aux conditions d'exploitation et des paramètres de modélisation exigés par le MDDEFP, l'engagement que prend Ariane Phosphate à mettre en place un plan de gestion de poussières supporté par un programme de suivi de la qualité de l'air est adéquat et assurera le respect des normes.



## 7 RÉFÉRENCES

---

- ALBERTA ENVIRONMENT. *Preparation of Alberta Environment Regional AERMOD Screening Meteorology Data Sets*. Alberta Environment (AENV) Science and Standards, T/641. 2002.
- ARIANNE PHOSPHATE INC. FEASIBILITY STUDY TO PRODUCE 3MTPY OF HIGH PURITY APATITE CONCENTRATE AT THE LAC A PAUL PROJECT, QUÉBEC, CANADA - NI 43-101 TECHNICAL REPORT. November 13, 2013
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY, ENVIRONMENT, WATER, POPULATION AND COMMUNITIES (DSEWPaC). *National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation and Firing Ranges*. Version 3.0. January 2012.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY, ENVIRONMENT, WATER, POPULATION AND COMMUNITIES (DSEWPaC). *National Pollutant Inventory. Emission estimation technique manual for mining*. Version 3.1. January 2012.
- BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIRONMENT. *Guidelines for Air Quality Dispersion Modelling in British Columbia*. Environmental Protection Division, Environmental Quality Branch, Air Protection Section, Victoria, B.C. 2006.
- COREM. *Validation of apatite flowsheet using column flotation*. May 24 2013
- ENVIRONNEMENT CANADA. *Règlement sur le soufre dans le carburant diesel*. 2013.
- EUROPEAN IPPC BUREAU. *Best Available Techniques (BREF) for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide, 2013*
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*. c. Q-2, r. 4.1. 2010.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement modifiant le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, Décret 1228-2013, 27 novembre 2013*.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*. 2005.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, Direction du suivi de l'état de l'environnement*. 2013.
- NEWFOUNDLAND AND LABRADOR, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION (NLDEC). *Guideline for Plume Dispersion Modelling*. 2<sup>nd</sup> Revision, Saint John's, NL. September 18, 2012.
- ONTARIO MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. *Proposed Guidance for Air Dispersion Modelling*. SSB-034875. 2003.

RESSOURCES D'ARIANNE INC. NI 43-101 TECHNICAL REPORT ON THE PRE-FEASIBILITY STUDY UPDATE (50 ktpd milling rate) LAC À PAUL APATITE PROJECT. July 13, 2012

UNITÉ DE RECHERCHE ET DE SERVICE EN TECHNOLOGIE MINÉRALE (URSTM). *Évaluation du comportement géochimique des résidus de concentrateur et des stériles du projet Lac-à-Paul.* Mai 2013

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources.* 1995.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Median life, annual activity, and load factor values for nonroad engine emissions modeling.* Avril 2004.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *AERSURFACE User's Guide.* 2008.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *AERMOD Implementation Guide.* 2009.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition.* Juillet 2010.



# TABLEAUX



**Tableau 3 : Coordonnées des récepteurs sensibles considérés**

Description	Récepteur ID	Coord. Géographiques (UTM19 NAD83)		Élévation (m)
		X (m)	Y (m)	
Bureaux d'Arianne Phosphate	RS1	372279.0	5526494.0	409
Bureaux d'Arianne Phosphate	RS2	372761.0	5528391.0	403
Campements autochtones	RS3	370050.4	5527614.9	410
Campements autochtones	RS4	368125.5	5524138.1	405
Abris sommaires de villégiature	RS5	368220.0	5521555.0	384
Abris sommaires de villégiature	RS6	372856.0	5522208.0	407
Abris sommaires de villégiature	RS7	383119.0	5532902.0	429
Abris sommaires de villégiature	RS8	383118.0	5521611.0	423

**Tableau 4 : Paramètres d'utilisation du sol**

Saison	Albedo <sup>1</sup>	Bowen <sup>1</sup>	Rugosité (m) par secteur <sup>2</sup>				
			16° - 84°	84° - 186°	186° - 252°	252° - 320°	320° - 16°
Printemps (avril, mai)	0.126	0.492	0.922	0.843	0.046	0.703	0.857
Été (juin, juillet, août, septembre)	0.126	0.272	0.932	0.852	0.046	0.713	0.895
Automne (octobre, novembre)	0.127	0.568	0.903	0.826	0.046	0.683	0.789
Hiver (décembre, janvier, février, mars)	0.408	0.500	0.777	0.675	0.070	0.509	0.749
<sup>1</sup> Distribution de l'utilisation du sol dans une zone de 10 km x 10 km <sup>2</sup> Distribution de l'utilisation du sol par secteurs sur 1 km							

**Tableau 5 : Normes sur la qualité de l'air et concentrations limites des substances retenues pour cette étude**

Paramètres	Période	Valeur limite (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration initiale considérée dans le secteur <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	Référence
PM <sub>tot</sub>	24 heures	120	40	<i>Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDEFP, version 2, 2013)</i>
PM <sub>2.5</sub>	24 heures	30	15	
CO	1 heure	34000	600	
	8 heures	12700	400	
NO <sub>2</sub>	1 heure	414	38	
	24 heures	207	28	
	Annuelle	103	11	
SO <sub>2</sub>	4 minutes	1050	40	
	24 heures	288	10	
	Annuelle	52	2	
Antimoine	Annuelle	0.17	0.007	
Argent	Annuelle	0.23	0.005	
Arsenic	Annuelle	0.003	0.001	
Baryum	Annuelle	0.05	0.01	
Béryllium	Annuelle	0.0004	0	
Cadmium	Annuelle	0.0036	0.0002	
Cobalt	Annuelle	0.1	0	
Cuivre	24 heures	2.5	0.2	
Manganèse	Annuelle	0.025	0.005	
Plomb	Annuelle	0.1	0.025	
Sélénium	1 heure	2	0.15	
Silice cristalline	1 heure	8.6	0.3	
Silice cristalline	Annuelle	0.07	0.04	
Thallium	Annuelle	0.25	0.05	
Vanadium	Annuelle	1	0.01	
Zinc	24 heures	2.5	0.1	
Chrome (trivalent)	Annuelle	0.1	0.01	
Mercure	Annuelle	0.005	0.002	
Nickel <sup>2</sup>	24 heures	0.014	0.002	MDDEFP Critère interne
Fer total (sauf oxyde)	24 heures	2.5	1	
Titane	24 heures	2.5	0.1	
<sup>1</sup> Les valeurs sur fond bleu ont été fournies par le MDDEFP, Communication par courriel, 10 mai 2013				
<sup>2</sup> Mesuré sur les PM <sub>10</sub>				

**Tableau 6 : Composition en lithologie de chaque groupe de sources pour le calcul des métaux**

Groupe de sources	Description	Lithologies			
		Stériles	Minerai	Rejet	Concentré
MetW	Opérations de manipulation de stériles	x			
MetO	Opérations de manipulation de minerai		x		
MetWO	Opérations de manipulation de stériles et minerai	x	x		
MetC	Opérations liées au concentré				x
MetT	Érosion éolienne du parc à résidus			x	
MetCFD	Séchoir de concentré				x
SAUTA	Sautage de stériles	x			
SAUTO	Sautage de minerai		x		





**Tableau 7 : Teneur en métaux pour les différents groupes de sources de poussières**

Métaux	Période	Teneur en métaux pour chaque groupe <sup>1-2</sup> (mg/mg)							
		MetW	MetO	MetWO	MetC	MetT	MetCFD	SAUTA <sup>3</sup>	SAUTO
Antimoine	Annuelle	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	5.00E-05	5.00E-07	4.65E-05	3.33E-07	9.42E-08
Argent	Annuelle	2.50E-07	2.50E-07	2.50E-07	5.00E-05	2.50E-06	4.65E-05	8.33E-08	2.35E-08
Arsenic	Annuelle	2.50E-06	2.50E-06	2.50E-06	2.50E-04	1.00E-05	2.33E-04	8.33E-07	2.35E-07
Baryum	Annuelle	3.00E-04	5.60E-05	3.00E-04	2.50E-04	2.00E-04	2.33E-04	9.99E-05	5.27E-06
Béryllium	Annuelle	2.50E-07	2.50E-07	2.50E-07	1.60E-06	2.96E-07	1.49E-06	8.33E-08	2.35E-08
Cadmium	Annuelle	2.50E-07	2.50E-07	2.50E-07	5.00E-05	5.00E-07	4.65E-05	8.33E-08	2.35E-08
Cobalt	Annuelle	2.05E-05	8.70E-05	8.70E-05	2.50E-04	8.00E-05	2.33E-04	6.83E-06	8.19E-06
Cuivre	24 heures	2.20E-05	7.20E-05	7.20E-05	2.50E-04	3.15E-05	2.50E-04	7.20E-05	-
Manganèse	Annuelle	1.85E-04	1.20E-03	1.20E-03	5.00E-04	2.10E-03	4.65E-04	6.16E-05	1.13E-04
Plomb	Annuelle	2.50E-06	2.50E-06	2.50E-06	5.00E-05	5.00E-06	4.65E-05	8.33E-07	2.35E-07
Sélénium	1 heure	1.25E-06	1.00E-05	1.00E-05	2.50E-04	2.50E-06	2.50E-04	1.00E-05	-
Silice cristalline	1 heure	-	-	-	-	-	-	-	-
Silice cristalline	Annuelle	-	-	-	-	-	-	-	-
Thallium	Annuelle	5.00E-05	5.00E-05	5.00E-05	5.00E-05	5.00E-07	4.65E-05	1.67E-05	4.71E-06
Vanadium	Annuelle	7.05E-05	2.00E-04	2.00E-04	2.50E-04	1.50E-04	2.33E-04	2.35E-05	1.88E-05
Zinc	24 heures	3.75E-05	4.90E-05	4.90E-05	2.50E-04	1.45E-04	2.50E-04	4.90E-05	-
Chrome	Annuelle	3.35E-04	1.50E-04	3.35E-04	2.50E-04	5.00E-06	2.33E-04	1.12E-04	1.41E-05
Mercure	Annuelle	5.00E-05	5.00E-05	5.00E-05	5.00E-05	1.00E-07	4.65E-05	1.67E-05	4.71E-06
Nickel	24 heures	1.65E-04	1.50E-04	1.65E-04	2.50E-04	3.75E-05	2.50E-04	1.65E-04	-
Fer	24 heures	1.24E-02	1.18E-02	1.24E-02	1.60E-02	1.69E-02	1.60E-02	1.24E-02	-
Titane	24 heures	8.90E-04	6.60E-04	8.90E-04	4.20E-03	6.71E-06	4.20E-03	8.90E-04	-

<sup>1</sup> Les teneurs en métaux de chaque lithologie proviennent d'URSTM, 2013  
<sup>2</sup> Les teneurs en métaux du concentré proviennent de COREM, 2013  
<sup>3</sup> Pour le calcul annuel, les sautages de minerai et de stériles sont considérés selon leur fréquence annuelle. Pour le calcul à des périodes autres qu'annuelles, la modélisation du sautage de stériles est utilisée et la teneur maximale entre le minerai et le stérile est utilisée.



**Tableau 8 : Tonnages annuels pour chaque trajet pour le scénario 1**

Nom du trajet	Description <sup>[1]</sup>	Type de véhicule	Quantité de matériel déplacé
			(ktm)
P1_C1	De la fosse vers le concasseur	Caterpillar 793F - Minerai	18725.4
P1_H1	De la fosse vers la halde de stériles est	Caterpillar 793F - Stériles	3372.6
P2_H2	De la fosse vers la halde de stériles ouest	Caterpillar 793F - Stériles	64079.6
P1_T1	De la fosse vers le parc à résidus	Komatsu HD785-7	3352.0
OUT_U1	Livraison du concentré	RDA Camion Concentrate	2917.3
<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)			



**Tableau 9 : Caractéristiques physiques et taux d'émission des sources fugitives des opérations pour le scénario 1**

Source ID	Description <sup>[1]</sup>	Coordonnées (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s)		
		X (m)	Y (m)					PM <sub>tot</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
LOAD_PO1	Chargement du minerai	375336.3	5529325.2	215	4.90	1.06	0.76	3.36E-01	1.55E-01	2.41E-02
LOAD_PW1	Chargement du stériles - Vers haldes est	374400.8	5529744.9	331	4.90	1.06	0.76	6.05E-02	2.85E-02	4.34E-03
LOAD_PW2	Chargement du stériles - Vers haldes ouest	374337.3	5529381.1	415	4.90	1.06	0.76	1.15E+00	4.99E-01	8.24E-02
LOAD_PW3	Chargement du stériles - Vers parc à résidus	374391.2	5529700.6	329	3.36	0.65	0.43	6.02E-02	2.83E-02	4.31E-03
DUMP_O1	Déchargement au concasseur - Fosse	376050.1	5528360.9	433	1.30	1.62	6.45	3.36E-01	1.55E-01	2.41E-02
DUMP_O2	Déchargement au concasseur - Pile tampon	376050.1	5528360.9	433	1.71	1.49	0.79	1.35E-01	6.35E-02	9.70E-03
DUMP_HW1	Déchargement à la halde de stériles Est (793F)	375877.2	5531771.7	520	1.30	1.62	6.45	6.05E-02	2.85E-02	4.34E-03
DUMP_HW2	Déchargement à la halde de stériles Ouest (793F)	374462.4	5531563.9	520	1.30	1.62	6.45	1.15E+00	4.99E-01	8.24E-02
DUMP_TW1	Déchargement au parc a résidu (HD785)	378644.5	5525092.1	440	0.99	1.21	4.69	6.02E-02	2.83E-02	4.31E-03
DOZ_1	Buteur - Fosse	374416.2	5529581.2	329	1.01	1.26	0.94	5.18E-01	9.99E-02	5.44E-02
DOZ_2	Buteur - Parc à résidus	378683.8	5525092.8	440	1.01	1.26	0.94	5.18E-01	9.99E-02	5.44E-02
DOZ_3	Buteur - Halde de stériles	375800.2	5531719.8	520	1.06	1.13	0.99	5.18E-01	9.99E-02	5.44E-02
DOZ_4	Buteur - Halde de stériles	374633.7	5531571.6	520	1.06	1.13	0.99	5.18E-01	9.99E-02	5.44E-02
DUMP_C1	Transfert de convoyeur sur la pile de minerai concassé	376068.8	5528280.5	416	14.50	0.80	0.70	4.72E-01	2.16E-01	3.38E-02

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)



**Tableau 10 : Paramètres décrivant les activités de forage et de sautage pour le minerai pour le scénario 1**

Paramètres de forage/sautage	Unité	Variable	Valeur	Référence
Tonnage extrait par année	tonne/year	T	18 725 422	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.2.1 (Ore only, Period 9)
Densité du matériel	tonne/m <sup>3</sup>	Rrho	3.3	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6 (Ore)
Facteur de poudre	kg/m <sup>3</sup>	PWV	1.023	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6 (Ore)
Facteur de poudre	kg/tonne	PWD	0.310	PWV / Rrho
Densité de l'explosif	tonne/m <sup>3</sup>	Erho	1.25	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Quantité d'explosif requis par année	tonne/year	EQy	5 805	t · PWD / 1000
Volume d'explosif requis par année	m <sup>3</sup> /year	EVy	4 644	EQy / Erho
Diamètre du trou forré	m	D	0.203	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Hauteur de banc	m	BH	10.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Stem Height	m	SL	2.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Subdrilling	m	SD	1.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Hauteur de forage	m	HL	11.0	BH + SD
Hauteur de la colonne d'explosif	m	C	9.0	HL - SL
Volume d'explosif par forage	m <sup>3</sup> /hole	EVh	0.292	Pi · (D/2) <sup>2</sup> · C
Quantité d'explosif par forage	tonne/hole	EQh	0.365	EVh · Erho
Nombre de forage par sautage	holes/blast	NHb	463	(NH <sub>ore</sub> + NH <sub>waste</sub> ) / ( 156 sautage / année )
Nombre de forage requis par année	holes/year	NHy	15 911	EVy / EVh
Nombre de sautage par année	blast/year	NBy	34.4	NHy / NHb
<b>Quantité d'explosif par sautage</b>	<b>tonne/blast</b>	<b>EQb</b>	<b>168.92</b>	<b>EQh · NHb</b>
Jours d'opération de la foreuse par année	days/year	d	360	Ariane Phosphate, 2013, Section 16.2.2
Heures d'opération de la foreuse par jour	hours/day	h	16	Ariane Phosphate, 2013, Section 16.5.1
<b>Nombre de forage par jour</b>	<b>holes/day</b>	<b>NHd</b>	<b>45.0</b>	<b>NHy / d</b>
Nombre de forage par heure	holes/hour	-	2.8	NHd / h
Burden	m	B	6.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Spacing	m	S	6.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6 (Ore)
Surface de sautage par forage	m <sup>2</sup> /hole	BAh	36.0	B · S
<b>Surface de sautage totale</b>	<b>m<sup>2</sup>/blast</b>	<b>BA</b>	<b>16 668</b>	<b>BAh · NHb</b>
Ratio d'ANFO de l'explosif	%	Ra	0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Ratio d'émulsion de l'explosif	%	Re	100	100 - Ra

**Tableau 11 : Paramètres décrivant les activités de forage et de sautage pour les stériles pour le scénario 1**

Paramètres de forage/sautage	Unité	Variable	Valeur	Référence
Tonnage extrait par année	tonne/year	T	70 804 118	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.2.1 (Waste only, Period 9)
Densité du matériel	tonne/m <sup>3</sup>	Rrho	3.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6 (Waste)
Facteur de poudre	kg/m <sup>3</sup>	PWV	0.870	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6 (Waste)
Facteur de poudre	kg/tonne	PWD	0.290	PWV / Rrho
Densité de l'explosif	tonne/m <sup>3</sup>	Erho	1.25	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Quantité d'explosif requis par année	tonne/year	EQy	20 533	t · PWD / 1000
Volume d'explosif requis par année	m <sup>3</sup> /year	EVy	16 427	EQy / Erho
Diamètre du trou forré	m	D	0.203	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Hauteur de banc	m	BH	10.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Stem Height	m	SL	2.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Subdrilling	m	SD	1.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Hauteur de forage	m	HL	11.0	BH + SD
Hauteur de la colonne d'explosif	m	C	9.0	HL - SL
Volume d'explosif par forage	m <sup>3</sup> /hole	EVh	0.292	Pi · (D/2) <sup>2</sup> · C
Quantité d'explosif par forage	tonne/hole	EQh	0.365	EVh · Erho
Nombre de forage par sautage	holes/blast	NHb	463	(NH <sub>y<sub>ore</sub></sub> + NH <sub>y<sub>waste</sub></sub> ) / ( 156 sautage / année )
Nombre de forage requis par année	holes/year	NHy	56 282	EVy / EVh
Nombre de sautage par année	blast/year	NBy	121.6	NHy / NHb
<b>Quantité d'explosif par sautage</b>	<b>tonne/blast</b>	<b>EQb</b>	<b>168.92</b>	<b>EQh · NHb</b>
Jours d'opération de la foreuse par année	days/year	d	360	Ariane Phosphate, 2013, Section 16.2.2
Heures d'opération de la foreuse par jour	hours/day	h	16	Ariane Phosphate, 2013, Section 16.5.1
<b>Nombre de forage par jour</b>	<b>holes/day</b>	<b>NHd</b>	<b>157.0</b>	<b>NHy / d</b>
Nombre de forage par heure	holes/hour	-	9.8	NHd / h
Burden	m	B	6.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Spacing	m	S	7.0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6 (Waste)
Surface de sautage par forage	m <sup>2</sup> /hole	BAh	42.0	B · S
<b>Surface de sautage totale</b>	<b>m<sup>2</sup>/blast</b>	<b>BA</b>	<b>19 446</b>	<b>BAh · NHb</b>
Ratio d'ANFO de l'explosif	%	Ra	0	Ariane Phosphate, 2013, Table 16.5.6
Ratio d'émulsion de l'explosif	%	Re	100	100 - Ra



**Tableau 12 : Caractéristiques physiques et taux d'émission des sources de forage et de sautage pour le scénario 1**

Source ID	Description <sup>[1]</sup>	Coord. Géographiques (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s)					
		X (m)	Y (m)					PM <sub>tot</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
BLAST1	Sautage de stériles	374271.8	5529448.4	415	7.50	32.43	6.98	1.657E+02	8.617E+01	4.971E+00	7.977E+02	9.384E+00	2.815E+00
FOR1	Forage de production	375157.3	5529411.8	215	1.85	0.86	1.72	2.745E-03	2.471E-03	1.373E-03	-	-	-
FOR2	Forage de production	375220.8	5529375.3	215	1.85	0.86	1.72	2.745E-03	2.471E-03	1.373E-03	-	-	-
FOR3	Forage de production	374214.1	5529756.4	415	1.85	0.86	1.72	2.745E-03	2.471E-03	1.373E-03	-	-	-
FOR4	Forage de production	374141.0	5529648.6	415	1.85	0.86	1.72	2.745E-03	2.471E-03	1.373E-03	-	-	-
FOR5	Forage de production	374166.0	5529511.9	415	1.85	0.86	1.72	2.745E-03	2.471E-03	1.373E-03	-	-	-

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)

**Tableau 13 : Caractéristiques des véhicules de chargement**

Véhicule <sup>[1]</sup>	Hauteur	Largeur	Poids du véhicule (vide)	Charge utile
	(m)	(m)	(t)	(t)
Komatsu HD785-7	5.05	5.53	75.0	91.0
Caterpillar 793F	6.60	7.63	163.3	226.5
Camion livraison concentré	4.88	3.12	71.5	93.5

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)



Tableau 14 : Caractéristiques de chacun des segments de routage et leurs taux d'émission associés pour le scénario 1

Segment ID <sup>[1]</sup>	Largeur	Longueur	Limon	Nombre de déplacement par jour	Temps d'opération par jour (h)	Poids moyen (t)	Hauteur moyenne (m)	Facteur d'émission (lb/VMT)			VKT	Taux d'émission (g/s)			Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Atténuation (%)
	(m)	(m)	(%)					PM <sub>tot</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>		PM <sub>tot</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>				
0_1	28	1649	4.50	473	24	301.5	6.60	1.963E+01	4.939E+00	4.939E-01	780.1	4.997E+01	1.257E+01	1.257E+00	6.603	31.628	6.142	95
1_2	28	1573	4.50	761	24	256.4	6.18	1.825E+01	4.592E+00	4.592E-01	1197.4	7.131E+01	1.794E+01	1.794E+00	6.185	31.628	5.753	95
2_3	28	1419	4.50	83	24	304.8	6.60	1.973E+01	4.964E+00	4.964E-01	117.8	7.581E+00	1.907E+00	1.907E-01	6.603	31.628	6.142	95
3_4	28	755	4.50	83	24	304.8	6.60	1.973E+01	4.964E+00	4.964E-01	62.6	4.032E+00	1.015E+00	1.015E-01	6.603	31.628	6.142	95
4_5	28	966	4.50	83	24	304.8	6.60	1.973E+01	4.964E+00	4.964E-01	80.2	5.161E+00	1.299E+00	1.299E-01	6.603	31.628	6.142	95
2_6	28	1028	4.50	678	24	250.5	6.13	1.806E+01	4.544E+00	4.544E-01	696.9	4.107E+01	1.033E+01	1.033E+00	6.133	31.628	5.706	95
6_7	10	194	4.50	473	24	301.5	6.60	1.963E+01	4.939E+00	4.939E-01	91.6	5.869E+00	1.477E+00	1.477E-01	6.603	14.884	6.142	95
6_8	10	428	4.50	205	24	132.8	5.05	1.358E+01	3.416E+00	3.416E-01	87.7	3.886E+00	9.777E-01	9.777E-02	5.050	14.884	4.698	95
8_9	10	1330	4.50	389	24	131.6	4.97	1.352E+01	3.402E+00	3.402E-01	517.5	2.283E+01	5.745E+00	5.745E-01	4.968	14.884	4.621	95
9_10	10	2877	4.50	205	24	132.8	5.05	1.358E+01	3.416E+00	3.416E-01	589.7	2.612E+01	6.572E+00	6.572E-01	5.050	14.884	4.698	95
10_11	10	1524	4.50	205	24	132.8	5.05	1.358E+01	3.416E+00	3.416E-01	312.4	1.384E+01	3.482E+00	3.482E-01	5.050	14.884	4.698	95
9_13	10	388	4.50	184	24	130.3	4.88	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	71.3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	4.877	14.884	4.537	95
13_14	10	558	4.50	92	24	78.8	4.88	1.346E+01	3.387E+00	3.387E-01	51.3	3.132E+00	7.880E-01	7.880E-02	4.877	14.884	4.537	95
14_13	10	502	4.50	92	24	181.9	4.88	1.073E+01	2.700E+00	2.700E-01	46.2	1.796E+00	4.519E-01	4.519E-02	4.877	14.884	4.537	95
8_15	10	3166	4.50	184	24	130.3	4.88	1.564E+01	3.935E+00	3.935E-01	582.5	2.356E+00	5.928E-01	5.928E-02	4.877	14.884	4.537	95
16_17	28	910	4.50	1572	24	304.8	6.60	1.346E+01	3.387E+00	3.387E-01	1429.8	2.558E+01	6.436E+00	6.436E-01	6.603	31.628	6.142	95
17_18	28	897	4.50	1572	24	304.8	6.60	1.973E+01	4.964E+00	4.964E-01	1410.4	9.205E+01	2.316E+01	2.316E+00	6.603	31.628	6.142	95
18_19	28	538	4.50	1572	24	304.8	6.60	1.973E+01	4.964E+00	4.964E-01	845.0	9.079E+01	2.284E+01	2.284E+00	6.603	31.628	6.142	95
19_20	28	588	4.50	1572	24	304.8	6.60	1.973E+01	4.964E+00	4.964E-01	925.0	5.440E+01	1.369E+01	1.369E+00	6.603	31.628	6.142	95

