# Annexe A : Description des jeux de données météorologiques

# WRF Meteorological Data for CALPUFF

# CALMET-Ready WRF Data

**Jan 23, 2025**

## Met Data Order Summary:

| | |
|---|---|
| **Order #:** | MET2426345 |
| **Ordered by:** | simon bergeron fortier |
| **Company:** | BBA inc. |
| **Met Data Type:** | CALMET-Ready WRF Data (3D.DAT Format) |
| **Order Start-End Date:** | Jan 01, 2006 to Dec 31, 2006 |
| **Center Point:** | Latitude: 48.58462 N - Longitude: 71.69108 W |
| **Datum:** | WGS 84 |
| **UTM Zone:** | 19 |
| **WRF Resolution:** | 4 km<br>You can use smaller met grid spacing/resolution in CALMET |
| **WRF Domain Size:** | 100x100 km |
| **WRF Vertical Levels:** | 35 (lowest level at ~20 m above ground level)<br>CALMET will import these into its maximum of 11 vertical layers |
| **Site Time Zone:** | UTC-0500 |
| **Location:** | alma, Canada |






Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

# WRF Meteorological Data for CALPUFF

# CALMET-Ready WRF Data

**Jan 24, 2025**

## Met Data Order Summary:

| | |
|---|---|
| **Order #:** | MET2426342 |
| **Ordered by:** | simon bergeron fortier |
| **Company:** | BBA inc. |
| **Met Data Type:** | CALMET-Ready WRF Data (3D.DAT Format) |
| **Order Start-End Date:** | Jan 01, 2010 to Dec 31, 2013 |
| **Center Point:** | Latitude: 48.58462 N - Longitude: 71.69108 W |
| **Datum:** | WGS 84 |
| **UTM Zone:** | 19 |
| **WRF Resolution:** | 4 km<br>You can use smaller met grid spacing/resolution in CALMET |
| **WRF Domain Size:** | 100x100 km |
| **WRF Vertical Levels:** | 35 (lowest level at ~20 m above ground level)<br>CALMET will import these into its maximum of 11 vertical layers |
| **Site Time Zone:** | UTC-0500 |
| **Location:** | alma, Canada |






Lakes Environmental Software
E-mail: sales@webLakes.com
Web: www.webLakes.com

# Rio Tinto – Usine d'Alma

**Mise à jour de la modélisation de la dispersion atmosphérique**

Alma, QC

Rapport technique

**Traitement des données météorologiques avec AERMET**

**N° document BBA / Rév. :** 3749007-000000-40-ERA-0000 / R00

9 mai 2023

**FINAL**

375 boul. Sir-Wilfrid-Laurier
Mont-Saint-Hilaire, QC J3H 6C3
**T** +1 450.464.2111 **F** +1 450.464.0901
**BBA.CA** Tous droits réservés. © BBA

Préparé par :
Kossivi Tete, M. Sc.

Vérifié par :
David Giard, ing., M. Sc.
OIQ nº 144709

N° document BBA / Rév. : 3749007-0000000-4E-ERA-0001 / R00

## HISTORIQUE DES RÉVISIONS

| Révision | État du document – Description de la révision | Date |
|---|---|---|
| R00 | Final | 2023-05-09 |
| | | |
| | | |

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

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

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

# TABLE DES MATIÈRES

1. Données météorologiques ..... 1
1.1. Données météorologiques de surface ..... 3
1.2. Données de couverture nuageuse ..... 3
1.3. Données aérologiques ..... 3
1.4. Classification du sol ..... 4
1.5. Traitement des données ..... 5

# LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Pourcentage de données manquantes ..... 2
Tableau 2 : Caractéristique des données météorologiques ..... 2
Tableau 3 : Pourcentage de données utilisées pour chaque station ..... 3
Tableau 4 : Paramètres de surface utilisés dans le modèle météorologique AERMET, soit ceux de la station de Mistook. ..... 4

# LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rose des vents pour la station de Mistook avec les données météorologiques de 2006 et de 2010 à 2013 ..... 6

# 1. Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées proviennent des données d'observation des stations d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) de Mistook (première partie des données de surface), de Roberval A (deuxième partie des données de surface) et de Maniwaki (données aérologiques). Les détails des caractéristiques des données se trouvent au Tableau 2. Les données de surface de Roberval sont utilisées à la place de celles de Bagotville, car les données de couverture nuageuse de Roberval sont déjà utilisées. De plus, la distance entre Roberval et le site d'étude est plus petite comparativement à celle entre le site et Bagotville. Les conditions météorologiques de Roberval représentent mieux celles du site du projet comparativement aux conditions météorologiques de Bagotville.

Ces données représentent davantage les conditions météorologiques du site du projet situé à Alma (48°34'29.02"N, 71° 39'55.19") à 5 km de la station météorologique d'ECCC (station de Mistook) parmi celles qui sont disponibles. Les données utilisées correspondent aux cinq (5) années complètes les plus récentes, soit 2006 et 2010 à 2013 inclusivement. Les données de plafond nuageux et d'opacité de la couverture nuageuse ne sont disponibles à la station de Roberval A que jusqu'en 2013, selon les informations reçues d'ECCC. Ainsi, l'année 2013 est l'année la plus récente pour laquelle il est possible de disposer des données d'observation pour le projet.

Les données météorologiques utilisées ont été préparées à l'aide du module AERMET (version 21112) de l'U.S. EPA (Environmental Protection Agency). Elles sont mises dans un format prétraité prêt à être intégré au modèle AERMOD (fichiers *.pfl et *.sfc).

Le Tableau 1 présente le pourcentage de données météorologiques de surface et de couverture nuageuse manquantes pour les deux stations. Le pourcentage de données manquantes est supérieur à 1 % de 2007 à 2009 à la station de Mistook. Selon le guide de modélisation du ministère, pour chaque année de modélisation, les données manquantes doivent être inférieures à 1 %. Ainsi, les années 2006 et 2010 à 2013 sont choisies, car elles comportent moins de données manquantes. Le Tableau 2 présente les caractéristiques des données météorologiques utilisées.

**Tableau 1 : Pourcentage de données manquantes**

| Année | Mistook | Roberval A |
|---|---|---|
| 2006 | 0,34 % | 0,00 % |
| 2007 | 1,25 % | 0,00 % |
| 2008 | 3,19 % | 0,00 % |
| 2009 | 1,09 % | 0,00 % |
| 2010 | 0,97 % | 0,00 % |
| 2011 | 0,69 % | 0,00 % |
| 2012 | 0,34 % | 0,00 % |
| 2013 | 0,28 % | 0,05 % |

**Tableau 2 : Caractéristique des données météorologiques**

| Station | Mistook | Roberval A | Maniwaki |
|---|---|---|---|
| ID de l'OMM | 71381 | 71728 | 71722 |
| ID climatologique | 7065012 | 7066685 | 7034480 |
| Distance par rapport au site | 5 km | 44 km | 414 km |
| Période | 2006 et 2010 à 2013 | | |
| Fréquence | Horaire | Horaire | Bijournalier |
| Latitude | 48°35'54,000" N | 48°31'00,000" N | 46°18'06,500" N |
| Longitude | 71°42'57,000" O | 72°16'00,000" O | 76°00'21,800" O |
| Élévation | 112,50 m | 178,60 m | 188,6 |
| Type de donnée | Surfacique | Surfacique | Aérologique |
| Description | Direction du vent<br>Vitesse du vent<br>Température | Direction du vent<br>Vitesse du vent<br>Température<br>Plafond nuageux<br>Couverture nuageuse | |
| Origine des données | Environnement et Changement climatique Canada | | NOAA/ESRL Radiosonde Database |

## 1.1. Données météorologiques de surface

Les paramètres météorologiques de surface utilisés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Vitesse et direction du vent;
- Température;
- Plafond nuageux;
- Couverture nuageuse;
- Opacité.

La température, la direction et la vitesse du vent sont téléchargées à partir du site d'ECCC alors que le plafond nuageux et la couverture nuageuse sont fournis par ECCC à la suite d'une demande. Les données météorologiques de surface de la station Roberval (température, vitesse et direction du vent) sont un complément aux données de la station Mistook. Le Tableau 3 présente le pourcentage de données (température, vitesse et direction du vent) utilisées pour chaque station.

**Tableau 3 : Pourcentage de données utilisées pour chaque station**

| Année | Mistook | Roberval A |
|---|---|---|
| 2006 | 99,66 % | 0,34 % |
| 2010 | 99,03 % | 0,97 % |
| 2011 | 99,31 % | 0,69 % |
| 2012 | 99,66 % | 0,34 % |
| 2013 | 99,72 % | 0,28 % |

## 1.2. Données de couverture nuageuse

Les données de couverture nuageuse sont fournies par ECCC.

## 1.3. Données aérologiques

Les données aérologiques proviennent de la station Maniwaki (QC).

## 1.4. Classification du sol

Les caractéristiques de surface à l'endroit de la station météorologique doivent être renseignées dans AERMET pour le prétraitement des données. Les paramètres de surface ont été évalués autour de la station de Mistook selon les préconisations de l'U.S. EPA dans AERSURFACE User's Guide :

- Rugosité de surface : dans une superficie de 1 km autour du site, par secteur selon l'utilisation des sols, basé sur une moyenne géométrique pondérée. La pondération tient compte des superficies relatives des différents types de surface au sein du secteur et de la distance par rapport au centre de la région;
- Ratio de Bowen : dans une superficie de 10 km autour du site, selon l'utilisation des sols, basé sur une moyenne géométrique;
- Albédo : dans une superficie de 10 km autour du site, selon l'utilisation des sols, basé sur une moyenne arithmétique.

Les caractéristiques de surface se font donc autour du point d'extraction des données météorologiques, soit la station de Mistook. Les valeurs estimées pour les différents paramètres sont présentées au Tableau 4. Dans un souci de continuité, les paramètres de surface utilisés proviennent du rapport de 2018 de WSP (NO 161-14036-00).

**Tableau 4 : Paramètres de surface utilisés dans le modèle météorologique AERMET, soit ceux de la station de Mistook.**

| Zone | Mois | Albédo | Bowen | Rugosité | Zone | Mois | Albédo | Bowen | Rugosité |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 358° - 61° | Janvier | 0,55 | 0,5 | 0,011 | 114° - 266° | Janvier | 0,55 | 0,5 | 0,039 |
| | Février | 0,55 | 0,5 | 0,011 | | Février | 0,55 | 0,5 | 0,039 |
| | Mars | 0,55 | 0,5 | 0,011 | | Mars | 0,55 | 0,5 | 0,039 |
| | Avril | 0,131 | 0,333 | 0,024 | | Avril | 0,131 | 0,333 | 0,093 |
| | Mai | 0,131 | 0,333 | 0,024 | | Mai | 0,131 | 0,333 | 0,093 |
| | Juin | 0,143 | 0,273 | 0,077 | | Juin | 0,143 | 0,273 | 0,259 |
| | Juillet | 0,143 | 0,273 | 0,077 | | Juillet | 0,143 | 0,273 | 0,259 |
| | Août | 0,143 | 0,273 | 0,077 | | Août | 0,143 | 0,273 | 0,259 |
| | Septembre | 0,143 | 0,273 | 0,077 | | Septembre | 0,143 | 0,273 | 0,259 |
| | Octobre | 0,141 | 0,446 | 0,017 | | Octobre | 0,141 | 0,446 | 0,068 |
| | Novembre | 0,141 | 0,446 | 0,017 | | Novembre | 0,141 | 0,446 | 0,068 |
| | Décembre | 0,55 | 0,5 | 0,011 | | Décembre | 0,55 | 0,5 | 0,039 |

| Zone | Mois | Albédo | Bowen | Rugosité | Zone | Mois | Albédo | Bowen | Rugosité |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61° - 114 | Janvier | 0,55 | 0,5 | 0,013 | 266° - 358° | Janvier | 0,55 | 0,5 | 0,014 |
| | Février | 0,55 | 0,5 | 0,013 | | Février | 0,55 | 0,5 | 0,014 |
| | Mars | 0,55 | 0,5 | 0,013 | | Mars | 0,55 | 0,5 | 0,014 |
| | Avril | 0,131 | 0,333 | 0,038 | | Avril | 0,131 | 0,333 | 0,025 |
| | Mai | 0,131 | 0,333 | 0,038 | | Mai | 0,131 | 0,333 | 0,025 |
| | Juin | 0,143 | 0,273 | 0,161 | | Juin | 0,143 | 0,273 | 0,07 |
| | Juillet | 0,143 | 0,273 | 0,161 | | Juillet | 0,143 | 0,273 | 0,07 |
| | Août | 0,143 | 0,273 | 0,161 | | Août | 0,143 | 0,273 | 0,07 |
| | Septembre | 0,143 | 0,273 | 0,161 | | Septembre | 0,143 | 0,273 | 0,07 |
| | Octobre | 0,141 | 0,446 | 0,026 | | Octobre | 0,141 | 0,446 | 0,019 |
| | Novembre | 0,141 | 0,446 | 0,026 | | Novembre | 0,141 | 0,446 | 0,019 |
| | Décembre | 0,55 | 0,5 | 0,013 | | Décembre | 0,55 | 0,5 | 0,014 |

### 1.4.1. Configuration d'AERMET

Les paramètres par défaut du modèle AERMET sont utilisés. L'option ADJ_U* du modèle AERMET est activée, car celle-ci ne l'est pas par défaut.

## 1.5. Traitement des données

Les paramètres de surface ont été compilés en format SCRAM. Les données aérologiques ont été obtenues en format FSL. Les données météorologiques surfaciques et aérobiques sont prétraitées par le préprocesseur AERMET pour les années 2006 et 2010 à 2013 inclusivement, avec les options par défaut.

### 1.5.1. Rose des vents

Les données météorologiques couvrant les cinq années les plus récentes et représentatives du site (2006 et 2010 à 2013 inclusivement) ont été considérées. Ce sont les années les plus récentes dont les données de couverture nuageuse sont disponibles à la station de Roberval A. Les années 2007 à 2009 ne sont pas choisies, car elles ont plus de 1 % de données manquantes (voir Tableau 1).

La Figure 1 présente la rose des vents des données météorologiques. Les vents dominants soufflent majoritairement de l'ouest vers l'est avec une vitesse moyenne de 3,89 m/s et 2,22 % de vent calme.

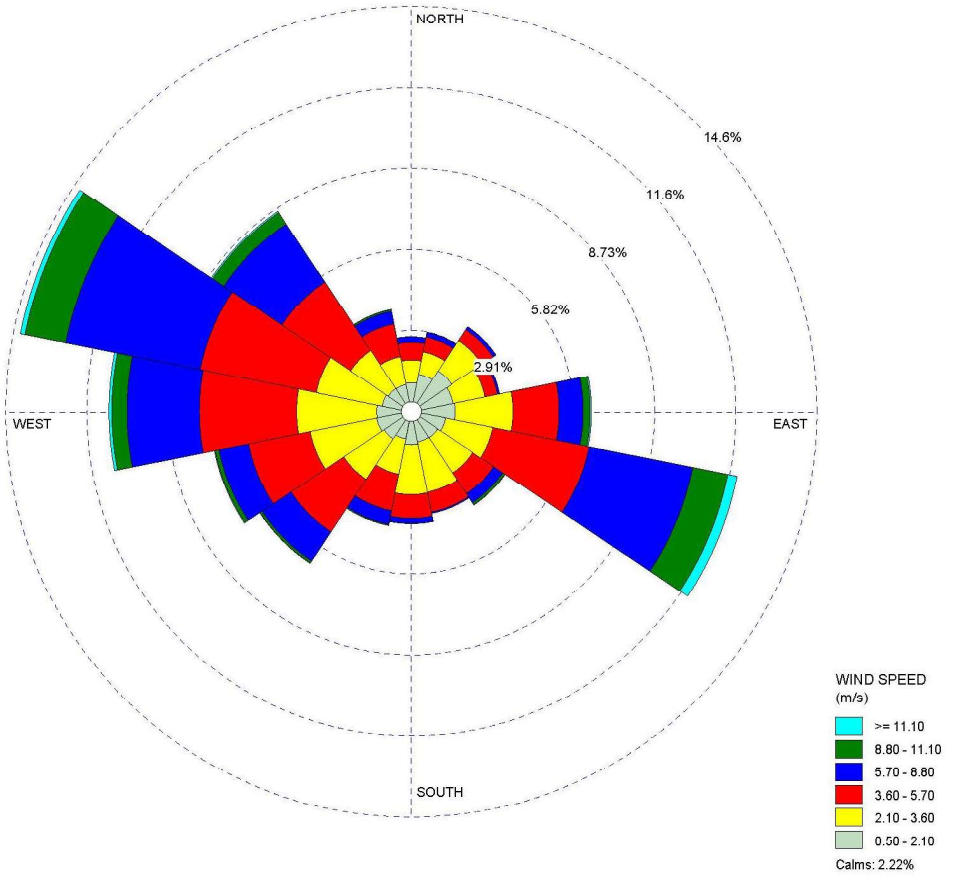



**Figure 1 : Rose des vents pour la station de Mistook avec les données météorologiques de 2006 et de 2010 à 2013**

# Annexe B : Documents de référence

L'information contenue dans ce document ne doit servir à la délimitation ni au positionnement de propriétés sauf dans le cadre d'une analyse foncière que seul un arpenteur-géomètre (www.oagq.qc.ca ) est habilité à faire en vertu de la loi.

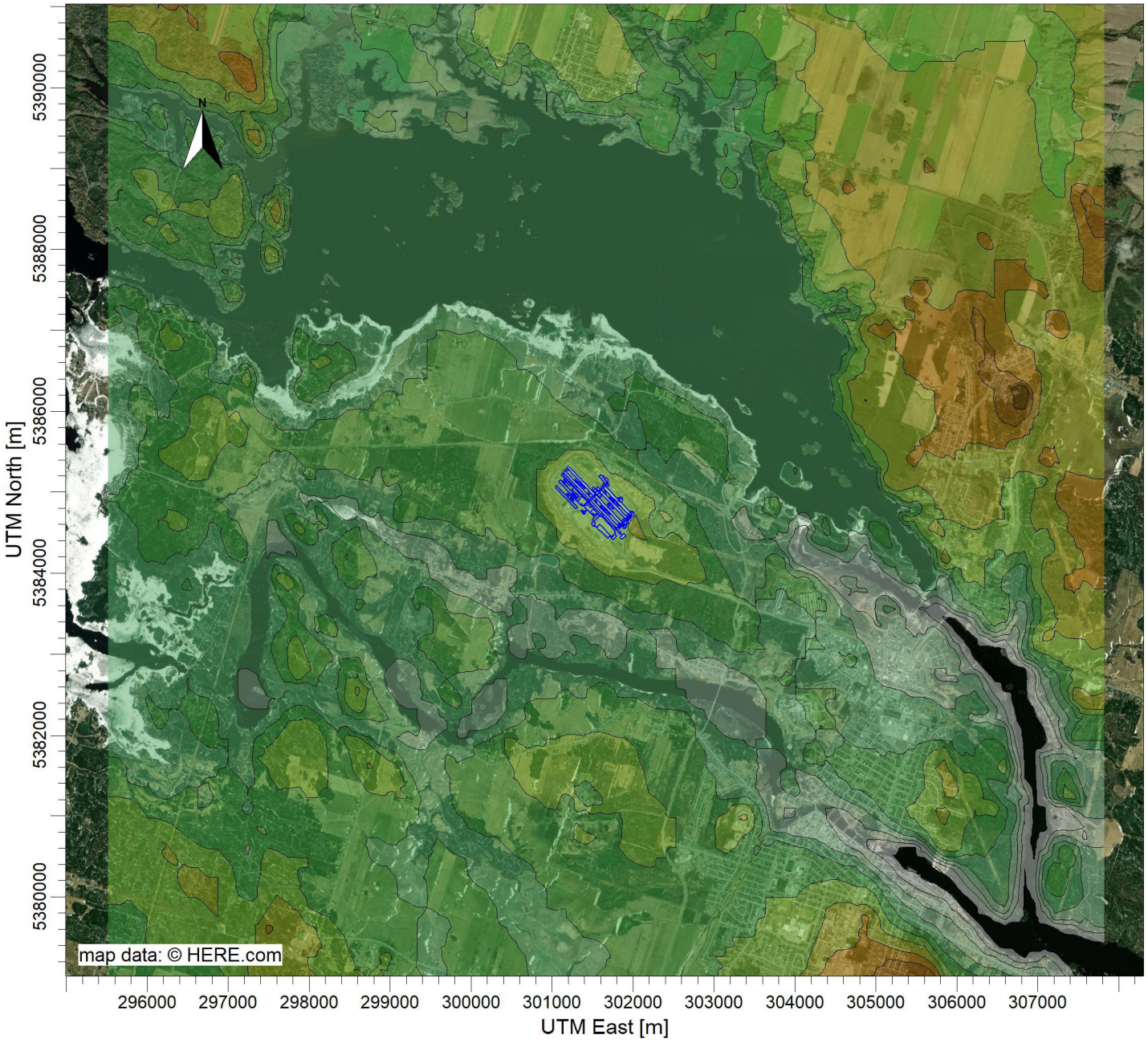
( FORMAT A0 )

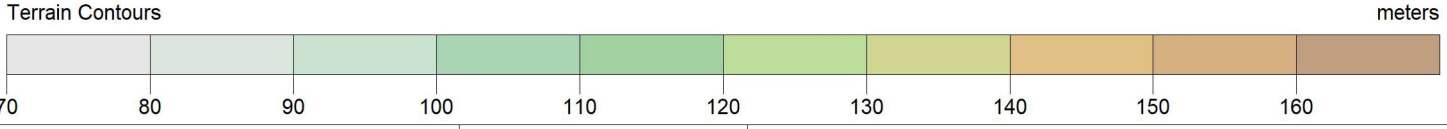
ECHELLE 1:20000

# Annexe C : Paramètres de modélisation

PROJECT TITLE:

**Figure C1 : Topographie de la zone à l'étude**

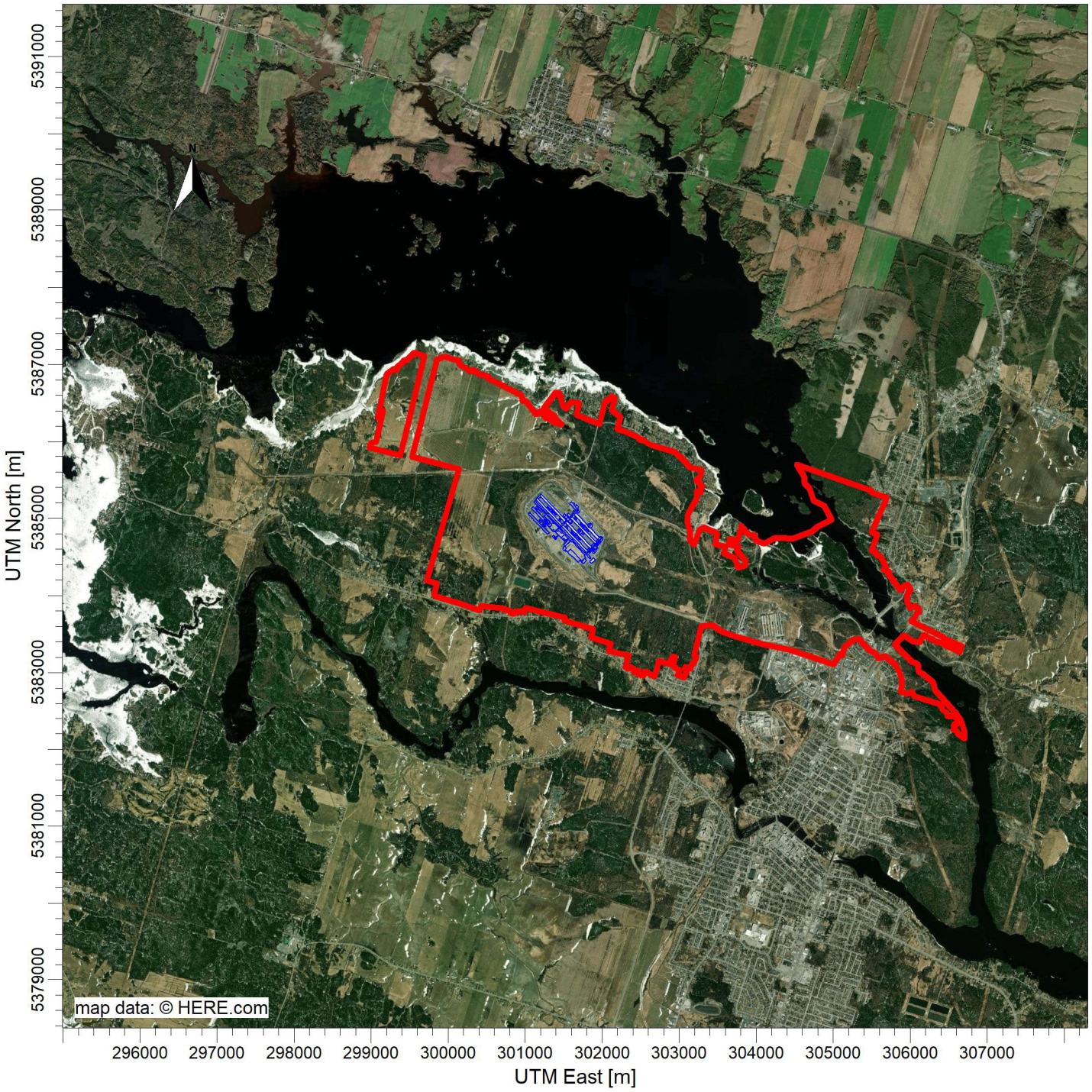



| | | | |
|---|---|---|---|
| COMMENTS:<br>Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine. | SOURCES:<br>**38** | COMPANY NAME:<br>**Rio Tinto - Alma** | |
| | RECEPTORS:<br>**3471** | MODELER:<br>**S. Bergeron-Fortier** | |
| | | SCALE:<br>1:75 000<br>0 3 km | |
| | | DATE:<br>**2025-03-31** | PROJECT NO.:<br>**3749009-003000** |

PROJECT TITLE:

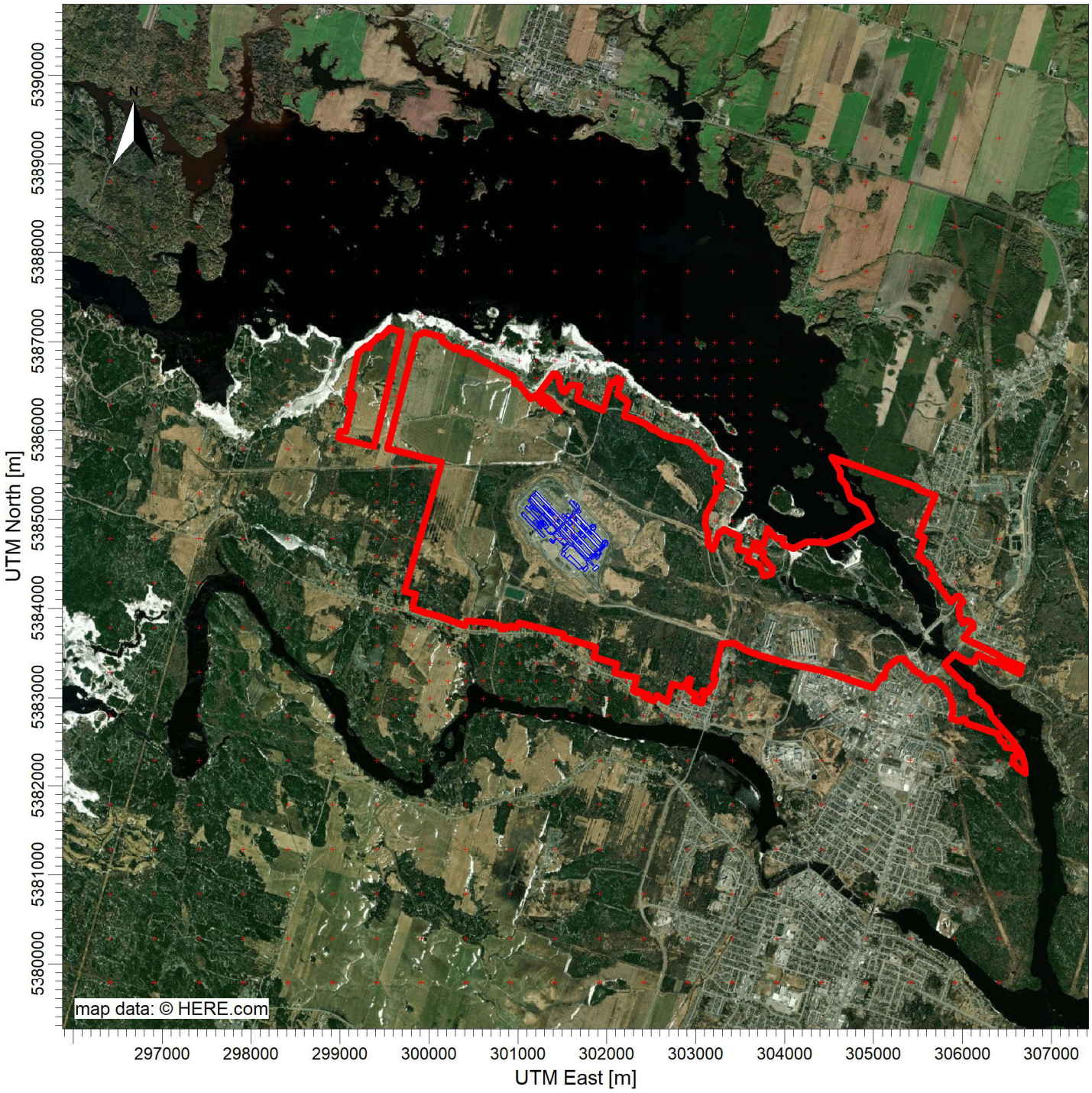
**Figure C2 : Limite de la zone industrielle**




| | | | |
|---|---|---|---|
| COMMENTS:<br>Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine.<br><br>Le polygone rouge représente les limites de la zone industrielle. | SOURCES:<br>**38** | COMPANY NAME:<br>**Rio Tinto - Alma** | |
| | RECEPTORS:<br>**3471** | MODELER:<br>**S. Bergeron-Fortier** | |
| | | SCALE: 1:75 000<br>0 3 km | |
| | | DATE:<br>**2025-03-31** | PROJECT NO.:<br>**3749009-003000** |

PROJECT TITLE:

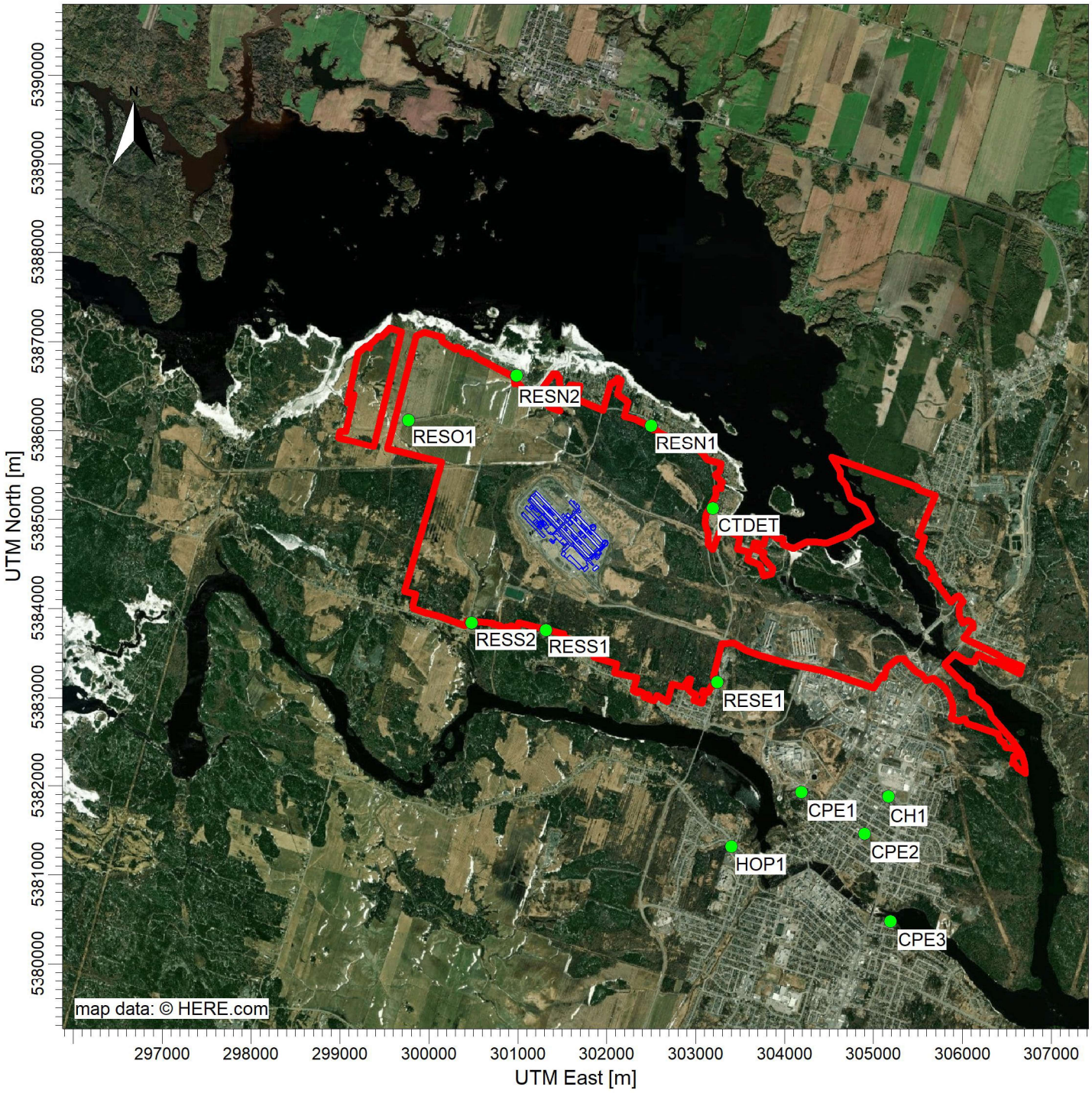
**Figure C3 : Grille de récepteurs de la zone à l'étude**




| | | | |
|---|---|---|---|
| COMMENTS:<br>Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine.<br>Le polygone rouge représente les limites de la zone industrielle.<br>Les croix rouges sont les récepteurs considérés. | SOURCES:<br>**38** | COMPANY NAME:<br>**Rio Tinto - Alma** | |
| | RECEPTORS:<br>**3471** | MODELER:<br>**S. Bergeron-Fortier** | |
| | | SCALE:<br>1:65 000<br>0 2 km | |
| | | DATE:<br>**2025-03-31** | PROJECT NO.:<br>**3749009-003000** |

PROJECT TITLE:

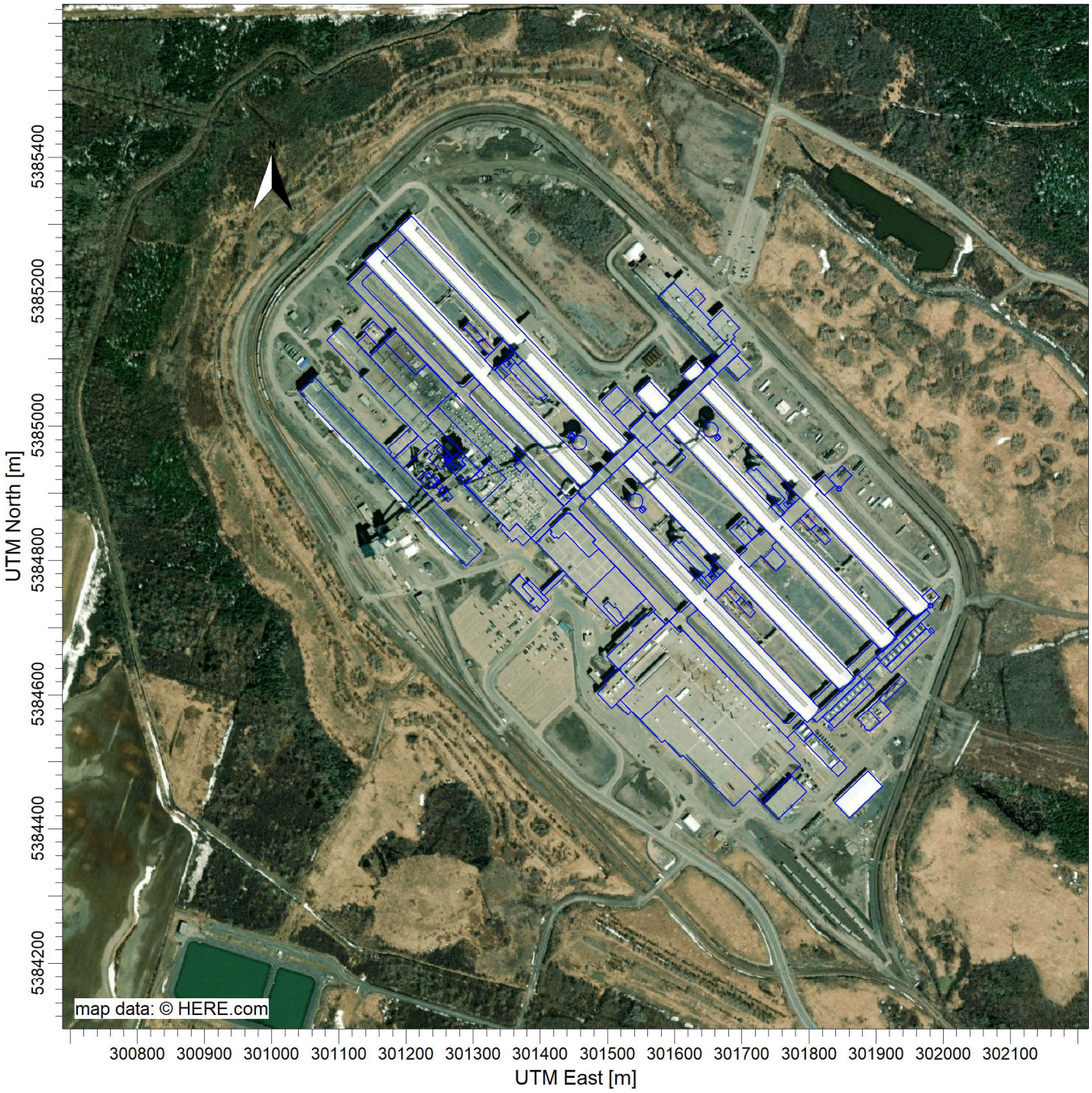
**Figure C4 : Récepteurs sensibles autour de l'usine**



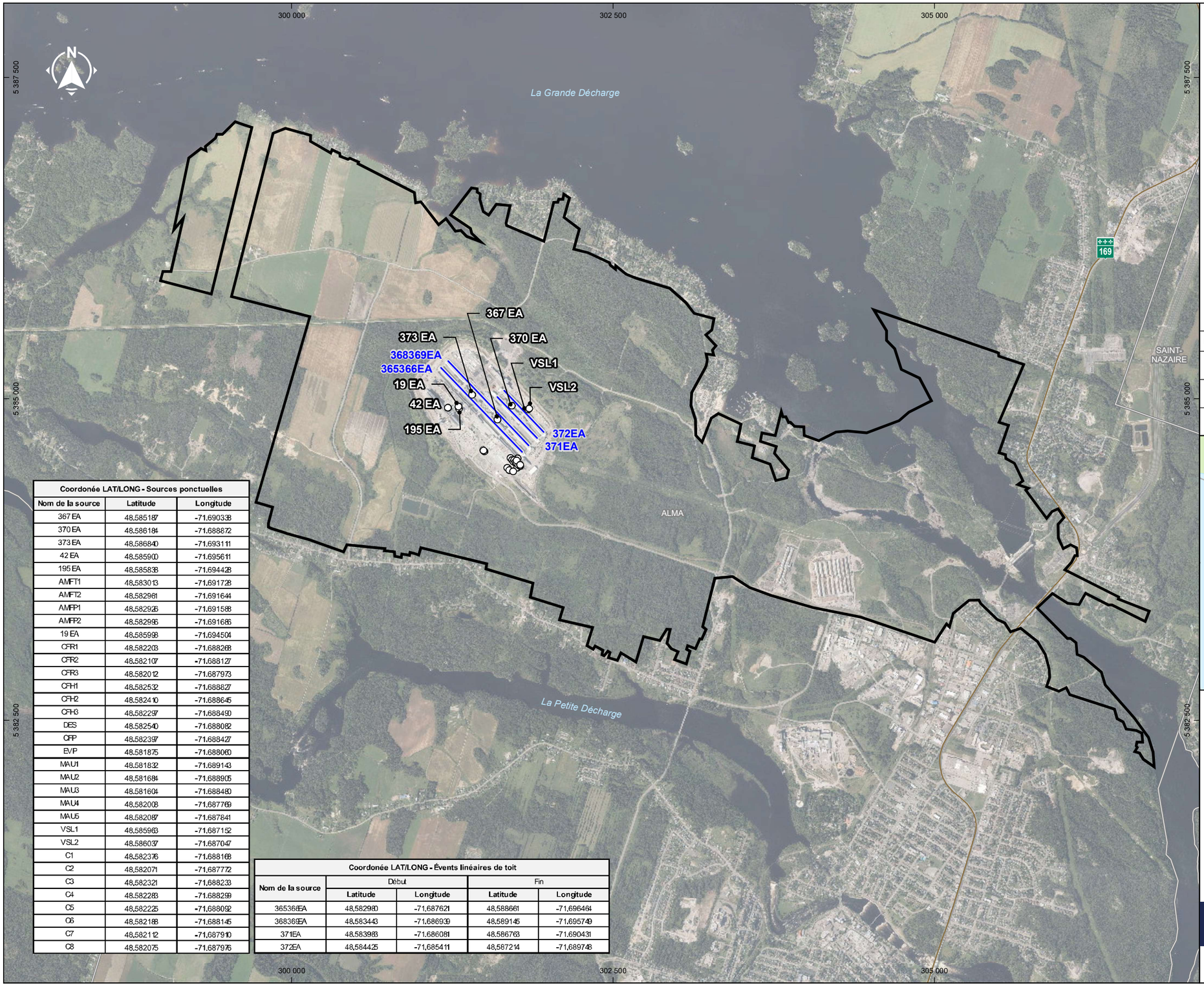

| | | | |
|---|---|---|---|
| COMMENTS:<br>Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine.<br>Le polygone rouge représente les limites de la zone industrielle.<br>Les points verts sont les récepteurs sensibles considérés. | SOURCES:<br>**38** | COMPANY NAME:<br>**Rio Tinto - Alma** | |
| | RECEPTORS:<br>**3471** | MODELER:<br>**S. Bergeron-Fortier** | |
| | | SCALE:<br>1:65 000<br>0 2 km | |
| | | DATE:<br>**2025-03-31** | PROJECT NO.:<br>**3749009-003000** |

PROJECT TITLE:

**Figure C5 : Bâtiments de l'usine modélisée**




| | | | |
|---|---|---|---|
| COMMENTS:<br>Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine. | SOURCES:<br>**38** | COMPANY NAME:<br>**Rio Tinto - Alma** | |
| | RECEPTORS:<br>**3471** | MODELER:<br>**S. Bergeron-Fortier** | |
| | | SCALE:<br>1:8 605<br>0 0.3 km | |
| | | DATE:<br>**2025-03-31** | PROJECT NO.:<br>**3749009-003000** |




| Coordonée LAT/LONG - Sources ponctuelles | | |
|---|---|---|
| Nom de la source | Latitude | Longitude |
| 367 EA | 48,585187 | -71,690338 |
| 370 EA | 48,586184 | -71,688872 |
| 373 EA | 48,586840 | -71,693111 |
| 42 EA | 48,585900 | -71,695611 |
| 195 EA | 48,585838 | -71,694428 |
| AMFT1 | 48,583013 | -71,691728 |
| AMFT2 | 48,582961 | -71,691644 |
| AMFP1 | 48,582936 | -71,691588 |
| AMFP2 | 48,582996 | -71,691686 |
| 19 EA | 48,585998 | -71,694504 |
| CFR1 | 48,582203 | -71,688268 |
| CFR2 | 48,582107 | -71,688127 |
| CFR3 | 48,582012 | -71,687973 |
| CFH1 | 48,582532 | -71,688827 |
| CFH2 | 48,582410 | -71,688645 |
| CFH3 | 48,582297 | -71,688490 |
| DES | 48,582540 | -71,688082 |
| CFP | 48,582397 | -71,688427 |
| EVP | 48,581875 | -71,688060 |
| MAU1 | 48,581832 | -71,689143 |
| MAU2 | 48,581684 | -71,688905 |
| MAU3 | 48,581604 | -71,688480 |
| MAU4 | 48,582008 | -71,687769 |
| MAU5 | 48,582087 | -71,687841 |
| VSL1 | 48,585963 | -71,687152 |
| VSL2 | 48,586037 | -71,687047 |
| C1 | 48,582376 | -71,688168 |
| C2 | 48,582071 | -71,687772 |
| C3 | 48,582321 | -71,688233 |
| C4 | 48,582283 | -71,688299 |
| C5 | 48,582225 | -71,688092 |
| C6 | 48,582188 | -71,688145 |
| C7 | 48,582112 | -71,687910 |
| C8 | 48,582075 | -71,687976 |

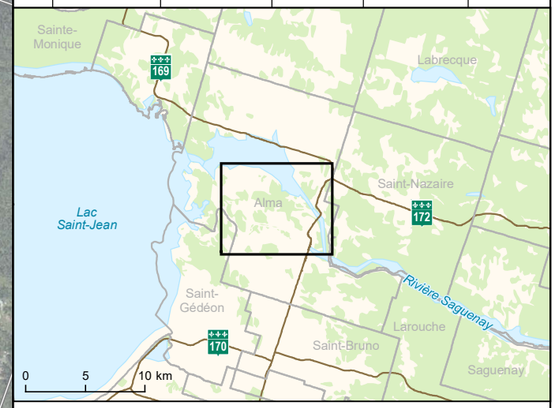
| Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nom de la source | Début | | Fin | |
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude |
| 365366EA | 48,582980 | -71,687621 | 48,588661 | -71,696464 |
| 368369EA | 48,583443 | -71,686939 | 48,589145 | -71,695749 |
| 371EA | 48,583988 | -71,686081 | 48,586763 | -71,690431 |
| 372EA | 48,584425 | -71,685411 | 48,587214 | -71,689748 |

Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier , CPI OIQ No 5039404 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| | | | | | |
| | | | | | |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

# Figure C6
## Localisation des sources - Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-03-28**

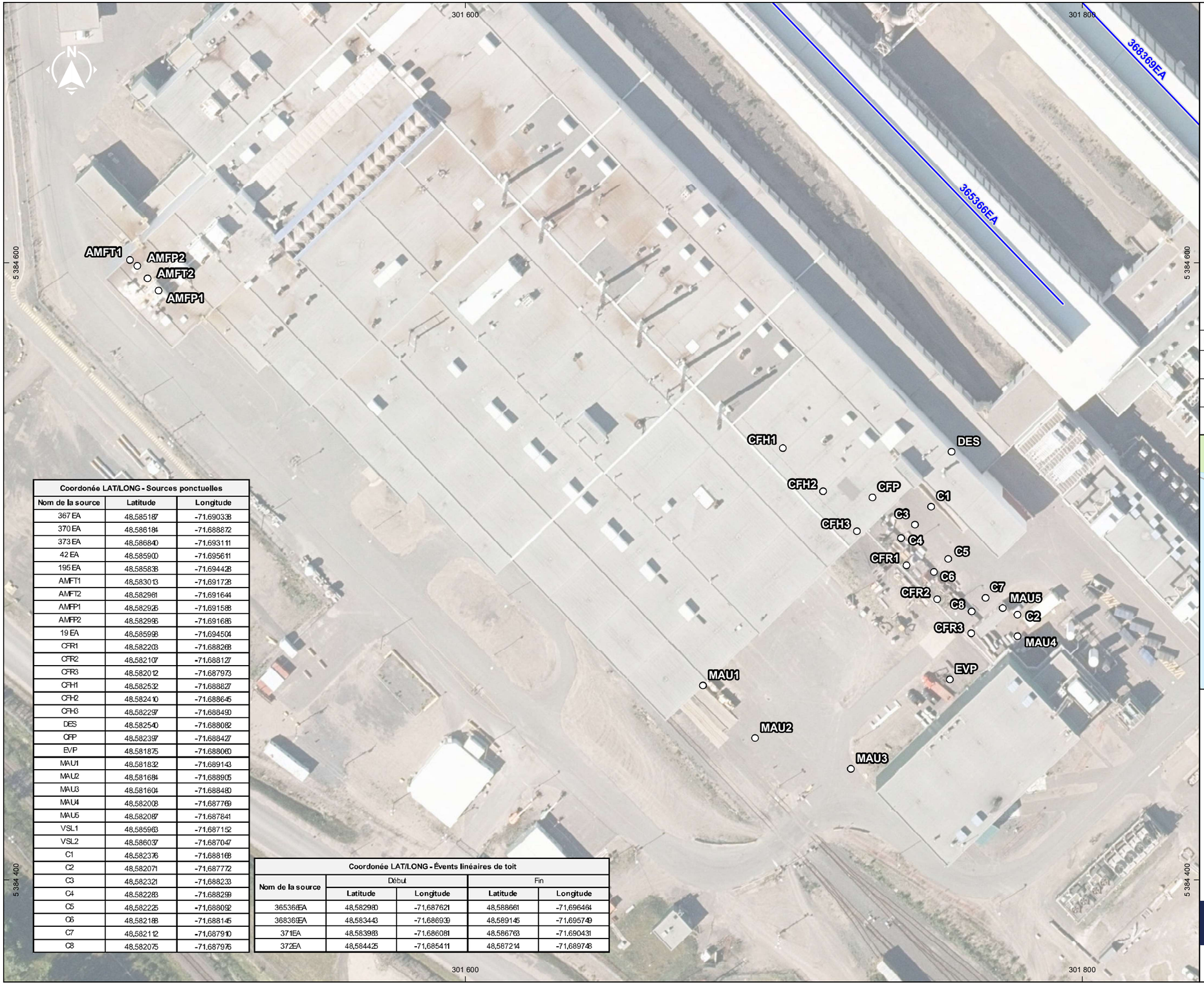
0 300 600 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR : S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR : A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR : C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0001_R00_C1.mxd*