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)



**Tableau 15 : Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1**

Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
ROUT001	375316.2	5529361.2	215.0	ROUT043	375645.0	5529589.1	417.1
ROUT002	375383.1	5529351.5	218.1	ROUT044	375707.2	5529562.6	423.7
ROUT003	375447.3	5529330.2	224.8	ROUT045	375766.1	5529529.4	430.3
ROUT004	375510.8	5529306.7	230.9	ROUT046	375820.0	5529488.7	436.8
ROUT005	375540.8	5529256.6	236.6	ROUT047	375870.7	5529443.9	443.6
ROUT006	375482.3	5529230.8	243.2	ROUT048	375926.3	5529426.4	456.6
ROUT007	375416.1	5529241.7	248.7	ROUT049	375980.4	5529464.1	461.6
ROUT008	375351.0	5529260.3	255.1	ROUT050	376002.9	5529527.6	462.9
ROUT009	375287.1	5529282.4	261.8	ROUT051	376030.3	5529589.4	464.9
ROUT010	375223.1	5529304.5	268.6	ROUT052	376065.2	5529647.3	470.3
ROUT011	375159.2	5529326.7	275.3	ROUT053	376109.5	5529698.7	468.9
ROUT012	375095.2	5529348.8	282.1	ROUT054	376153.4	5529750.3	468.4
ROUT013	375031.5	5529371.4	288.8	ROUT055	376180.7	5529811.2	462.8
ROUT014	374968.2	5529395.5	295.6	ROUT056	376171.3	5529877.7	462.5
ROUT015	374905.0	5529419.6	302.3	ROUT057	376128.4	5529929.0	463.9
ROUT016	374841.8	5529443.7	309.1	ROUT058	376078.3	5529975.0	462.7
ROUT017	374778.6	5529467.9	315.9	ROUT059	376030.8	5530023.5	460.9
ROUT018	374715.4	5529492.0	322.6	ROUT060	375982.0	5530070.7	458.8
ROUT019	374650.9	5529513.1	325.3	ROUT061	375942.2	5530125.0	459.6
ROUT020	374586.2	5529534.1	326.8	ROUT062	375937.5	5530190.4	461.6
ROUT021	374524.6	5529562.7	326.8	ROUT063	375979.9	5530241.6	462.2
ROUT022	374462.9	5529591.4	326.8	ROUT064	376045.9	5530252.3	462.6
ROUT023	374418.6	5529638.3	327.2	ROUT065	376107.4	5530276.9	462.3
ROUT024	374424.5	5529702.9	327.8	ROUT066	376148.6	5530330.5	466.5
ROUT025	374476.8	5529763.5	328.6	ROUT067	376186.4	5530386.6	470.9
ROUT026	374542.1	5529782.0	329.2	ROUT068	376226.4	5530440.9	473.5
ROUT027	374609.5	5529790.5	330.4	ROUT069	376275.1	5530461.7	476.2
ROUT028	374677.5	5529792.6	331.8	ROUT070	376342.3	5530453.4	476.9
ROUT029	374745.4	5529794.4	333.0	ROUT071	376399.6	5530476.7	474.5
ROUT030	374813.4	5529793.3	334.3	ROUT072	376428.9	5530537.5	470.4
ROUT031	374880.2	5529783.8	338.4	ROUT073	376450.4	5530601.7	476.5
ROUT032	374945.9	5529767.7	345.0	ROUT074	376473.1	5530665.3	484.2
ROUT033	375008.0	5529740.7	351.7	ROUT075	376503.0	5530726.2	489.2
ROUT034	375068.0	5529709.7	358.2	ROUT076	376524.5	5530790.1	496.8
ROUT035	375125.1	5529673.5	364.7	ROUT077	376535.8	5530856.3	504.2
ROUT036	375183.6	5529639.5	371.1	ROUT078	376539.4	5530923.8	511.0
ROUT037	375247.1	5529620.1	377.6	ROUT079	376537.5	5530991.5	517.1
ROUT038	375314.7	5529623.7	384.0	ROUT080	376515.4	5531065.8	520.0
ROUT039	375381.9	5529632.2	390.6	ROUT081	376484.4	5531126.4	520.0
ROUT040	375449.0	5529638.2	397.2	ROUT082	376453.3	5531186.9	520.0
ROUT041	375516.0	5529628.4	403.8	ROUT083	376419.6	5531245.7	520.0
ROUT042	375581.2	5529611.6	410.4	ROUT084	376379.2	5531300.4	520.0

**Tableau 15 : Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1 (suite)**

Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
ROUT085	376338.8	5531355.1	520.0	ROUT127	375708.3	5528174.1	409.5
ROUT086	376298.4	5531409.8	520.0	ROUT128	375693.6	5528145.7	409.4
ROUT087	376254.0	5531461.1	520.0	ROUT129	375680.3	5528117.9	408.0
ROUT088	376206.8	5531510.0	520.0	ROUT130	375666.2	5528089.5	407.0
ROUT089	376159.5	5531558.9	520.0	ROUT131	375655.6	5528059.5	410.3
ROUT090	376112.3	5531607.9	520.0	ROUT132	375649.5	5528028.5	412.4
ROUT091	376064.7	5531656.4	520.0	ROUT133	375647.2	5527996.6	413.4
ROUT092	376015.0	5531702.8	520.0	ROUT134	375648.3	5527964.7	413.3
ROUT093	375965.3	5531749.2	520.0	ROUT135	375653.0	5527933.1	414.5
ROUT094	375928.5	5529394.4	452.1	ROUT136	375662.8	5527902.6	414.9
ROUT095	375977.2	5529349.1	452.8	ROUT137	375676.4	5527873.8	413.9
ROUT096	376035.5	5529316.3	453.9	ROUT138	375691.7	5527845.8	412.6
ROUT097	376063.9	5529254.7	449.7	ROUT139	375712.8	5527821.7	412.2
ROUT098	376086.9	5529192.6	443.5	ROUT140	375735.6	5527799.3	411.9
ROUT099	376091.0	5529125.5	437.7	ROUT141	375759.5	5527778.0	411.6
ROUT100	376075.6	5529059.7	433.9	ROUT142	375782.8	5527756.2	412.3
ROUT101	376036.8	5529004.7	429.5	ROUT143	375806.6	5527734.9	414.4
ROUT102	375983.9	5528963.5	428.8	ROUT144	375829.8	5527713.0	415.9
ROUT103	375959.1	5528902.7	422.8	ROUT145	375853.5	5527691.7	413.9
ROUT104	375947.8	5528835.7	421.4	ROUT146	375877.0	5527670.0	412.8
ROUT105	375934.7	5528769.2	421.2	ROUT147	375900.4	5527648.4	412.5
ROUT106	375932.8	5528701.4	419.9	ROUT148	375924.3	5527627.3	414.2
ROUT107	375942.2	5528634.1	418.9	ROUT149	375946.8	5527604.6	414.4
ROUT108	375949.5	5528566.5	418.4	ROUT150	375966.8	5527579.7	415.3
ROUT109	375972.9	5528508.0	425.5	ROUT151	375985.7	5527554.0	416.0
ROUT110	375992.7	5528443.0	428.3	ROUT152	376001.1	5527526.1	415.7
ROUT111	376012.3	5528377.9	428.3	ROUT153	376014.7	5527497.2	415.8
ROUT112	375934.0	5528523.2	421.0	ROUT154	376026.2	5527467.3	415.8
ROUT113	375902.1	5528523.3	421.0	ROUT155	376037.7	5527437.5	416.2
ROUT114	375870.2	5528522.4	421.0	ROUT156	376048.2	5527407.3	416.4
ROUT115	375851.5	5528502.0	421.0	ROUT157	376059.7	5527377.5	417.0
ROUT116	375821.3	5528493.1	418.3	ROUT158	376069.2	5527347.0	417.1
ROUT117	375803.9	5528466.7	416.7	ROUT159	376074.1	5527315.3	416.4
ROUT118	375803.9	5528435.7	415.0	ROUT160	376075.0	5527283.4	416.0
ROUT119	375809.3	5528404.8	411.2	ROUT161	376072.4	5527251.6	415.6
ROUT120	375805.5	5528373.4	410.0	ROUT162	376065.1	5527220.7	415.9
ROUT121	375791.8	5528344.7	408.7	ROUT163	376056.1	5527190.0	416.0
ROUT122	375778.0	5528315.9	410.0	ROUT164	376046.0	5527159.7	415.7
ROUT123	375763.2	5528287.6	410.3	ROUT165	376037.1	5527128.9	415.0
ROUT124	375750.3	5528258.8	409.4	ROUT166	376026.4	5527099.0	414.4
ROUT125	375736.6	5528231.0	409.0	ROUT167	376019.6	5527076.7	413.5
ROUT126	375722.2	5528202.6	410.1	ROUT168	376009.3	5527046.4	413.6

**Tableau 15: Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1 (suite)**

Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
ROUT169	375999.2	5527016.1	415.0	ROUT211	376452.2	5525931.0	411.1
ROUT170	375989.2	5526985.9	418.0	ROUT212	376478.5	5525912.9	410.1
ROUT171	375979.6	5526955.8	422.6	ROUT213	376505.5	5525895.7	408.9
ROUT172	375969.2	5526925.9	427.2	ROUT214	376532.3	5525878.3	409.3
ROUT173	375959.5	5526895.6	430.5	ROUT215	376560.3	5525863.0	409.3
ROUT174	375950.4	5526865.1	432.5	ROUT216	376590.2	5525851.8	408.3
ROUT175	375942.7	5526834.1	433.1	ROUT217	376621.5	5525845.5	408.1
ROUT176	375938.2	5526802.5	434.8	ROUT218	376653.5	5525844.7	407.7
ROUT177	375938.0	5526770.6	436.7	ROUT219	376685.4	5525846.9	407.7
ROUT178	375940.3	5526738.8	437.8	ROUT220	376717.3	5525848.7	407.3
ROUT179	375942.3	5526706.9	437.7	ROUT221	376749.2	5525850.7	407.1
ROUT180	375944.1	5526675.1	435.7	ROUT222	376781.2	5525850.4	406.8
ROUT181	375942.9	5526643.1	434.7	ROUT223	376813.2	5525850.4	406.5
ROUT182	375937.9	5526611.7	432.5	ROUT224	376845.1	5525850.4	405.3
ROUT183	375929.3	5526581.0	430.1	ROUT225	376877.0	5525849.8	406.5
ROUT184	375953.0	5526567.4	429.3	ROUT226	376909.0	5525849.3	406.3
ROUT185	375983.6	5526558.1	428.7	ROUT227	376941.0	5525847.5	406.0
ROUT186	376014.0	5526548.4	429.2	ROUT228	376972.6	5525843.2	405.7
ROUT187	376044.0	5526537.5	430.6	ROUT229	377003.3	5525834.4	406.1
ROUT188	376074.7	5526528.6	429.8	ROUT230	377031.6	5525819.5	406.5
ROUT189	376086.2	5526508.2	428.1	ROUT231	377057.3	5525800.5	407.2
ROUT190	376081.9	5526476.9	426.9	ROUT232	377079.0	5525777.2	407.4
ROUT191	376092.9	5526447.6	426.1	ROUT233	377097.4	5525751.2	407.9
ROUT192	376107.8	5526419.3	427.0	ROUT234	377111.8	5525722.6	408.1
ROUT193	376124.1	5526392.1	424.1	ROUT235	377123.7	5525693.0	408.3
ROUT194	376139.6	5526364.1	423.4	ROUT236	377132.7	5525662.3	408.8
ROUT195	376155.7	5526336.5	423.9	ROUT237	377141.3	5525631.5	408.8
ROUT196	376171.4	5526308.8	421.2	ROUT238	377149.6	5525600.6	409.1
ROUT197	376186.9	5526280.9	419.9	ROUT239	377157.9	5525569.8	409.1
ROUT198	376203.0	5526253.2	418.9	ROUT240	377166.6	5525539.1	409.3
ROUT199	376218.8	5526225.5	416.1	ROUT241	377171.5	5525507.4	408.9
ROUT200	376234.1	5526197.6	412.8	ROUT242	377175.9	5525475.8	410.3
ROUT201	376249.1	5526169.6	410.2	ROUT243	377180.6	5525444.2	412.0
ROUT202	376265.9	5526142.4	408.2	ROUT244	377185.7	5525412.7	412.0
ROUT203	376282.0	5526114.8	409.7	ROUT245	377189.3	5525381.1	410.3
ROUT204	376297.1	5526086.7	410.6	ROUT246	377193.3	5525349.9	409.2
ROUT205	376312.3	5526058.6	409.5	ROUT247	377197.6	5525318.4	408.9
ROUT206	376329.0	5526031.4	409.0	ROUT248	377202.6	5525286.9	408.1
ROUT207	376350.3	5526007.6	409.1	ROUT249	377207.7	5525255.5	410.2
ROUT208	376373.7	5525986.1	408.8	ROUT250	377215.4	5525225.0	412.3
ROUT209	376399.7	5525967.4	408.3	ROUT251	377227.2	5525195.7	409.3
ROUT210	376426.1	5525949.5	410.1	ROUT252	377244.1	5525168.8	410.7

**Tableau 15 : Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1 (suite)**

Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
ROUT253	377263.2	5525143.3	409.8	ROUT295	378328.5	5525143.9	440.2
ROUT254	377283.6	5525118.7	409.3	ROUT296	378353.2	5525123.6	440.2
ROUT255	377304.9	5525094.9	409.2	ROUT297	378379.0	5525105.4	440.2
ROUT256	377324.7	5525069.9	409.4	ROUT298	378407.9	5525091.8	440.2
ROUT257	377340.4	5525051.6	409.1	ROUT299	378439.0	5525087.1	440.2
ROUT258	377357.7	5525024.8	408.9	ROUT300	378471.0	5525087.4	440.2
ROUT259	377373.9	5524998.8	409.3	ROUT301	378503.0	5525087.6	440.2
ROUT260	377404.8	5525006.5	411.9	ROUT302	378535.0	5525088.2	440.2
ROUT261	377435.9	5525013.6	414.8	ROUT303	378567.0	5525088.7	440.2
ROUT262	377466.9	5525020.9	417.7	ROUT304	378598.9	5525090.4	440.2
ROUT263	377497.9	5525028.1	420.6	ROUT340	376041.5	5527085.2	417.1
ROUT264	377528.9	5525035.9	423.3	ROUT341	376071.6	5527075.1	420.3
ROUT265	377559.8	5525043.7	425.9	ROUT342	376102.1	5527065.5	420.9
ROUT266	377590.6	5525051.7	428.4	ROUT343	376132.2	5527055.0	422.7
ROUT267	377621.6	5525059.1	431.5	ROUT344	376162.7	5527045.8	424.5
ROUT268	377652.5	5525066.3	435.9	ROUT345	376193.1	5527036.6	427.2
ROUT269	377683.3	5525073.6	440.2	ROUT346	376222.9	5527026.2	430.5
ROUT270	377708.6	5525091.9	440.2	ROUT347	376245.5	5527005.1	434.0
ROUT271	377731.8	5525113.6	440.2	ROUT348	376256.0	5526975.0	434.0
ROUT272	377752.9	5525137.5	440.2	ROUT349	376266.2	5526944.7	434.0
ROUT273	377771.4	5525163.3	440.2	ROUT350	376275.3	5526914.0	434.0
ROUT274	377786.0	5525191.4	440.2	ROUT351	376284.0	5526883.2	434.0
ROUT275	377799.6	5525219.8	440.2	ROUT352	376269.1	5526857.3	434.0
ROUT276	377809.8	5525250.0	440.2	ROUT353	376246.4	5526838.6	434.0
ROUT277	377823.0	5525278.9	440.2	ROUT354	376255.8	5526808.2	434.0
ROUT278	377845.0	5525302.1	440.2	ROUT355	376265.7	5526777.8	434.0
ROUT279	377871.6	5525319.3	440.2	ROUT356	376275.7	5526747.4	434.0
ROUT280	377902.6	5525326.7	440.2	ROUT357	376285.6	5526717.0	434.0
ROUT281	377934.6	5525327.6	440.2	ROUT358	376295.6	5526686.5	434.0
ROUT282	377964.3	5525316.9	440.2	ROUT359	376305.5	5526656.1	434.0
ROUT283	377990.6	5525299.1	440.2	ROUT360	376315.4	5526625.7	434.0
ROUT284	378015.8	5525279.6	440.2	ROUT361	376325.4	5526595.3	434.0
ROUT285	378039.6	5525258.4	440.2	ROUT362	376349.3	5526576.9	434.0
ROUT286	378065.5	5525239.8	440.2	ROUT363	376377.9	5526562.6	434.0
ROUT287	378090.8	5525220.8	440.2	ROUT364	376406.5	5526548.3	434.0
ROUT288	378118.0	5525204.3	440.2	ROUT365	376435.1	5526533.9	434.0
ROUT289	378145.4	5525187.7	440.2	ROUT366	376464.4	5526528.1	434.0
ROUT290	378174.3	5525174.3	440.2	ROUT367	376490.6	5526543.1	434.0
ROUT291	378205.4	5525168.6	440.2	ROUT368	376505.5	5526571.4	434.0
ROUT292	378237.3	5525167.3	440.2	ROUT369	376520.9	5526601.4	434.0
ROUT293	378269.3	5525167.1	440.2	ROUT370	376534.7	5526630.3	434.0
ROUT294	378299.7	5525157.5	440.2	ROUT371	376529.9	5526660.4	434.0



**Tableau 15 : Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1 (suite)**

Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
ROUT372	376520.0	5526690.8	434.0	ROUT414	374896.9	5528562.8	422.3
ROUT373	376510.2	5526721.3	434.0	ROUT415	374865.2	5528567.1	422.4
ROUT374	376500.3	5526751.7	434.0	ROUT416	374833.5	5528571.7	422.5
ROUT375	376490.5	5526782.2	434.0	ROUT417	374801.9	5528576.5	421.8
ROUT376	376480.6	5526812.6	434.0	ROUT418	374770.5	5528582.3	422.1
ROUT377	376470.8	5526843.1	434.0	ROUT419	374741.2	5528584.4	422.7
ROUT378	376460.9	5526873.5	434.0	ROUT420	374710.1	5528592.2	422.9
ROUT379	376451.1	5526903.9	434.0	ROUT421	374679.0	5528599.5	422.9
ROUT380	376423.3	5526905.4	434.0	ROUT422	374647.5	5528605.2	421.7
ROUT381	376392.6	5526896.5	434.0	ROUT423	374616.1	5528610.9	420.6
ROUT382	376361.9	5526887.5	434.0	ROUT424	374584.6	5528616.5	419.4
ROUT383	376331.1	5526878.6	434.0	ROUT425	374553.1	5528622.2	418.3
ROUT384	376300.4	5526869.6	434.0	ROUT426	374521.6	5528627.9	417.1
ROUT385	375728.4	5528248.3	410.5	ROUT427	374490.3	5528634.3	416.2
ROUT386	375702.8	5528267.2	413.2	ROUT428	374459.4	5528642.4	416.1
ROUT387	375678.7	5528288.2	414.5	ROUT429	374428.4	5528650.4	415.9
ROUT388	375655.1	5528309.8	415.2	ROUT430	374397.4	5528658.5	415.7
ROUT389	375631.3	5528331.0	415.3	ROUT431	374366.5	5528666.6	415.5
ROUT390	375608.3	5528353.1	415.5	ROUT432	374335.5	5528674.6	415.3
ROUT391	375587.7	5528377.5	415.3	ROUT433	374304.5	5528682.7	415.1
ROUT392	375566.2	5528401.2	414.7	ROUT434	374273.6	5528690.8	414.9
ROUT393	375544.3	5528424.4	415.5	ROUT435	374242.4	5528697.9	415.3
ROUT394	375518.4	5528443.1	413.9	ROUT436	374211.1	5528704.5	416.0
ROUT395	375491.7	5528460.5	412.6	ROUT437	374179.8	5528711.1	416.7
ROUT396	375462.7	5528473.4	412.9	ROUT438	374147.9	5528712.3	417.5
ROUT397	375433.4	5528481.9	410.0	ROUT439	374115.9	5528712.7	418.4
ROUT398	375402.2	5528487.4	407.9	ROUT440	374083.9	5528713.1	419.3
ROUT399	375370.7	5528492.5	409.6	ROUT441	374051.9	5528713.5	420.2
ROUT400	375339.1	5528497.1	409.8	ROUT442	374019.9	5528713.9	421.1
ROUT401	375307.4	5528501.6	409.3	ROUT443	373988.0	5528714.3	422.0
ROUT402	375276.0	5528507.2	408.4	ROUT444	373956.0	5528714.7	422.9
ROUT403	375244.2	5528510.9	407.7	ROUT445	373924.0	5528715.1	423.8
ROUT404	375212.6	5528515.9	408.1	ROUT446	373892.3	5528711.5	424.0
ROUT405	375181.1	5528520.4	411.3	ROUT447	373860.8	5528706.1	423.9
ROUT406	375149.6	5528525.6	413.1	ROUT448	373829.2	5528700.6	423.8
ROUT407	375118.1	5528530.6	415.0	ROUT449	373797.7	5528695.2	423.7
ROUT408	375086.5	5528535.0	417.0	ROUT450	373766.0	5528691.6	423.0
ROUT409	375054.9	5528539.6	418.5	ROUT451	373734.1	5528690.7	421.4
ROUT410	375023.4	5528544.5	421.2	ROUT452	373702.1	5528689.9	419.7
ROUT411	374991.8	5528549.0	421.8	ROUT453	373670.2	5528689.0	418.1
ROUT412	374960.3	5528554.5	422.1	ROUT454	373638.2	5528688.2	416.5
ROUT413	374928.6	5528558.6	422.2	ROUT455	373606.3	5528687.3	414.9

**Tableau 15 : Coordonnées et élévation de chacun des volumes sources associés au routage pour le scénario 1 (suite)**

Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Source ID	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
ROUT456	373574.5	5528684.5	414.3	ROUT498	373957.3	5529911.8	441.8
ROUT457	373543.0	5528679.1	414.9	ROUT499	373939.9	5529977.4	444.1
ROUT458	373511.4	5528673.7	415.6	ROUT500	373920.9	5530042.7	445.6
ROUT459	373479.9	5528668.3	416.2	ROUT501	373901.8	5530108.0	447.2
ROUT460	373448.4	5528662.9	416.9	ROUT502	373898.5	5530175.6	452.2
ROUT461	373416.8	5528657.5	417.5	ROUT503	373896.2	5530243.3	457.4
ROUT462	373385.3	5528652.1	418.2	ROUT504	373921.5	5530306.1	462.6
ROUT463	373353.8	5528646.7	418.8	ROUT505	373947.5	5530368.7	467.7
ROUT464	373322.2	5528641.3	419.5	ROUT506	373977.8	5530429.6	468.1
ROUT465	373290.7	5528636.0	420.1	ROUT507	374008.2	5530490.4	468.4
ROUT466	373259.1	5528631.5	420.4	ROUT508	374055.3	5530538.9	467.2
ROUT467	373227.1	5528630.0	419.7	ROUT509	374099.7	5530589.2	466.7
ROUT468	373195.1	5528628.5	419.0	ROUT510	374145.8	5530625.6	469.6
ROUT469	373163.2	5528627.0	418.2	ROUT511	374207.8	5530650.3	476.7
ROUT470	373131.2	5528625.5	417.5	ROUT512	374256.9	5530695.9	483.3
ROUT471	373099.3	5528624.0	416.8	ROUT513	374302.8	5530745.6	489.8
ROUT472	373067.3	5528622.5	416.0	ROUT514	374346.5	5530797.2	496.8
ROUT473	373035.8	5528618.2	414.8	ROUT515	374389.2	5530849.7	503.7
ROUT474	373004.6	5528611.0	413.0	ROUT516	374430.1	5530903.4	510.6
ROUT475	372973.8	5528602.9	411.6	ROUT517	374461.8	5530963.3	517.0
ROUT476	372944.2	5528590.8	411.7	ROUT518	374478.2	5531012.3	519.9
ROUT477	372914.6	5528578.7	411.8	ROUT519	374478.4	5531080.2	520.0
ROUT478	372884.9	5528566.6	411.9	ROUT520	374477.0	5531148.2	520.0
ROUT479	372855.3	5528554.4	412.0	ROUT521	374478.2	5531216.2	520.0
ROUT480	372825.7	5528542.3	412.0	ROUT522	374481.4	5531284.1	520.0
ROUT481	372794.9	5528533.8	412.7	ROUT523	374486.6	5531351.8	520.0
ROUT482	372764.0	5528525.5	413.3	ROUT524	374496.7	5531419.1	520.0
ROUT483	372733.1	5528517.1	414.0	ROUT525	374507.8	5531486.2	520.0
ROUT484	374243.1	5529399.0	415.0	ROUT526	374517.4	5531553.4	520.0
ROUT485	374178.4	5529419.8	415.0				
ROUT486	374115.6	5529445.8	415.0				
ROUT487	374053.1	5529472.5	415.0				
ROUT488	373993.5	5529505.1	415.0				
ROUT489	373935.1	5529540.0	415.0				
ROUT490	373876.8	5529574.8	415.0				
ROUT491	373818.4	5529609.7	415.0				
ROUT492	373777.0	5529662.5	415.0				
ROUT493	373766.0	5529716.7	415.0				
ROUT494	373826.4	5529745.2	419.5				
ROUT495	373890.7	5529766.3	425.5				
ROUT496	373954.4	5529789.2	431.6				
ROUT497	373975.8	5529846.5	439.7				