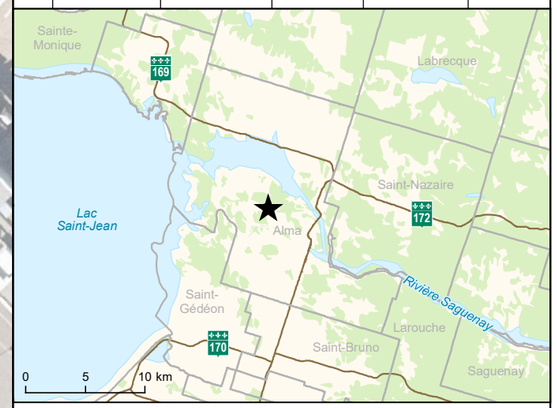



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI<br>OIQ No 5039404 | A. Monnard | C. Bergerot, ing.<br>OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| | | | | | |
| | | | | | |




**Coordonée LAT/LONG - Sources ponctuelles**

| Nom de la source | Latitude | Longitude |
|---|---|---|
| 367 EA | 48,585187 | -71,690338 |
| 370 EA | 48,586184 | -71,688872 |
| 373 EA | 48,586840 | -71,693111 |
| 42 EA | 48,585900 | -71,695611 |
| 195 EA | 48,585838 | -71,694428 |
| AMFT1 | 48,583013 | -71,691728 |
| AMFT2 | 48,582961 | -71,691644 |
| AMFP1 | 48,582926 | -71,691588 |
| AMFP2 | 48,582996 | -71,691686 |
| 19 EA | 48,585998 | -71,694504 |
| CFR1 | 48,582203 | -71,688268 |
| CFR2 | 48,582107 | -71,688127 |
| CFR3 | 48,582012 | -71,687973 |
| CFH1 | 48,582532 | -71,688827 |
| CFH2 | 48,582410 | -71,688645 |
| CFH3 | 48,582297 | -71,688490 |
| DES | 48,582540 | -71,688082 |
| CFP | 48,582397 | -71,688427 |
| EVP | 48,581875 | -71,688060 |
| MAU1 | 48,581832 | -71,689143 |
| MAU2 | 48,581684 | -71,688905 |
| MAU3 | 48,581604 | -71,688480 |
| MAU4 | 48,582008 | -71,687769 |
| MAU5 | 48,582087 | -71,687841 |
| VSL1 | 48,585963 | -71,687152 |
| VSL2 | 48,586037 | -71,687047 |
| C1 | 48,582376 | -71,688168 |
| C2 | 48,582071 | -71,687772 |
| C3 | 48,582321 | -71,688233 |
| C4 | 48,582283 | -71,688299 |
| C5 | 48,582225 | -71,688092 |
| C6 | 48,582188 | -71,688145 |
| C7 | 48,582112 | -71,687910 |
| C8 | 48,582075 | -71,687976 |

**Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit**

| Nom de la source | Début | | Fin | |
|---|---|---|---|---|
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude |
| 365366EA | 48,582980 | -71,687621 | 48,588661 | -71,696464 |
| 368369EA | 48,583443 | -71,686939 | 48,589145 | -71,695749 |
| 371EA | 48,583983 | -71,686081 | 48,586763 | -71,690431 |
| 372EA | 48,584425 | -71,685411 | 48,587214 | -71,689748 |

RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure C7
## Localisation des sources - agrandissement
## Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-03-28**

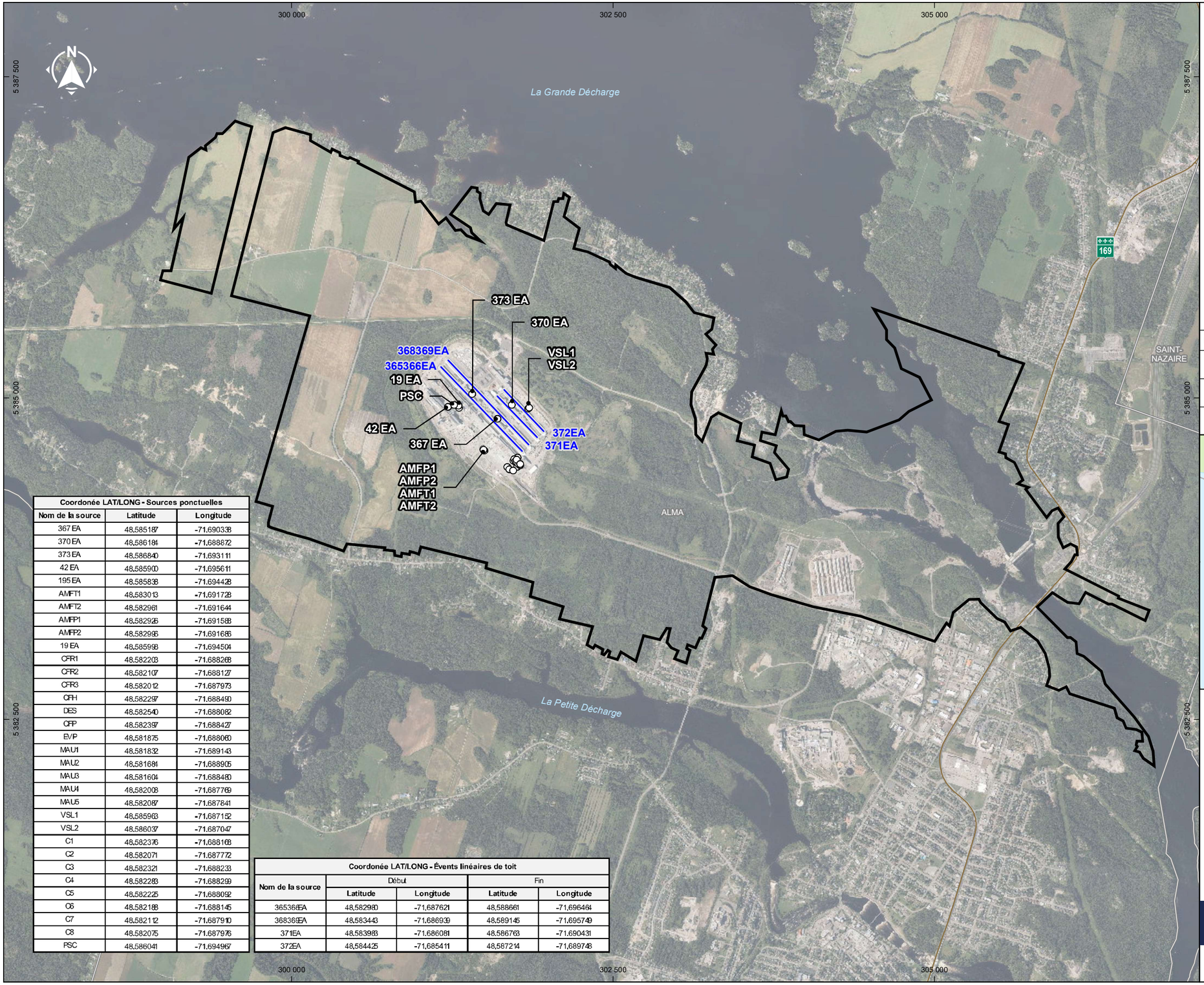
0 12.5 25 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0002_R00_C1.mxd*




**Coordonée LAT/LONG - Sources ponctuelles**

| Nom de la source | Latitude | Longitude |
|---|---|---|
| 367 EA | 48,585187 | -71,690338 |
| 370 EA | 48,586184 | -71,688872 |
| 373 EA | 48,586840 | -71,693111 |
| 42 EA | 48,585900 | -71,695611 |
| 195 EA | 48,585838 | -71,694428 |
| AMFT1 | 48,583013 | -71,691728 |
| AMFT2 | 48,582961 | -71,691644 |
| AMFP1 | 48,582926 | -71,691588 |
| AMFP2 | 48,582996 | -71,691686 |
| 19 EA | 48,585998 | -71,694504 |
| CFR1 | 48,582203 | -71,688268 |
| CFR2 | 48,582107 | -71,688127 |
| CFR3 | 48,582012 | -71,687973 |
| CFH | 48,582297 | -71,688490 |
| DES | 48,582540 | -71,688082 |
| CFP | 48,582397 | -71,688427 |
| EVP | 48,581875 | -71,688060 |
| MAU1 | 48,581832 | -71,689143 |
| MAU2 | 48,581681 | -71,688905 |
| MAU3 | 48,581604 | -71,688480 |
| MAU4 | 48,582008 | -71,687769 |
| MAU5 | 48,582087 | -71,687841 |
| VSL1 | 48,585963 | -71,687152 |
| VSL2 | 48,586037 | -71,687047 |
| C1 | 48,582376 | -71,688168 |
| C2 | 48,582071 | -71,687772 |
| C3 | 48,582321 | -71,688233 |
| C4 | 48,582283 | -71,688299 |
| C5 | 48,582225 | -71,688092 |
| C6 | 48,582188 | -71,688145 |
| C7 | 48,582112 | -71,687910 |
| C8 | 48,582075 | -71,687976 |
| PSC | 48,586041 | -71,694967 |

**Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit**

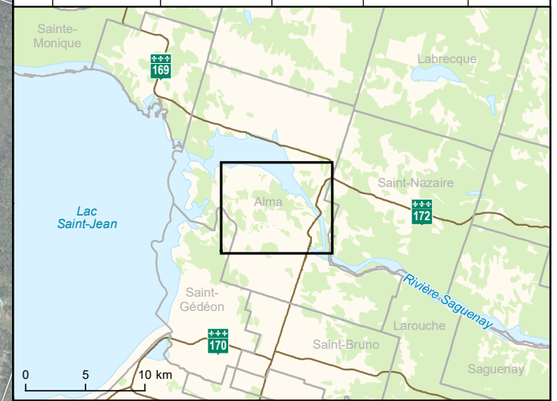
| Nom de la source | Début | | Fin | |
|---|---|---|---|---|
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude |
| 365366EA | 48,582980 | -71,687621 | 48,588661 | -71,696464 |
| 368369EA | 48,583443 | -71,686939 | 48,589145 | -71,695749 |
| 371EA | 48,583983 | -71,686081 | 48,586763 | -71,690431 |
| 372EA | 48,584425 | -71,685411 | 48,587214 | -71,689748 |

Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier , CPI OIQ No 5039404 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| | | | | | |
| | | | | | |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

# Figure C8
## Localisation des sources - Scénario règlementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-03-28**

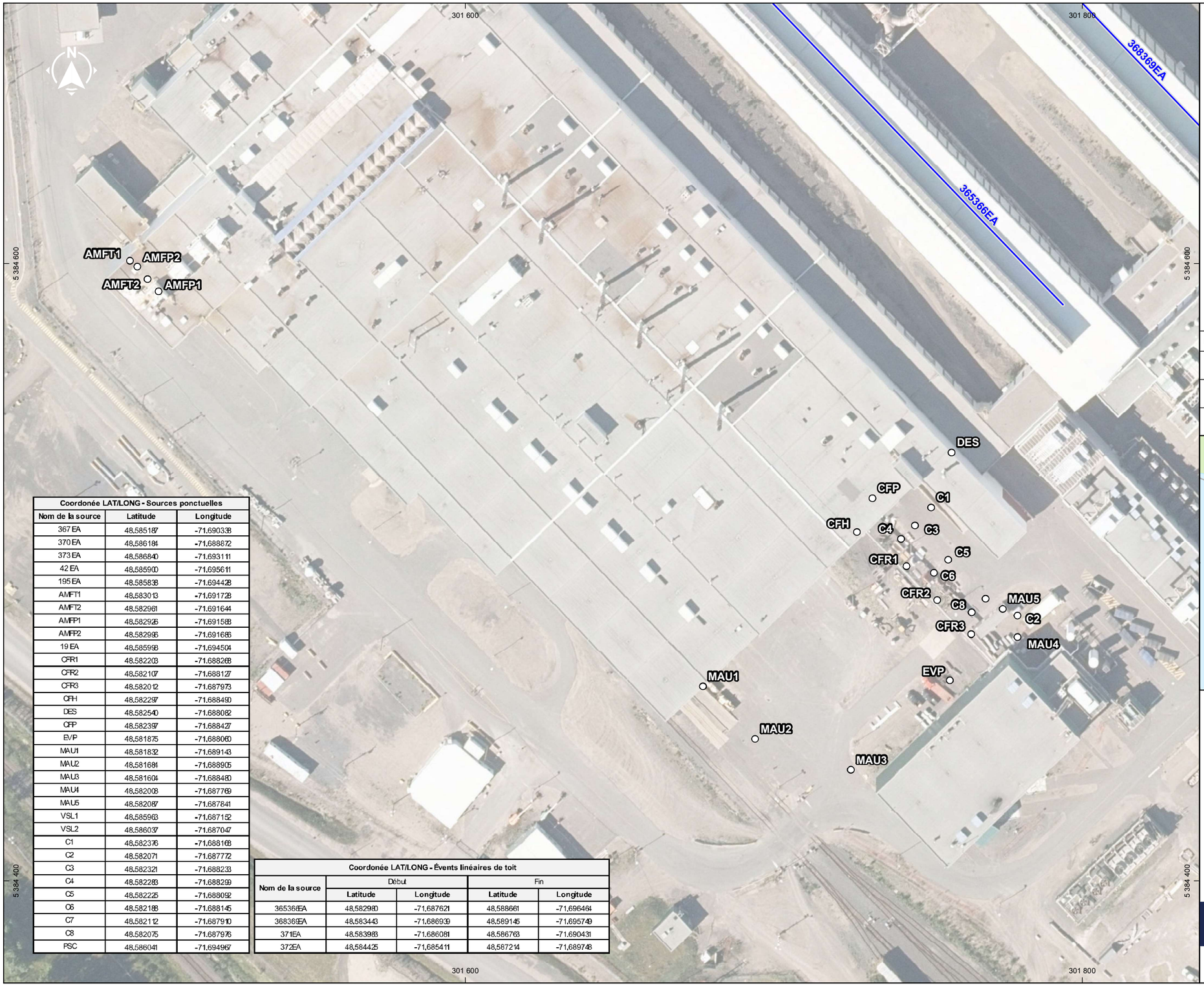
0 300 600 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0003_R00_C2.mxd*

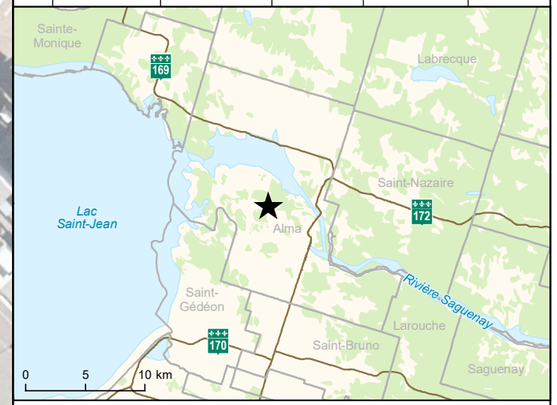



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier , CPI OIQ No 5039404 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| | | | | | |
| | | | | | |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure C9
## Localisation des sources - agrandissement
## Scénario règlementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-03-28**

0 12.5 25 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

BBA

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0004_R00_C2.mxd*

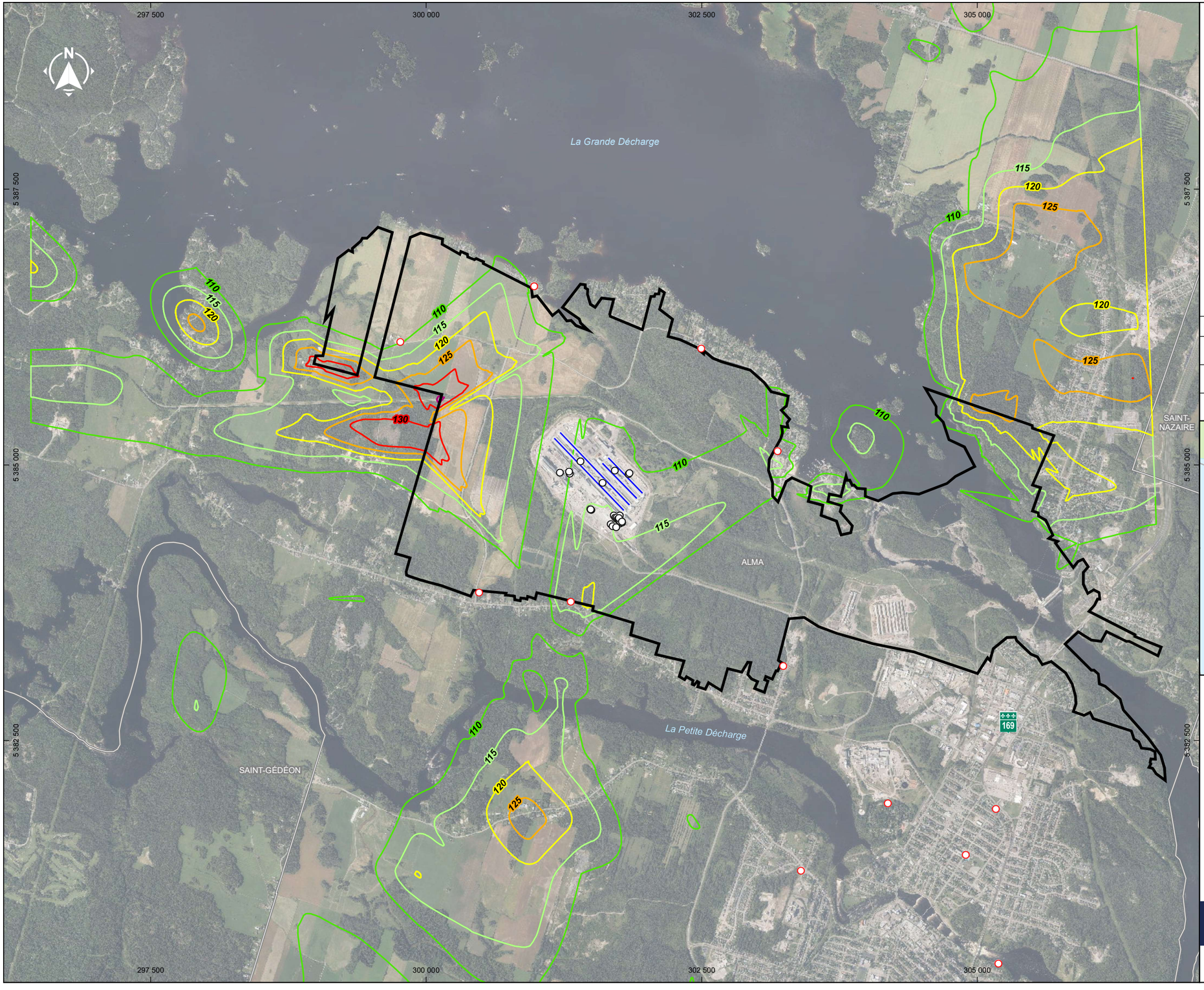
**Coordonée LAT/LONG - Sources ponctuelles**

| Nom de la source | Latitude | Longitude |
|---|---|---|
| 367 EA | 48,585187 | -71,690338 |
| 370 EA | 48,586184 | -71,688872 |
| 373 EA | 48,586840 | -71,693111 |
| 42 EA | 48,585900 | -71,695611 |
| 195 EA | 48,585838 | -71,694428 |
| AMFT1 | 48,583013 | -71,691728 |
| AMFT2 | 48,582961 | -71,691644 |
| AMFP1 | 48,582926 | -71,691588 |
| AMFP2 | 48,582996 | -71,691686 |
| 19 EA | 48,585998 | -71,694504 |
| CFR1 | 48,582203 | -71,688268 |
| CFR2 | 48,582107 | -71,688127 |
| CFR3 | 48,582012 | -71,687973 |
| CFH | 48,582297 | -71,688490 |
| DES | 48,582540 | -71,688082 |
| CFP | 48,582397 | -71,688427 |
| EVP | 48,581875 | -71,688060 |
| MAU1 | 48,581832 | -71,689143 |
| MAU2 | 48,581681 | -71,688905 |
| MAU3 | 48,581604 | -71,688480 |
| MAU4 | 48,582008 | -71,687769 |
| MAU5 | 48,582087 | -71,687841 |
| VSL1 | 48,585963 | -71,687152 |
| VSL2 | 48,586037 | -71,687047 |
| C1 | 48,582376 | -71,688168 |
| C2 | 48,582071 | -71,687772 |
| C3 | 48,582321 | -71,688233 |
| C4 | 48,582283 | -71,688299 |
| C5 | 48,582225 | -71,688092 |
| C6 | 48,582188 | -71,688145 |
| C7 | 48,582112 | -71,687910 |
| C8 | 48,582075 | -71,687976 |
| PSC | 48,586041 | -71,694967 |

**Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit**

| Nom de la source | Début | | Fin | |
|---|---|---|---|---|
| | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude |
| 365366EA | 48,582980 | -71,687621 | 48,588661 | -71,696464 |
| 368369EA | 48,583443 | -71,686939 | 48,589145 | -71,695749 |
| 371EA | 48,583983 | -71,686081 | 48,586763 | -71,690431 |
| 372EA | 48,584425 | -71,685411 | 48,587214 | -71,689748 |

# Annexe D : Isocontours




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

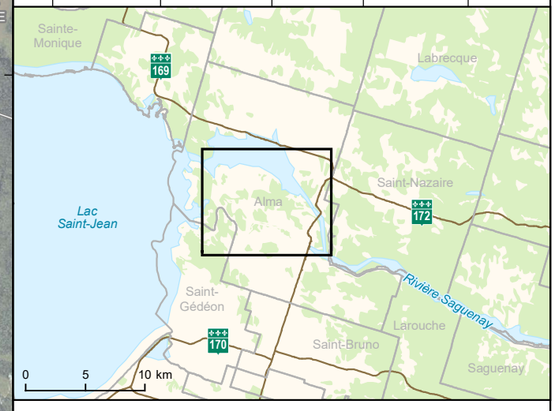
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 110
- 115
- 120
- 125
- 130
- 135

Concentration initiale : 90 µg/m³
Valeur limite des PST sur la période 24 heures : 120 µg/m³
Concentration maximale : 135.8 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |
| | | | | | |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

# Figure D1
## Concentration maximale du contaminant Particules totales (CAS-PST) au sol sur la période 24 heures - Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

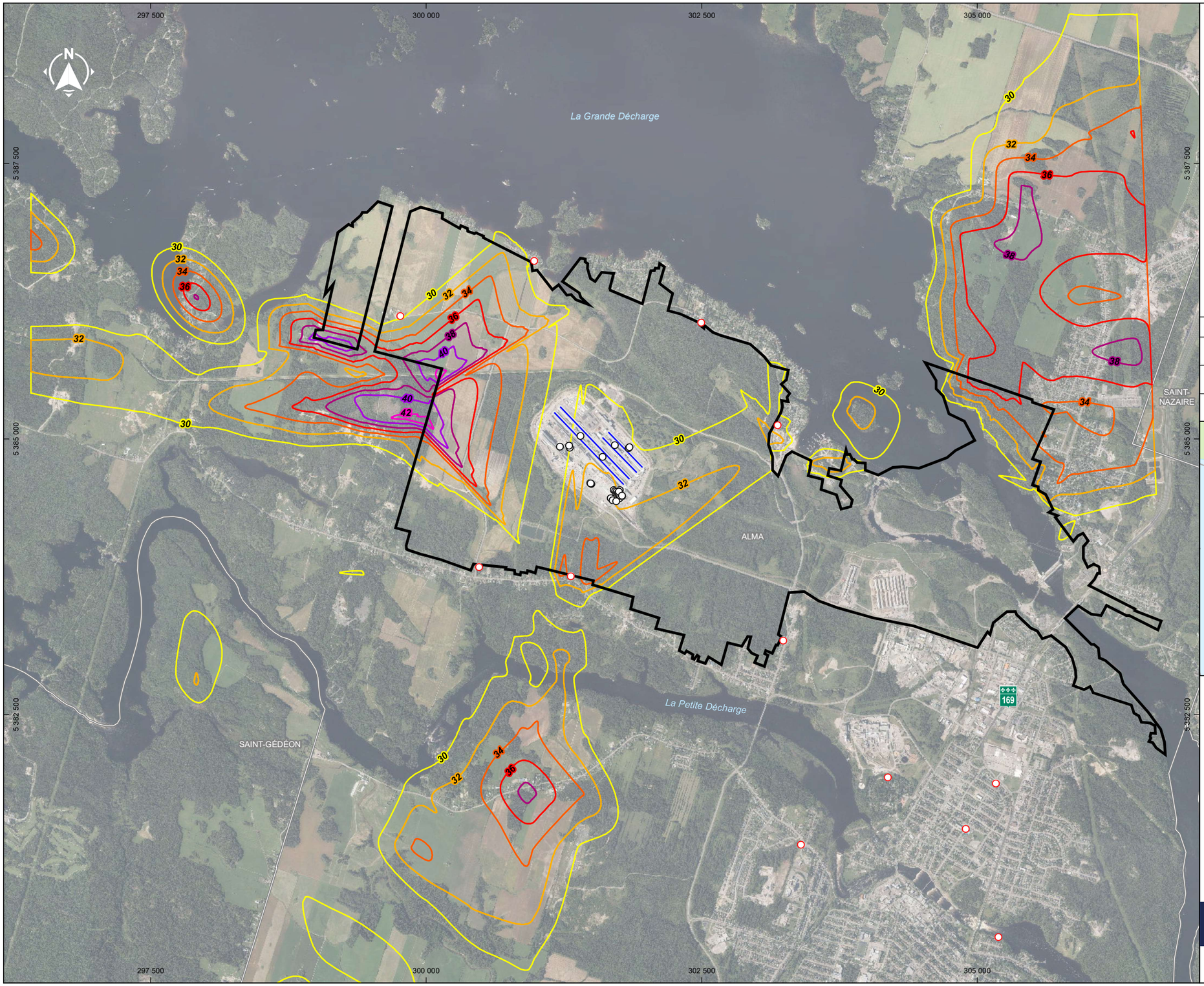
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0005_R01_D1.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

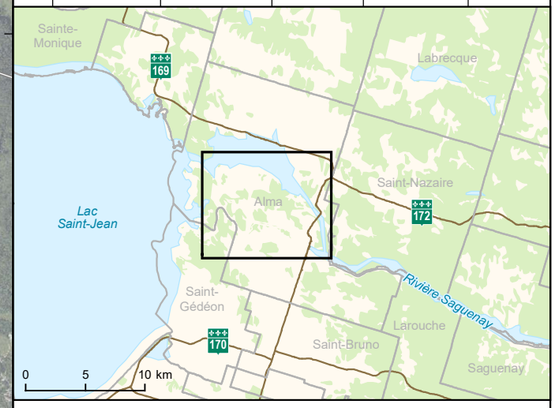
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 30
- 32
- 34
- 36
- 38
- 40
- 42

Concentration initiale : 20 µg/m³
Valeur limite des PM2,5 sur la période 24 heures : 30 µg/m³
Concentration maximale : 43.1 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |
| | | | | | |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D2
## Concentration maximale du contaminant Particules fines (PM2,5) (CAS-PM2,5) au sol sur la période 24 heures - Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

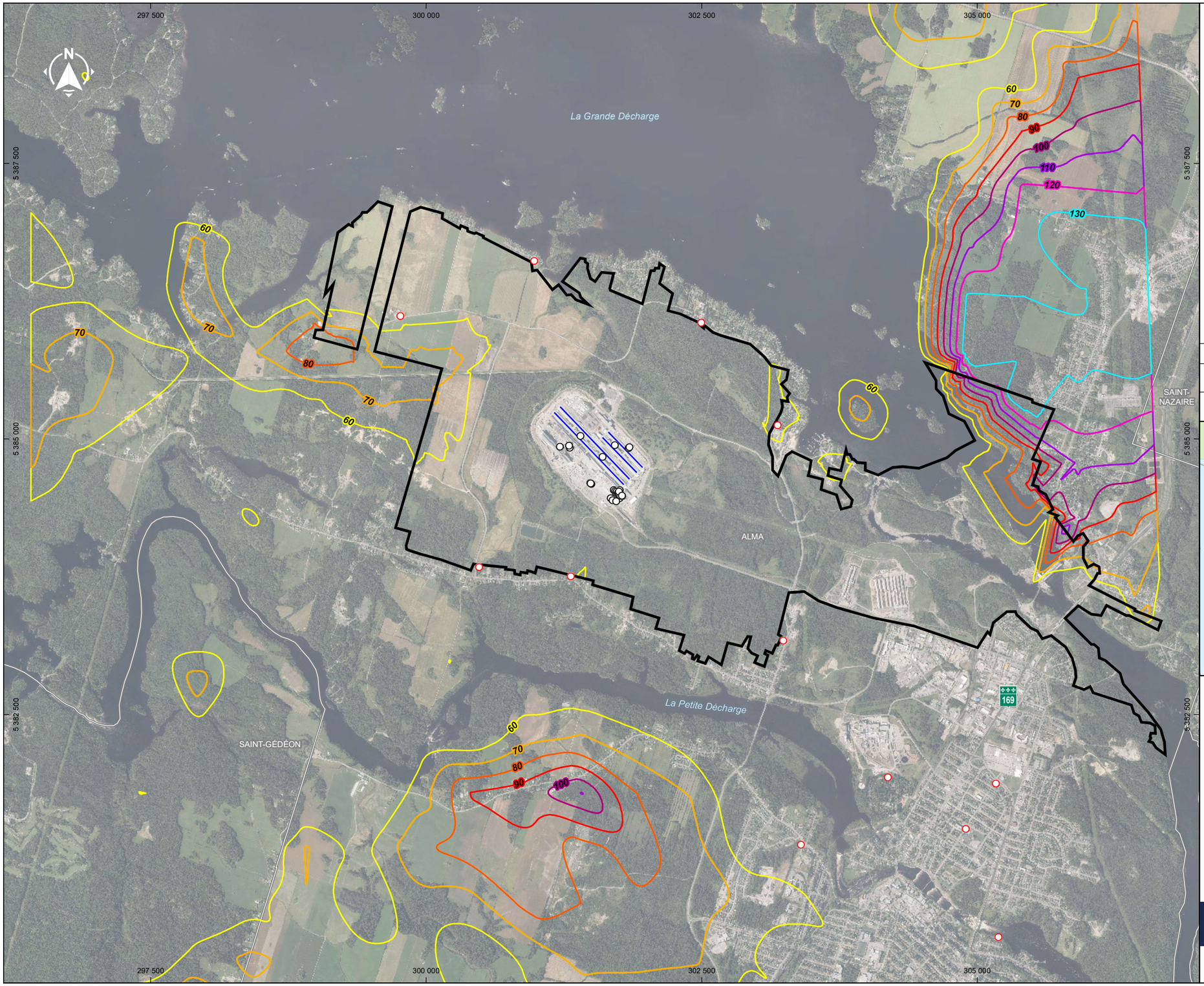
BBA

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0006_R01_D2.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

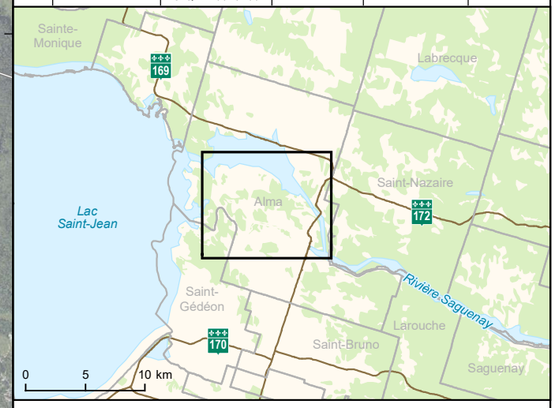
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 60
- 70
- 80
- 90
- 100
- 110
- 120
- 130

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période 1 heure : 60 µg/m³
Concentration maximale : 147.0 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D3
## Concentration maximale du contaminant Hydrogène, fluorure (CAS-7664-39-3) au sol sur la période 1 heure - Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

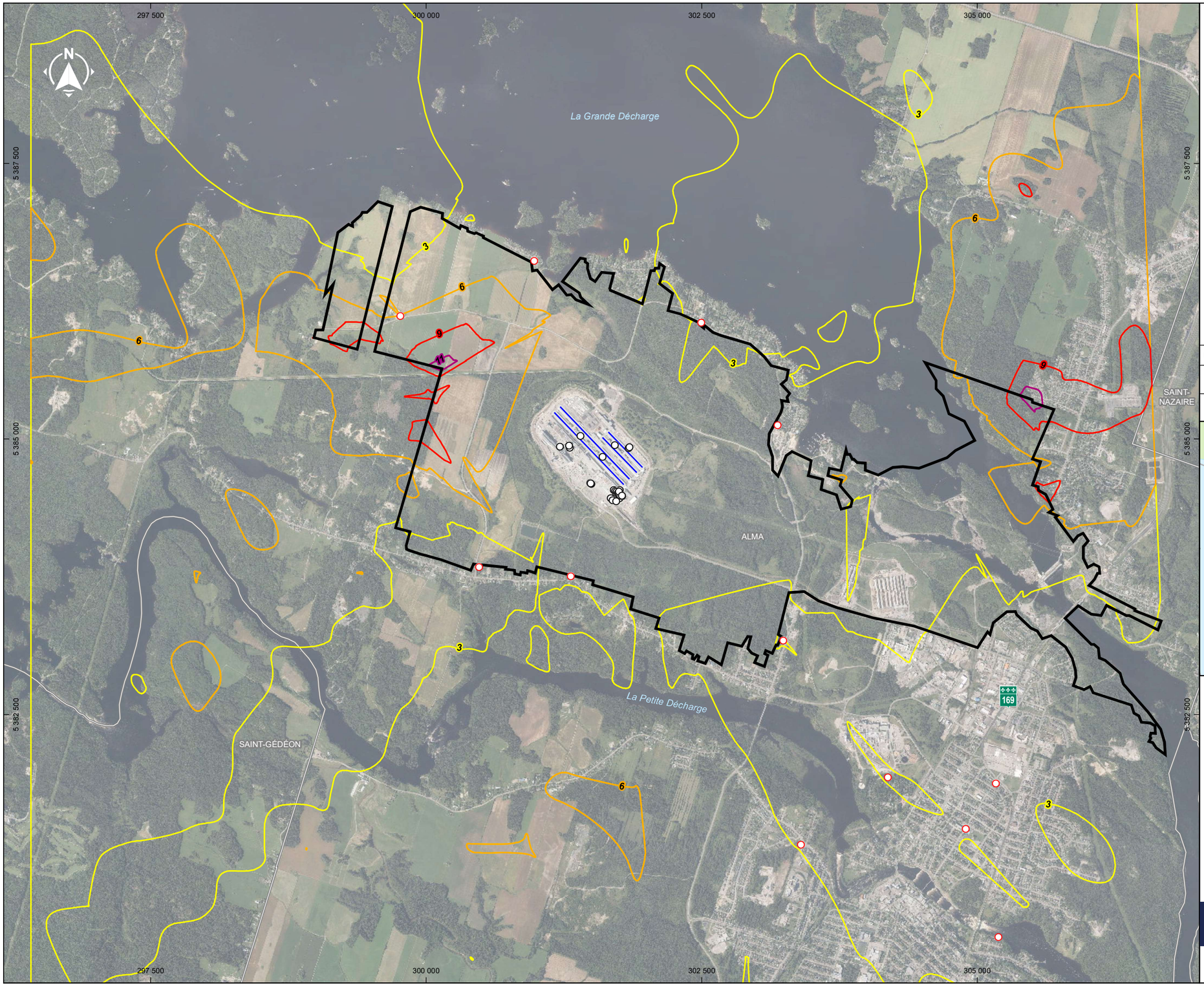
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0007_R01_D3.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

3

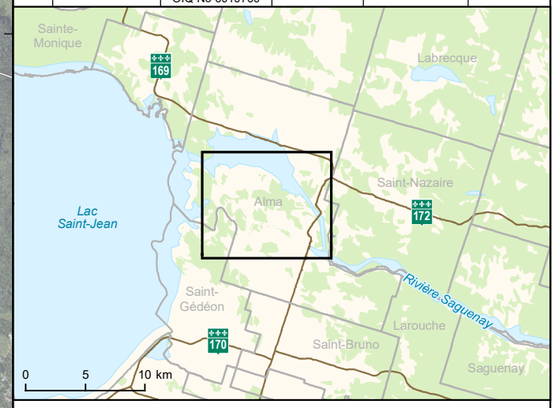
6

9

11

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période 24h heures : 3 µg/m³
Concentration maximale : 12.1 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D4
## Concentration maximale du contaminant Hydrogène, fluorure (CAS-7664-39-3) au sol sur la période 24 heures (mai à octobre) - Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0008_R01_D4.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

0.4

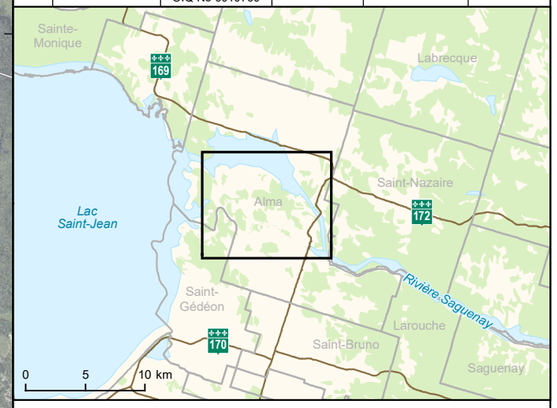
0.5

0.6

0.7

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période annuelle : 0.4 µg/m³
Concentration maximale : 0.7 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

# Figure D5
## Concentration maximale du contaminant Hydrogène, fluorure (CAS-7664-39-3) au sol sur la période 1 an (mai à octobre) - Scénario de référence

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

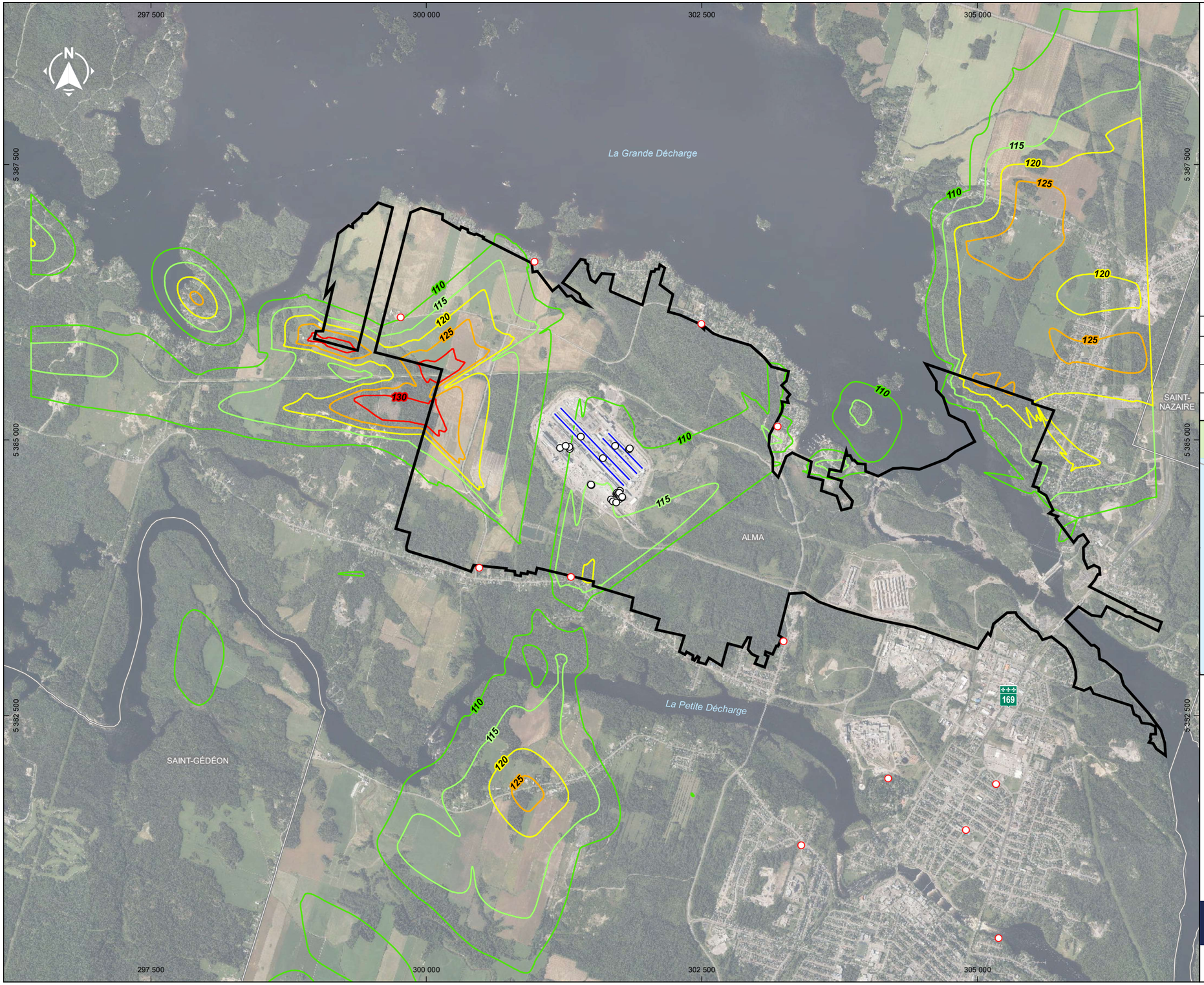
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0009_R01_D5.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

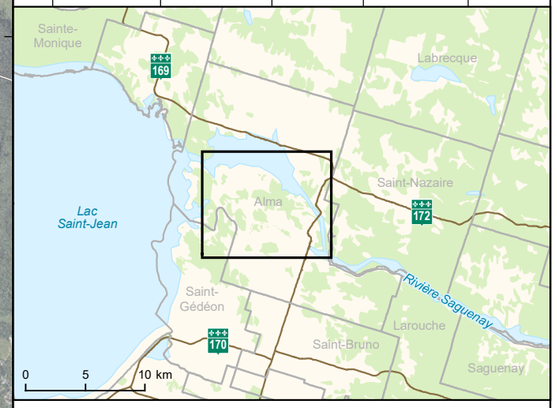
Source ponctuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 110
- 115
- 120
- 125
- 130

Concentration initiale : 90 µg/m³
Valeur limite des PST sur la période 24 heures : 120 µg/m³
Concentration maximale : 135.0 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | POUR COMMENTAIRES | S. Bergeron-Fortier ing. OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | POUR COMMENTAIRES | S. Bergeron-Fortier ing. OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |
| | | | | | |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D6
## Concentration maximale du contaminant Particules totales (CAS-PST) au sol sur la période 24 heures - Scénario réglementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

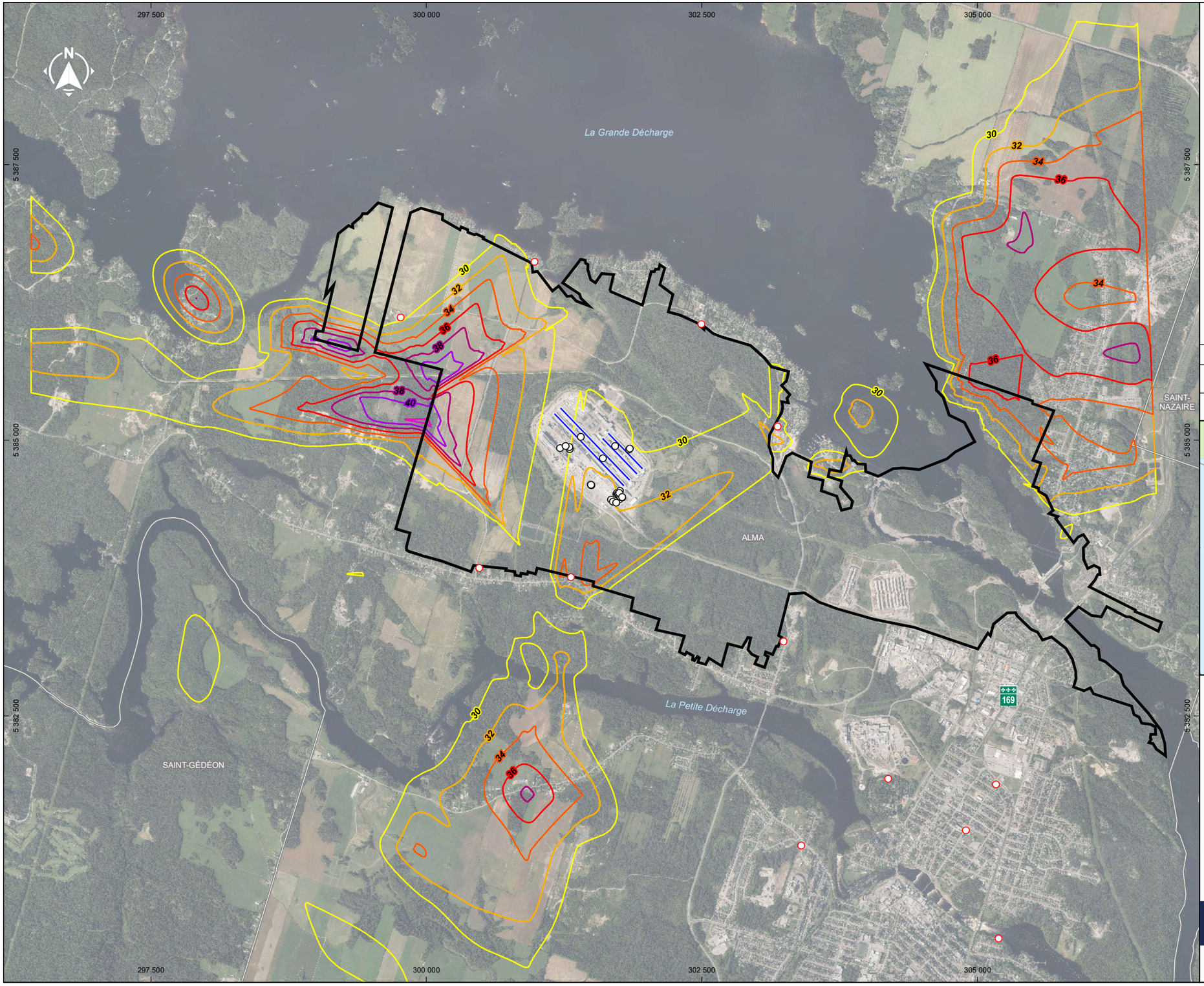
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, ing.
OIQ No 6010760

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0010_R01_D6.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

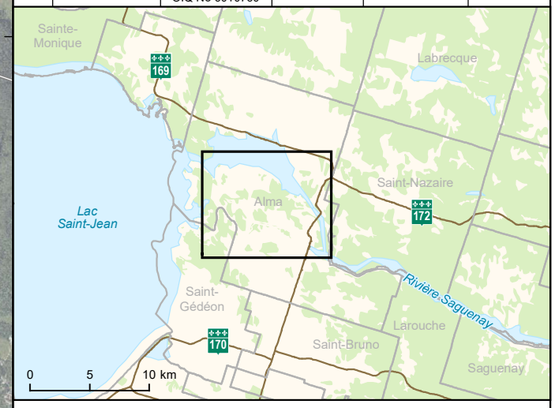
Source ponctuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 30
- 32
- 34
- 36
- 38
- 40
- 42

Concentration initiale : 20 µg/m³
Valeur limite des PM2,5 sur la période 24 heures : 30 µg/m³
Concentration maximale : 42.7 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D7
## Concentration maximale du contaminant Particules fines (PM2,5) (CAS-PM2,5) au sol sur la période 24 heures - Scénario réglementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