**Tableau 16 : Caractéristiques physiques et taux d'émission des sources ponctuelles du scénario 1**

Source ID	Description <sup>[1]</sup>	Coord. Géographiques (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Taux d'émission (g/s)		
		X (m)	Y (m)						PM <sub>tot</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
DC_CRSH1	Dépoussiéreur du concasseur	376051.1	5528357.3	417	23.7	Ambiante	9.9	0.91	1.911E-01	1.599E-01	5.677E-02
DC_SILO1	Dépoussiéreur Silo minéral #1	376346.2	5527069.7	434	46.0	Ambiante	10.5	0.38	3.540E-02	5.149E-03	1.931E-03
DC_SILO2	Dépoussiéreur Silo minéral #2	376346.2	5527069.7	434	46.0	Ambiante	11.4	1.32	4.616E-01	6.714E-02	2.518E-02
DC_DRYER	Dépoussiéreur Séchoir	376488.5	5526699.5	434	35.5	298.15	25.0	2.30	3.125E+00	2.926E+00	1.756E+00
DC_LOAD	Dépoussiéreur Chargement concentré	376522.9	5526605.8	434	15.0	Ambiante	11.5	0.81	1.756E-01	2.554E-02	9.576E-03
DC_DOME1	Dépoussiéreur Dome concentré #1	376509.4	5526595.7	434	15.0	Ambiante	19.3	0.18	1.417E-02	2.061E-03	7.727E-04
DC_DOME2	Dépoussiéreur Dome concentré #2	376454.1	5526578.2	434	15.0	Ambiante	19.3	0.18	1.417E-02	2.061E-03	7.727E-04
DC_STR1	Dépoussiéreur Silo d'amidon #1	376357.3	5526730.3	434	11.0	Ambiante	19.3	0.18	1.417E-02	2.061E-03	7.727E-04
DC_STR2	Dépoussiéreur Silo d'amidon #2	376360.8	5526719.8	434	11.0	Ambiante	19.3	0.18	1.417E-02	2.061E-03	7.727E-04

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)

**Tableau 17 : Taux d'émission moyen des gaz d'échappement pour chaque type de véhicules utilisé dans le scénario 1**

Description <sup>[1]</sup>	Catégorie	Puissance (hp)	Certification	Facteur de chargement <sup>[2]</sup> (-)	Taux d'émission (g/s)				
					PM <sub>10</sub> <sup>[3]</sup>	PM <sub>2,5</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Komatsu PC2000-8	Excavator	956	T2	0.59	2.913E-02	2.826E-02	2.017E-01	6.158E-01	7.717E-04
Komatsu HD785-7	Off-Highway Truck	1178	T2	0.59	3.590E-02	3.482E-02	2.485E-01	7.587E-01	9.509E-04
Létourneau L-1850-2	Wheel Loader	2000	T1	0.59	8.638E-02	8.379E-02	4.220E-01	1.962E+00	1.613E-03
Caterpillar 793F	Off-Highway Truck	2478	T2	0.59	7.551E-02	7.325E-02	5.228E-01	1.596E+00	2.000E-03
A. Copco D65	Drill Rig	539	T4i	0.43	8.725E-04	8.463E-04	6.225E-03	1.622E-01	2.248E-04
Caterpillar 844H	Wheel Dozer	627	T3	0.59	2.798E-02	2.714E-02	2.402E-01	2.693E-01	5.061E-04
Caterpillar D10T	Crawler Dozer	603	T3	0.59	2.691E-02	2.610E-02	2.310E-01	2.590E-01	4.867E-04
Caterpillar 16M	Grader	332	T3	0.59	1.482E-02	1.437E-02	8.073E-02	1.426E-01	2.680E-04
Caterpillar 777G	Off-Highway Truck	945	T2	0.59	2.880E-02	2.793E-02	1.994E-01	6.087E-01	7.628E-04
Caterpillar 980K	Wheel Loader	369	T4i	0.59	8.195E-04	7.949E-04	5.847E-03	1.524E-01	2.112E-04
Caterpillar 735	Articulated Truck	424	T3	0.59	1.892E-02	1.835E-02	1.031E-01	1.821E-01	3.423E-04
Caterpillar 320E-L	Excavator	153	T4i	0.59	3.398E-04	3.296E-04	2.511E-03	6.319E-02	8.756E-05
Western Star 6900XD	Off-Highway Truck	500	T3	0.59	2.231E-02	2.164E-02	1.216E-01	2.148E-01	4.036E-04

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)

<sup>[2]</sup> Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004

<sup>[3]</sup> Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, donc PM<sub>tot</sub> = PM<sub>10</sub>.



**Tableau 18 : Scénarios considérés pour les gaz d'échappement des véhicules miniers pour le scénario 1**

Description <sup>[1]</sup>	Catégorie	Nombre considéré	Sources associées pour le positionnement
Komatsu PC2000-8	Local	1	EXCV_1e
Komatsu HD785-7	Hauling	4	Ensemble des sources associées au routage
Létourneau L-1850-2	Local	1	EXCV_2e
Caterpillar 793F - Stériles	Hauling	12	Ensemble des sources associées au routage
Caterpillar 793F - Minerai	Hauling	5	Ensemble des sources associées au routage
A. Copco D65	Local	5	DRILL_1e à DRILL_5e
Caterpillar 844H	Local	2	TDOZ_1e et TDOZ_2e
Caterpillar D10T	Local	2	TDOZ_3e et TDOZ_4e
Caterpillar 16M	Support	2	Ensemble des sources associées au routage
Caterpillar 777G	Support	2	Ensemble des sources associées au routage
Caterpillar 980K	Support	1	Ensemble des sources associées au routage
Caterpillar 735	Support	1	Ensemble des sources associées au routage
Caterpillar 320E-L	Support	1	Ensemble des sources associées au routage
Western Star 6900XD	Hauling	46	Ensemble des sources associées au routage
<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Arianne Phosphate, 2013)			

**Tableau 19 : Caractéristiques physiques et taux d'émission des gaz d'échappement associés au routage et au support pour chacun des segments pour le scénario 1**

Segment <sup>[1]</sup>	Temps passé sur chaque segment	Hauteur de relâche	Température	Vitesse	Diamètre équivalent	Taux d'émission (routage + support) (g/s)				
	(%)					(m)	(K)	(m/s)	(m)	PM <sub>10</sub> <sup>[2]</sup>
0_1	7.4	3.267	727.594	0.010	29.203	5.627E-03	5.458E-03	3.874E-02	1.178E-01	1.486E-04
1_2	14.9	3.247	731.946	0.010	27.107	1.017E-02	9.865E-03	6.995E-02	2.126E-01	2.685E-04
2_3	0.9	3.267	727.594	0.010	29.203	7.938E-04	7.699E-04	5.464E-03	1.662E-02	2.096E-05
3_4	0.6	3.267	727.594	0.010	29.203	9.329E-04	9.049E-04	6.422E-03	1.953E-02	2.464E-05
4_5	0.8	3.267	727.594	0.010	29.203	1.001E-03	9.706E-04	6.888E-03	2.095E-02	2.643E-05
2_6	4.8	3.241	733.274	0.010	26.557	4.812E-03	4.667E-03	3.309E-02	1.005E-01	1.270E-04
6_7	2.5	3.267	727.594	0.010	29.203	1.500E-02	1.455E-02	1.032E-01	3.139E-01	3.961E-04
6_8	0.7	3.140	755.372	0.010	20.684	5.312E-04	5.152E-04	3.637E-03	1.102E-02	1.399E-05
8_9	3.9	3.111	767.012	0.010	18.291	7.502E-04	7.277E-04	4.836E-03	1.324E-02	1.808E-05
9_10	5.0	3.140	755.372	0.010	20.684	5.316E-04	5.157E-04	3.641E-03	1.103E-02	1.400E-05
10_11	3.3	3.140	755.372	0.010	20.684	6.443E-04	6.250E-04	4.413E-03	1.337E-02	1.697E-05
9_13	0.6	3.023	803.150	0.010	14.298	2.975E-04	2.885E-04	1.663E-03	3.280E-03	5.747E-06
13_14	1.7	3.023	803.150	0.010	14.298	6.153E-04	5.969E-04	3.439E-03	6.786E-03	1.189E-05
14_13	0.2	3.023	803.150	0.010	14.298	8.433E-05	8.180E-05	4.713E-04	9.300E-04	1.629E-06
8_15	3.6	3.023	803.150	0.010	14.298	2.260E-04	2.192E-04	1.263E-03	2.493E-03	4.367E-06
16_17	17.4	3.267	727.594	0.010	29.203	2.428E-02	2.356E-02	1.672E-01	5.084E-01	6.414E-04
17_18	11.9	3.267	727.594	0.010	29.203	1.655E-02	1.606E-02	1.140E-01	3.465E-01	4.372E-04
18_19	8.8	3.267	727.594	0.010	29.203	2.007E-02	1.947E-02	1.381E-01	4.201E-01	5.300E-04
19_20	11.1	3.267	727.594	0.010	29.203	2.230E-02	2.163E-02	1.535E-01	4.667E-01	5.889E-04

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)

<sup>[2]</sup> Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, donc PM<sub>tot</sub> = PM<sub>10</sub>.

**Tableau 20 : Caractéristiques physiques et taux d'émission des gaz d'échappement associés aux sources localisées pour le scénario 1**

Source ID	Description <sup>[1]</sup>	Coord. Géographiques (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Taux d'émission (g/s)				
		X (m)	X (m)						PM <sub>10</sub> <sup>[2]</sup>	PM <sub>2.5</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
EXCV_1e	Komatsu PC2000-8	374400.8	5529744.9	331	6.61	755.37	50.00	0.25	2.913E-02	2.826E-02	2.017E-01	6.158E-01	7.717E-04
EXCV_2e	Létourneau L-1850-2	376050.1	5528360.9	433	5.82	755.37	35.45	0.38	8.638E-02	8.379E-02	4.220E-01	1.962E+00	1.613E-03
DRILL_1e	A. Copco D65	375157.3	5529411.9	215	3.96	785.37	25.78	0.19	8.725E-04	8.463E-04	6.225E-03	1.622E-01	2.248E-04
DRILL_2e	A. Copco D65	375220.8	5529375.3	215	3.96	785.37	25.78	0.19	8.725E-04	8.463E-04	6.225E-03	1.622E-01	2.248E-04
DRILL_3e	A. Copco D65	374214.1	5529756.4	415	3.96	785.37	25.78	0.19	8.725E-04	8.463E-04	6.225E-03	1.622E-01	2.248E-04
DRILL_4e	A. Copco D65	374141.0	5529648.6	415	3.96	785.37	25.78	0.19	8.725E-04	8.463E-04	6.225E-03	1.622E-01	2.248E-04
DRILL_5e	A. Copco D65	374166.0	5529511.9	415	3.96	785.37	25.78	0.19	8.725E-04	8.463E-04	6.225E-03	1.622E-01	2.248E-04
TDOZ_1e	Caterpillar 844H	374416.2	5529581.2	329	4.72	788.15	12.34	0.33	2.798E-02	2.714E-02	2.402E-01	2.693E-01	5.061E-04
TDOZ_2e	Caterpillar 844H	378683.8	5525092.8	440	4.72	788.15	12.34	0.33	2.798E-02	2.714E-02	2.402E-01	2.693E-01	5.061E-04
TDOZ_3e	Caterpillar D10T	375800.2	5531719.8	520	4.50	788.15	50.00	0.18	2.691E-02	2.610E-02	2.310E-01	2.590E-01	4.867E-04
TDOZ_4e	Caterpillar D10T	374633.7	5531571.6	520	4.50	788.15	50.00	0.18	2.691E-02	2.610E-02	2.310E-01	2.590E-01	4.867E-04

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)  
<sup>[2]</sup> Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, donc PM<sub>tot</sub> = PM<sub>10</sub>.

**Tableau 21 : Caractéristiques physiques et taux d'émission associés aux piles de stockage pour le scénario 1**

Source ID	Description <sup>[1]</sup>	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z (m)	Surface considérée (m <sup>2</sup> )	Teneur en limon (%)	Taux d'émission (g/s.m <sup>2</sup> )		
							PM <sub>tot</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
P_HS1	Halde de stériles est	520.0	5.0	2.33	36 187	7.7	1.174E-04	5.872E-05	2.349E-05
P_HS2	Halde de stériles ouest	520.0	5.0	2.33	246 971	7.7	1.174E-04	5.872E-05	2.349E-05
P_ROM	Pile de ROM	428.0	5.0	2.33	36 799	7.7	1.174E-04	5.872E-05	2.349E-05
P_CRIS	Pile Tampon après concasseur	415.5	3.3	1.51	840	11.4	1.740E-04	8.701E-05	3.481E-05
P_DIG	Digues du parc à résidus	408.0	8.0	3.72	32 289	7.7	1.174E-04	5.872E-05	2.349E-05
P_RES <sup>[2]</sup>	Parc à résidus	490.2	0.5	0.23	1 376 491	46.0	7.418E-05	3.709E-05	1.484E-05

<sup>[1]</sup> Selon l'étude de faisabilité 2013 (Ariane Phosphate, 2013)  
<sup>[2]</sup> Les taux d'émissions du parc à résidus sont atténués à hauteur de 10.6 % dû à l'apport humide des rejets à la sortie de l'usine.





**Tableau 22 : Résultats obtenus lors de la modélisation des concentrations des composés particulaires et gazeux susceptibles d'être observés dans l'atmosphère aux récepteurs sensibles**

Substance	Période	Statistique	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)				Concentration initiale (µg/m³)	Concentration totale modélisée (µg/m³)	Contribution du projet (%)	Norme <sup>[1]</sup> (µg/m³)	Pourcentage de la norme (%) (projet seul.)	Pourcentage de la norme (%)
			Maximum pour chacune des catégories			Maximum						
			Sud-Ouest	Sud-Est	Nord-Est							
b	c=a+b	d=(a/c)*100	e	h=(a/e)*100	p=(c/e)*100							
PM <sub>tot</sub>	24 heures	1er Maximum	131.364	29.386	101.370	131.364	40	171	76.7	120	109.5	142.8
		2e Maximum	77.650	26.082	41.223	77.650	40	118	66.0	120	64.7	98.0
PM <sub>2.5</sub>	24 heures	1er Maximum	4.487	1.770	3.317	4.487	15	19	23.0	30	15.0	65.0
CO	1 heure	1er Maximum	4599.690	1186.260	2543.660	4599.690	600	5200	88.5	34000	13.5	15.3
	8 heures	1er Maximum	579.505	148.703	322.739	579.505	400	980	59.2	12700	4.6	7.7
NO <sub>2</sub>	1 heure	1er Maximum	96.816	52.230	67.326	96.816	38	135	71.8	414	23.4	32.6
	24 heures	1er Maximum	25.676	14.959	18.722	25.676	28	54	47.8	207	12.4	25.9
	Annuelle	-	2.022	0.804	1.423	2.022	11	13	15.5	103	2.0	12.6
SO <sub>2</sub>	4 Minutes	1er Maximum	30.992	7.996	17.146	30.992	40	71	43.7	1050	3.0	6.8
	24 heures	1er Maximum	0.725	0.175	0.381	0.725	10	11	6.8	288	0.3	3.7
	Annuelle	-	0.010	0.004	0.006	0.010	2	2	0.5	52	0.0	3.9
Argent	Annuelle	-	8.48E-06	3.39E-06	4.50E-06	8.48E-06	5.00E-03	5.01E-03	0.2	2.30E-01	0.0	2.2
Arsenic	Annuelle	-	5.25E-05	1.98E-05	2.67E-05	5.25E-05	1.00E-03	1.05E-03	5.0	3.00E-03	1.8	35.1
Baryum	Annuelle	-	3.32E-03	7.97E-04	1.01E-03	3.32E-03	1.00E-02	1.33E-02	24.9	5.00E-02	6.6	26.6
Béryllium	Annuelle	-	2.95E-06	7.51E-07	9.88E-07	2.95E-06	-	2.95E-06	100.0	4.00E-04	0.7	0.7
Cadmium	Annuelle	-	8.24E-06	3.30E-06	4.40E-06	8.24E-06	2.00E-03	2.01E-03	0.4	3.60E-03	0.2	55.8
Cobalt	Annuelle	-	2.74E-04	7.62E-05	1.07E-04	2.74E-04	-	2.74E-04	100.0	1.00E-01	0.3	0.3
Chrome [2]	Annuelle	-	3.71E-03	8.91E-04	1.13E-03	3.71E-03	1.00E-02	1.37E-02	27.0	1.00E-01	3.7	13.7
Cuivre	24 heures	1er Maximum	5.03E-03	1.10E-03	2.25E-03	5.03E-03	2.00E-01	2.05E-01	2.5	2.50E+00	0.2	8.2
Fer	24 heures	1er Maximum	1.62E+00	3.58E-01	1.25E+00	1.62E+00	1.00E+00	2.62E+00	61.8	2.50E+00	64.8	104.8
Mercure	Annuelle	-	5.60E-04	1.36E-04	1.75E-04	5.60E-04	2.00E-03	2.56E-03	21.9	5.00E-03	11.2	51.2
Manganèse	Annuelle	-	2.52E-03	7.63E-04	1.00E-03	2.52E-03	5.00E-03	7.52E-03	33.5	2.50E-02	10.1	30.1
Nickel [3]	24 heures	1er Maximum	7.16E-03	1.58E-03	4.19E-03	7.16E-03	2.00E-03	9.16E-03	78.2	1.40E-02	51.2	65.5
Plomb	Annuelle	-	3.27E-05	9.09E-06	1.24E-05	3.27E-05	2.50E-02	2.50E-02	0.1	1.00E-01	0.0	25.0
Antimoine	Annuelle	-	1.57E-05	5.08E-06	6.98E-06	1.57E-05	7.00E-03	7.02E-03	0.2	1.70E-01	0.0	4.1
Sélénium	1 heure	1er Maximum	9.65E-03	2.55E-03	5.34E-03	9.65E-03	1.50E-01	1.60E-01	6.0	2.00E+00	0.5	8.0
Silice cristalline	1 heure	1er Maximum	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	3.00E-01	-	-	8.60E+00	-	-
Silice cristalline	Annuelle	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	4.00E-02	-	-	7.00E-02	-	-
Titane	24 heures	1er Maximum	1.16E-01	2.57E-02	9.00E-02	1.16E-01	1.00E-01	2.16E-01	53.8	2.50E+00	4.7	8.7
Thallium	Annuelle	-	5.61E-04	1.36E-04	1.75E-04	5.61E-04	5.00E-02	5.06E-02	1.1	2.50E-01	0.2	20.2
Vanadium	Annuelle	-	8.51E-04	2.18E-04	2.96E-04	8.51E-04	1.00E-02	1.09E-02	7.8	1.00E+00	0.1	1.1
Zinc	24 heures	1er Maximum	5.41E-03	1.20E-03	3.80E-03	5.41E-03	1.00E-01	1.05E-01	5.1	2.50E+00	0.2	4.2

<sup>[1]</sup> Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA)  
<sup>[2]</sup> Chrome trivalent  
<sup>[3]</sup> Calculé sur les PM<sub>10</sub>



**Tableau 23 : Résultats obtenus lors de la modélisation des concentrations des composés particulaires et gazeux susceptibles d'être observés dans l'atmosphère à la limite d'application du RAA**

Substance	Période	Statistique	Concentrations modélisées 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 modélisée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Contribution du projet (%)	Norme <sup>[1]</sup> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pourcentage de la norme (%) (projet seul.)	Pourcentage de la norme (%)	
			Maximum par année											Maximum
			2008	2009	2010	2011	2012							
b	c=a+b	d=(a/c)*100	e	h=(a/e)*100	p=(c/e)*100									
PM <sub>tot</sub>	24 heures	1er Maximum	206.639	386.208	480.731	333.005	353.488	480.731	40	520.73	92.3	120	400.61	433.9
		2e Maximum	184.552	256.404	268.582	205.085	294.403	294.403	40	334.40	88.0	120	245.34	278.7
PM <sub>2.5</sub>	24 heures	1er Maximum	23.498	19.696	17.380	14.435	14.113	23.498	15	38.50	61.0	30	78.33	128.3
		2e Maximum	15.924	11.496	10.631	14.369	12.701	15.924	15	30.92	51.5	30	53.08	103.1
CO	1 heure	1er Maximum	7055.980	11427.100	7817.810	10416.500	11991.600	11991.600	600	12591.60	95.2	34000	35.27	37.0
	8 heures	1er Maximum	887.217	1441.380	1305.210	1303.290	1507.800	1507.800	400	1907.80	79.0	12700	11.87	15.0
NO <sub>2</sub>	1 heure	1er Maximum	194.506	207.998	199.937	205.126	198.952	207.998	38	246.00	84.6	414	50.24	59.4
	24 heures	1er Maximum	36.133	33.016	40.696	42.260	31.430	42.260	28	70.26	60.1	207	20.42	33.9
	Annuelle	-	3.784	4.068	3.164	3.795	3.473	4.068	11	15.068	27.0	103	3.95	14.6
SO <sub>2</sub>	4 Minutes	1er Maximum	44.9	75.2	48.1	70.2	79.8	79.8	40	120	66.6	1050	7.6	11.4
	24 heures	1er Maximum	1.0	1.9	1.5	1.5	1.8	1.9	10	12	15.7	288	0.6	4.1
	Annuelle	-	0.015	0.018	0.011	0.013	0.022	0.022	2	2	1.1	52	0.0	3.9
Argent	Annuelle	-	1.67E-05	1.83E-05	2.59E-05	2.28E-05	1.62E-05	2.59E-05	5.00E-03	5.03E-03	0.5	0.23	0.0	2.2
Arsenic	Annuelle	-	9.07E-05	9.84E-05	1.39E-04	1.23E-04	8.89E-05	1.39E-04	1.00E-03	1.14E-03	12.2	0.003	4.6	38.0
Baryum	Annuelle	-	5.83E-03	7.13E-03	6.04E-03	6.91E-03	5.79E-03	7.13E-03	1.00E-02	1.71E-02	41.6	0.05	14.3	34.3
Béryllium	Annuelle	-	4.96E-06	6.07E-06	5.14E-06	5.85E-06	4.93E-06	6.07E-06	-	6.07E-06	100.0	0.0004	1.5	1.5
Cadmium	Annuelle	-	1.66E-05	1.82E-05	2.48E-05	2.16E-05	1.45E-05	2.48E-05	2.00E-03	2.02E-03	1.2	0.0036	0.7	56.2
Cobalt	Annuelle	-	4.36E-04	5.32E-04	4.51E-04	4.98E-04	4.23E-04	5.32E-04	-	5.32E-04	100.0	0.1	0.5	0.5
Chrome [2]	Annuelle	-	6.53E-03	7.98E-03	6.76E-03	7.73E-03	6.48E-03	7.98E-03	1.00E-02	1.80E-02	44.4	0.1	8.0	18.0
Cuivre	24 heures	1er Maximum	4.88E-03	1.35E-02	1.35E-02	7.33E-03	1.10E-02	1.35E-02	2.00E-01	2.14E-01	6.3	2.5	0.5	8.5
Fer	24 heures	1er Maximum	2.55E+00	4.77E+00	5.95E+00	4.10E+00	4.38E+00	5.95E+00	1.00E+00	6.95E+00	85.6	2.5	238.2	278.2
Mercure	Annuelle	-	9.82E-04	1.20E-03	1.02E-03	1.16E-03	9.72E-04	1.20E-03	2.00E-03	3.20E-03	37.5	0.005	24.0	64.0
Manganèse	Annuelle	-	6.59E-03	5.17E-03	4.17E-03	4.96E-03	4.20E-03	6.59E-03	5.00E-03	1.16E-02	56.9	0.025	26.4	46.4
Nickel [3]	24 heures	1er Maximum	8.78E-03	2.01E-02	2.24E-02	1.48E-02	1.58E-02	2.24E-02	2.00E-03	2.44E-02	91.8	0.014	159.7	174.0
Plomb	Annuelle	-	5.10E-05	6.23E-05	5.27E-05	5.99E-05	5.10E-05	6.23E-05	2.50E-02	2.51E-02	0.2	0.1	0.1	25.1
Antimoine	Annuelle	-	2.16E-05	2.63E-05	3.17E-05	2.79E-05	2.19E-05	3.17E-05	7.00E-03	7.03E-03	0.5	0.17	0.0	4.1
Sélénium	1 heure	1er Maximum	1.47E-02	2.39E-02	1.69E-02	2.19E-02	2.51E-02	2.51E-02	1.50E-01	1.75E-01	14.4	2	1.3	8.8
Silice cristalline	1 heure	1er Maximum	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	3.00E-01	-	-	8.6	-	-
Silice cristalline	Annuelle	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	4.00E-02	-	-	0.07	-	-
Titane	24 heures	1er Maximum	1.83E-01	3.43E-01	4.28E-01	2.95E-01	3.14E-01	4.28E-01	1.00E-01	5.28E-01	81.0	2.5	17.1	21.1
Thallium	Annuelle	-	9.82E-04	1.20E-03	1.02E-03	1.16E-03	9.72E-04	1.20E-03	5.00E-02	5.12E-02	2.3	0.25	0.5	20.5
Vanadium	Annuelle	-	1.44E-03	1.76E-03	1.49E-03	1.67E-03	1.41E-03	1.76E-03	1.00E-02	1.18E-02	15.0	1	0.2	1.2
Zinc	24 heures	1er Maximum	1.65E-02	1.56E-02	1.87E-02	1.24E-02	1.33E-02	1.87E-02	1.00E-01	1.19E-01	15.8	2.5	0.7	4.7

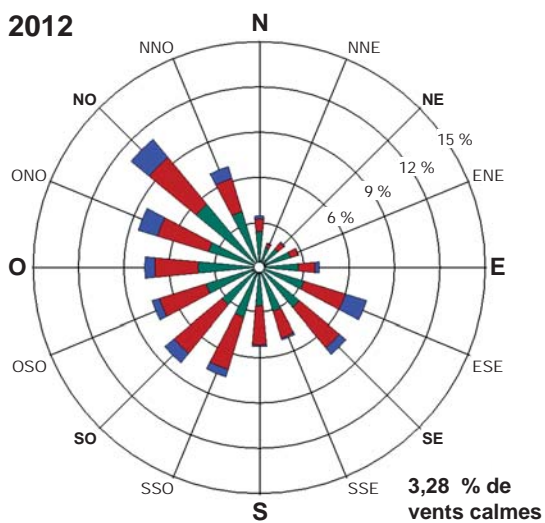
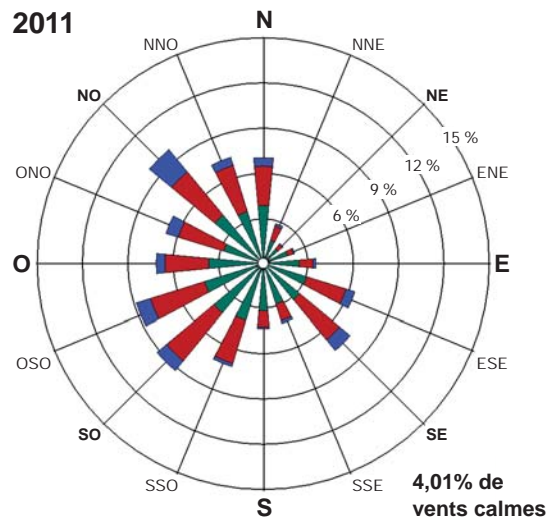
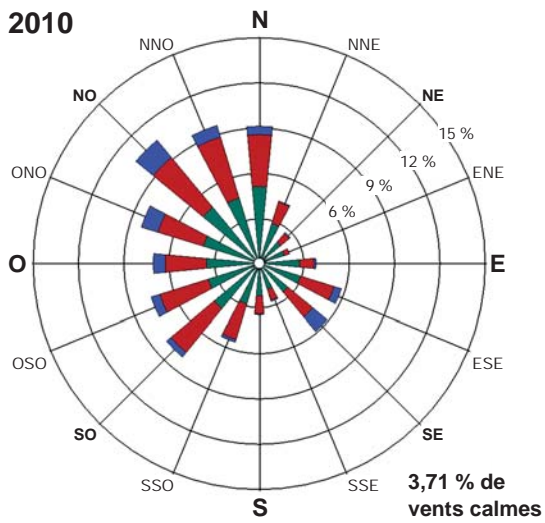
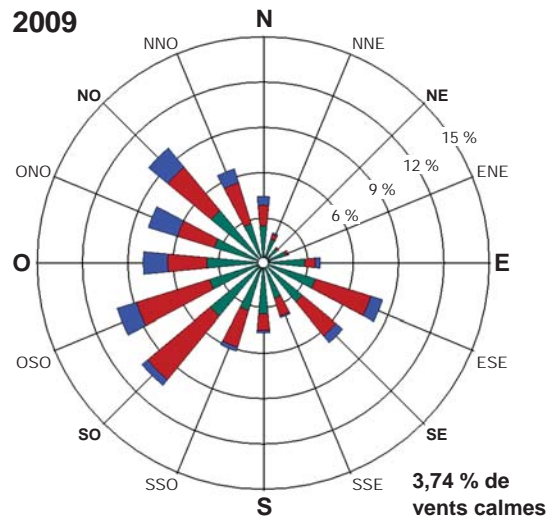
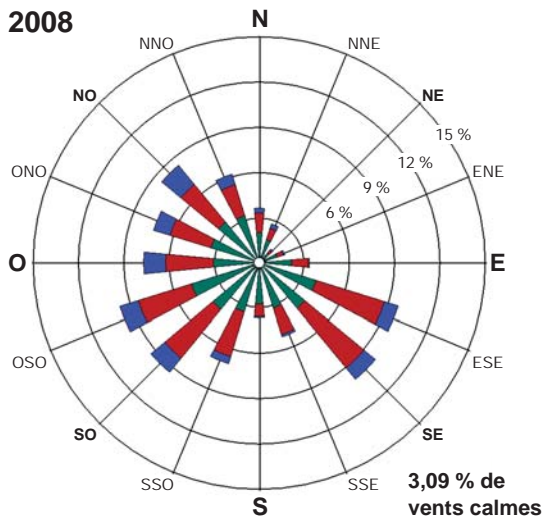
<sup>[1]</sup> Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA)  
<sup>[2]</sup> Chrome trivalent  
<sup>[3]</sup> Calculé sur les PM<sub>10</sub>





# FIGURE ET CARTES





**Vitesse des vents**

- > à 5,6 m/s
- 3,3 à 5,6 m/s
- 0,5 à 3,3 m/s

**Note :**  
Diagramme de la fréquence de provenance du vent, par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.



Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant

**Roses des vents  
Données météorologiques MM5**

Source :  
Mesoscale MM5, Lakes Environmental Software, janvier 2014

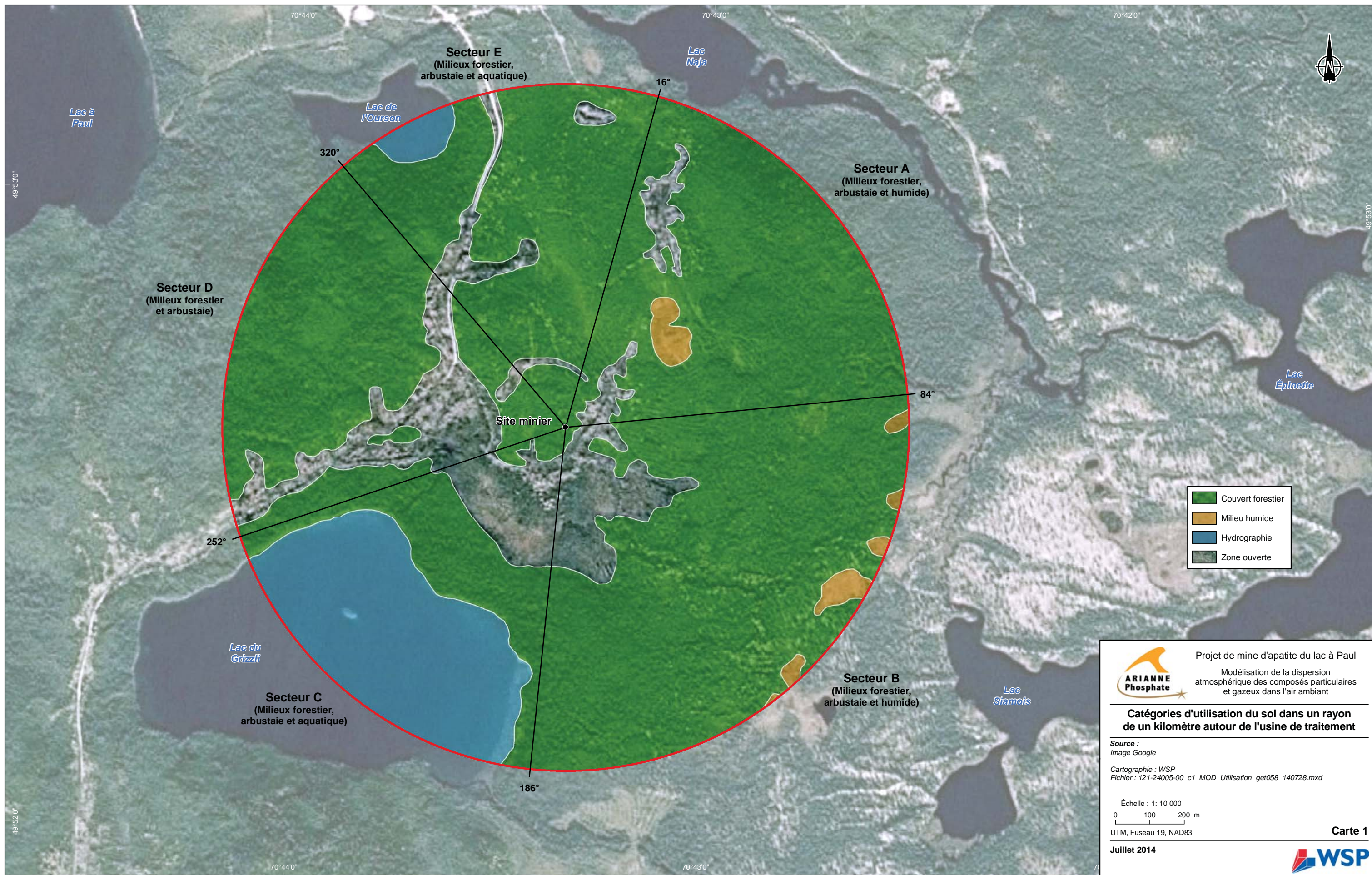
**Figure 1**

Juillet 2014









**ARIANNE Phosphate**

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant

**Catégories d'utilisation du sol dans un rayon de un kilomètre autour de l'usine de traitement**

Source : Image Google  
 Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c1\_MOD\_Utilisation\_get058\_140728.mxd

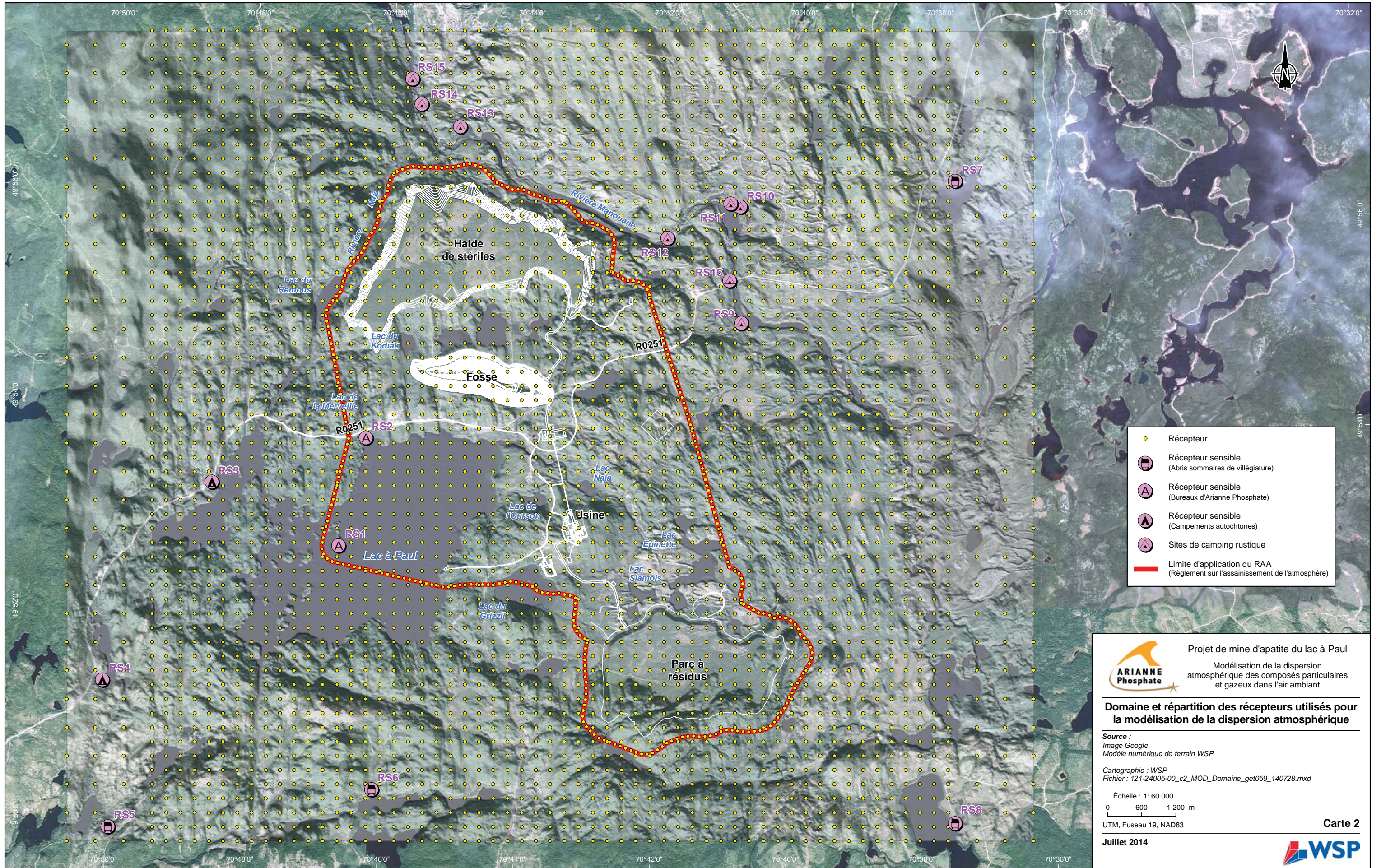
Échelle : 1: 10 000  
 0 100 200 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 1  
 Juillet 2014

**WSP**





- Récepteur
- Récepteur sensible (Abris sommaires de villégiature)
- Récepteur sensible (Bureaux d'Arianne Phosphate)
- Récepteur sensible (Campements autochtones)
- Sites de camping rustique
- Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

**Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particulaires et gazeux dans l'air ambiant

**Domaine et répartition des récepteurs utilisés pour la modélisation de la dispersion atmosphérique**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c2\_MOD\_Domaine\_get059\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000  
  
 UTM, Fuseau 19, NAD83

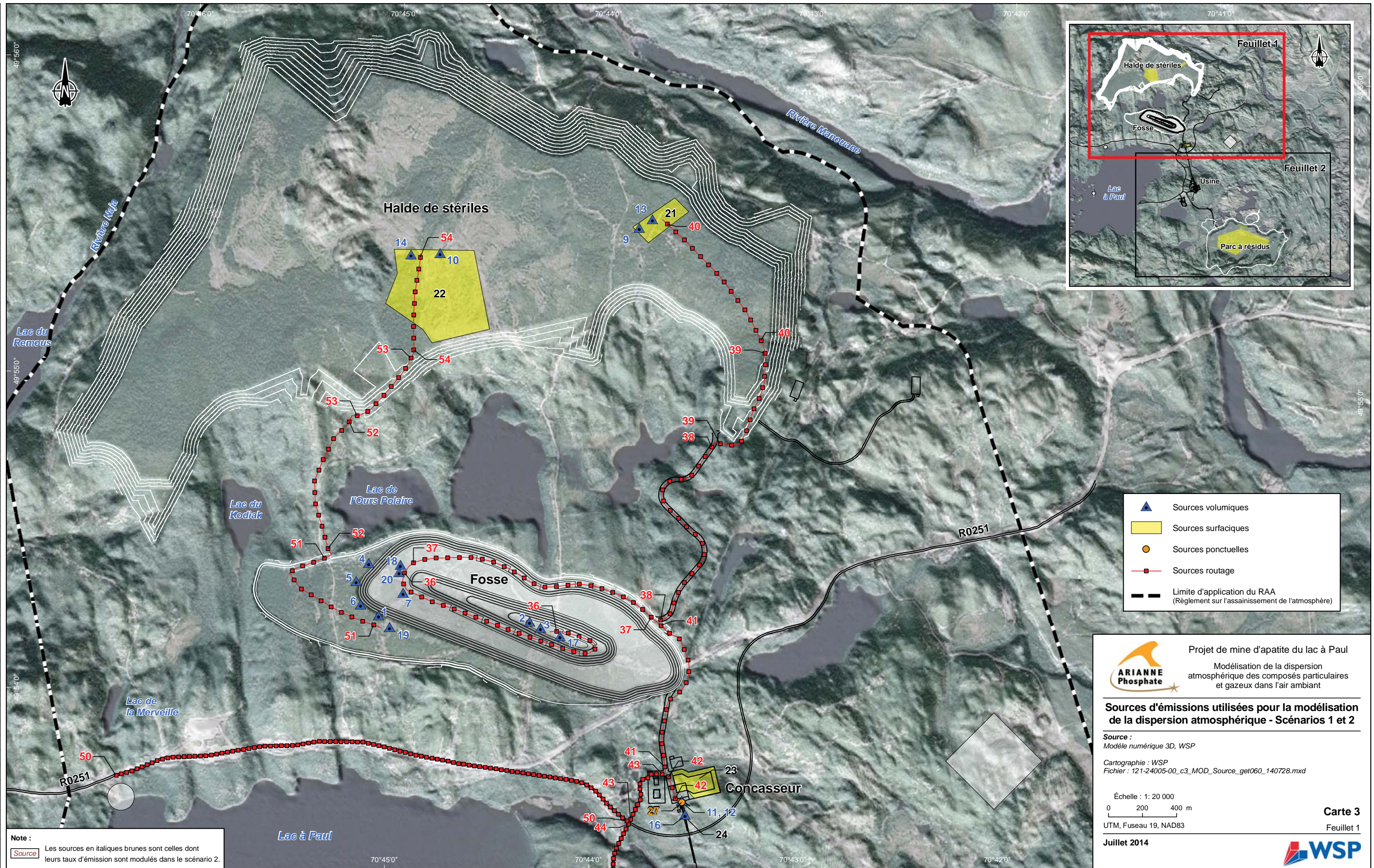
Juillet 2014

Carte 2





No ref.	Sources volumiques	Nom
1	<i>Sautage de Stériles</i>	<i>BLAST1</i>
2	Foreuse de production	FOR1
3	Foreuse de production	FOR2
4	Foreuse de production	FOR3
5	Foreuse de production	FOR4
6	Foreuse de production	FOR5
7	Bouteur - Fosse	DOZ_1
8	Bouteur - Parc à résidus	DOZ_2
9	<i>Bouteur - Halde de stériles</i>	<i>DOZ_3</i>
10	<i>Bouteur - Halde de stériles</i>	<i>DOZ_4</i>
11	Déchargement au concasseur - Fosse	DUMP_O1
12	Déchargement au concasseur - Pile tampon	DUMP_O2
13	<i>Déchargement à la halde de stériles Est (793F)</i>	<i>DUMP_HW1</i>
14	<i>Déchargement à la halde de stériles Ouest (793F)</i>	<i>DUMP_HW2</i>
15	Déchargement au parc à résidus (HD785)	DUMP_TW1
16	Transfert de convoyeur sur la pile de minerai	DUMP_C1
17	Chargement du minerai	LOAD_PO1
18	<i>Chargement du stériles - Vers Halde Est</i>	<i>LOAD_PW1</i>
19	<i>Chargement du stériles - Vers Halde Ouest</i>	<i>LOAD_PW2</i>
20	Chargement du stériles - Vers Parc à résidus	LOAD_PW3
No ref.	Sources surfaciques	Nom
21	Halde de stériles Est	P_HS1
22	Halde de stériles Ouest	P_HS2
23	Pile tampon - ROM	P_ROM
24	Pile tampon - Minerai concassé	P_CRS
25	Digue du parc à résidus	P_DIG
26	Parc à résidus	P_RES
No ref.	Sources ponctuelles	Nom
27	Dépoussiéreur Concasseur	DC_CRSH1
28	Dépoussiéreur Silo minerai #1	DC_SILO1
29	Dépoussiéreur Silo minerai #2	DC_SILO2
30	Dépoussiéreur Séchoir	DC_DRYER
31	Dépoussiéreur Chargement concentré	DC_LOAD
32	Dépoussiéreur Dome concentré #1	DC_DOME1
33	Dépoussiéreur Dome concentré #2	DC_DOME2
34	Dépoussiéreur Silo d'amidon #1	DC_STR1
35	Dépoussiéreur Silo d'amidon #2	DC_STR2
No ref.	Sources de routage	Segment
36	ROUT001 à ROUT024	0_1
37	ROUT025 à ROUT047	1_2
38	ROUT048 à ROUT068	2_3
39	ROUT069 à ROUT079	3_4
40	ROUT080 à ROUT093	4_5
41	ROUT094 à ROUT108	2_6
42	ROUT109 à ROUT111	6_7
43	ROUT112 à ROUT124	6_8
44	ROUT125 à ROUT166	8_9
45	ROUT167 à ROUT256	9_10
46	ROUT257 à ROUT304	10_11
47	ROUT340 à ROUT351	9_13
48	ROUT352 à ROUT368	13_14
49	ROUT369 à ROUT384	14_13
50	ROUT385 à ROUT483	8_15
51	ROUT484 à ROUT496	16_17
52	ROUT497 à ROUT509	17_18
53	ROUT510 à ROUT517	18_19
54	ROUT518 à ROUT526	19_20



Note :  
 [Source] Les sources en italiques brunes sont celles dont leurs taux d'émission sont modulés dans le scénario 2.