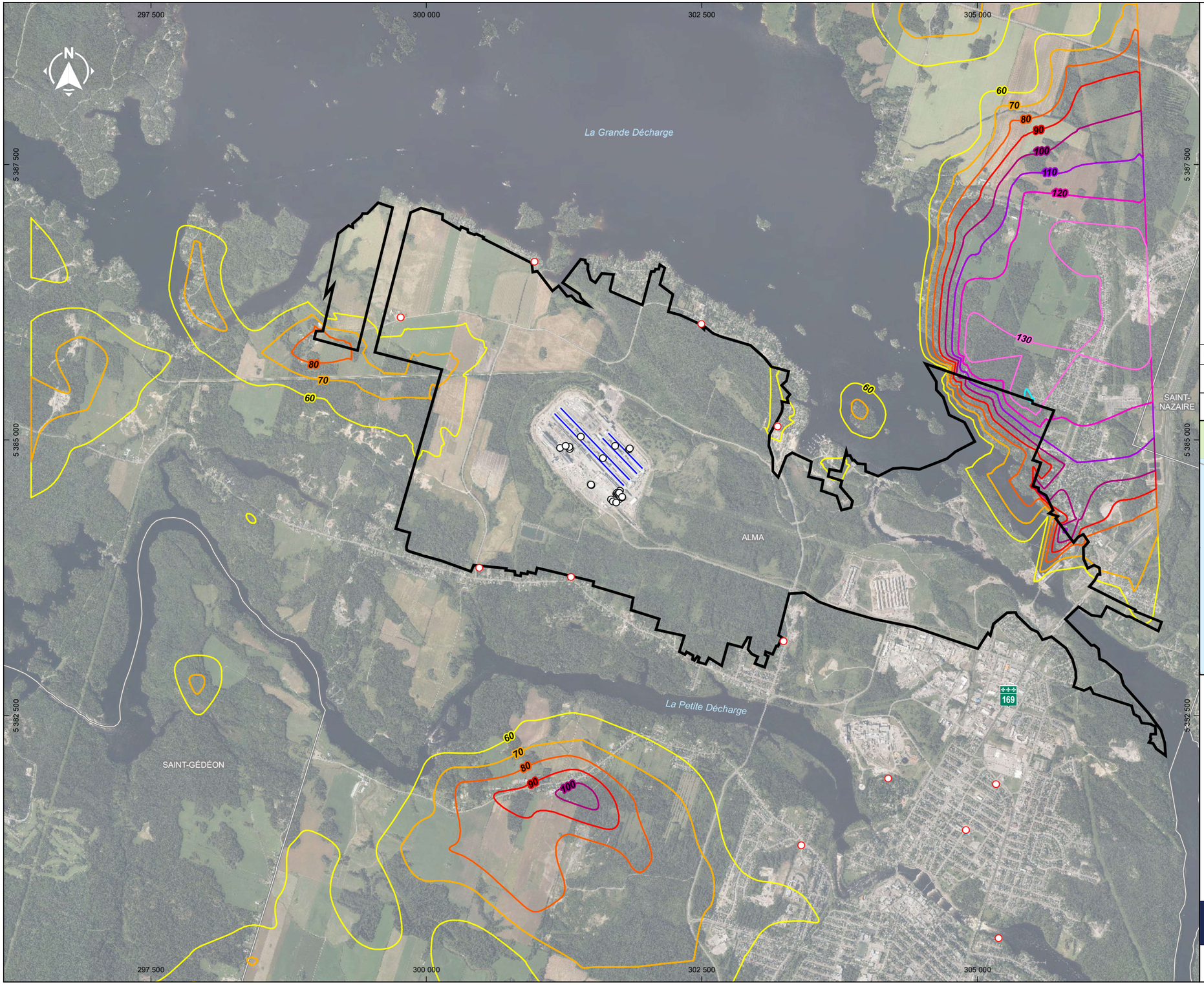
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, ing.
OIQ No 6010760

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0011_R01_D7.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

RecepteursSensibles

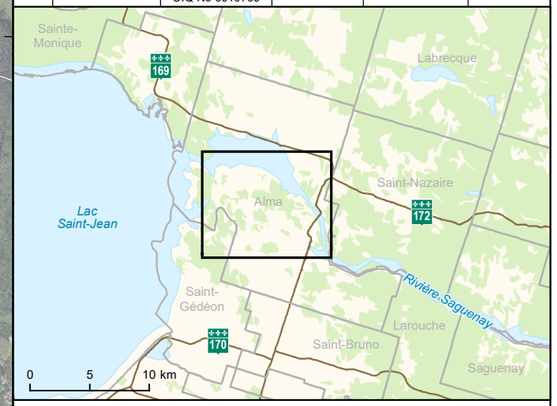
Source ponctuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 60
- 70
- 80
- 90
- 100
- 110
- 120
- 130
- 140

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période 1 heure : 60 µg/m³
Concentration maximale : 143.7 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D8
## Concentration maximale du contaminant Hydrogène, fluorure (CAS-7664-39-3) au sol sur la période 1 heure - Scénario réglementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

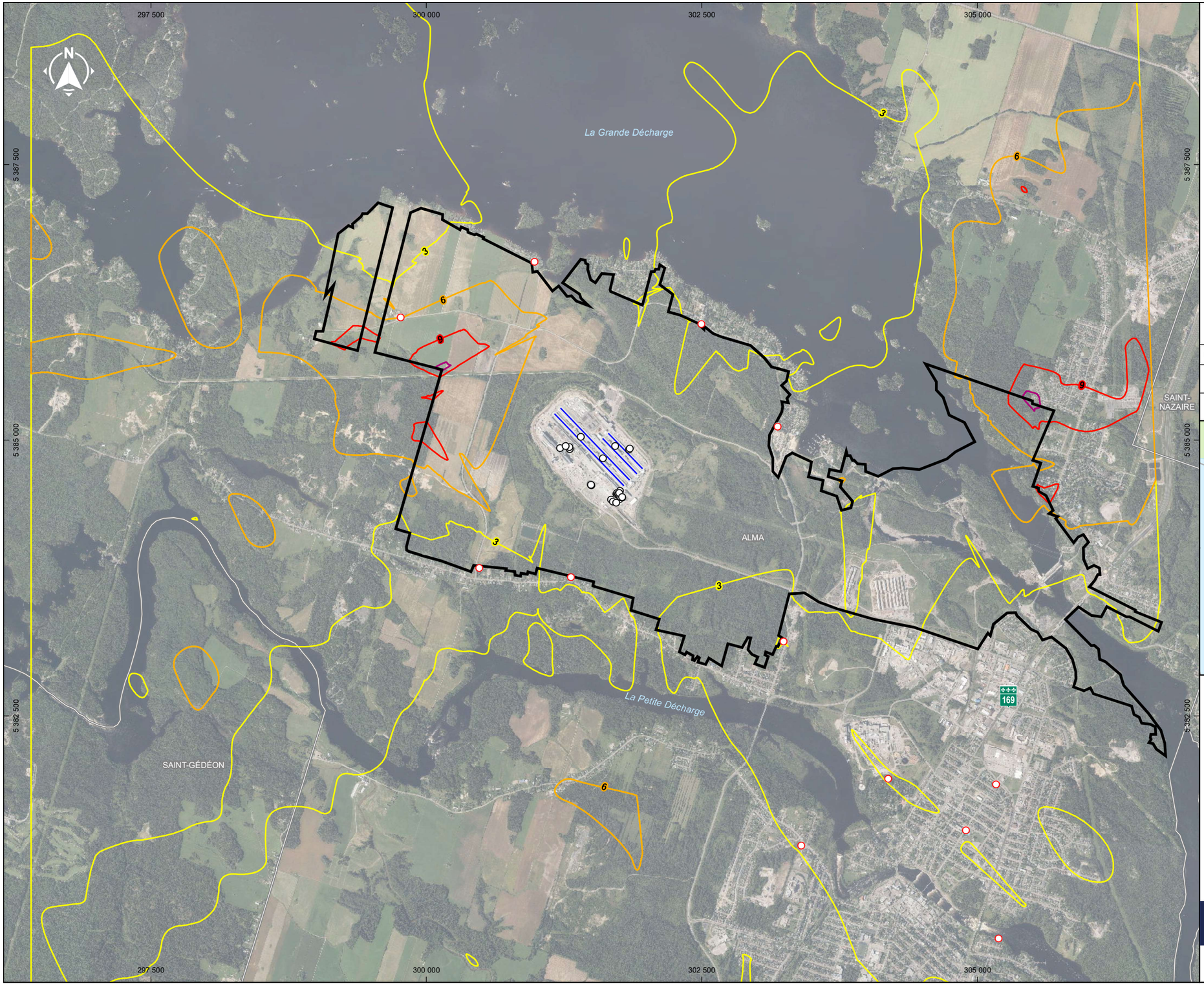
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, ing.
OIQ No 6010760

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0012_R01_D8.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

RecepteursSensibles

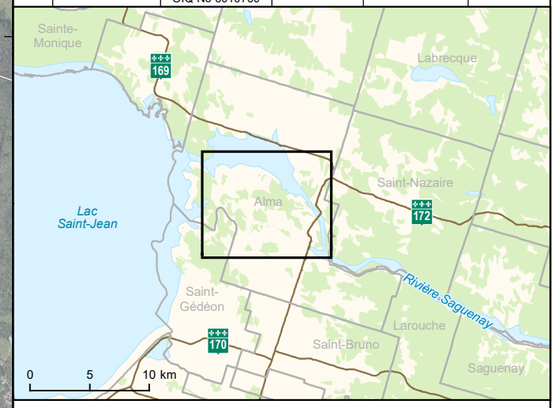
Source ponctuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 3
- 6
- 9
- 11

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période 24h heures : 3 µg/m³
Concentration maximale : 11.8 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D9
## Concentration maximale du contaminant Hydrogène, fluorure (CAS-7664-39-3) au sol sur la période 24 heures (mai à octobre) - Scénario réglementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

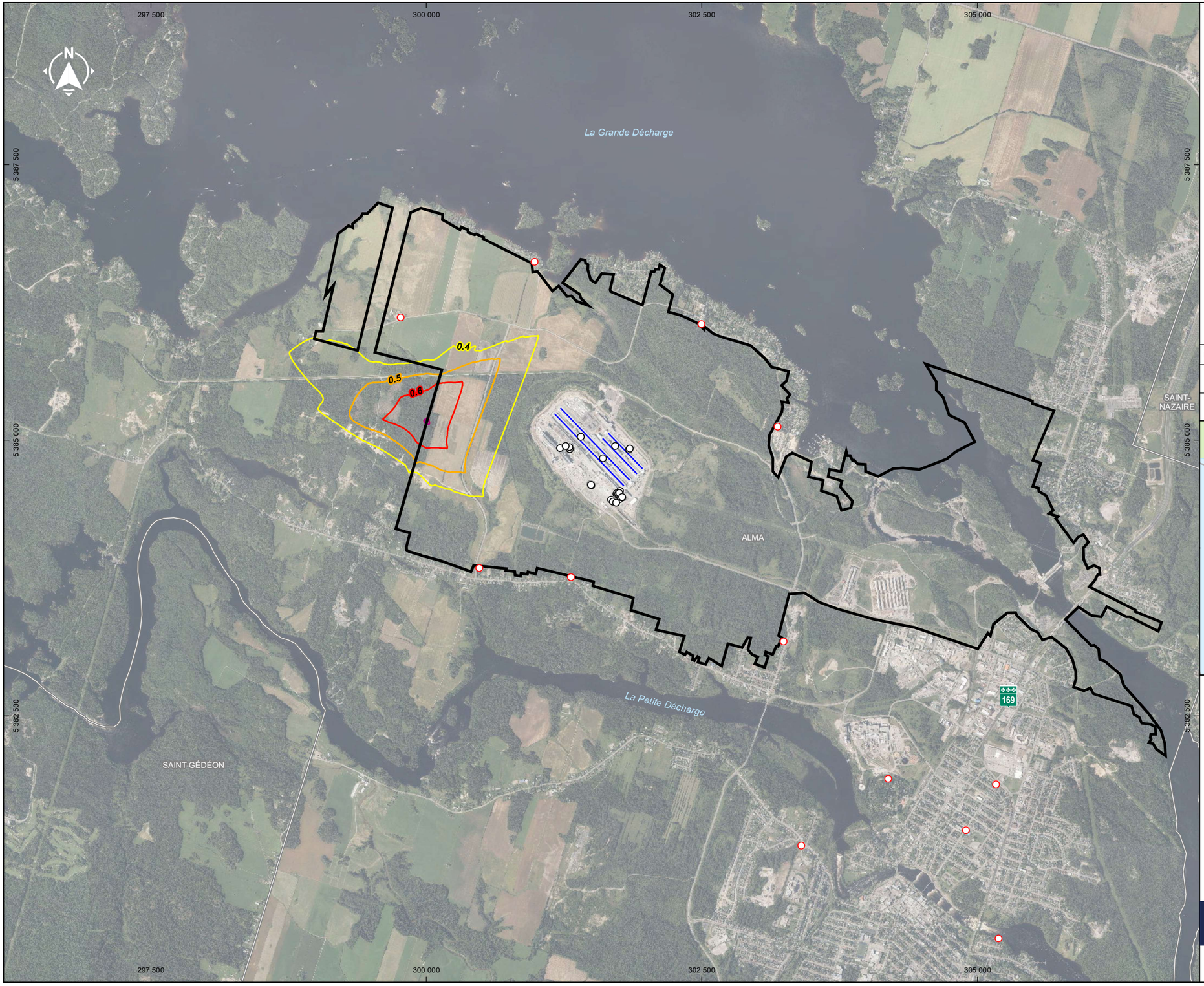
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, ing.
OIQ No 6010760

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0013_R01_D9.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

RecepteursSensibles

Source ponctuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

0.4

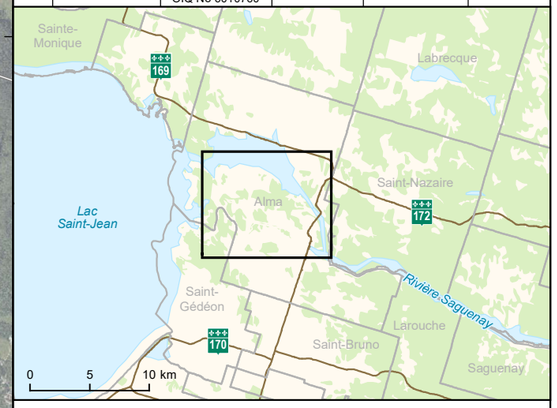
0.5

0.6

0.7

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période annuelle : 0.4 µg/m³
Concentration maximale : 0.7 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D10
## Concentration maximale du contaminant Hydrogène, fluorure (CAS-7664-39-3) au sol sur la période 1 an (mai à octobre) - Scénario réglementaire

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

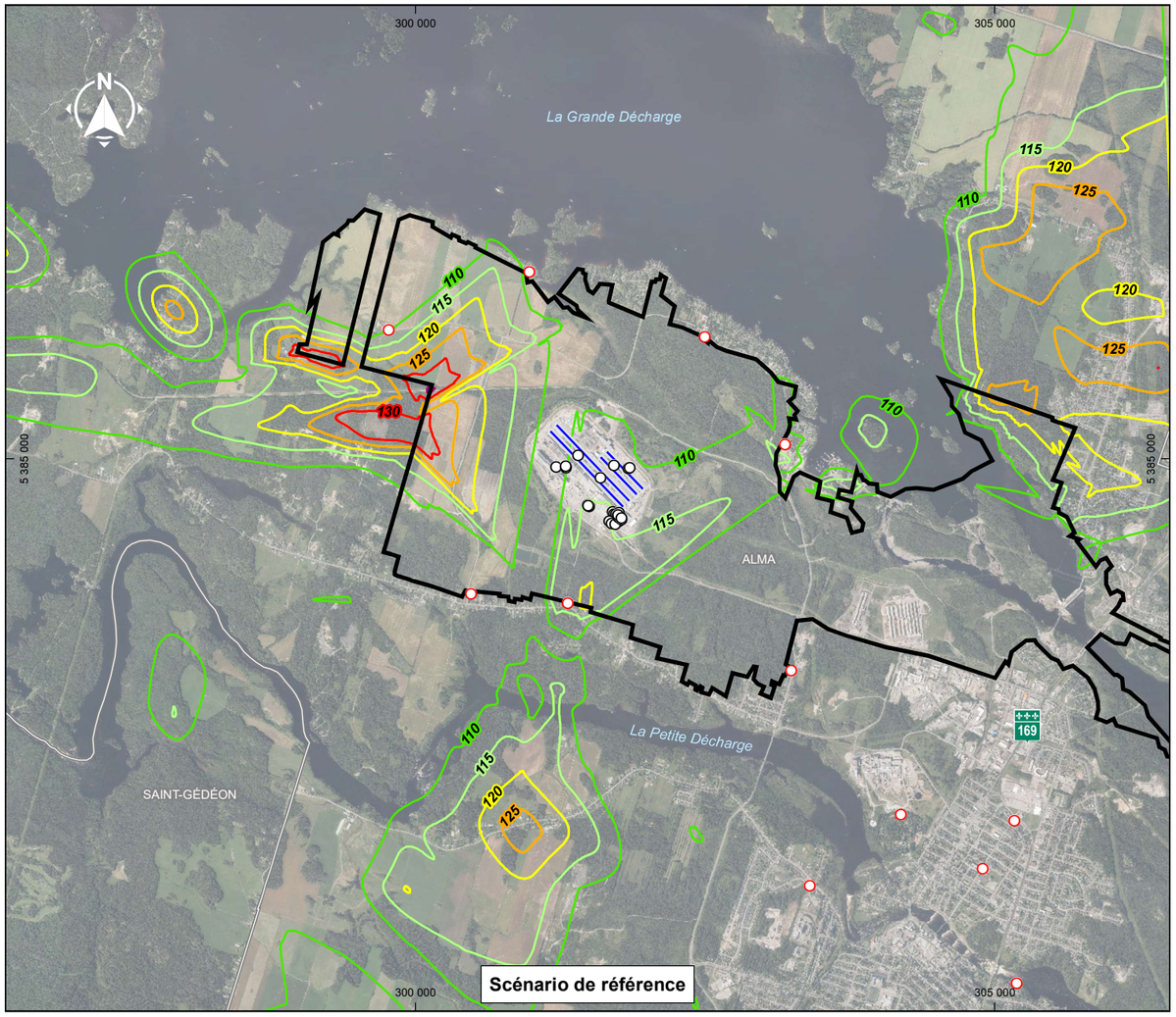
BBA

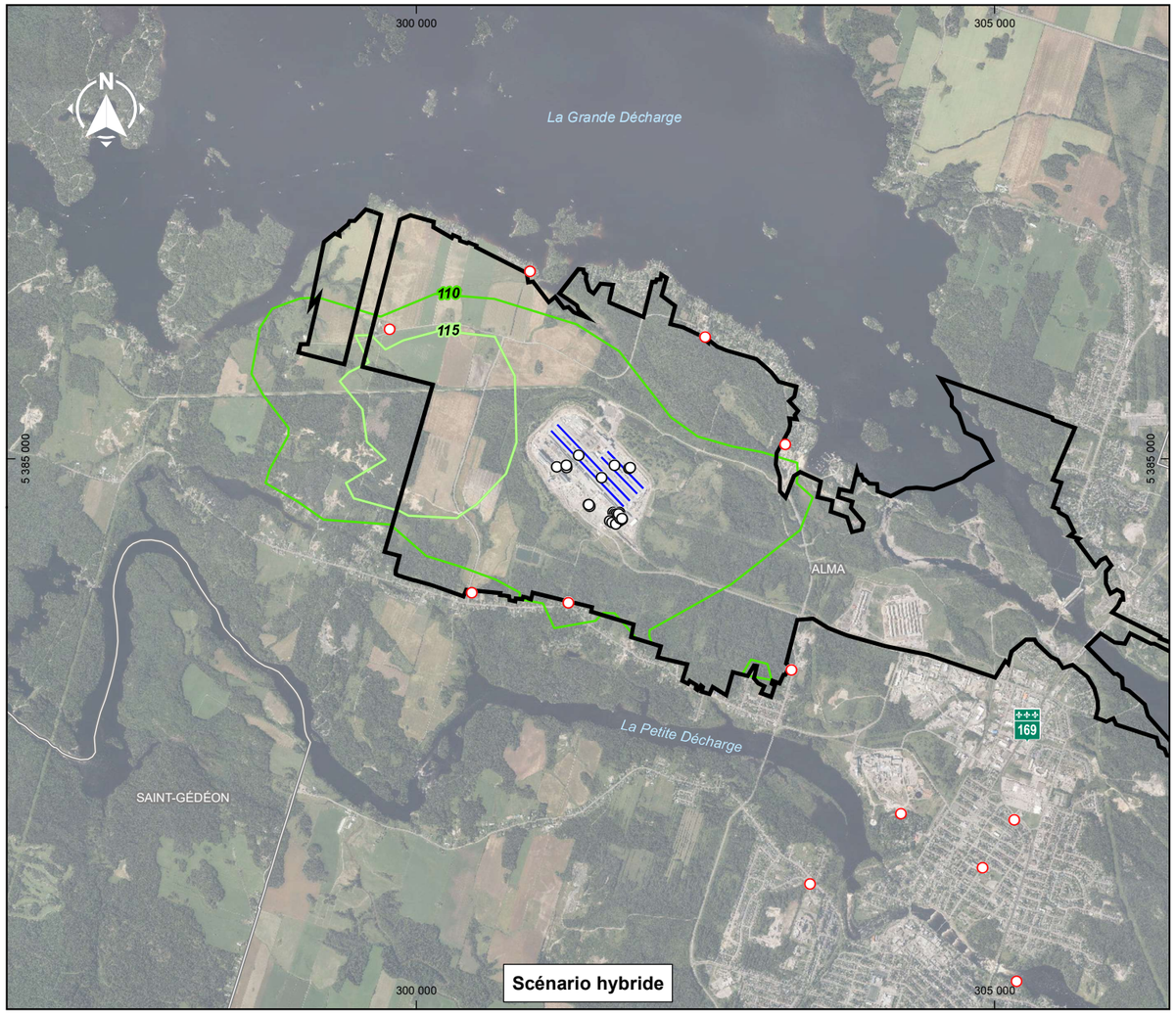
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, ing.
OIQ No 6010760

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

*Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0014_R01_D10.mxd*




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

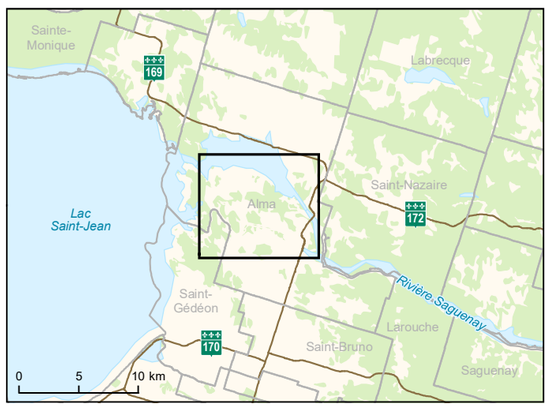
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 110
- 115
- 120
- 125
- 130
- 135

Concentration initiale : 90 µg/m³
Valeur limite des PST sur la période 24 heures : 120 µg/m³
Concentration maximale scénario de référence : 135.8 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 119.3 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D11
## Concentration maximale du contaminant Particules totales (CAS-PST) au sol sur la période 24 heures - Scénario de référence HYBRIDE