Projet de mine d'apatite du lac à Paul

**ARIANNE Phosphate**

Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant

**Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique - Scénarios 1 et 2**

Source :  
 Modèle numérique 3D, WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c3\_MOD\_Source\_get060\_140728.mxd

Échelle : 1: 20 000  
 0 200 400 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

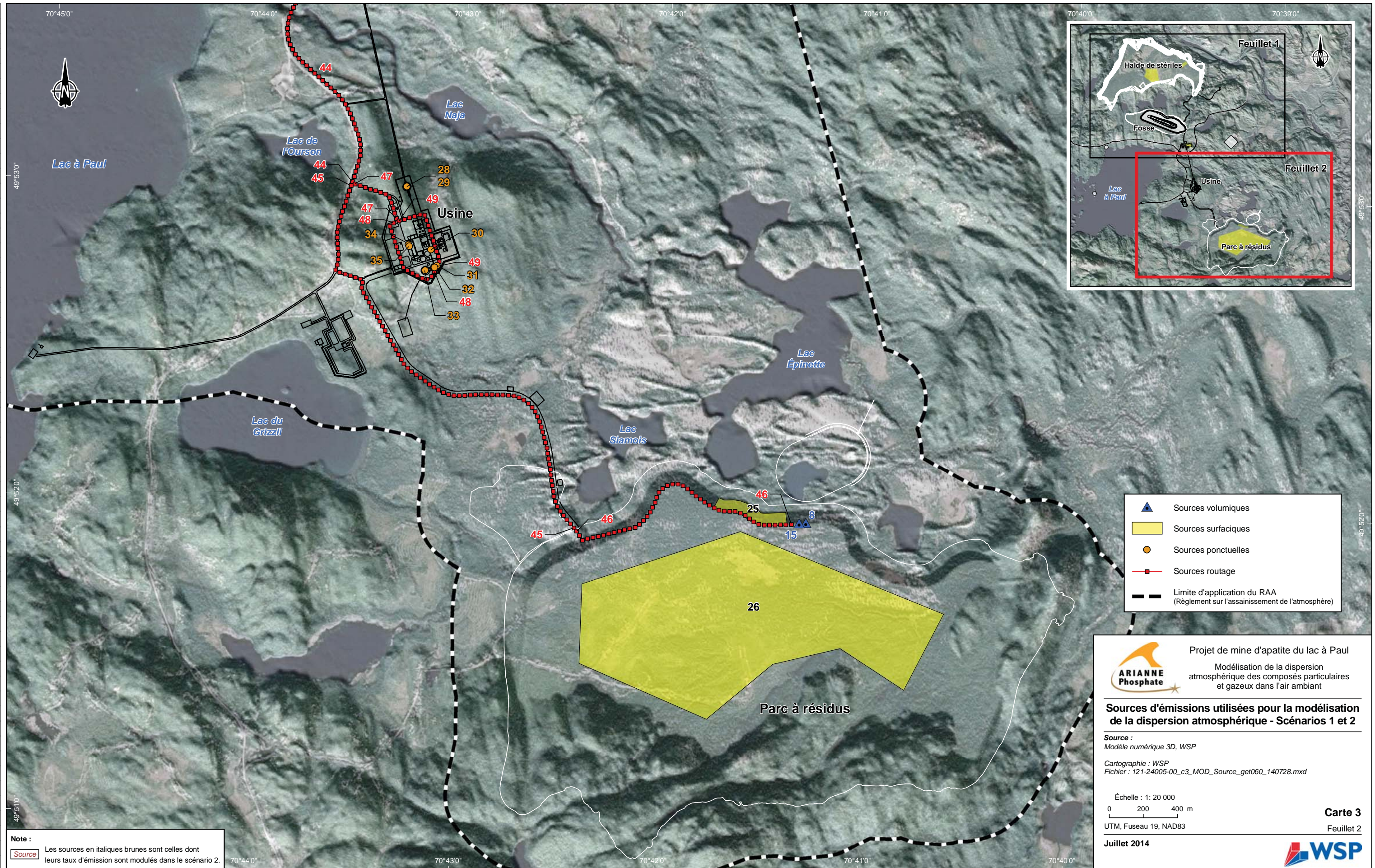
Juillet 2014

Carte 3  
 Feuille 1

**WSP**



No ref.	Sources volumiques	Nom
1	<i>Sautage de Stériles</i>	<i>BLAST1</i>
2	Foreuse de production	FOR1
3	Foreuse de production	FOR2
4	Foreuse de production	FOR3
5	Foreuse de production	FOR4
6	Foreuse de production	FOR5
7	Buteur - Fosse	DOZ_1
8	Buteur - Parc à résidus	DOZ_2
9	<i>Buteur - Halde de stériles</i>	<i>DOZ_3</i>
10	<i>Buteur - Halde de stériles</i>	<i>DOZ_4</i>
11	Déchargement au concasseur - Fosse	DUMP_O1
12	Déchargement au concasseur - Pile tampon	DUMP_O2
13	<i>Déchargement à la halde de stériles Est (793F)</i>	<i>DUMP_HW1</i>
14	<i>Déchargement à la halde de stériles Ouest (793F)</i>	<i>DUMP_HW2</i>
15	Déchargement au parc à résidus (HD785)	DUMP_TW1
16	Transfert de convoyeur sur la pile de minerai	DUMP_C1
17	Chargement du minerai	LOAD_PO1
18	<i>Chargement du stériles - Vers Halde Est</i>	<i>LOAD_PW1</i>
19	<i>Chargement du stériles - Vers Halde Ouest</i>	<i>LOAD_PW2</i>
20	Chargement du stériles - Vers Parc à résidus	LOAD_PW3
No ref.	Sources surfaciques	Nom
21	Halde de stériles Est	P_HS1
22	Halde de stériles Ouest	P_HS2
23	Pile tampon - ROM	P_ROM
24	Pile tampon - Minerai concassé	P_CRS
25	Digue du parc à résidus	P_DIG
26	Parc à résidus	P_RES
No ref.	Sources ponctuelles	Nom
27	Dépoussiéreur Concasseeur	DC_CRSH1
28	Dépoussiéreur Silo minerai #1	DC_SILO1
29	Dépoussiéreur Silo minerai #2	DC_SILO2
30	Dépoussiéreur Séchoir	DC_DRYER
31	Dépoussiéreur Chargement concentré	DC_LOAD
32	Dépoussiéreur Dome concentré #1	DC_DOME1
33	Dépoussiéreur Dome concentré #2	DC_DOME2
34	Dépoussiéreur Silo d'amidon #1	DC_STR1
35	Dépoussiéreur Silo d'amidon #2	DC_STR2
No ref.	Sources de routage	Segment
36	ROUT001 à ROUT024	0_1
37	<i>ROUT025 à ROUT047</i>	<i>1_2</i>
38	<i>ROUT048 à ROUT068</i>	<i>2_3</i>
39	<i>ROUT069 à ROUT079</i>	<i>3_4</i>
40	<i>ROUT080 à ROUT093</i>	<i>4_5</i>
41	ROUT094 à ROUT108	2_6
42	ROUT109 à ROUT111	6_7
43	ROUT112 à ROUT124	6_8
44	ROUT125 à ROUT166	8_9
45	ROUT167 à ROUT256	9_10
46	ROUT257 à ROUT304	10_11
47	ROUT340 à ROUT351	9_13
48	ROUT352 à ROUT368	13_14
49	ROUT369 à ROUT384	14_13
50	ROUT385 à ROUT483	8_15
51	<i>ROUT484 à ROUT496</i>	<i>16_17</i>
52	<i>ROUT497 à ROUT509</i>	<i>17_18</i>
53	<i>ROUT510 à ROUT517</i>	<i>18_19</i>
54	<i>ROUT518 à ROUT526</i>	<i>19_20</i>



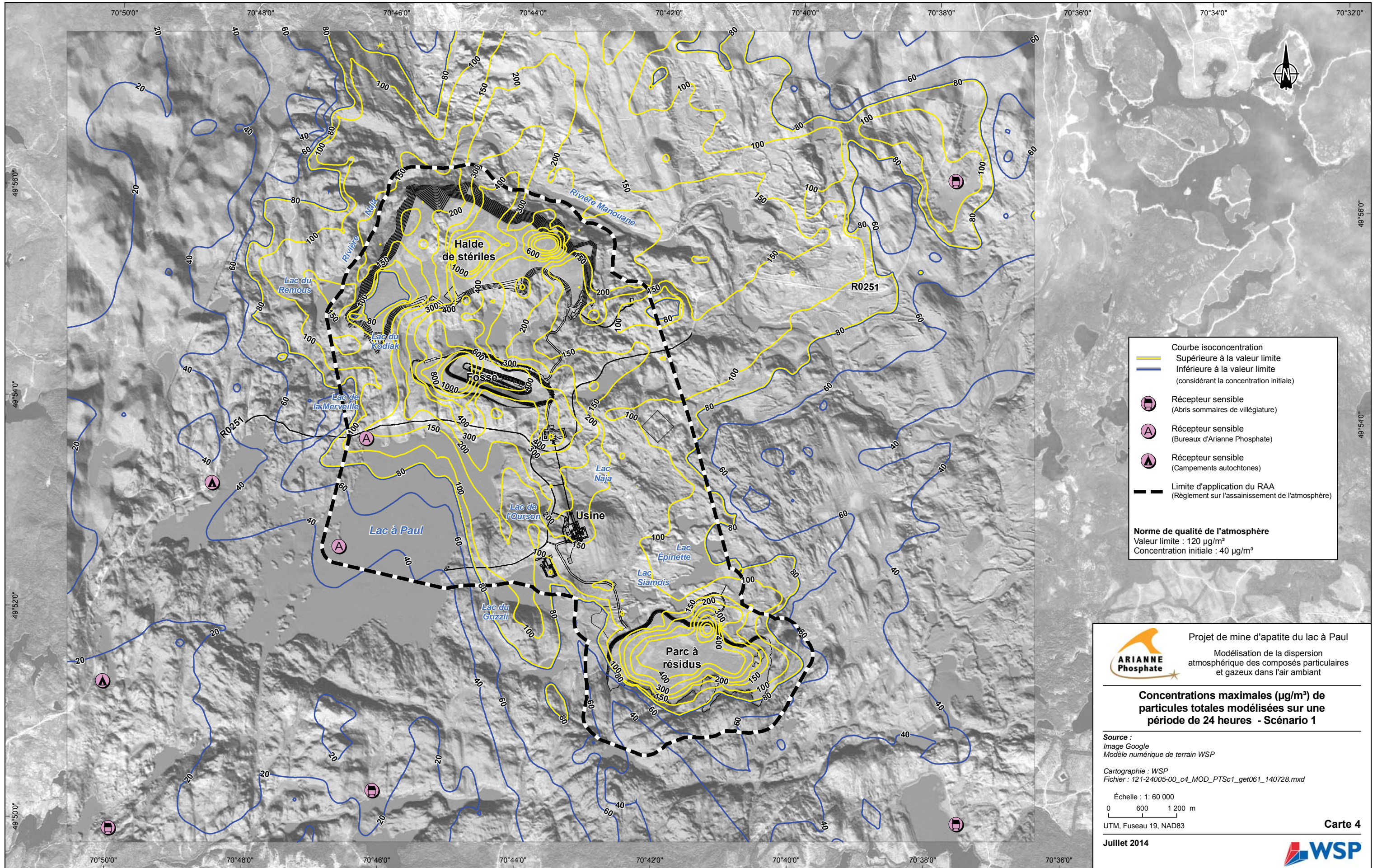
**Note :**  
 [Source] Les sources en italiques brunes sont celles dont leurs taux d'émission sont modulés dans le scénario 2.

▲ Sources volumiques  
 ■ Sources surfaciques  
 ● Sources ponctuelles  
 - - Sources routage  
 - - - Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

**ARIANNE Phosphate** Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant  
**Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique - Scénarios 1 et 2**  
 Source :  
 Modèle numérique 3D, WSP  
 Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c3\_MOD\_Source\_get060\_140728.mxd  
 Échelle : 1: 20 000  
 0 200 400 m  
 UTM, Fuseau 19, NAD83  
 Juillet 2014  
**Carte 3**  
 Feuillet 2  
**WSP**







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

Récepteur sensible  
 (Abris sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 120 µg/m<sup>3</sup>  
 Concentration initiale : 40 µg/m<sup>3</sup>

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particulaires  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m<sup>3</sup>) de  
 particules totales modélisées sur une  
 période de 24 heures - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

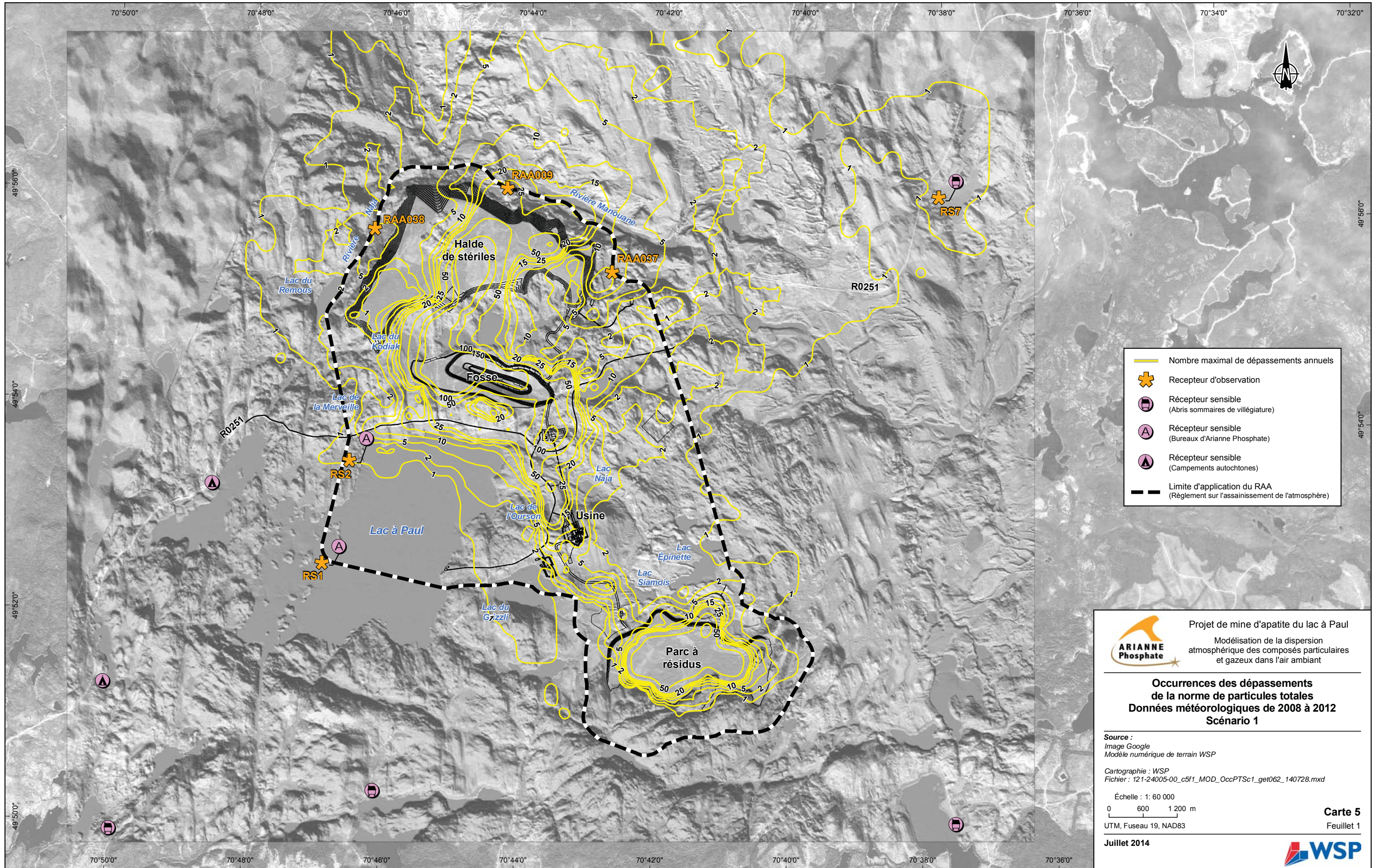
Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c4\_MOD\_PTSc1\_get061\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000


UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014





— Nombre maximal de dépassements annuels  
★ Récepteur d'observation  
◻ Récepteur sensible (Abris sommaires de villégiature)  
○ Récepteur sensible (Bureaux d'Ariane Phosphate)  
▲ Récepteur sensible (Campements autochtones)  
 Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)


 Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particulaires et gazeux dans l'air ambiant

**Occurrences des dépassements de la norme de particules totales**  
**Données météorologiques de 2008 à 2012**  
**Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c5f1\_MOD\_OccPTSc1\_get062\_140728.mxd

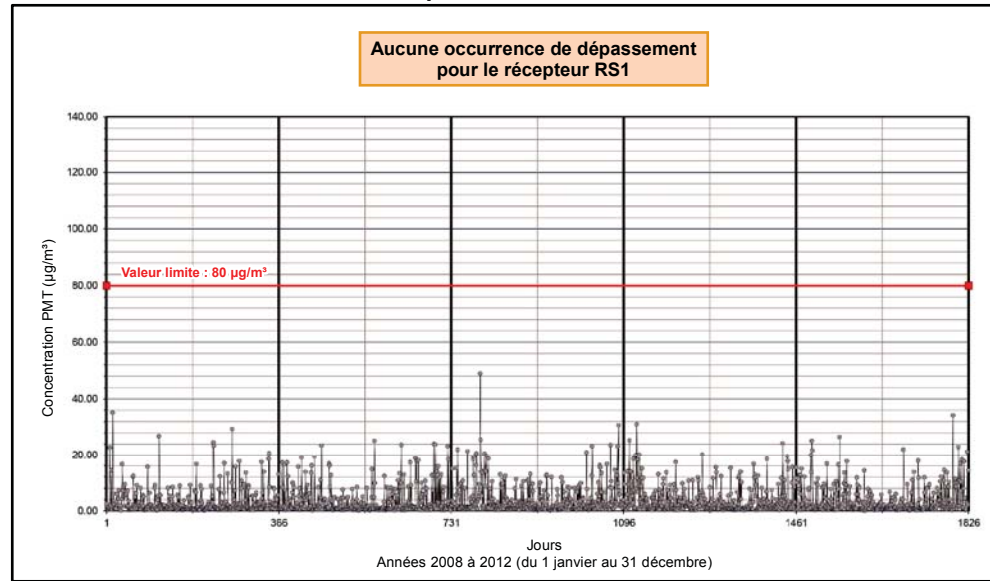
Échelle : 1: 60 000  
 0 600 1 200 m  
 UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

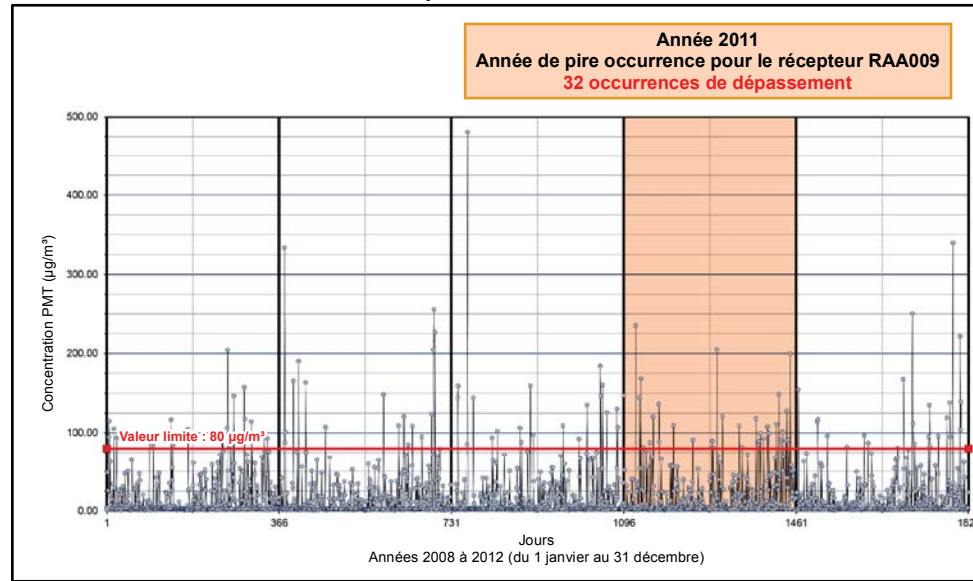




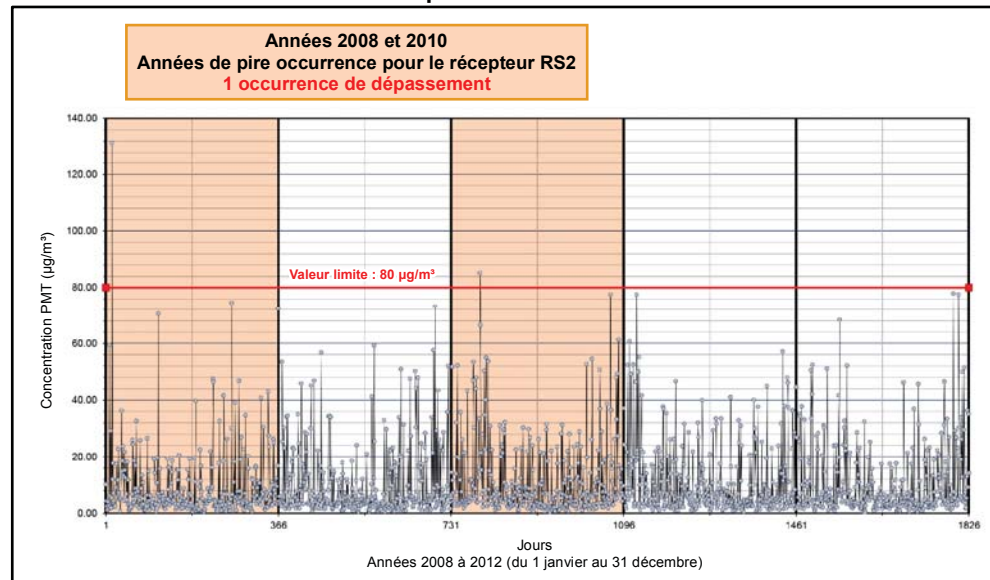
### Concentrations modélisées au récepteur RS1



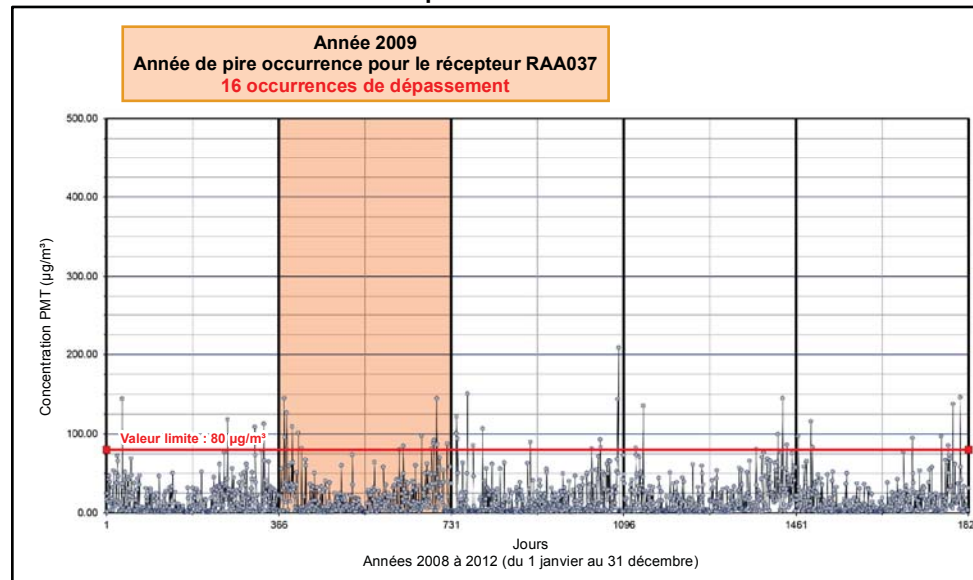
### Concentrations modélisées au récepteur RAA009



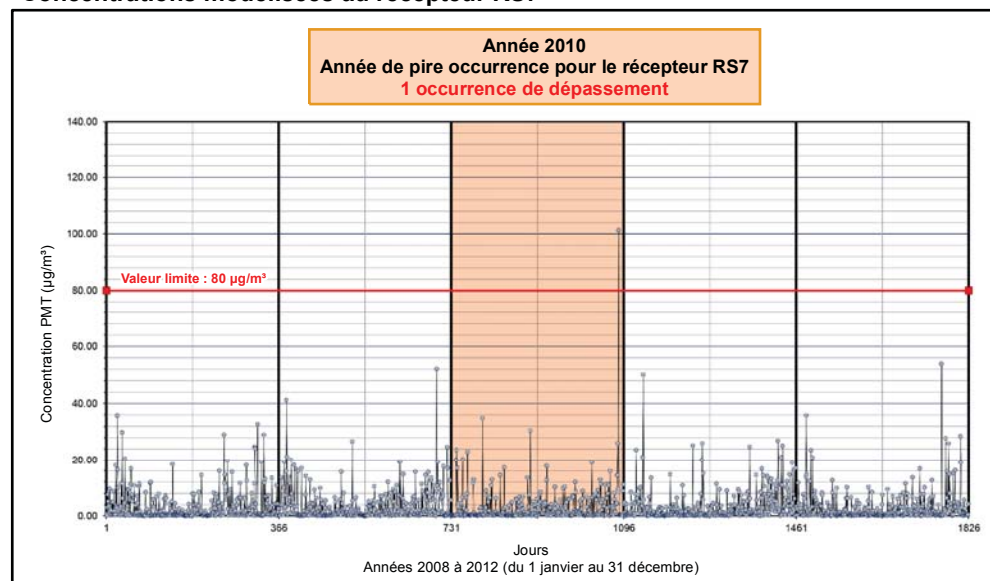
### Concentrations modélisées au récepteur RS2



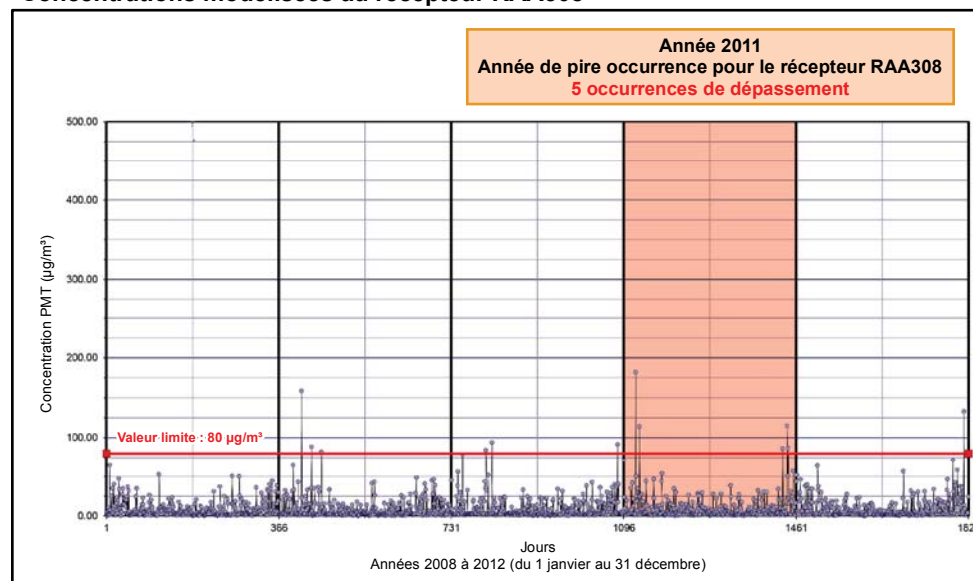
### Concentrations modélisées au récepteur RAA037



### Concentrations modélisées au récepteur RS7



### Concentrations modélisées au récepteur RAA308



Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
Modélisation de la dispersion  
atmosphérique des composés particuliers  
et gazeux dans l'air ambiant

### Occurrences des dépassements de la norme de particules totales Données météorologiques de 2008 à 2012 Scénario 1

Source :

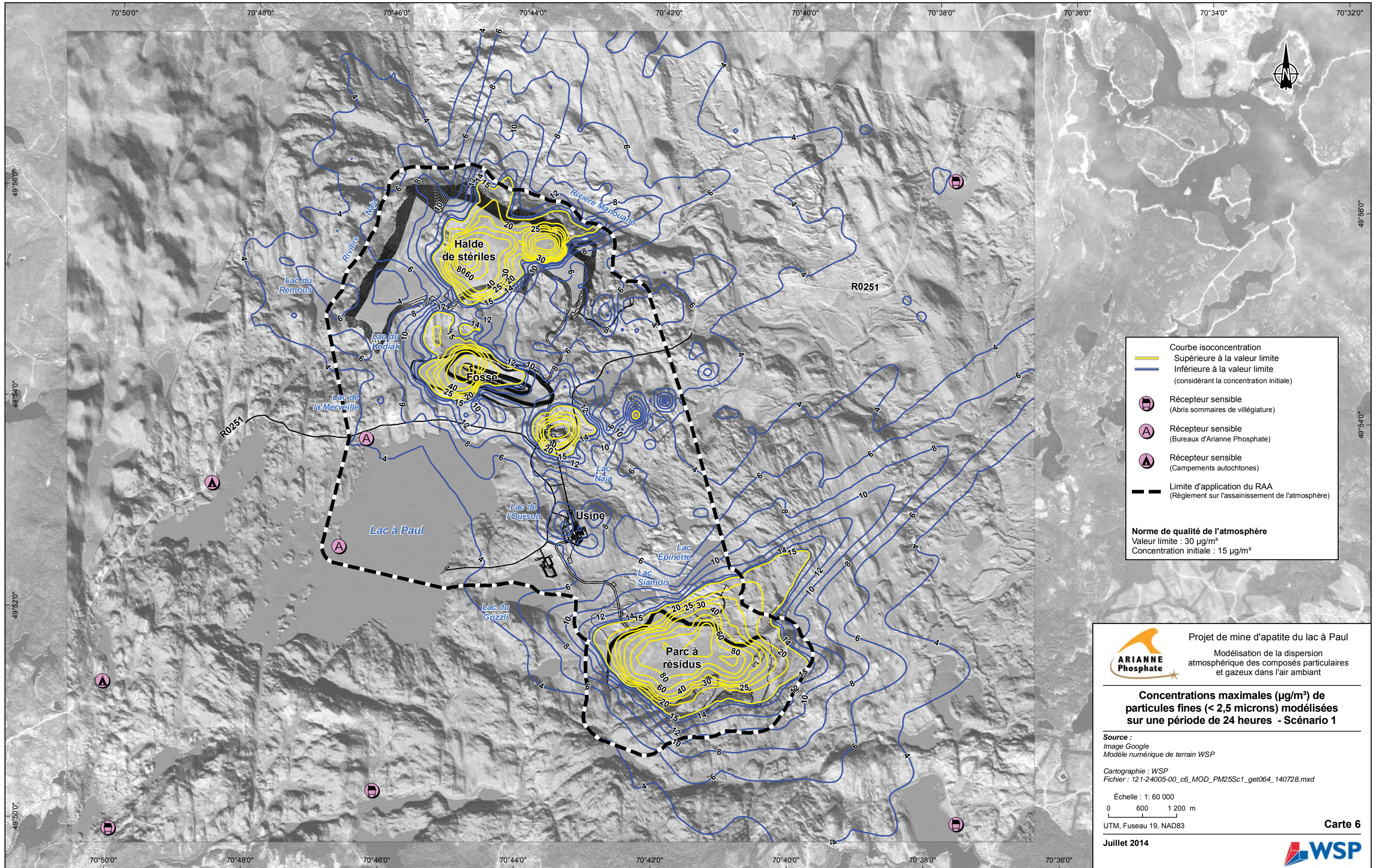
Cartographie : WSP  
Fichier : 121-24005-00\_c5f2\_MOD\_OccPTSc1\_get063\_140728.mxd

Juillet 2014

Carte 5  
Feuillet 2







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

Récepteur sensible  
 (Abrs sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Concentration initiale : 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de  
 particules fines (< 2,5 microns) modélisées  
 sur une période de 24 heures - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c6\_MOD\_PM25Sc1\_get064\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000

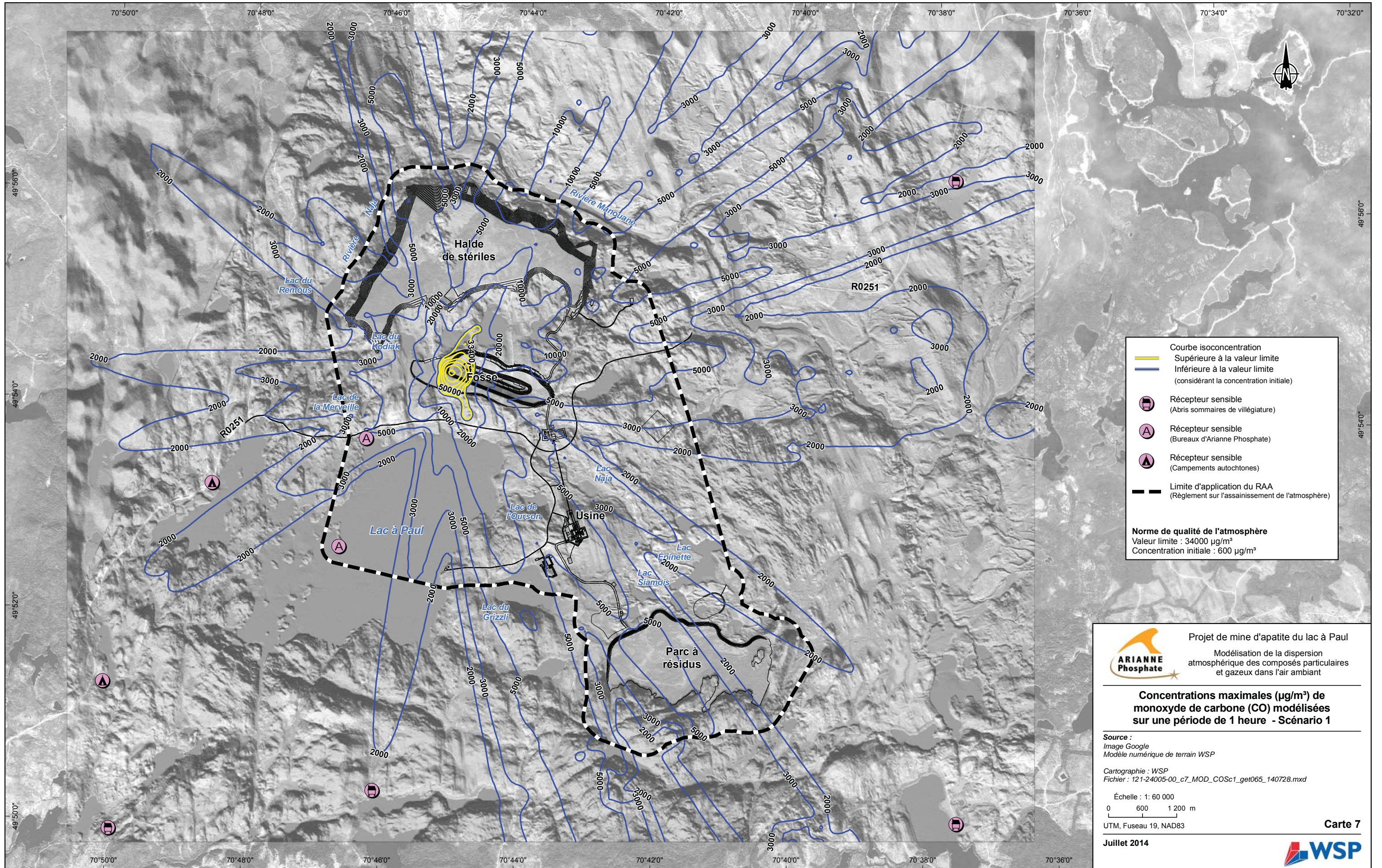
UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 6







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

Récepteur sensible  
 (Abrs sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 34000 µg/m³  
 Concentration initiale : 600 µg/m³

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m³) de  
 monoxyde de carbone (CO) modélisées  
 sur une période de 1 heure - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c7\_MOD\_COSc1\_get065\_140728.mxd

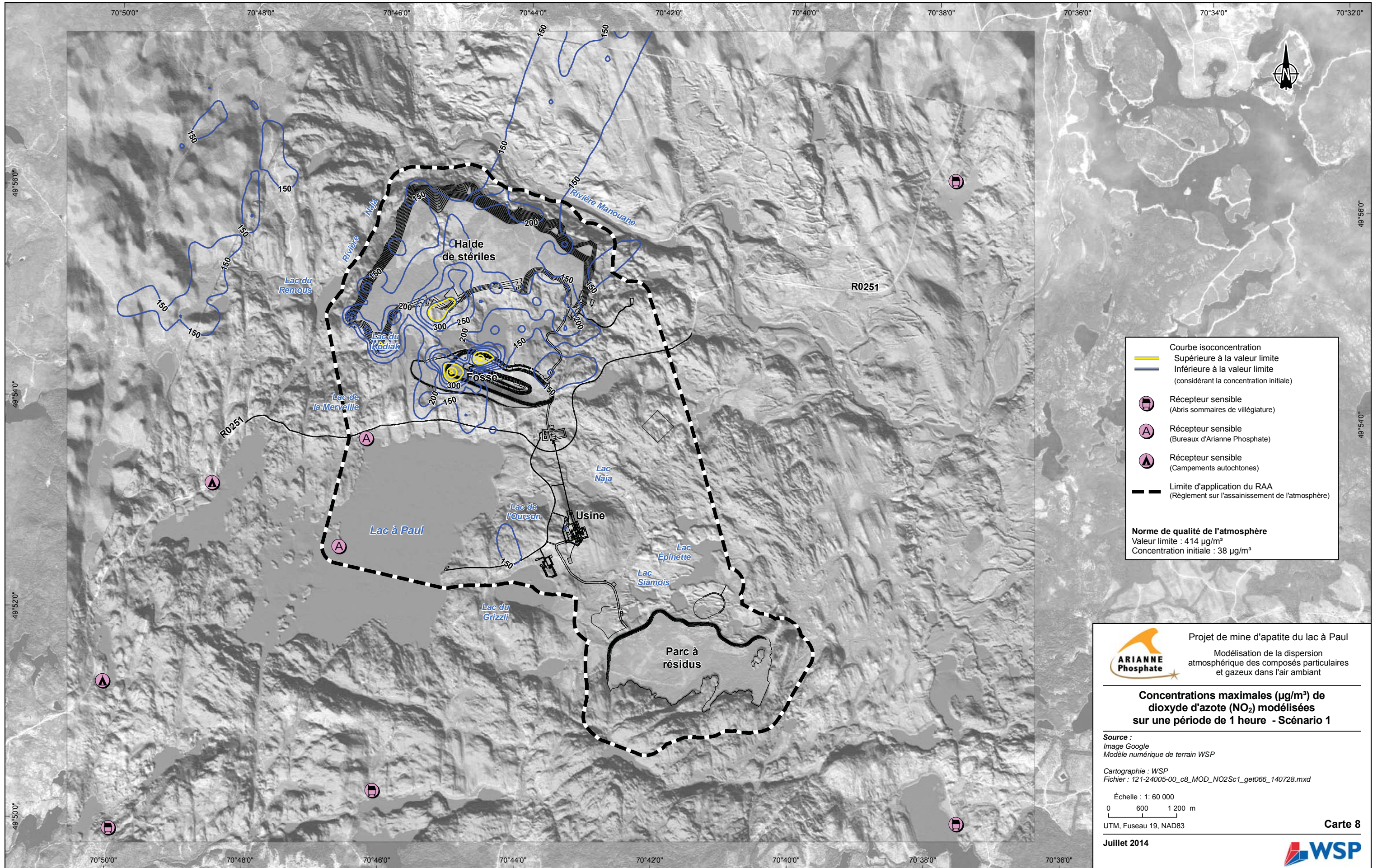
Échelle : 1: 60 000

UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 7





**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 414 µg/m³  
 Concentration initiale : 38 µg/m³

- Courbe isoconcentration Supérieure à la valeur limite
- Courbe isoconcentration Inférieure à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
- Récepteur sensible (Abrs sommaires de villégiature)
- Récepteur sensible (Bureaux d'Arianne Phosphate)
- Récepteur sensible (Campements autochtones)
- Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

**Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m³) de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) modélisées sur une période de 1 heure - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c8\_MOD\_NO2Sc1\_get066\_140728.mxd

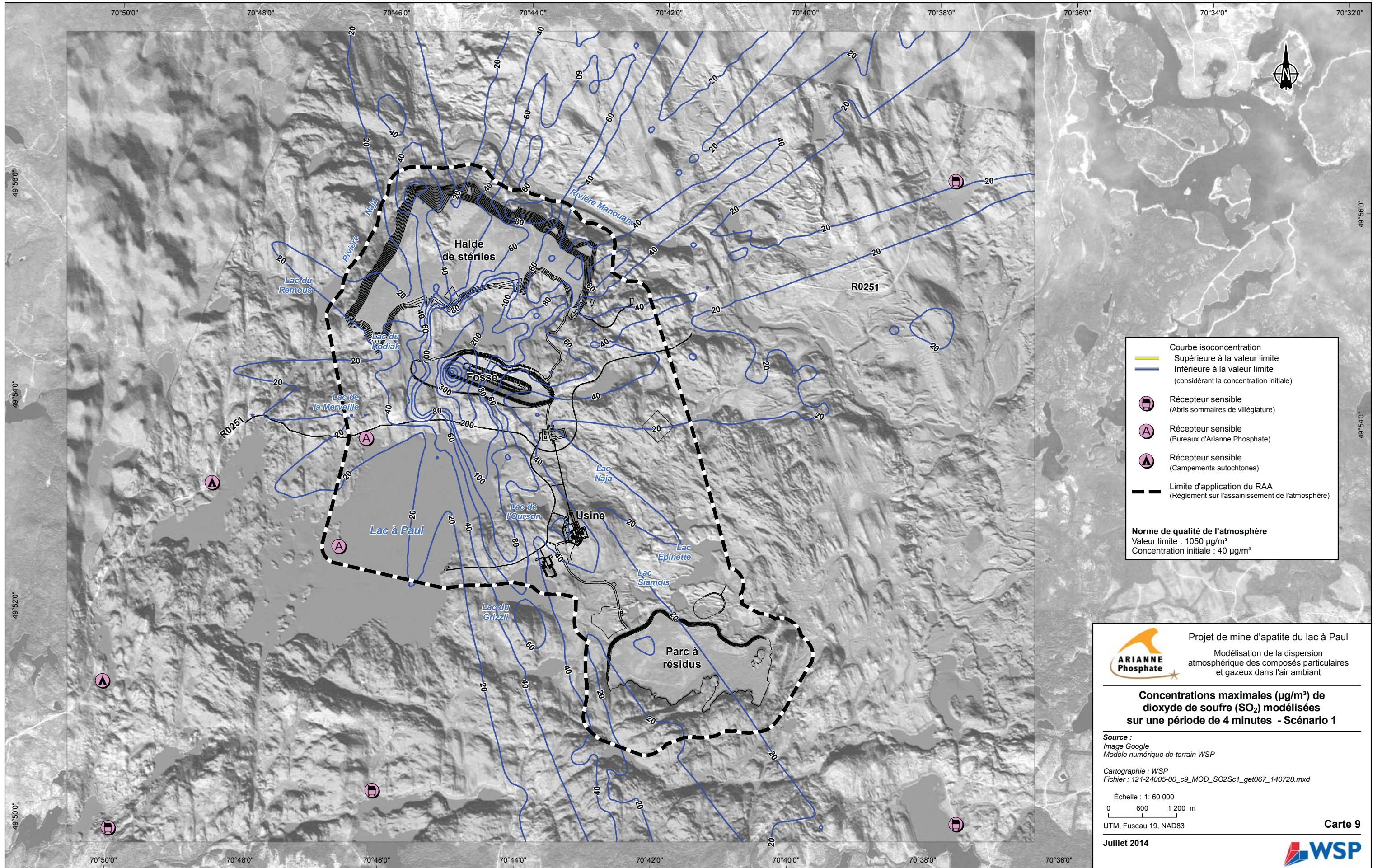
Échelle : 1: 60 000

UTM, Fuseau 19, NAD83

Carte 8

Juillet 2014





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

Récepteur sensible  
 (Abrs sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 1050 µg/m<sup>3</sup>  
 Concentration initiale : 40 µg/m<sup>3</sup>

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m<sup>3</sup>) de  
 dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) modélisées  
 sur une période de 4 minutes - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c9\_MOD\_SO2Sc1\_get067\_140728.mxd

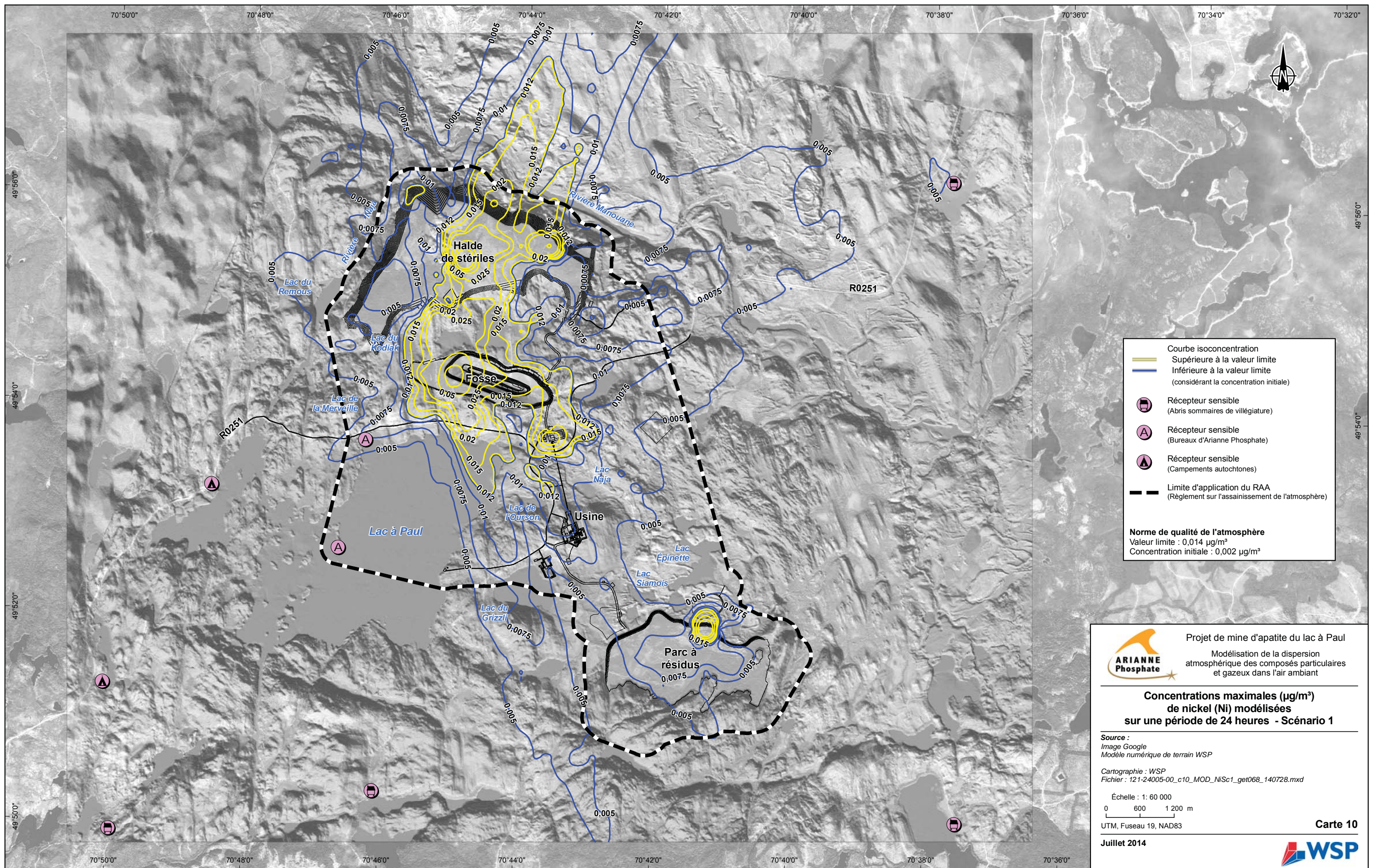
Échelle : 1: 60 000

UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 9





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

Récepteur sensible  
 (Abrs sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 0,014 µg/m³  
 Concentration initiale : 0,002 µg/m³

**Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m³)  
 de nickel (Ni) modélisées  
 sur une période de 24 heures - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c10\_MOD\_NiSc1\_get068\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000

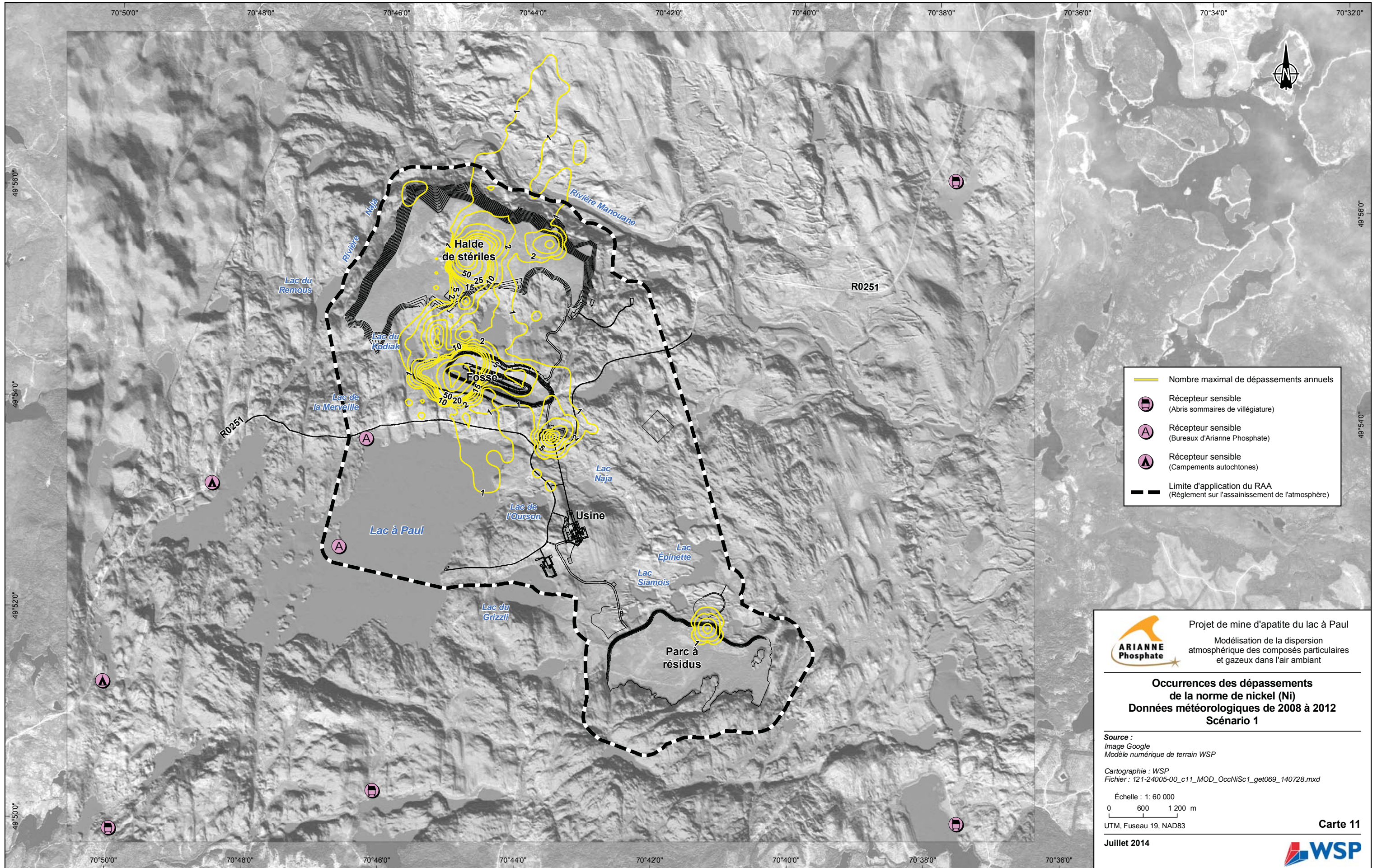
UTM, Fuseau 19, NAD83






Juillet 2014


**Carte 10**







-  Nombre maximal de dépassements annuels
-  Récepteur sensible  
(Abris sommaires de villégiature)
-  Récepteur sensible  
(Bureaux d'Ariane Phosphate)
-  Récepteur sensible  
(Campements autochtones)
-  Limite d'application du RAA  
(Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

 **Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
Modélisation de la dispersion  
atmosphérique des composés particulaires  
et gazeux dans l'air ambiant

**Occurrences des dépassements  
de la norme de nickel (Ni)  
Données météorologiques de 2008 à 2012  
Scénario 1**

Source :  
Image Google  
Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
Fichier : 121-24005-00\_c11\_MOD\_OccNiSc1\_get069\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000  
0 600 1 200 m