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

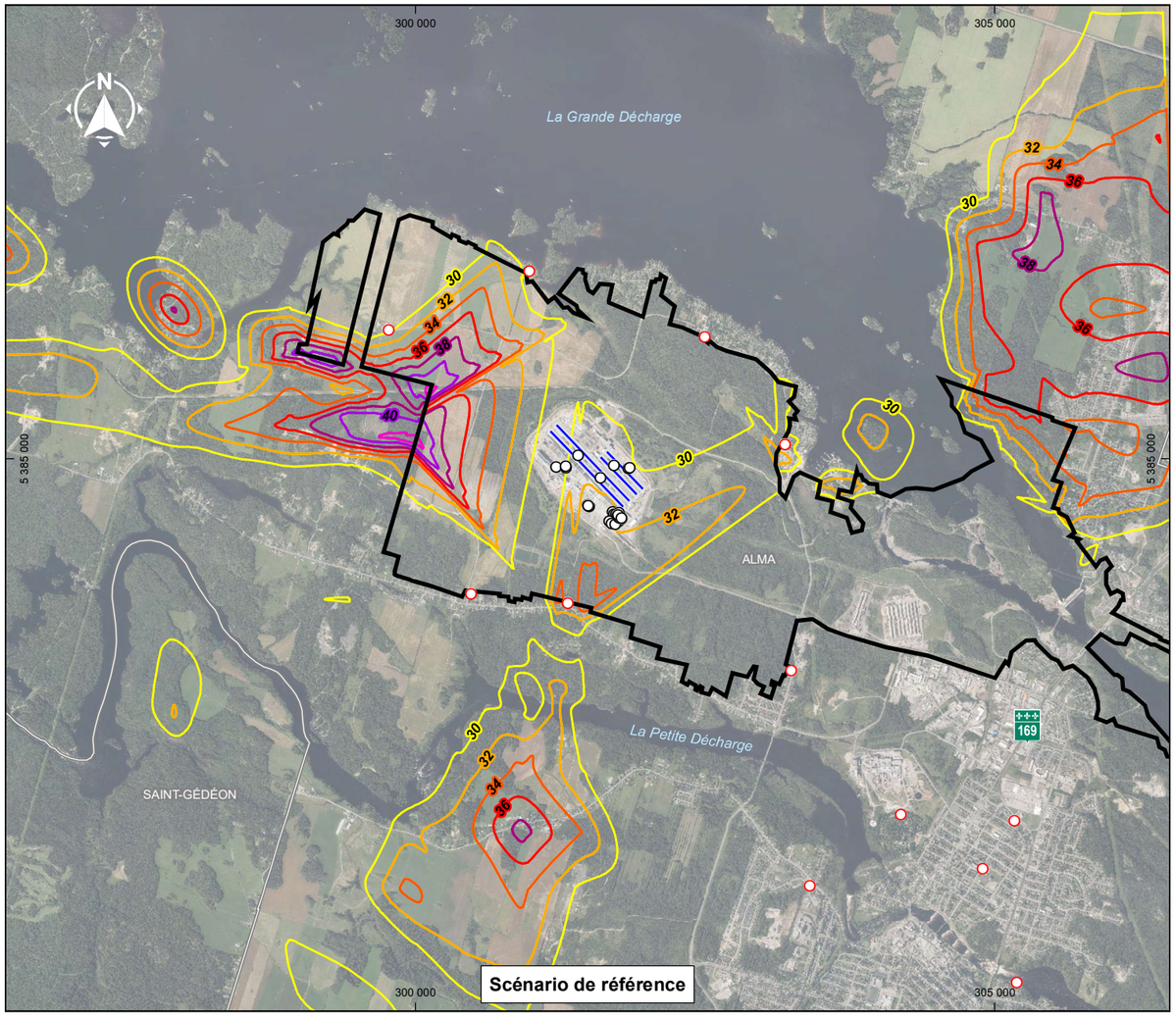
BBA

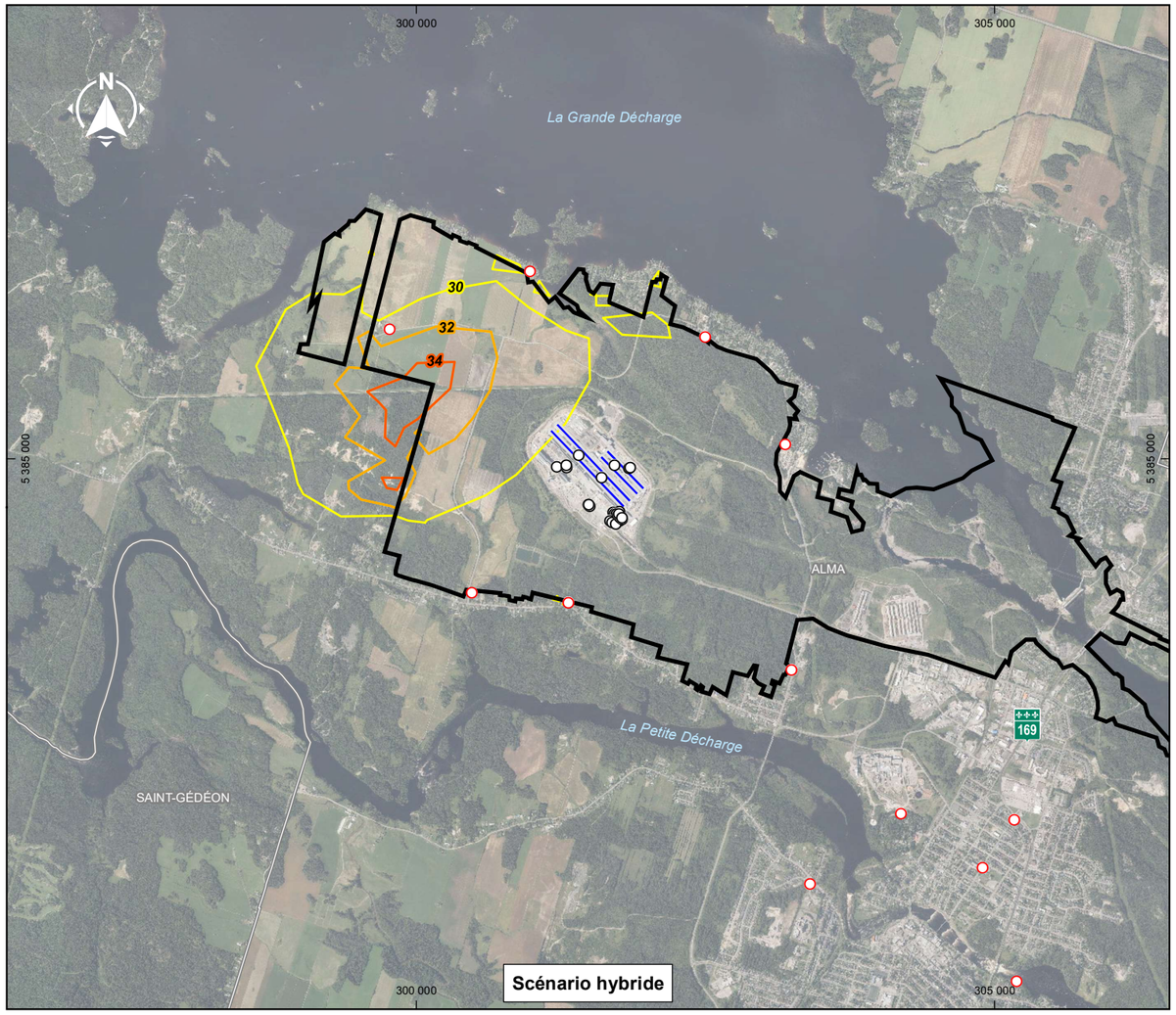
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0015_R01_D11.mxd




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

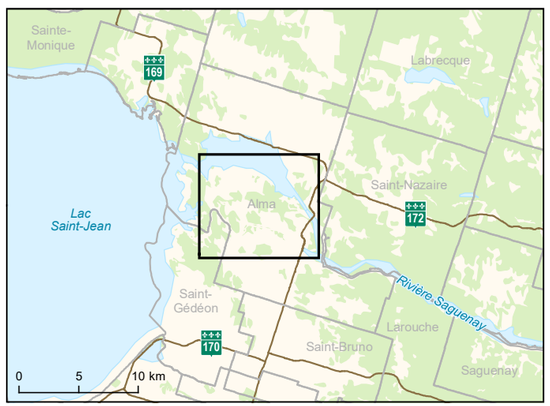
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 30
- 32
- 34
- 36
- 38
- 40
- 42

Concentration initiale : 20 µg/m³
Valeur limite des PM2,5 sur la période 24 heures : 30 µg/m³
Concentration maximale scénario de référence : 43.1 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 34.3 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D12
## Concentration maximale du contaminant Particules fines (PM2,5) (CAS-PM2,5) au sol sur la période 24 heures - Scénario de référence HYBRIDE

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

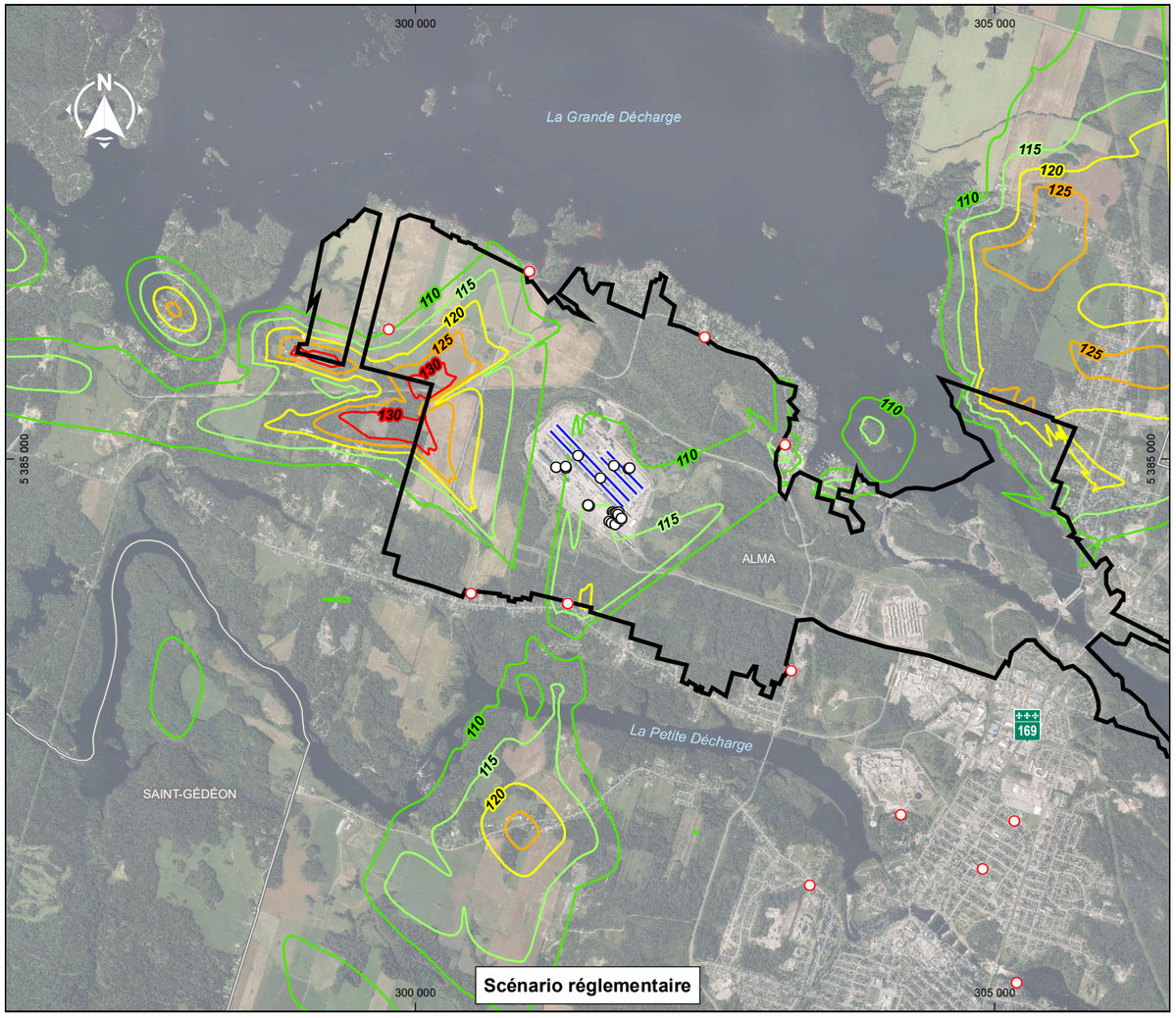
BBA

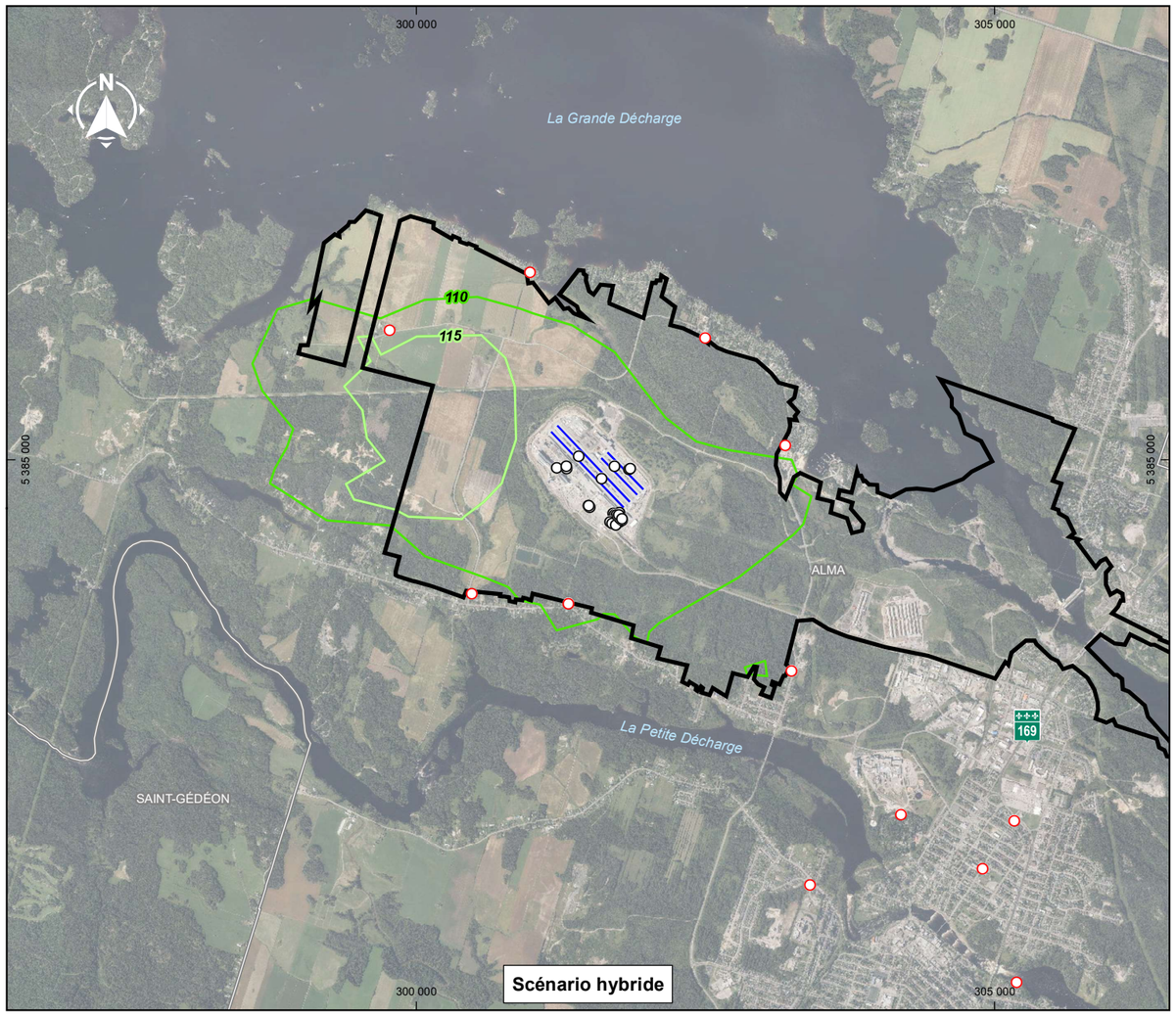
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0016_R01_D12.mxd




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

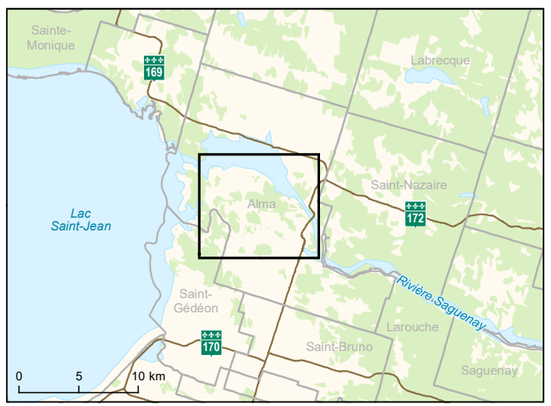
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 110
- 115
- 120
- 125
- 130

Concentration initiale : 90 µg/m³
Valeur limite des PST sur la période 24 heures : 120 µg/m³
Concentration maximale scénario de référence : 135.0 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 119.2 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D13
## Concentration maximale du contaminant Particules totales (CAS-PST) au sol sur la période 24 heures - Scénario réglementaire HYBRIDE

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

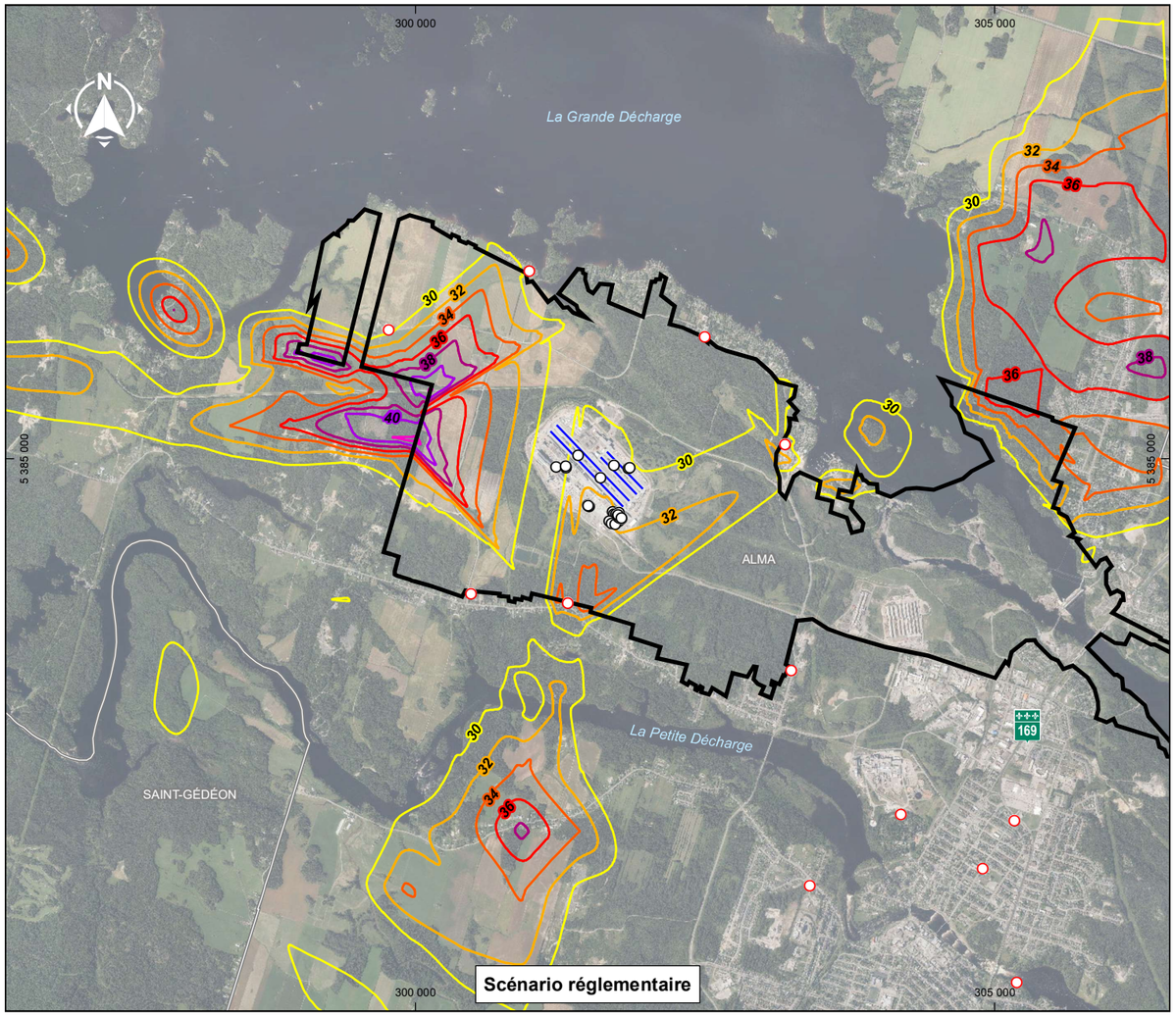
BBA

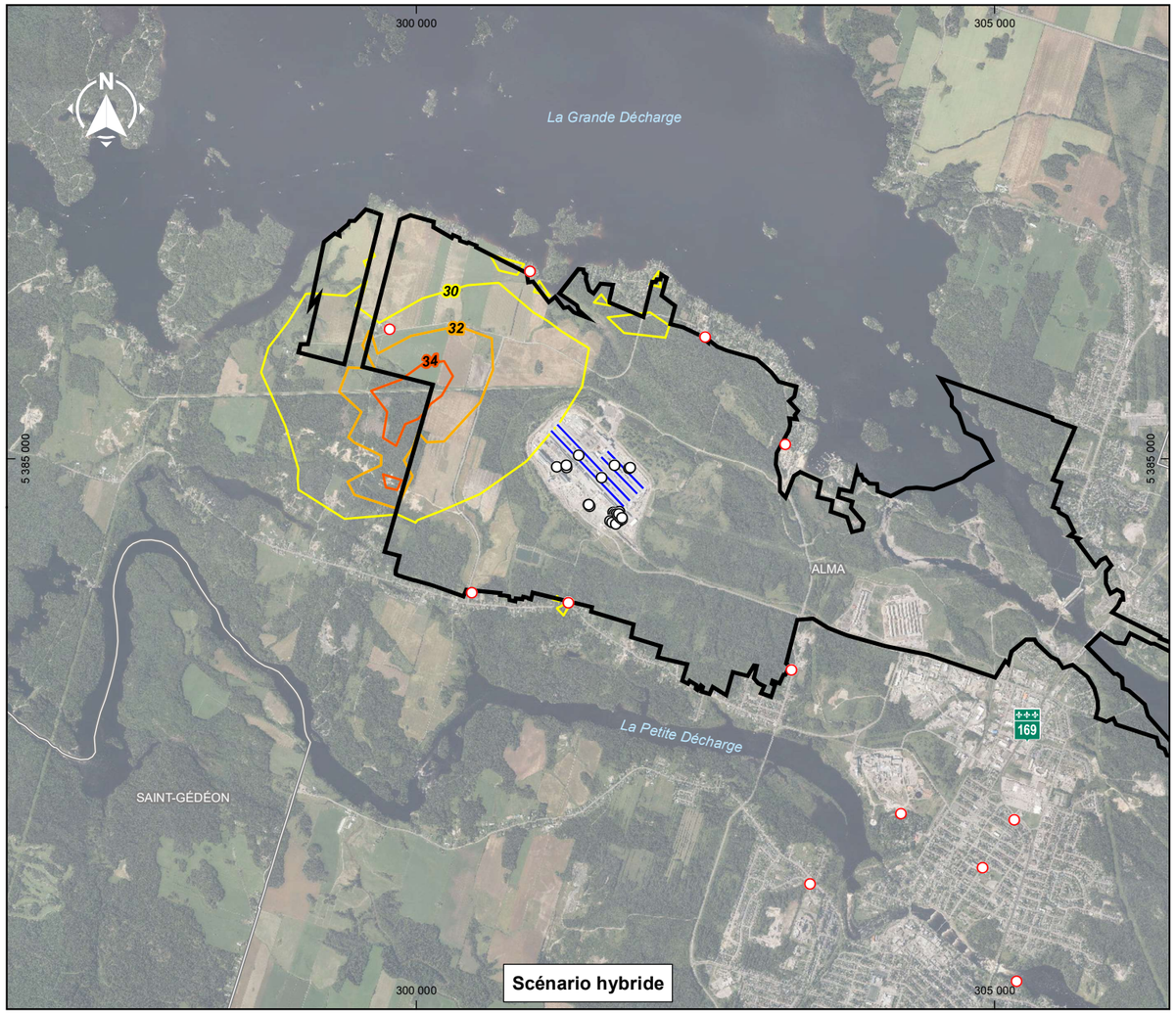
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0017_R01_D13.mxd




Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Récepteur sensible

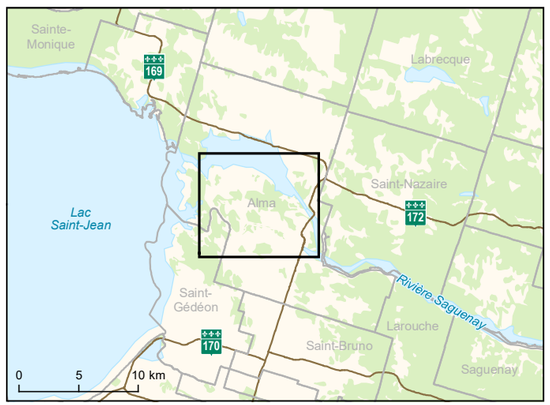
Source pontuelle

**Concentrations des isocontours (incluant la concentration initiale, en µg/m³)**

- 30
- 32
- 34
- 36
- 38
- 40
- 42

Concentration initiale : 20 µg/m³
Valeur limite des PM2,5 sur la période 24 heures : 30 µg/m³
Concentration maximale scénario de référence : 42.7 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 34.2 µg/m³

| RÉV | DESCRIPTION | CONÇU PAR | DESSINÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | DATE |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-03-28 |
| 01 | FINALE | S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 6010760 | A. Monnard | C. Bergerot, ing. OIQ No 5087630 | 2025-10-28 |




RioTinto

*Modélisation réglementaire*
*Alma, Québec*

## Figure D14
## Concentration maximale du contaminant Particules fines (PM2,5) (CAS-PM2,5) au sol sur la période 24 heures - Scénario réglementaire HYBRIDE

***Sources :***
*CanVec, 1/250 000, RNCan, 2017*
*SDA, 1/20 000, MRNF Québec, septembre 2024*
*Orthophoto, © Gouvernement du Québec, résolution 20 cm, 2020*
*Données de projet, BBA, 2025*

*No projet BBA : 3749009-003000-4E*

**2025-10-28**

0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

BBA

CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

VÉRIFIÉ PAR :
C. Bergerot, ing.
OIQ No 5087630

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0018_R01_D14.mxd

# Annexe E : Note technique – Estimation du taux d'émission à l'évent du silo des poussières sous-calcinées

| RioTinto | ***Note technique*** | N° doc. Tt : 50666-65-ETN-001 | |
|---|---|---|---|
| | Récupération de poussières coke sous-calcinées<br>Usine Alma | N° projet Tt : 711-50666 | |
| | | Secteur : 5201 Atelier de pâte crue | |
| N° doc. client : N/A | | Lot : N/A | |
| N° projet client : P-1835108 | | Date : 07/10/25 | Révision : 01 |

Sujet : Estimation des émissions particulaires à la sortie de l'évent de silo de poussières de coke sous-calcinées (PSC)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Émis par :** | Nicolas Perron, ing.<br>Membre n° 5009515 | Signature | 2025-10-07<br>Date |
| **Vérifié par :** | Alexia Grenier, ing., Ph.D.<br>Membre n° 140207 | Signature | 2025-10-07<br>Date |

## 1.0 INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de récupération de poussières de coke sous-calcinées (PSC) à l'usine Alma de Rio Tinto, il est prévu d'installer un silo. Ce silo d'une capacité de 60TM sera équipé d'un dépoussiéreur de type évent de silo ou ''*bin vent*'' à cartouches, qui sera suivi par un filtre de type HEPA.

## 2.0 MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Il est difficile, voire impossible, d'estimer précisément le taux d'émission d'un évent de silo sans faire une analyse par échantillonnage.

Aucun évent de silo avec les mêmes spécifications et caractéristiques de poussières n'était disponible localement, à des fins d'échantillonnage.

Tout d'abord, il est nécessaire d'estimer la charge de poussières à l'entrée de l'évent de silo. Pour ce faire, nous avons utilisé les facteurs d'émission pour le remplissage d'un silo pour des émissions non contrôlées (application similaire à ce projet) qui sont extraits du document AP-42 *Guidance on Emission Factors on the Mining Industry* (voir Annexe A).

La charge de poussières à l'entrée a été calculée à partir du débit de remplissage moyen du silo (23,3 TM/h), de la capacité prévue du dépoussiéreur (soit, 1 274,26 $m^3$/h ou 750 CFM), ainsi que du facteur d'émission pour les particules totales de 0.365 g d'émissions par kg de matériel (remplissage de silo, voir Annexe A). Avec ces hypothèses, la charge de poussières à l'entrée de l'évent de silo est estimée à 6,7 g/$m^3$, qui est une charge tout à fait normale pour ce type d'application (dépoussiérage par ''bin vent'').

L'estimation des émissions particulaires à la sortie du ''*bin vent*'' tient compte de l'efficacité des filtres Pleatco en *spunbond* polyester pour différentes tailles de particules - PM, $PM_{10}$, $PM_{2.5}$ - (voir Annexe B); les émissions ont été évaluées à 283 mg/$m^3$. L'efficacité moyenne de filtration des filtres Pleatco est de 95,8%, qui est une efficacité qualifiée de passable pour des cartouches en *spunbond* polyester.

Le filtre HEPA en sortie du ''bin vent'' a une efficacité accrue pour les fines particules (99,982% pour des particules de 1 à 2,5 µm, voir Annexe C) et permet d'atteindre un taux d'émission inférieur à 1 mg/$m^3$ (calculé à 0,031 mg/$m^3$). Le filtre HEPA agit comme un filtre secondaire afin de respecter en tout temps les normes

d'émissions de particules des rejets à l'atmosphère (c'est une mesure de mitigation en cas de fuite ou de bris des filtres du dépoussiéreur ''*bin vent*'').

Nous recommandons d'utiliser des cartouches avec une efficacité de filtration plus élevée pour les fines particules ($PM_{10}$ et $PM_{2.5}$), comme un filtre en *spunbond* polyester avec membrane de PTFE. Cela permettra d'allonger la durée de vie des cartouches et du filtre HEPA, et de réduire la fréquence de leur remplacement et le temps de maintenance associé.

## Calculs :

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tonnage camion-citerne | 35000 | kg | | | Intrant | | | |
| Temps pour déchargement | 90 | min | | | Valeur calculée | | | |
| Débit (massique) | 23333 | kg/h | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Débit de l'évent de silo | 1274,26 | m3/h | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | Facteur d'émissions US-EPA AP-42 pour le remplissage de silo (émissions non contrôlées) (valeurs cellules en jaune) | | | | | | | |
| | Ref: Facteur d'émissions AP-42 | | | Guidance on Emission Factors for the Mining Industry | | | | p. 15 of 29 |
| | | | | | | | | |
| | PM | | | PM10 | | | PM2,5 | |
| | 0,73 | lb/ton | | 0,47 | lb/ton | | 0,07 | lb/ton |
| | 0,365 | g/kg | | 0,235 | g/kg | | 0,035 | g/kg |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| **Charge entrée de l'évent de silo** | | | | | | | | |
| Charge de poussières | 8517 | g/h | | 5483 | g/h | | 817 | g/h |
| Concentration poussières | 6,7 | g/m3 | | 4,3 | g/m3 | | 0,6 | g/m3 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| **Calculs des émissions en sortie de l'évent de silo** | | | | | | | | |

| | Entrée évent de silo | | Efficacité de filtration des cartouches | Sortie évent de silo | |
|---|---|---|---|---|---|
| Plus de 10 um | 3033 | g/h | 100% | 0 | g/h |
| 2,5 à 10 um | 4667 | g/h | 97% | 140 | g/h |
| 1 à 2,5 um | 817 | g/h | 73% | 221 | g/h |
| | | | | | |
| Total (massique) | 8517 | g/h | | 361 | g/h |
| Efficacité globale des filtres | 95,8% | | | | |
| Charge entrée évent de silo | 6,7 | g/m3 | | | |
| | | | | | |
| | | | Émissions sortie évent de silo | 283 | mg/m3 |

**Calculs des émissions en sortie du filtre secondaire HEPA (captation des émissions de l'évent de silo)**

| | Entrée Filtre HEPA | | Efficacité de filtration HEPA | Sortie Filtre HEPA | |
|---|---|---|---|---|---|
| Plus de 2,5 um | 140 | g/h | 100% | 0 | g/h |
| 1-2,5 um | 220,5 | g/h | 99,982% | 0,03969 | g/h |
| | | | | | |
| Total (massique) | 361 | g/h | | 0,0397 | g/h |
| | | | | | |
| | | | **Émissions sortie Filtre HEPA** | **0,031** | **mg/m3** |

Après la sortie du Filtre HEPA, les émissions à l'atmosphères sont inférieures à 1 mg/m3.

# ANNEXE A – FACTEURS D'ÉMISSIONS AP-42
# GUIDANCE ON EMISSION FACTORS FOR THE MINING INDUSTRY

**Référence :**

Facteurs d'émission AP-42 Guidance on Emission Factors for the Mining Industry (p. 15 of 29)

https://ndep.nv.gov/uploads/air-permitting-docs/ndep-mining-emissions-guidance.pdf

2.3. Table of General Mining Material Processes Emission Factors (continued)

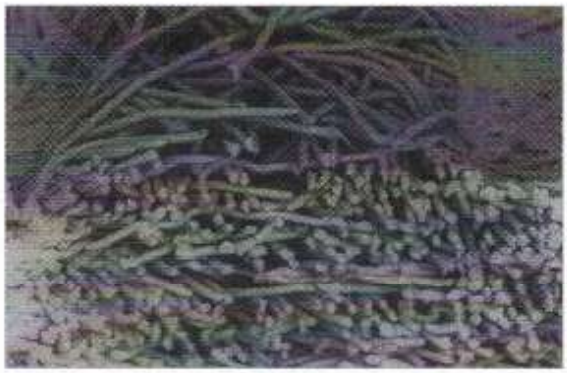
| Reference to Flow Diagram | Activity | Emission Factor | | | Emission Factor Reference | Description of Material Type(s) | Scope of Emission Factor | Note / Comments | Applicable Federal Regulations (NSPS/NESHAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PM (lb/ton) | $PM_{10}$ (lb/ton) | $PM_{2.5}$ (lb/ton) | | | | | |
| I | Lime Silo Loading | 0.73 | 0.47 | 0.07 | AP-42 Table 11.12-2: Cement Unloading to Elevated Storage Silo [Pneumatic] (Uncontrolled) $PM_{2.5} = PM_{10}*(0.053/0.35)$ | Lime, including pelletized lime. | These emission factors apply to silos whose emissions during silo loading are not controlled. | Note that AP-42 Chapter 11.17 provides emissions factors for Lime Manufacturing Raw Material and Product Processing and Handling, but does not address end use. Additionally, multipliers for $PM_{2.5}$ are based on AP-42 Chapter 13.2.4. | |
| | | 0.00099 | 0.00034 | 0.00005 | AP-42 Table 11.12-2: Cement Unloading to Elevated Storage Silo [Pneumatic] (Controlled) $PM_{2.5} = PM_{10}*(0.053/0.35)$ | | These emission factors apply to silos whose emissions during silo loading are controlled with a bin vent or baghouse. | | |
| | Lime Silo Unloading | 0.0048 | 0.0028 | 0.0004 | AP-42 Table 11.12-2: Weigh Hopper Loading (Uncontrolled) $PM_{2.5} = PM_{10}*(0.053/0.35)$ | Lime, including pelletized lime. | These emission factors apply to silos to conveyor transfer, silo unloading to hopper, silo or truck unloading, and discharge of conveyor. | Note that AP-42 Chapter 11.17 provides emissions factors for Lime Manufacturing Raw Material and Product Processing and Handling, but does not address end use. Additionally, multipliers for $PM_{2.5}$ are based on AP-42 Chapter 13.2.4. | |
| | | 0.032 | 0.015 | 0.002 | AP-42 Chapter 13.2.4 Equation (1) Open Transfer: W = 7.8 mph; M = 0.468% | | These emission factors apply to silo (or associated silo conveyor/feeder) unloading to a truck or pile. | | |

# ANNEXE B – FICHE TECHNIQUE DES CARTOUCHES – DÉPOUSSIÉREUR *''BIN VENT"*

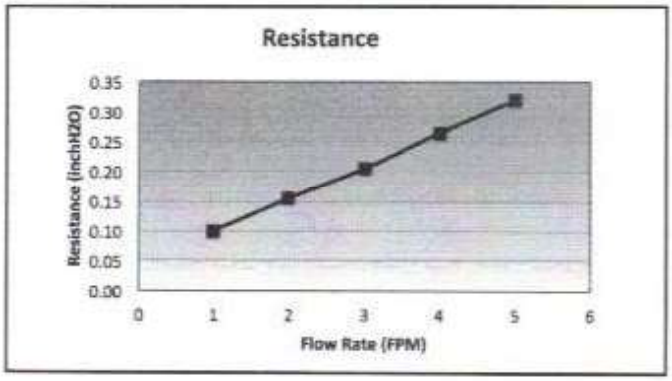
Pleatco
FILTRATION

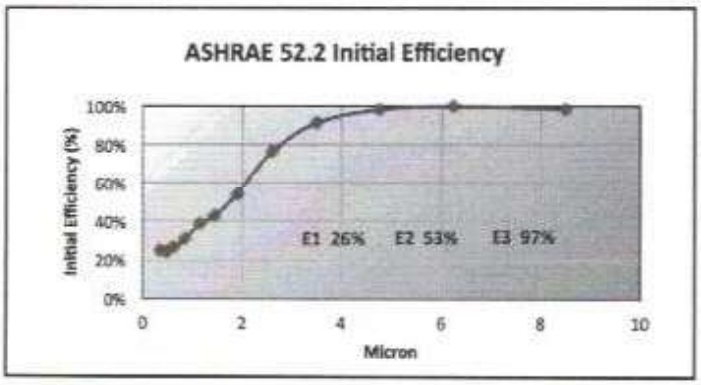
# SynBond™ Media 501B

A heavy duty, 100% polyester spunbond media.



Excellent durability, particulate release and moisture resistance.




## APPLICATIONS

| PARTICLE REMOVAL EFFICIENCY | STATIC | PULSE | MOISTURE RESISTANCE |
|---|---|---|---|
| Good | Excellent | Excellent | Excellent |

## PERFORMANCE

| ENVIRONMENT | FILTER CLASS MERV RATING | AIR PERMEABILITY | MULLEN BURST STRENGTH, DRY |
|---|---|---|---|
| • Abrasive Handling<br>• Cement<br>• Carbon Black<br>• Minerals<br>• Pharmaceutical<br>• Foundry<br>• Welding Fumes – dry<br>*See full list at ApelFilters.com* | MERV 10 | 20 cfm | Min 300 psi |
| | MERV is Minimum Efficiency Reporting Value. Higher MERV means greater efficiency. MERV Range: 1–16 | Air permeability is a measure of air flow at 0.5 inch H2O pressure drop. Higher permeability can offer lower energy costs. | Mullen burst strength is a measure of the filter media strength under pressure. Higher mullen indicates stronger media and longer media life. |

## CAPABILITY

| MAX OPERATION TEMP | HYDROLYSIS | ACID | ALKALI |
|---|---|---|---|
| 275° F | Good | Fair | Fair |

## MERV TEST RESULTS FOR FLAT SHEET

| PARTICIA SIZE RANGE | E1 (0.3 to 1 micron) | E2 (1 to 3 micron) | E3 (3.0 to 10 micron) |
|---|---|---|---|
| Minimum Initial Efficiency | 50% | 73% | 97% |


PLEATCO.COM | CALL US | 502.240.0443


INCORPORATING FORMER BRANDS
APEL International Inc | MPF | TVS

# ANNEXE C – FICHE TECHNIQUE DU FILTRE HEPA

TRIDIMHARDY
A MANN+HUMMEL Company

# FICHE TECHNIQUE
# DATA SHEET

Date: 2021-12-06

## STYLE F11613B14 ou G14

| | |
|---|---|
| **FIBRE / FIBER:** | **Polyester** |
| **CONSTRUCTION:** | **Feutre / Needlefelt** |
| **FINI / FINISH:** | **Grillé léger/Light singed – Glacé léger/Light Glazed** |
| **NOMBRE / COUNT:** | **Supporté / Supported** |
| **POIDS / WEIGHT:** | **15-17 oz/v²** |
| **ÉPAISSEUR / THICKNESS:** | **0.055"-0.075"** |
| **CAPACITÉ FILTRANTE :** | **99.9820% À 2,5 µ** |
| **PERMEABILITÉ / PERMEABILITY:** | **20-40 cfm** |
| **TENSILE LW :** | **375 lbs min** |
| **TENSILE XW :** | **382 lbs min** |
| **TEMP OPÉR / SERVICE TEMP :** | **275°F / 135°C** |
| **RÉTRÉCISSEMENT / SHRINKAGE:** | **3% max @ 300°F pour 2 hres / for 2 hrs** |

2405, rue Jules-Vachon, Trois-Rivières (Québec), G9A 5E1, T 819 373-7400, F 819 373-7341
www.hardyfiltration.com

# Annexe F : Note technique – Évaluation de l'initiative d'optimisation du captage aux cuves des CTG

# Rio Tinto – Usine Alma

**Évaluation de la méthode de réduction des émissions**

Alma, QC

Lettre-rapport

**Évaluation technique – Efficacité augmentée du captage à la source et de la filtration**

**N° document BBA / Rév. :** 37490013-000000-40-ERA-0001 / R01

9 mai 2025

**FINAL**

375, boul. Sir-Wilfrid-Laurier
Mont-Saint-Hilaire, QC J3H 6C3
**T** +1 450.464.2111 **F** +1 450.464.0901
**BBAconsultants.com**
Tous droits réservés. © BBA

préparé, vérifié

2025-05-09

Préparé et vérifié par :
Hugues Châteauneuf, ing.
OIQ nº 121721

Approuvé par :
Corentin Bergerot, ing.
OIQ nº 5087630

Nº document BBA / Rév. : 37490013-000000-40-ERA-0001 / R01

## HISTORIQUE DES RÉVISIONS

| Révision | État du document – Description de la révision | Date |
|---|---|---|
| R00 | Final | 2025-04-24 |
| R01 | Final | 2025-05-09 |

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

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

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

Monsieur Ouellet,

À l'aluminerie d'Alma, la ventilation des cuves d'électrolyse permet d'assurer le captage des contaminants; elle est constituée d'un agencement de hottes situées à l'intérieur de la superstructure de chaque cuve. Les contaminants captés sont acheminés à des centres de traitement des gaz (CTG) par un réseau de conduits. Chaque CTG consiste en une série de réacteurs comprenant une zone de réaction entre l'alumine injectée et les gaz captés aux cuves, et un dépoussiéreur situé en aval. L'air épuré est évacué à l'atmosphère grâce à des cheminées de dispersion.

Dans le contexte de la révision du modèle de dispersion atmosphérique en lien avec l'augmentation de production envisagée au centre de billettes de l'usine Alma, RTA envisage la mise en œuvre d'une initiative d'optimisation du captage aux cuves; celle-ci consiste à utiliser une nouvelle technologie de sacs filtrants aux dépoussiéreurs (réacteurs) pour y traiter efficacement, et ce de manière durable, un débit d'air plus élevé. L'augmentation du débit d'air capté aux cuves est notamment envisageable en raison de la marge actuellement disponible sur les ventilateurs existants.

Un tel accroissement permettrait notamment de réduire les émissions fugitives dans le secteur (HF, poussières) et par conséquent, les émissions atmosphériques de contaminants par les évents de toit. Les effets de cette augmentation de débit doivent cependant être absorbés par les dépoussiéreurs existants, pour lesquels un remplacement de la technologie des filtres est envisagé.

Les objectifs de l'expertise menée par BBA sont donc les suivants :

- Réviser la prédiction de réduction des émissions fugitives dans le secteur de l'électrolyse selon un scénario d'augmentation du débit d'air capté aux cuves;
- Analyser l'impact sur le fonctionnement et sur l'efficacité de filtration des réacteurs (dépoussiéreurs) dans ce même scénario d'augmentation du débit d'air si les éléments filtrants sont améliorés.

*L'analyse réalisée permet d'avancer qu'une* ***augmentation de 1,3 % du débit d'air capté aux cuves*** *et traité aux réacteurs des CTG entraînera une* ***réduction de 2,2 % des émissions fugitives moyennes de contaminants dans le secteur de l'électrolyse*** *et par conséquent, des émissions atmosphériques des lanterneaux.*

Au-delà des analyses effectuées, deux séances de travail ont été tenues avec le personnel de RTA dans le but de comprendre les simulations effectuées et les essais réalisés sur le terrain.

## Séance de travail nº 1 : ventilation des cuves (14 février 2025)

Lors de cette séance de travail, le principal sujet abordé est la ventilation des cuves et tout particulièrement, l'efficacité du captage à la source des contaminants.

Les installations de l'usine Alma de RTA comprennent un total de trois centres de traitement des gaz (CTG) traitant chacun 144 cuves d'électrolyse. Chaque cuve possède une superstructure qui est retirée seulement à la fin de vie utile de la cuve. Chaque superstructure sert de support pour les capots de cuves, qui eux sont amovibles afin d'effectuer les travaux requis lors du fonctionnement. Des hottes de captage sont situées tout le long de la cuve, dans la partie supérieure de la superstructure, afin d'aspirer les contaminants et de les acheminer vers le canon de la cuve, qui est relié au conduit de ventilation situé le long du mur externe de la salle de cuves.

Le réseau de conduits d'aspiration comprend quatre branches principales pour chaque CTG. Les branches de chaque réseau sont équilibrées grâce à des diaphragmes (orifices) dont les ouvertures peuvent varier. RTA indique notamment que cette méthode permet d'assurer un écart minimal entre les débits d'air aspirés aux différentes cuves, soit les plus éloignées et les plus rapprochées du CTG. Le réseau aéraulique est donc bien balancé et permet le maintien de débits d'air constants aspirés dans chaque cuve.

L'électrolyse a lieu en continu, avec les capots de cuve entièrement fermés la grande majorité du temps (plus de 95 % du temps de fonctionnement); les émissions fugitives sont alors minimales, voire inexistantes puisque la vitesse de l'air dans les interstices entre le capot et la cuve est maximale dans cette configuration. Lors d'activités comme le changement d'anode, la « couverture » et la « recouverture » de trois à six panneaux de capots de cuves sont retirés[1]; pendant ces périodes, les émissions sont moins importantes, mais l'efficacité de captage est réduite.

Un modèle mathématique a été développé par RTA et consiste en une adaptation stochastique (simulation de Monte-Carlo) de celui proposé par E. Dernedde du Centre de recherche et développement d'Arvida[2]. Validé de manière empirique, le modèle a été calé avec des mesures réelles effectuées pour des cuves issues de la même technologie que celle employée à l'usine Alma. En effet, les résultats sont soutenus par de nombreuses mesures effectuées en usine sur plusieurs années, notamment par du traçage de gaz (HF) et des bilans massiques sur le fluorure[3].

[1] Jamais plus de trois à six panneaux ne sont retirés à la fois.
[2] Références :
- *Gas Collection Efficiency on Prebake Reduction Cells*, E. Dernedde (1990)
- *Estimation of Fluoride Emissions to the Atmosphere*, E. Dernedde (Kroll International)

[3] Différences mesurées entre le dosage dans l'alumine (fluoré) et la sortie aux cheminées et aux évents (HF).

Les équations développées reposent notamment sur les principes suivants :

1. Captage uniforme des gaz chauds (100 °C) tout le long de la cuve grâce à la ventilation forcée de cette dernière;
2. Transfert uniforme de chaleur du bain d'alumine vers l'air de la cuve ($Q = Cp.\Delta T$); et
3. Équilibre des pressions entre l'intérieur et l'extérieur du capot de la cuve d'électrolyse (convection).

Les résultats du modèle permettent notamment d'évaluer le débit d'infiltration d'air ambiant dans une cuve adéquatement ventilée et le débit de gaz s'échappant d'une cuve pour laquelle la ventilation est insuffisante. Les simulations effectuées permettent de tenir compte des différentes configurations de cuves au fil du temps, et notamment l'impact de situations réelles et variations susceptibles de survenir en opération (se référer au tableau suivant).

**Tableau 1 : Évolution de l'efficacité de captage et de la réduction des émissions fugitives d'ici 2026**

| Année de référence | Débit d'air | | Efficacité moyenne de captage à la source (cuves) | Réduction des émissions fugitives dans le secteur de l'électrolyse (par rapport à 2024) |
|---|---|---|---|---|
| | Total par CTG | Par cuve | | |
| **2024** | 388 $m^3/s$ [822 210 PCM] | 2,55 $m^3/s$ [5 400 PCM] | 97,85 % | - |
| **2026** | 393 $m^3/s$ [832 800 PCM] | 2,58 $m^3/s$ [5 467 PCM] | 97,90 % | -2,2 % |

Une corrélation entre les émissions fugitives et le débit d'air capté aux cuves a donc pu être définie, et c'est sur cette relation qu'est basée la prévision proposée dans la présente étude. À la lumière de l'analyse effectuée, il est possible d'avancer qu'en 2026, **les émissions fugitives de contaminants – et par conséquent les émissions à l'environnement par les lanterneaux – pourront être réduites de 2,2 % au secteur de l'électrolyse de l'usine Alma si le débit d'air capté aux cuves est augmenté (+1,24 %).** Pour atteindre une telle réduction des émissions atmosphériques, il faut s'assurer que le débit d'air supplémentaire capté aux cuves pourra être traité efficacement et durablement par les équipements existants (ventilateurs, réacteurs); la seconde partie de cette étude couvre cet aspect tout particulièrement.

## Séance de travail nº 2 : augmentation du débit traité et modifications apportées aux réacteurs (28 mars 2025)

Les sujets principaux abordés lors de cette séance sont la configuration et le fonctionnement actuel des réacteurs (dépoussiéreurs), et les modifications envisagées notamment par suite des essais réalisés sur le terrain.

Les trois centres de traitement des gaz (CTG) de l'usine Alma sont constitués par 10 réacteurs qui sont des dépoussiéreurs à sacs filtrants comprenant un système d'injection d'alumine en amont pour neutraliser le fluorure d'hydrogène. Chaque réacteur comprend un total de 960 manches filtrantes (sacs).

Des tests d'envergure ont été réalisés par RTA au cours des dernières années; tous les sacs filtrants dits « 8 plis » d'un réacteur ont en effet été remplacés par des sacs à 12 plis (voir figure suivante). Il s'agit d'un modèle dont les dimensions sont similaires, mais qui présente une surface de filtration étendue.




**Figure 1 : Illustration des sacs plissés à surface augmentée de 8 à 12 rayons (source : SOLAFT)**

Cet essai a permis de mesurer les performances d'une telle configuration et d'évaluer l'impact des gains ainsi obtenus. Il est notamment démontré que les sacs filtrants à 12 plis, en plus de présenter une surface filtrante supérieure aux sacs originaux qui n'ont que 8 plis, permettent une répartition optimale de l'air sale sur toute la surface utile du filtre, ce qui entraîne une efficacité de filtration soutenue pour l'ensemble du réacteur et une durée de vie prolongée des filtres.

La capacité aéraulique des systèmes existants permet d'envisager une augmentation significative du débit d'air capté aux cuves (puissance des ventilateurs existants, réduction envisagée de la perte de charge moyenne aux filtres). De plus, il est à noter que les

accumulations de poussières seront prévenues dans le réseau de conduits puisque les vitesses de transport des poussières seront augmentées elles aussi.