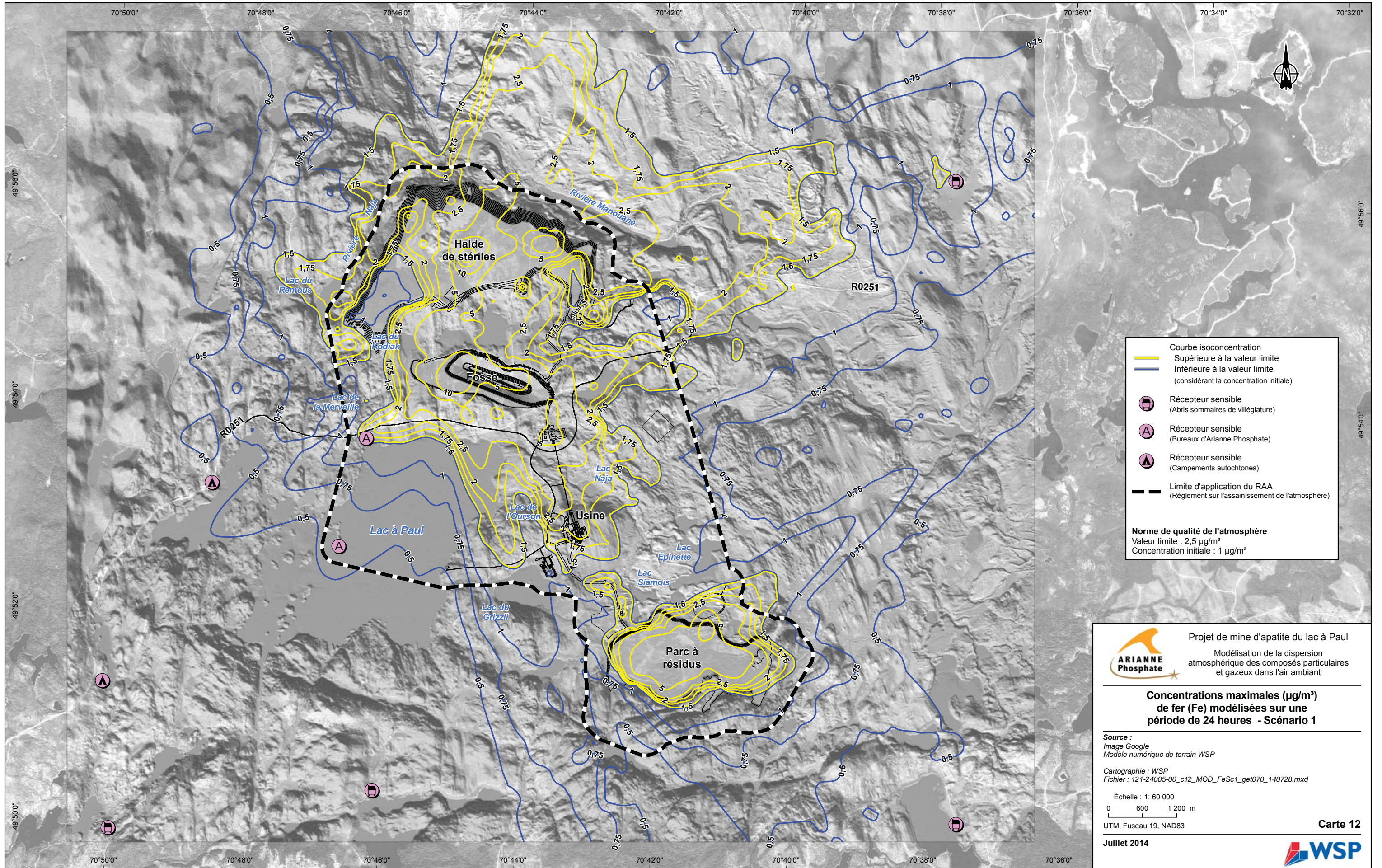
UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 11







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

Récepteur sensible  
 (Abrs sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 2,5 µg/m<sup>3</sup>  
 Concentration initiale : 1 µg/m<sup>3</sup>

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m<sup>3</sup>)  
 de fer (Fe) modélisées sur une  
 période de 24 heures - Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c12\_MOD\_FeSc1\_get070\_140728.mxd

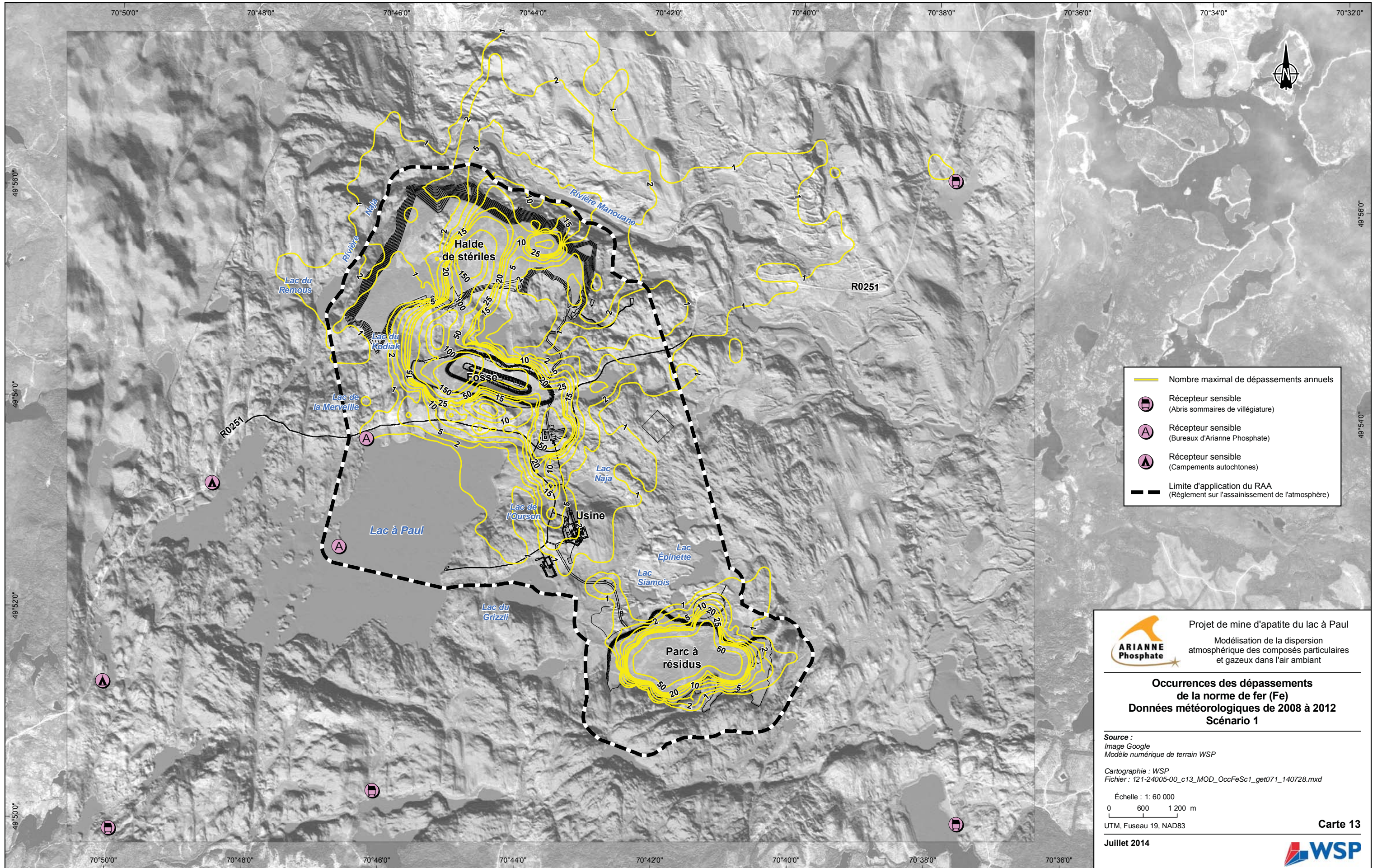
Échelle : 1: 60 000






UTM, Fuseau 19, NAD83


Juillet 2014

Carte 12





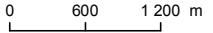
-  Nombre maximal de dépassements annuels
-  Récepteur sensible (Abris sommaires de villégiature)
-  Récepteur sensible (Bureaux d'Ariane Phosphate)
-  Récepteur sensible (Campements autochtones)
-  Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

 **Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particuliers et gazeux dans l'air ambiant

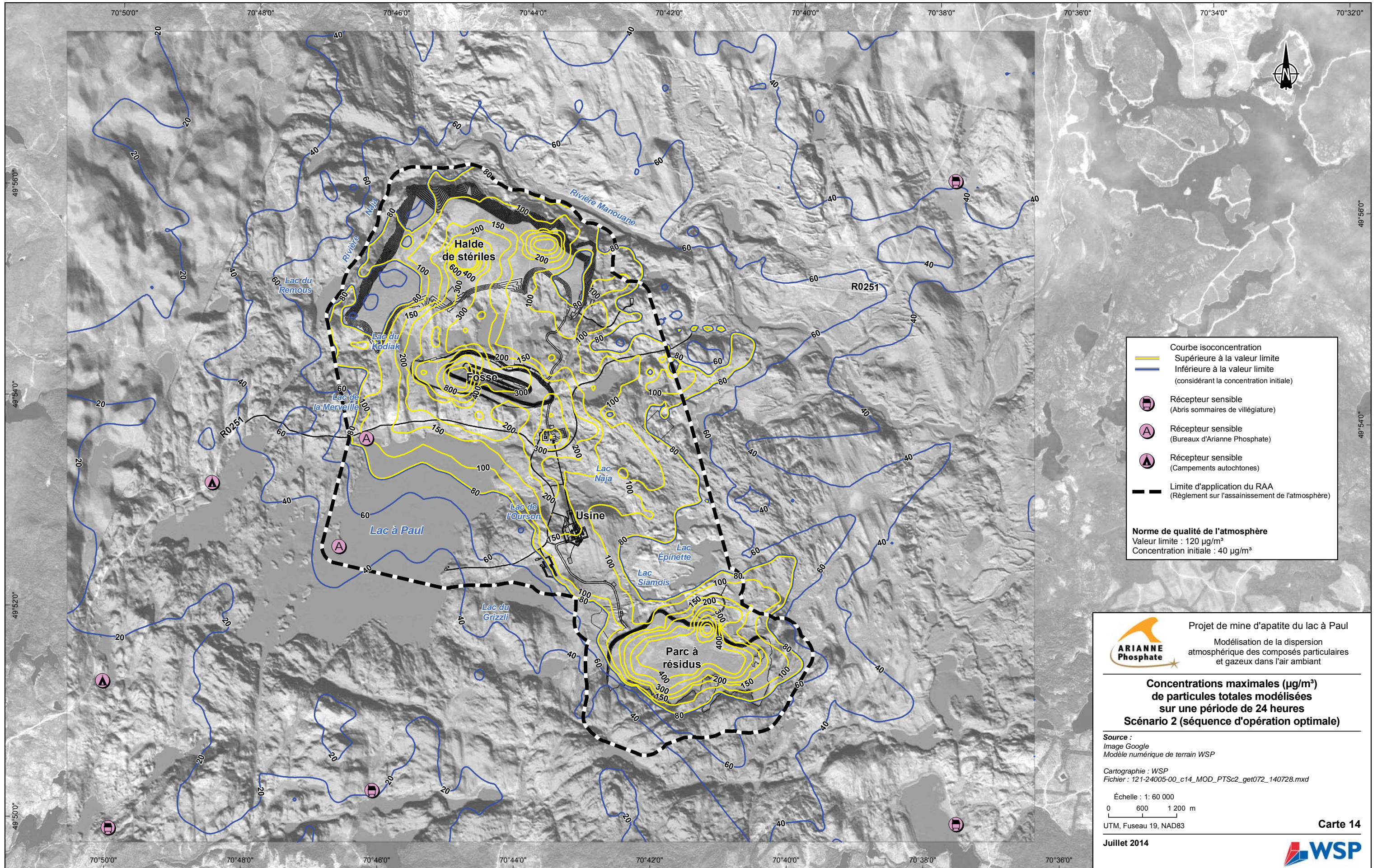
**Occurrences des dépassements de la norme de fer (Fe)**  
**Données météorologiques de 2008 à 2012**  
**Scénario 1**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c13\_MOD\_OccFeSc1\_get071\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000  
  
 UTM, Fuseau 19, NAD83





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

Récepteur sensible  
 (Abris sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

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

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particulaires  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m³)  
 de particules totales modélisées  
 sur une période de 24 heures  
 Scénario 2 (séquence d'opération optimale)**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c14\_MOD\_PTSc2\_get072\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000

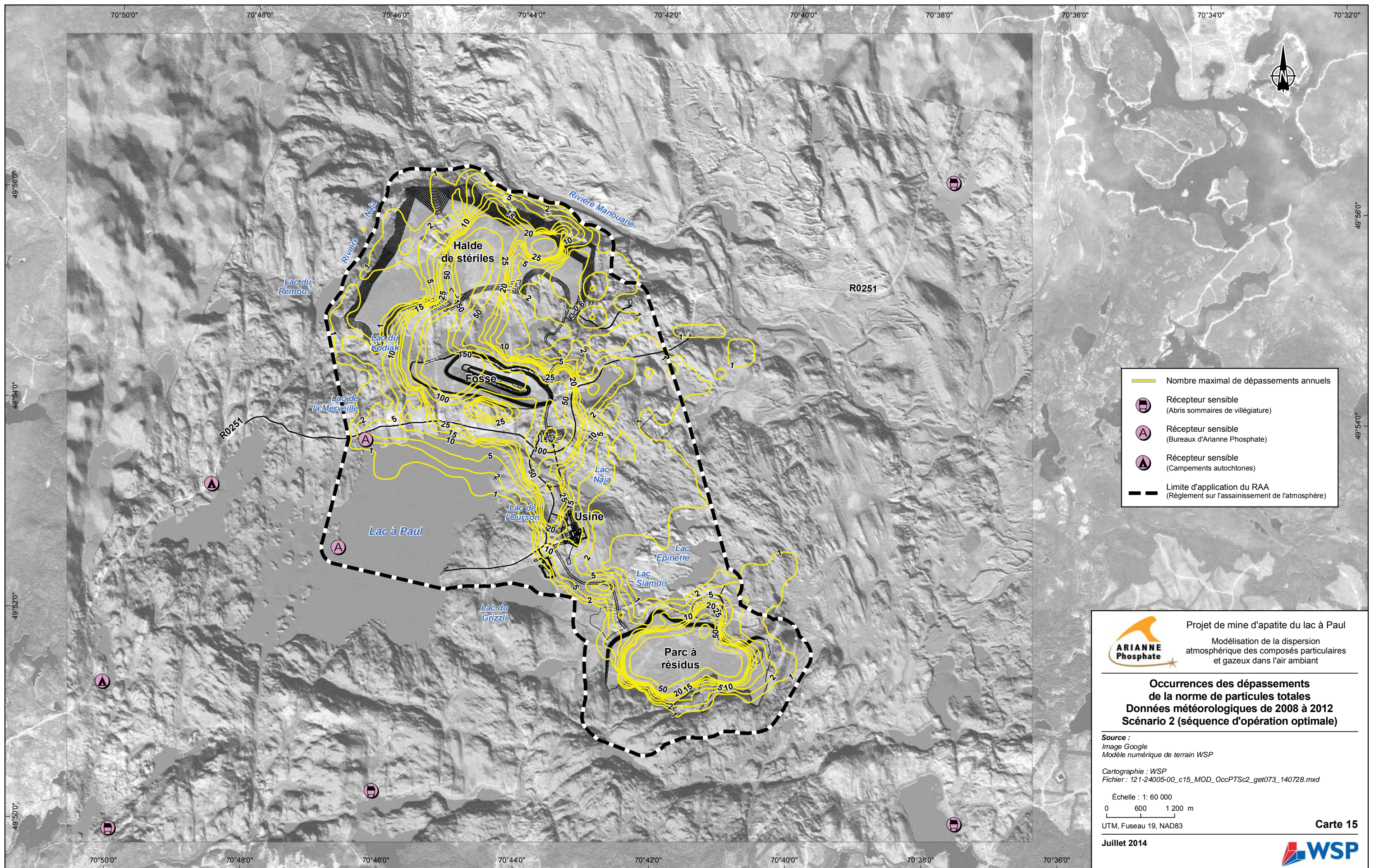
UTM, Fuseau 19, NAD83






Juillet 2014


Carte 14







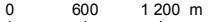
-  Nombre maximal de dépassements annuels
-  Récepteur sensible  
(Abris sommaires de villégiature)
-  Récepteur sensible  
(Bureaux d'Arianne Phosphate)
-  Récepteur sensible  
(Campements autochtones)
-  Limite d'application du RAA  
(Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)


 Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particulaires  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Occurrences des dépassements  
 de la norme de particules totales  
 Données météorologiques de 2008 à 2012  
 Scénario 2 (séquence d'opération optimale)**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c15\_MOD\_OccPTSsc2\_get073\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000  


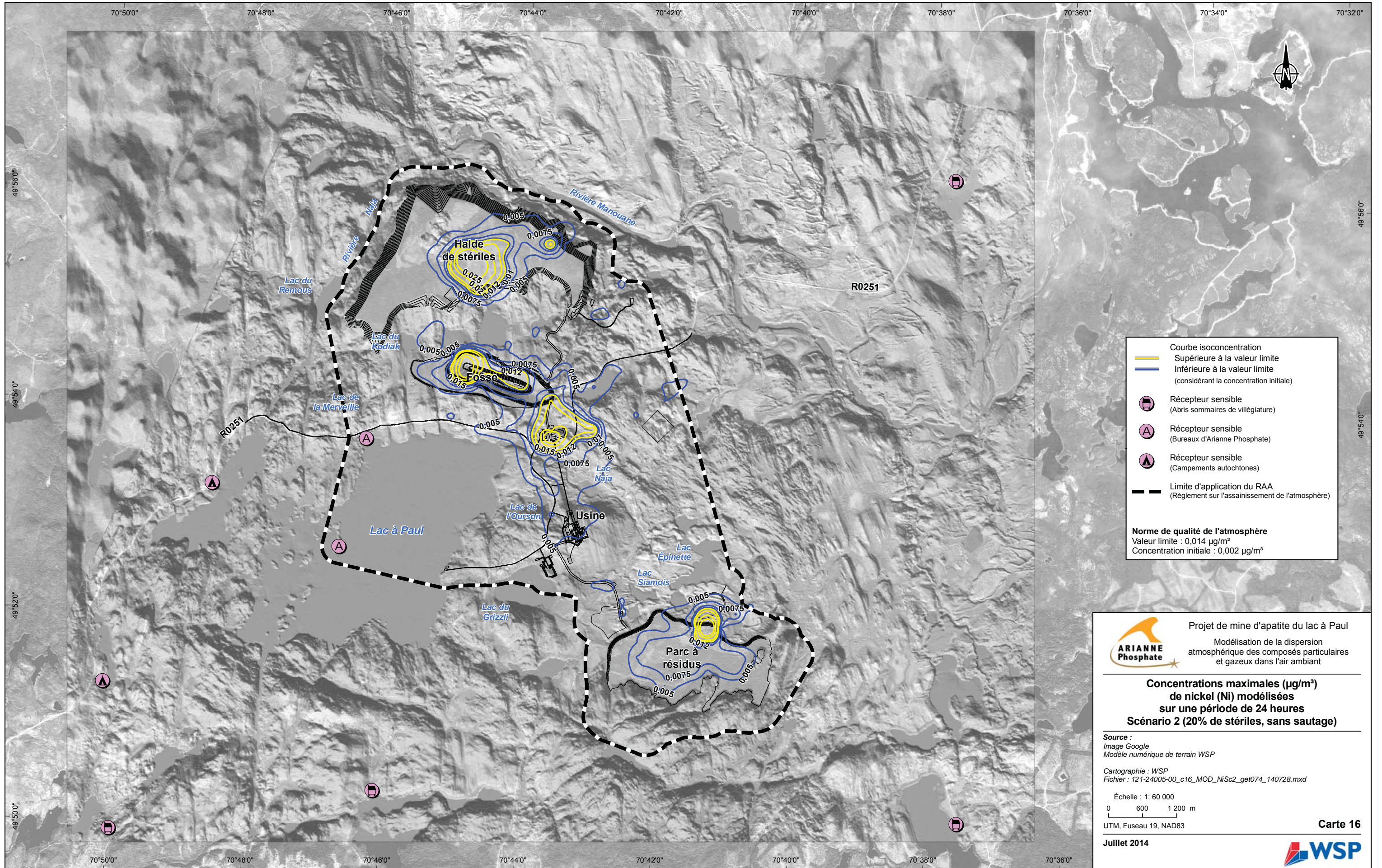
UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 15







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

Récepteur sensible  
 (Abris sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 0,014 µg/m³  
 Concentration initiale : 0,002 µg/m³

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m³)  
 de nickel (Ni) modélisées  
 sur une période de 24 heures  
 Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage)**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c16\_MOD\_NiSc2\_get074\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000  

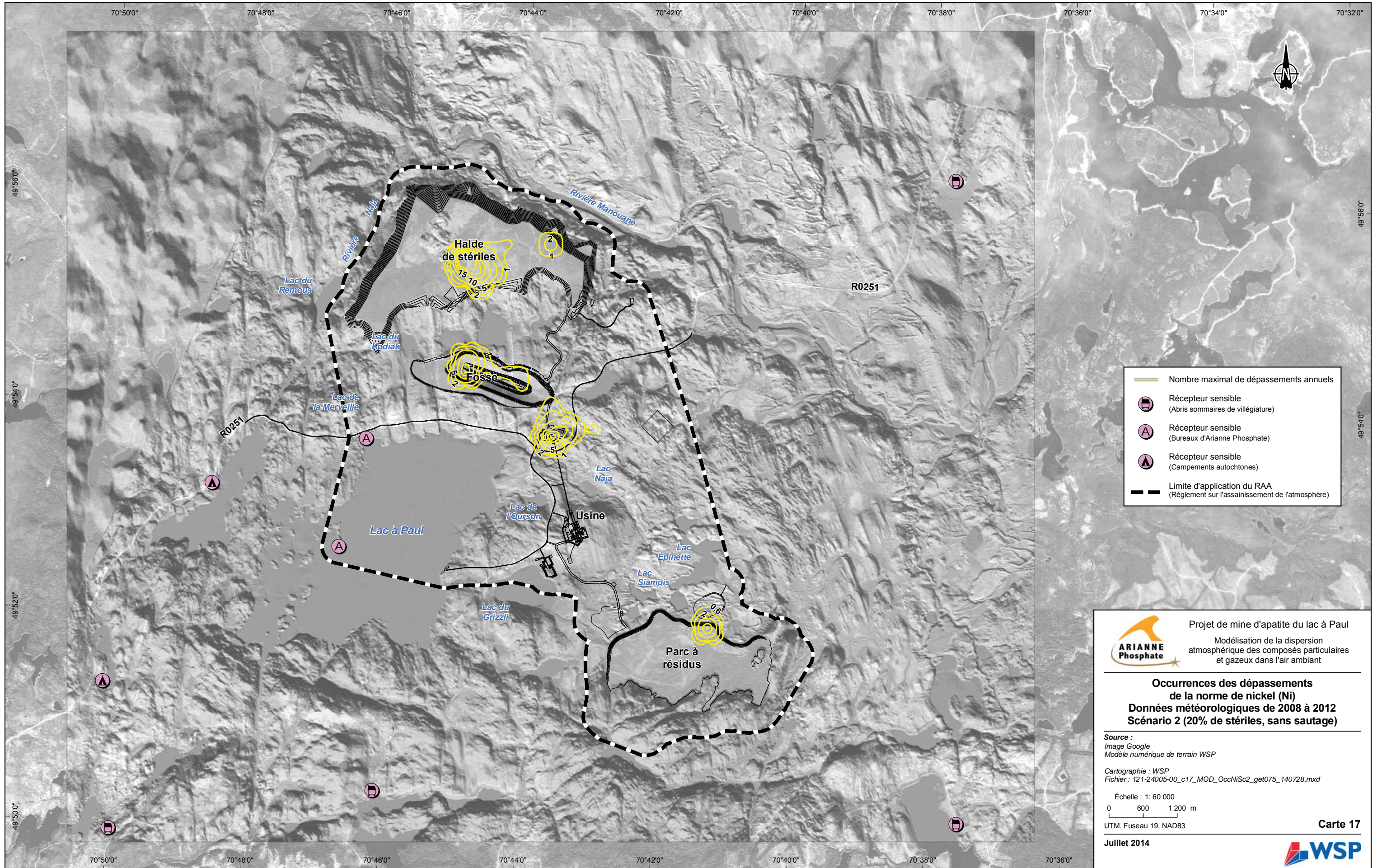
 0 600 1 200 m

UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 16





- Nombre maximal de dépassements annuels
- Récepteur sensible (Abris sommaires de villégiature)
- Récepteur sensible (Bureaux d'Ariane Phosphate)
- Récepteur sensible (Campements autochtones)
- Limite d'application du RAA (Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)

**Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
 Modélisation de la dispersion atmosphérique des composés particulaires et gazeux dans l'air ambiant

**Occurrences des dépassements de la norme de nickel (Ni)**  
**Données météorologiques de 2008 à 2012**  
**Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage)**

Source : Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

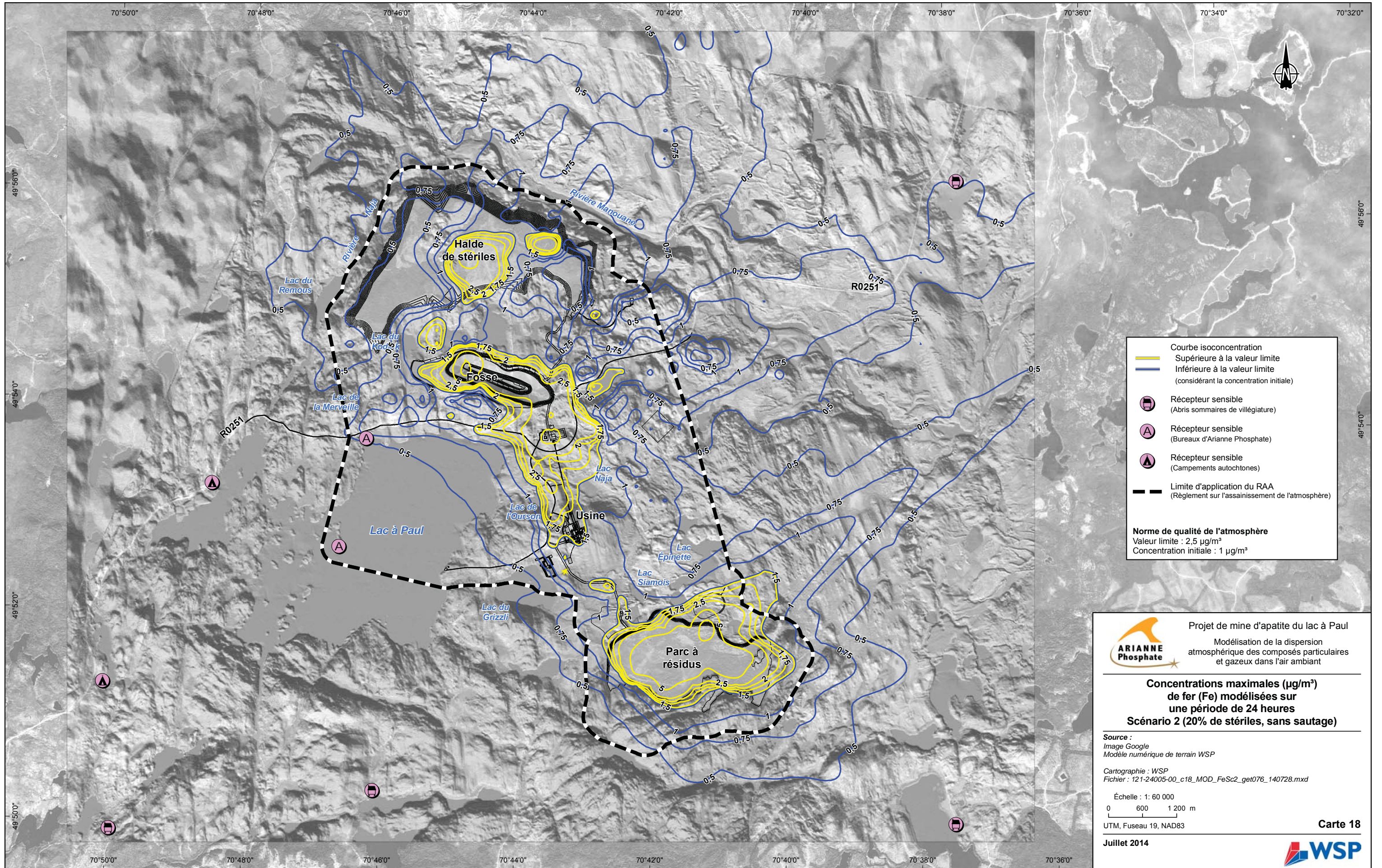
Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c17\_MOD\_OccNiSc2\_get075\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000

UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014





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

Récepteur sensible  
 (Abrs sommaires de villégiature)

Récepteur sensible  
 (Bureaux d'Arianne Phosphate)

Récepteur sensible  
 (Campements autochtones)

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

**Norme de qualité de l'atmosphère**  
 Valeur limite : 2,5 µg/m³  
 Concentration initiale : 1 µg/m³

Projet de mine d'apatite du lac à Paul  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Concentrations maximales (µg/m³)  
 de fer (Fe) modélisées sur  
 une période de 24 heures  
 Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage)**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c18\_MOD\_FeSc2\_get076\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000

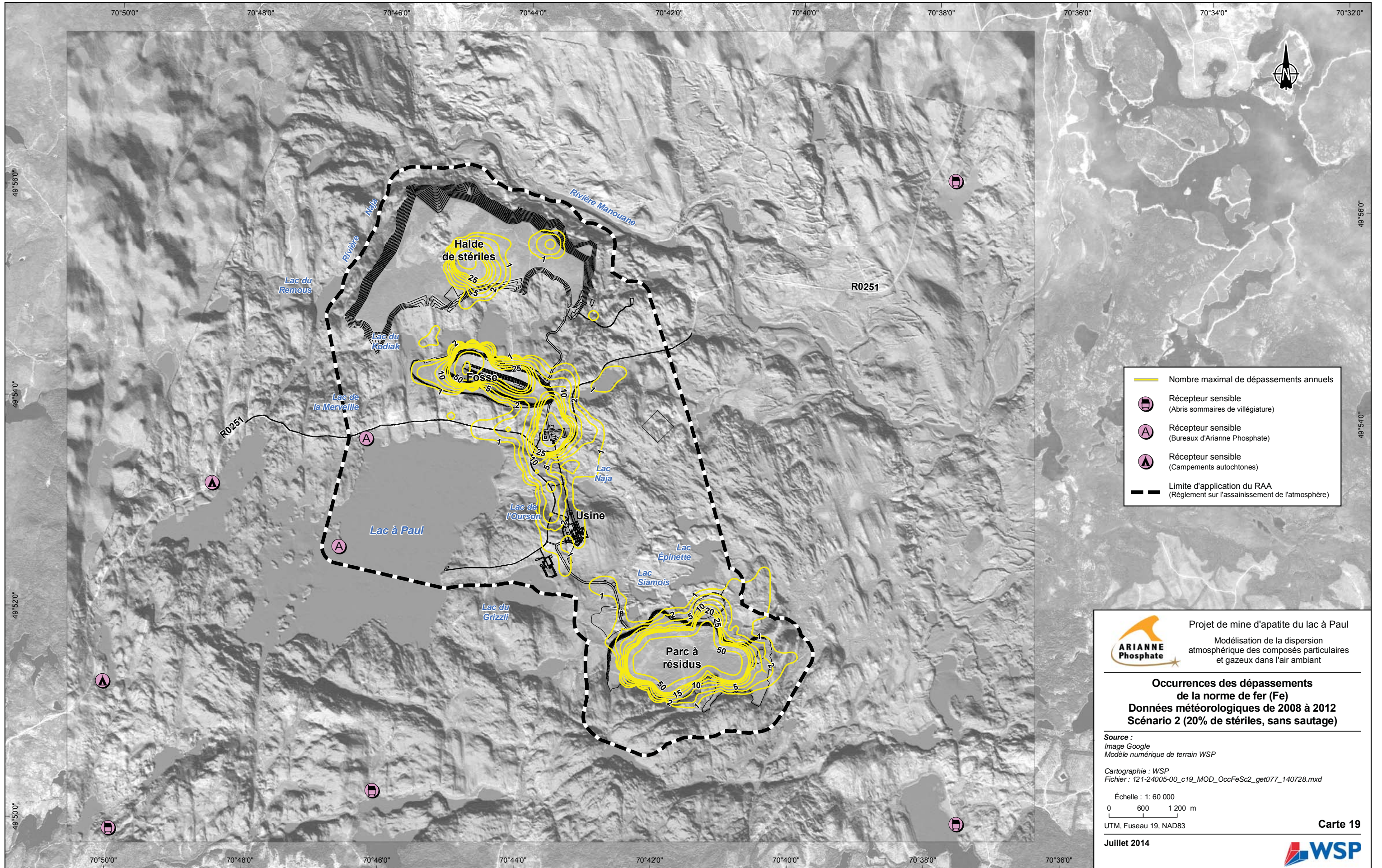
UTM, Fuseau 19, NAD83






Juillet 2014


Carte 18








-  Nombre maximal de dépassements annuels
-  Récepteur sensible  
(Abris sommaires de villégiature)
-  Récepteur sensible  
(Bureaux d'Arianne Phosphate)
-  Récepteur sensible  
(Campements autochtones)
-  Limite d'application du RAA  
(Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère)


**Projet de mine d'apatite du lac à Paul**  
 Modélisation de la dispersion  
 atmosphérique des composés particuliers  
 et gazeux dans l'air ambiant

**Occurrences des dépassements  
 de la norme de fer (Fe)  
 Données météorologiques de 2008 à 2012  
 Scénario 2 (20% de stériles, sans sautage)**

Source :  
 Image Google  
 Modèle numérique de terrain WSP

Cartographie : WSP  
 Fichier : 121-24005-00\_c19\_MOD\_OccFeSc2\_get077\_140728.mxd

Échelle : 1: 60 000  


UTM, Fuseau 19, NAD83

Juillet 2014

Carte 19







A

## ANNEXE A : EXEMPLES DE CALCULS



**Tableau A. 1 : Facteurs de conversion**

<b>Item</b>	<b>Unité</b>	<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>
Conversion j - h	h/j	h	24
Conversion m - km	m/km	Ckm	1000
Conversion kg - Mg	kg/Mg	Ckg	1000
Conversion kg - g	g/kg	Cg	1000
Conversion short ton - Mg (tm)	short tons/Mg	CMg	1.10
Conversion ktm - Mg	Mg/ktm	Cktm	1000
Conversion h - s	s/h	Cs	3600

**Tableau A. 2 : Source fugitive - Forage - FOR1**

<b>A - Matières particulaires totales (PM<sub>tot</sub>)</b>				
<b>Item</b>	<b>Unité</b>	<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Références</b>
Facteur d'émission (par forage)	kg/forage	E	0.59	AP-42; Tableau 11.9-4
Nb. forage par jour	forage/jour	ntr	201	Description des opérations
Durée de forage par jour	heure/jour	t	24	Description des opérations
Nb. Zone de forage	-	nZone	5	Description des opérations
Atténuation	%	Att	99	Système de réduction de poussière intégré (fabric filter [1])
Taux d'émission, sans atténuation	g/s	ER <sub>PM<sub>tot-sa</sub></sub>	2.75E-01	$E \times ntr \times Cg / (t \times Cs \times nZone)$
<b>Taux d'émission</b>	<b>g/s</b>	<b>ER<sub>PM<sub>tot</sub></sub></b>	<b>2.75E-03</b>	<b>ER<sub>PM<sub>tot-sa</sub></sub> x (1 - Att)</b>
<b>B - Matières particulaires 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>)</b>				
Facteur d'échelle	-	F <sub>1</sub>	0.5	Hypothèse
<b>Taux d'émission</b>	<b>g/s</b>	<b>ER<sub>PM<sub>2,5</sub></sub></b>	<b>1.37E-03</b>	<b>ER<sub>PM<sub>tot-sa</sub></sub> x F<sub>1</sub> x (1 - Att)</b>
<sup>[1]</sup> National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Mining, version 3.0; Section 5.3 tableau 4. Juin 2011				

**Tableau A. 3 : Source fugitive - Sautage - BLAST1**

<b>A - Matières particulaires totales (PM<sub>tot</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Facteur d'émission (par explosion)	kg/blast	E	596.58	AP-42 Tableau 11.9-2
Aire horizontale sautée par charge	m <sup>2</sup> /blast	S	19446	Description des opérations
Nb. de sautages par banc	blast/banc	nex	1	Description des opérations
Temps d'opération hebdomadaire	h/j	t	1	Facteur (1h de sautage / jour)
Nb. de banc de sautage par jour de sautage	banc/j	nbc	1	Description des opérations
Taux d'émission total	g/s	TE <sub>PMtot</sub>	<b>165.72</b>	$E \times nex \times nbc \times Cg / (t \times Cs)$
<b>B - Matières particulaires 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Facteur d'échelle	-	sf	0.03	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission total	g/s	TE <sub>PM2.5</sub>	<b>4.9715</b>	TE <sub>PMtot</sub> × sf
<b>C - Monoxyde de carbone (CO), Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Emission Factor CO (ANFO)	kg/tonne	Eca	34.0	National Pollutant Inventory, January 2012
Emission Factor NO <sub>x</sub> (ANFO)	kg/tonne	Ena	8.0	
Emission Factor SO <sub>2</sub> (ANFO)	kg/tonne	Esa	0.06	
Emission Factor CO (Emulsion)	kg/tonne	Ece	17.0	
Emission Factor NO <sub>x</sub> (Emulsion)	kg/tonne	Ene	0.2	
Emission Factor SO <sub>2</sub> (Emulsion)	kg/tonne	Ese	0.06	Hypothèse (égal à l'ANFO)
Masse sauté par banc	tonne	M	582469	Description des opérations
Facteur explosif	kg/tonne	r	0.29	Description des opérations
Quantité d'explosif par sautage	tonne/banc	EQb	169	$V * r / 1000$
Ratio ANFO dans le mélange d'explosifs	%	Ra	0	Description des opérations
Ratio Emulsion dans le mélange d'explosifs	%	Re	100	Description des opérations
Émission totale de CO	kg	TCO	2871.57	$TCO = EQb * (Eca \cdot Ra + Ece \cdot Re)$
Émission totale de NO <sub>x</sub>	kg	TNO <sub>2</sub>	33.78	$TNO_x = EQb * (Ena \cdot Ra + Ene \cdot Re)$
Émission totale de SO <sub>2</sub>	kg	TSO <sub>2</sub>	10.13	$TSO_2 = EQb * (Esa \cdot Ra + Ese \cdot Re)$
Taux d'émission CO	g/s pour 1h	CO	<b>7.98E+02</b>	Émission totale CO moyennée une heure
Taux d'émission NO <sub>x</sub>	g/s pour 1h	NO <sub>x</sub>	<b>9.38E+00</b>	Émission totale NO <sub>x</sub> moyennée une heure
Taux d'émission SO <sub>2</sub>	g/s pour 1h	SO <sub>2</sub>	<b>2.82E+00</b>	Émission totale SO <sub>2</sub> moyennée une heure

**Tableau A. 4 : Source fugitive - Activité de chargement/déchargement - LOAD\_PO1**

<b>A - Matières particulaires totales (PM<sub>tot</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000558	AP 42, sect. 13.2.4.3
k	-	k	0.74	AP 42, sect. 13.2.4.3
U (vitesse moyenne du vent)	m/s	U	3.31	Données météorologiques MM5
% d'humidité matière chargée	%	M	5.0	Ress. D'Arianne, NI 43-101, PFS 2012
Tonnage annuel chargé à la mine	ktm	T	18725.42	Description des opérations
Temps d'opération annuel	h	t	8640	an × h / j
Nb. jour de travail prévu par an	j	an	360	Description des opérations
Taux d'émission	g/s	TE <sub>PMtot</sub>	<b>3.36E-01</b>	E × T × CMg × Cg / (t × Cs)
<b>B - Matières particulaires 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000040	AP 42, sect. 13.2.4.3
k (< 2,5 µm)	-	k	0.053	AP 42, sect. 13.2.4.3
U (vitesse moyenne du vent)	m/s	U	3.31	Données météorologiques MM5
% d'humidité matière chargée	%	M	5.0	Ress. D'Arianne, NI 43-101, PFS 2012
Tonnage annuel de minerai chargé	ktm	T	18725.42	Description des opérations
Temps d'opération annuel	h	t	8640	an × h / j
Nb. jour de travail prévu par an	j	an	360	Description des opérations
Taux d'émission	g/s	TE <sub>PM2.5</sub>	<b>2.41E-02</b>	E × T × CMg × Cg / (t × Cs)



**Tableau A. 5 : Source volumique - Activité de routage - Segment 0\_1**

<b>A - Matières particulaires totales (PM<sub>tot</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Référence
Facteur d'émission	lb/V MT	EF	14.782	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a ; EF = $k(s/12)^a(W/3)^b$
k (PM30)	lb/V MT	k	4.90	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM30)	-	a	0.70	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
b (PM30)	-	b	0.45	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
Contenu en silt de la route		s	3.00	Communication avec Ariane Phosphate
Poids moyen par segments	tons	W	301.50	Moyenne des poids moyens des camions par segment.
Nb. déplacement par jour	-	nv	473.00	Description des opérations
Longueur de la surface d'émission	m	L	1649.30	Description des opérations
Largeur de la route	m	l	28.00	Description des opérations
Hauteur de la source d'émission (véhicule)	m	h	6.60	Description des opérations
Véhicule - kilomètre parcouru	VKT	A	780.12	$nv \times L / Ckm$
Temps d'opération par jour par segment	h	t	24	Description des opérations
Atténuation	%	M	95	Mesures d'entretien des routes: Arrosage, etc.
Taux d'émission PM <sub>tot</sub>	g/s	TE <sub>PMtot</sub>	3.76E+01	$EF \times CVKT \times A / (t \times Cs)$
Taux d'émission atténué PM <sub>tot</sub>	g/s	TE* <sub>PMtot</sub>	1.88E+00	$TE_{PMtot} \times (100 - M) / 100$
<b>B - Matières particulaires 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>)</b>				
Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Facteur d'émission	lb/V MT	EF	0.343	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a ; EF = $k(s/12)^a(W/3)^b$
k (PM2.5)	lb/V MT	k	0.15	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM2.5)	-	a	0.90	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
b (PM2.5)	-	b	0.45	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
Taux d'émission PM <sub>2,5</sub>	g/s	TE <sub>PM2,5</sub>	8.73E-01	$EF \times CVKT \times A / (t \times Cs)$
Taux d'émission atténué PM <sub>2,5</sub>	g/s	TE* <sub>PM2,5</sub>	4.36E-02	$TE_{PM2,5} \times (100 - M) / 100$

**Tableau A. 6 : Source ponctuelle - Gaz d'échappement du routage - TRK1 (Komatsu PC2000-8)**

Item	Unité	Variable	Valeur	Référence
Facteur d'émission ajusté PM <sub>10</sub>	g/hp-hr	$EF_{adj-PM10}$	0.186	[1], eq. 2, $EF_{adj-PM10} = (EF_{ss} \times TAF \times DF) - S_{PMadj}$
Zero-hour, steady-state emission factor	g/hp-hr	$EF_{ss}$	0.1316	[1], Table A4
Facteur d'ajustement transitoire	-	$TAF$	1.23	[1], Table A5
Facteur de détérioration	-	$DF$	1.473	[1], eq. 4, $DF = 1 + A \times age_{fact}$
Constante	-	$A$	0.473	[1], Table A6
Fraction de vie médiane utilisée	-	$age_{fact}$	1.000	[1], eq. 4', posé à 1 par conservatisme
Facteur de chargement	-	$load_{fact}$	0.59	[4]
Facteur d'ajustement (sulfure content)	g/hp-hr	$S_{PMadj}$	0.0525	[1], eq. 5, $S_{PMadj} = BSFC \times 453.6 \times 7.0 \times soxcnv \times 0.01 \times (soxbas - soxdsl)$
Brake Specific Fuel Consumption	lb/hp-hr	$BSFC$	0.371	$BSFC_{ss} \times BSFC_{TAF}$
$BSFC_{ss}$	lb/hp-hr	$BSFC_{ss}$	0.367	[1], Table A4
$BSFC_{TAF}$	-	$BSFC_{TAF}$	1.01	[1], Table A5
soxcnv <sup>[2]</sup>	-	soxcnv	0.02247	[2], grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed
soxbas	-	soxbas	0.2	default certification fuel sulfur weight percent
soxdsl <sup>[3]</sup>	-	soxdsl	0.0015	[3] episodic fuel sulfur weight percent (specified by user), sinon Table 2
Facteur de conversion PM <sub>10</sub> -PM <sub>2.5</sub>	-	$F_{conv}$	0.97	[1], p.25
Nombre de hp du véhicule	hp	$veh_{hp}$	956	Documentation technique
Taux d'émission PM <sub>10</sub>	g/s	$TE_{PM10}$	<b>2.91E-02</b>	$EF_{adj-PM10} \times veh_{hp} \times load_{fact} / C_{h-s}$
Taux d'émission PM <sub>2.5</sub>	g/s	$TE_{PM2.5}$	<b>1.67E-02</b>	$TE_{PM10} \times F_{conv} \times load_{fact}$
<sup>[1]</sup>	Exhaust and Crankcase emission factors for Nonroad engine modeling - Compression-Ignition, US-EPA, Report No. NR-009d, July 2010			
<sup>[2]</sup>	Voir dans <sup>[1]</sup> , page 22. The soxcnv term represents the fraction of diesel fuel sulfur converted to PM. This varies by technology type. Soxcnv is equal to 0.02247 for the Base, T0, T1, T2, T3, T3B, T4A, and T4B technology types. For Tier 4 engines meeting stringent PM standards below 0.1 g/hp-hr, soxcnv is equal to 0.30. This applies to the T4 and T4N technology types.			
<sup>[3]</sup>	Voir dans <sup>[1]</sup> , page 7. Fuel sulfur levels affect PM emissions. NONROAD users can adjust for local (episodic) fuel sulfur levels. In the absence of local information, suggested nationwide average fuel properties are provided in Table 2.			
<sup>[4]</sup>	Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004			

**Tableau A. 7 : Source surfacique - Halde de stériles - P\_HS1**

Item	Unité	Variable	Valeur	Référence
Facteur de conversion : lb/acre --> kg/m <sup>2</sup>	-	C <sub>1</sub>	1.12E-04	-
Facteur aérodynamique PM <sub>tot</sub>	-	J <sub>PMtot</sub>	1	<i>Guide pour les carrières et sablières.</i> INRP, section 8.9. ( <a href="http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&amp;n=A9C1EE34-1#s8_9">http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&amp;n=A9C1EE34-1#s8_9</a> )
Facteur aérodynamique PM <sub>2.5</sub>	-	J <sub>PM2.5</sub>	0.2	<i>Guide pour les carrières et sablières.</i> INRP, section 8.9. ( <a href="http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&amp;n=A9C1EE34-1#s8_9">http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&amp;n=A9C1EE34-1#s8_9</a> )
Teneur moyenne en silt	%	s	7.72	Granulométrie du minerai et des stériles
Nombre moyen de jours par année avec au moins 0.254 mm de précipitation	-	P	0	Méthode INRP horaire
Pourcentage par année de vent supérieur à 19.3 km/h	%	I	100	Méthode INRP horaire
Facteur d'émission PM <sub>tot</sub> (par année)	kg/m <sup>2</sup>	FE <sub>PMtot</sub>	3.70E+00	$FE_{PMtot} = 1.2E^{-4} \times J_{PMtot} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times 365 \times (365 - P) / 235 \times (I / 15)$
Facteur d'émission PM <sub>2.5</sub> (par année)	kg/m <sup>2</sup>	FE <sub>PM2.5</sub>	7.41E-01	$FE_{PM2.5} = 1.2E^{-4} \times J_{PM2.5} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times 365 \times (365 - P) / 235 \times (I / 15)$
Taux d'émission PM <sub>tot</sub>	g/s.m <sup>2</sup>	TE <sub>PMtot</sub>	1.17E-04	$TE_{PMtot} = FE_{PMtot} \times 1000 / (365 \times 24 \times 3600)$
Taux d'émission PM <sub>2.5</sub>	g/s.m <sup>2</sup>	TE <sub>PM2.5</sub>	2.35E-05	$TE_{PM2.5} = FE_{PM2.5} \times 1000 / (365 \times 24 \times 3600)$

**Tableau A. 8 : Source ponctuelle - Dépoussiéreur du concasseur - DC\_CRSH1**

<b>A - Matières particulaires totales (PM<sub>tot</sub>)</b>				
<b>Item</b>	<b>Unité</b>	<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Références</b>
Débit	Rm <sup>3</sup> /h	Q	22935	Description des opérations
Facteur d'émission	mg/Rm <sup>3</sup>	FE	30	Taux d'émission maximal permis par le RAA
Conversion g - kg	g/kg	Cg	1000	facteur
Conversion s - h	s/h	Cs	3600	facteur
Taux d'émission PM <sub>tot</sub>	g/s	TE <sub>PMtot</sub>	1.91E-01	Q x FE / Cg / Cs
<b>B - Matières particulaires 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>)</b>				
<b>Item</b>	<b>Unité</b>	<b>Variable</b>	<b>Valeur</b>	<b>Références</b>
Conversion PM <sub>2,5</sub> - PM <sub>tot</sub>	-	F <sub>PM2.5/PMtot</sub>	0.30	US EPA AP 42, table 11.19.2-3 (Grinding with Fabric Filter)
Taux d'émission PM <sub>2,5</sub>	g/s	TE <sub>PM2.5</sub>	5.68E-02	TE <sub>PMtot</sub> x F <sub>PM2.5/PMtot</sub>