La limitation de l'augmentation de débit n'est donc pas liée à la puissance aéraulique, mais bien à la capacité de filtration des réacteurs. En effet, plusieurs critères de conception sont importants et doivent être respectés pour s'assurer que l'efficacité de filtration demeure optimale, soit 99,99 % et plus pour les particules dont le diamètre est supérieur à un (1) micron. Ces critères sont notamment les suivants :

- La vitesse de filtration :
  - L'augmentation de la surface de chacun des éléments filtrants – de l'ordre de 50 % par rapport aux sacs à 8 plis – permet d'envisager une augmentation du débit d'air traité par chaque réacteur, sans que la vitesse de filtration actuelle soit modifiée;
  - La valeur maximale éprouvée de la vitesse de filtration est fixée à 1,35 cm/s (2,65 pi/min) pour ce type d'application; au-delà de cette valeur, la fréquence des percements de filtres augmentera significativement et occasionnera des enjeux de maintenance qui ne sont ni souhaitables ni souhaités par RTA.
- La vitesse ascensionnelle :
  - La vitesse ascensionnelle sera augmentée dans les mêmes proportions que celles du débit d'air (+1,3 %);
  - Les tests réalisés pendant plus de trois ans sur un réacteur tendent à démontrer qu'une augmentation de 10 % de la vitesse ascensionnelle nominale n'occasionne pas de problèmes particuliers, tant au niveau de l'opération (ex. : perte de charge plus élevée) qu'au niveau de la maintenance (ex. : usure prématurée des filtres).
- La capacité de décolmatage (nettoyage des filtres) :
  - Plus la surface filtrante est importante, plus la capacité de décolmatage doit être élevée; cette capacité a été vérifiée pour chacun des réacteurs existants par une simulation notamment réalisée par un sous-traitant européen (recherche et développement), et aucun changement n'est requis pour assurer un décolmatage efficace dans les réacteurs existants;
  - Le fonctionnement d'origine est également maintenu alors que la perte de charge aux filtres est supervisée, et que les séquences de décolmatage sont amorcées lorsque le différentiel de pression atteint 2 000 Pa (8 po C.E.), ce qui permet d'assurer l'atteinte et le maintien d'une efficacité de filtration maximale.

Enfin, du point de vue du fonctionnement, des mesures de surveillance sont en place pour détecter les bris de sacs. Des sondes de détection de particules sont présentes après chaque

réacteur (dépoussiéreur) ainsi qu'à la cheminée d'évacuation de chaque CTG. En cas de percement d'un sac filtrant, l'intervention consiste à entrer dans le réacteur (partie propre) et à installer un disque pour boucher l'ouverture associée au filtre brisé. Ce type d'intervention est complexe et nécessite une préparation importante; RTA n'a pas l'intention d'excéder les limites de conception et n'y a pas intérêt (ex. : vitesse de filtration, vitesse ascensionnelle) puisque ce type de maintenance viendrait à augmenter. La stratégie consiste toujours à n'effectuer que de faibles augmentations et à s'assurer d'atteindre une stabilisation des conditions.

Sur la base des analyses effectuées et des tests réalisés en usine, il est possible d'avancer qu'un débit d'air supérieur à celui qui est traité actuellement pourra être traité avec une efficacité tout aussi élevée. **Tant les capacités aérauliques que les critères de conception liés à la filtration permettent d'envisager une augmentation du débit d'air total traité aux réacteurs d'au moins de 1,3 % par rapport à la valeur de référence (2024).**

## Conclusions

À la lumière de l'analyse effectuée, il est possible d'avancer qu'un débit d'air de 1,3 % supérieur à celui qui est actuellement en place peut être traité efficacement et durablement aux réacteurs des CTG existants si la technologie des sacs filtrants est modifiée (12 plis vs 8 plis). Cet avis est basé sur l'évaluation scrupuleuse des critères de conception de dépoussiérage; aucune considération n'est portée à l'augmentation de 40 % de l'efficacité de filtration avancée par le fournisseur de sacs filtrants (8 plis et 12 plis) après des essais réalisés dans d'autres alumineries.

L'augmentation du débit d'air capté aux cuves (+1,24 %) entraînera une réduction de 2,2 % des émissions fugitives moyennes de contaminants dans le secteur de l'électrolyse, et par conséquent des émissions atmosphériques des lanterneaux.

Des améliorations additionnelles sont envisageables et pourront probablement permettre d'augmenter encore plus les débits d'air captés aux cuves et traités aux réacteurs, et donc, contribuer à réduire les émissions atmosphériques provenant des lanterneaux. RTA a identifié ici une opportunité des plus intéressantes, et continuera d'évaluer les possibilités pour éventuellement proposer d'autres améliorations.

Nous espérons que le tout vous donnera satisfaction. Si vous désirez obtenir de plus amples informations, nous vous prions de communiquer avec le signataire de la présente lettre-rapport.

**BBA inc.**

HC/CB/sk

01

# Annexe G : Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles

## G - Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles

Dernière modification 2025-10-27

**Tableau G-1 : Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles pour le scénario de référence (180 kTa)**

| Contaminant | Période | CPE1 | CPE2 | CPE3 | HOP1 | CH1 | CTDET | RESS1 | RESS2 | RESN1 | RESN2 | RESO1 | RESE1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $NO_2$ | 1h | 1.07E+01 | 8.71E+00 | 7.13E+00 | 8.79E+00 | 7.55E+00 | 2.32E+01 | 3.13E+01 | 2.18E+01 | 1.50E+01 | 1.69E+01 | 1.15E+01 | 1.76E+01 |
| | 24h | 1.07E+00 | 1.05E+00 | 7.11E-01 | 8.42E-01 | 1.32E+00 | 2.59E+00 | 6.36E+00 | 3.39E+00 | 2.29E+00 | 2.11E+00 | 1.35E+00 | 2.25E+00 |
| | Annuelle | 1.09E-01 | 9.69E-02 | 6.03E-02 | 6.71E-02 | 1.23E-01 | 2.76E-01 | 3.24E-01 | 2.65E-01 | 1.90E-01 | 1.58E-01 | 1.22E-01 | 2.49E-01 |
| HCl | 4min | 1.82E+01 | 1.23E+01 | 1.26E+01 | 1.73E+01 | 1.12E+01 | 5.20E+01 | 8.65E+01 | 5.06E+01 | 3.59E+01 | 3.68E+01 | 2.29E+01 | 3.59E+01 |
| | Annuelle | 9.37E-02 | 8.15E-02 | 4.95E-02 | 5.35E-02 | 1.02E-01 | 1.99E-01 | 3.20E-01 | 2.14E-01 | 1.53E-01 | 1.18E-01 | 1.02E-01 | 2.22E-01 |
| HF | 1h | 2.50E+01 | 2.28E+01 | 1.50E+01 | 3.38E+01 | 3.19E+01 | 6.59E+01 | 5.53E+01 | 6.54E+00 | 3.58E+01 | 2.62E+01 | 5.63E+01 | 2.45E+01 |
| | 24 h, mai à octobre | 3.28E+00 | 2.80E+00 | 8.34E-01 | 2.47E+00 | 2.45E+00 | 4.86E+00 | 3.42E+00 | 8.50E-01 | 2.47E+00 | 3.95E+00 | 6.04E+00 | 3.10E+00 |
| | Annuelle, mai à octobre | 7.25E-02 | 6.72E-02 | 3.18E-02 | 6.80E-02 | 8.23E-02 | 3.55E-01 | 1.72E-01 | 4.30E-02 | 1.66E-01 | 2.54E-01 | 2.12E-01 | 8.42E-02 |
| $Cl_2$ | 4min | 2.42E-01 | 1.65E-01 | 1.69E-01 | 2.35E-01 | 1.49E-01 | 7.25E-01 | 1.22E+00 | 7.12E-01 | 5.01E-01 | 5.12E-01 | 3.12E-01 | 4.97E-01 |
| | Annuelle | 1.26E-03 | 1.09E-03 | 6.64E-04 | 7.16E-04 | 1.37E-03 | 2.65E-03 | 4.36E-03 | 2.86E-03 | 2.04E-03 | 1.58E-03 | 1.37E-03 | 2.98E-03 |
| HAP (BaP eq. ) | 1an | 2.00E-05 | 2.00E-05 | 1.00E-05 | 2.00E-05 | 2.00E-05 | 8.00E-05 | 4.00E-05 | 1.00E-05 | 3.00E-05 | 4.00E-05 | 4.00E-05 | 2.00E-05 |
| $PM_{2,5}$ | 24h | 4.52E+00 | 3.65E+00 | 1.68E+00 | 4.53E+00 | 4.55E+00 | 1.07E+01 | 1.33E+01 | 3.14E+00 | 5.17E+00 | 7.59E+00 | 9.33E+00 | 3.94E+00 |
| PST | 24h | 9.21E+00 | 7.46E+00 | 3.32E+00 | 9.40E+00 | 9.40E+00 | 2.18E+01 | 2.74E+01 | 6.08E+00 | 9.76E+00 | 1.55E+01 | 1.92E+01 | 8.03E+00 |

**Tableau G-2 : Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles pour le scénario réglementaire (202 kTa avec la réduction de 2,2 % aux évents linéaires de toit)**

| Contaminant | Période | CPE1 | CPE2 | CPE3 | HOP1 | CH1 | CTDET | RESS1 | RESS2 | RESN1 | RESN2 | RESO1 | RESE1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $NO_2$ | 1h | 9.10E+00 | 7.68E+00 | 6.03E+00 | 7.98E+00 | 6.44E+00 | 2.15E+01 | 3.13E+01 | 1.98E+01 | 1.43E+01 | 1.55E+01 | 1.03E+01 | 1.66E+01 |
| | 24h | 1.02E+00 | 9.07E-01 | 7.50E-01 | 7.32E-01 | 1.27E+00 | 2.19E+00 | 6.52E+00 | 2.97E+00 | 2.09E+00 | 1.66E+00 | 1.24E+00 | 2.21E+00 |
| | Annuelle | 9.88E-02 | 8.71E-02 | 5.42E-02 | 6.07E-02 | 1.09E-01 | 2.33E-01 | 3.21E-01 | 2.37E-01 | 1.78E-01 | 1.32E-01 | 1.12E-01 | 2.29E-01 |
| HCl | 4min | 1.88E+01 | 1.27E+01 | 1.29E+01 | 1.77E+01 | 1.14E+01 | 5.30E+01 | 8.65E+01 | 5.07E+01 | 3.62E+01 | 3.74E+01 | 2.32E+01 | 3.72E+01 |
| | Annuelle | 9.73E-02 | 8.43E-02 | 5.11E-02 | 5.60E-02 | 1.06E-01 | 2.09E-01 | 3.39E-01 | 2.27E-01 | 1.61E-01 | 1.23E-01 | 1.06E-01 | 2.33E-01 |
| HF | 1h | 2.45E+01 | 2.23E+01 | 1.47E+01 | 3.31E+01 | 3.12E+01 | 6.45E+01 | 5.42E+01 | 6.44E+00 | 3.51E+01 | 2.52E+01 | 5.50E+01 | 2.40E+01 |
| | 24 h, mai à octobre | 3.20E+00 | 2.74E+00 | 8.13E-01 | 2.42E+00 | 2.40E+00 | 4.73E+00 | 3.34E+00 | 7.76E-01 | 2.38E+00 | 3.85E+00 | 5.90E+00 | 3.03E+00 |
| | Annuelle, mai à octobre | 7.10E-02 | 6.58E-02 | 3.12E-02 | 6.65E-02 | 8.06E-02 | 3.47E-01 | 1.69E-01 | 4.22E-02 | 1.62E-01 | 2.48E-01 | 2.08E-01 | 8.25E-02 |
| $Cl_2$ | 4min | 2.45E-01 | 1.67E-01 | 1.71E-01 | 2.37E-01 | 1.50E-01 | 7.30E-01 | 1.22E+00 | 7.13E-01 | 5.03E-01 | 5.15E-01 | 3.13E-01 | 5.03E-01 |
| | Annuelle | 1.28E-03 | 1.11E-03 | 6.73E-04 | 7.29E-04 | 1.39E-03 | 2.70E-03 | 4.45E-03 | 2.93E-03 | 2.08E-03 | 1.60E-03 | 1.39E-03 | 3.04E-03 |
| HAP (BaP eq. ) | 1an | 2.00E-05 | 2.00E-05 | 1.00E-05 | 2.00E-05 | 2.00E-05 | 8.00E-05 | 4.00E-05 | 1.00E-05 | 3.00E-05 | 4.00E-05 | 4.00E-05 | 2.00E-05 |
| $PM_{2,5}$ | 24h | 4.46E+00 | 3.59E+00 | 1.69E+00 | 4.47E+00 | 4.50E+00 | 1.05E+01 | 1.33E+01 | 3.28E+00 | 5.15E+00 | 7.53E+00 | 9.16E+00 | 3.86E+00 |
| PST | 24h | 9.08E+00 | 7.34E+00 | 3.34E+00 | 9.27E+00 | 9.29E+00 | 2.14E+01 | 2.75E+01 | 6.27E+00 | 9.70E+00 | 1.54E+01 | 1.88E+01 | 7.88E+00 |

**ANNEXE Q17**

**Études *Results from Fluoride Emission Reduction Projects in Alcoa Baie-Comeau*, datée de 2019 et *Estimation of fluoride emissions to the atmosphere*, datée de 1998**

# Results from Fluoride Emission Reduction Projects in Alcoa Baie-Comeau

Yves Béliveau, Stephen J. Lindsay, Stephan Broek, Julie Dontigny, Carl Doré, Diego Oitaben, and Sylvain Bouthillier

**Abstract**

In 2012, Alcoa started an initiative to sustain the operation at the Baie-Comeau aluminum smelter in provision of creeping the amperage of potlines by more than 7%. As part of this initiative, solutions needed to be identified to stabilize the operation of the four Gas Treatment Centers (GTCs) and ensure compliance with a new emission limit for total fluorides (TF) of 0.65 kg TF/ton Al. The project is an engineering alliance project jointly executed by a team of Alcoa and Hatch specialists. The first stage was to identify which tools were available to the smelter to reduce their emissions. The impact and costs were evaluated after which a strategy was formulated. Following Alcoa procedures for approvals, three improvement projects were funded. These were (1) the installation of extended surface filter bags in the GTCs, (2) new fresh alumina GTC distribution systems, and (3) a refurbishment program for the GTC collector ducts. This paper highlights the process for developing the strategy to lower emissions and how the three individual projects were executed with one common goal. The paper concludes with the outcomes and the overall results achieved in the fluoride emission reduction.

**Keywords**

Fluoride emissions • Amperage creep • Extended surface filter bags • Star-shaped bags • Flow balancing • Alumina handling • Airslides • Stack emissions • Roof emissions • GTC upgrade

## Introduction

In 2012, the Alcoa smelter located in Baie-Comeau, Quebec, Canada, started an initiative to sustain the operation in provision of creeping the amperage by more than 7% on both potlines D and E. Part of this initiative was to stabilize the operation of the four GTCs and improve the emission performances. In 2012, the average emissions were approximately 0.70–0.75 kg TF/ton Al.

A team of specialists was mandated to identify the tools available to secure the operation of the GTCs and achieve the amperage creeping roadmap. That was the general purpose of this project executed as part of an Engineering Alliance between Alcoa and Hatch.

The emission performances targeted by the project were 0.55 kg TF/ton Al although the new compliance limit negotiated with the Regulators as part of the Renewal of the Environmental Operating License was 0.65 kg TF/ton Al.

At the start of the project the pot exhaust flows were about 1.55 $Nm^3/s$/pot. The pot exhaust flow required to be increased to compensate for the increased heat load from the operation of the pots at higher amperage. At this higher amperage the pot exhaust flow was estimated at 1.74 $Nm^3/s$/pot, which became the target. The design criterion was to maintain the gas temperature at the inlet of the GTCs at maximum 125 °C all year long. Tools available (solutions) to achieve that flow and reduce emissions from the potlines were identified. They are presented along with the objectives of the project:

Y. Béliveau
Alcoa Ltée-Aluminerie de Baie-Comeau, 100 Route Maritime, Baie-Comeau, QC G4Z 2L6, Canada

S. J. Lindsay
Alcoa Inc., 302 North Hall Road Mail Stop S-29, Alcoa, TN 37701-2516, USA

S. Broek (✉)
Hatch Ltd., 2800 Speakman Drive, Mississauga, ON L5K 2R7, Canada
e-mail: stephan.broek@hatch.com

J. Dontigny · C. Doré · D. Oitaben · S. Bouthillier
Hatch Ltée, 5 Place Ville Marie, Bureau 1400, Montréal, QC H3B 2G2, Canada

© The Minerals, Metals & Materials Society 2019

C. Chesonis (ed.), *Light Metals 2019*, The Minerals, Metals & Materials Series,
https://doi.org/10.1007/978-3-030-05864-7_102

**Objective #1—Sustain the operation during line load increases**

The gas collecting ducts were damaged and had holes in them. These required repairs in order to stand a chance to increase the pot exhaust flows with the same fans and motors. Solution #1 was therefore to repair gas collectors and re-balance flow between pots.

**Objective #2—Stabilize the operation of the GTCs to achieve 0.65 kg TF/ton Al**

The operation of the GTC is sensitive to the feed of fresh alumina. The existing fresh alumina systems were old and had become unreliable. Solution #2 was to improve distribution of alumina between filters by replacing the fresh alumina airslides. In addition to that, there was a need to provide a more robust performance of the GTCs.

Solution #3 was to replace conventional filter bags with Extended Surface Bags (ESB). This enabled large gas volumes, lower fluoride emissions and lower dust emissions.

This paper provides the details on each solution implemented and performances achieved.

## Methodology

The applied methodology is based on a simple and effective gap-analysis to identify the available tools for Alcoa Baie-Comeau to meet the objectives of the project. It is presented in Fig. 1.

### Definition of the Current State (Step 1)

Potline D and E were respectively commissioned and put into service in 1986 and 1991. They are very similar potlines as they both consist of 240 pots of AP18 technology with the exception that the pots are distributed in two potrooms for potline D and four potrooms for potline E.

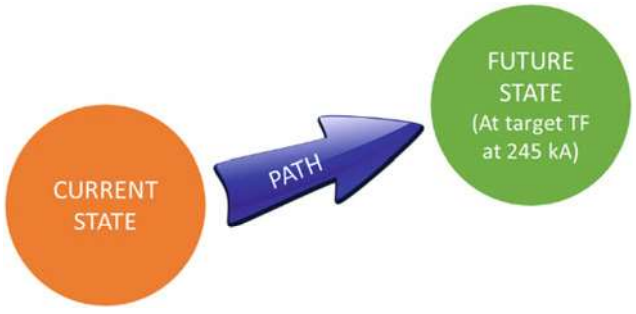



**Fig. 1** Methodology to stabilize the GTC operation at higher line loads

Two GTCs are installed to capture and treat the pot exhaust flows of both potlines D and E. They were all supplied by Fläkt Canada, which today is GE Power. The Main characteristics of the GTCs are presented in Table 1. In 2012 the average emissions of both potline D and E were between 0.70 and 0.75 kg TF/ton Al. This includes the GTC stack emissions and the pot fugitive emissions that escape the potroom building at the roof ventilator level.

### Definition of the Future Operation and Emission Target (Step 2)

It is part of the best practices to provide sufficient pot exhaust flow to maintain a good collection efficiency on the pots. The higher the exhaust flow is, the higher the gas collection will be as well. This means the fugitive emissions that escape through the openings around the pots will be immediately lowered. This principle is formulated by Edgar Dernedde and described in [1]:

$$E = \frac{100}{1 + \left(\left(\frac{\Phi_M}{\Phi}\right)^{0.50} - 1\right)^{1.50}}$$

With:

$E$ Gas collection efficiency, %
$\Phi$ Applied ventilation flow, $Nm^3/s$
$\Phi_M$ Minimum ventilation flow for E = 1, $Nm^3/s$.

In addition to capturing the process gases, another function of the pot ventilation is to evacuate the heat release from the electrolysis process that take place inside the pot. As most of the exhaust gases are composed of ambient air that is drawn inside the pot superstructure through the various openings or gaps (i.e. pots are not sealed), the exhaust flow applied to the pots becomes a key parameter to control the temperature of the gases. The efficiency of the alumina dry-scrubbing process is strongly dependent on gas temperatures.

For the project, a maximum temperature of 125 °C at the inlet of the GTC was identified as part of the design basis used to estimate the pot exhaust requirement for operation of potlines D and E at higher potline load. Based on that, a heat balance around the pots established that 1.74 $Nm^3/s$/pot would be a target to achieve a gas collection efficiency >99% when all pot covers would be closed. From there, solutions were elaborated to improve the overall fluoride emission performances to a target of 0.55 kg TF/ton Al.

**Table 1** Original design characteristics of the GTCs in potline D and E

| Item | Potline D | | Potline E | |
|---|---|---|---|---|
| | GTC East | GTC West | GTC North | GTC South |
| Installation year | 1986 | 1986 | 1991 | 1991 |
| Number of filter compartment per GTC | 12 | 12 | 16 | 16 |
| Type of filter bag | Std cylindrical bags | Std cylindrical bags | Std cylindrical bags | Std cylindrical bags |
| Material of filter bags | Polyester | Polyester | Polyester | Polyester |
| Dimensions of filter bags (m) | | | | |
| – external diameter | 0.130 | 0.130 | 0.130 | 0.130 |
| – length | 5.85 | 5.85 | 5.85 | 5.85 |
| Number of filter bags | | | | |
| – per compartment | 391 | 391 | 304 | 304 |
| – per GTC | 4692 | 4692 | 4864 | 4864 |
| Filtration surface ($m^2$) | | | | |
| – per filter bag | 2.34 | 2.34 | 2.34 | 2.34 |
| – per compartment | 915 | 915 | 711 | 711 |
| – per GTC | 10,979 | 10,979 | 11,382 | 11,382 |

## Define a Path Forward to Reach Stable Operation (Step 3)

Three tools (solutions) were selected and benchmarked against achievable flow and total fluoride emission performances as presented in Fig. 2. It formed the path going forward for the project to sustain and stabilize the operation in preparation of creeping the amperage. The emissions were forecasted with the support of the smelter emissions model developed by Hatch. Essentially, the strength of the emission modeling lays on a detailed mass balance that includes all processes, operation considerations and equipment particularities that influence the fluoride emissions of the smelter.

The new limit is 0.65 kg TF/ton Al; however, the target was set for a value closer to 0.55 kg/ton. If an investment is made then it should surpass the limit in order not to fall too short.

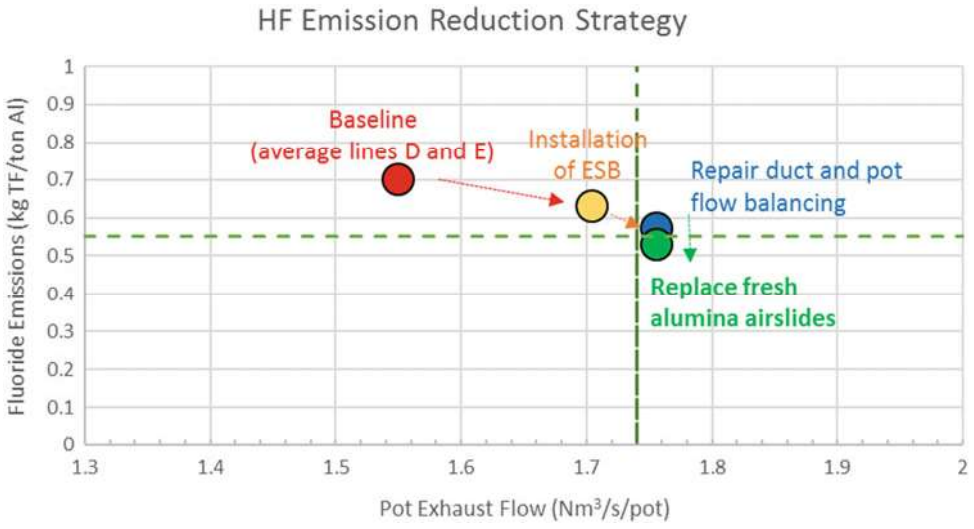



**Fig. 2** The path going forward to reach stable operation

## Implementation of the Selected Solutions

### Exchange of Conventional Filter Bags with Extended Surface Bags

#### Technical Background About ESB

Extended Surface Bags (ESB) are now a recognized tool in the aluminum industry that provides more flexibility with the operation of a GTC. ESB filters offer more filtration surface than conventional filter bags and this characteristic can be used to seek two to reduce stack emissions and to increase the pot exhaust flows [2].

#### Characteristics of ESB Filters

The ESB filters installed in the four GTCs in Baie-Comeau are of the 12-pleat design type and they are made of the same polyester fabric material as standards bags are. An example is shown Fig. 3. Its principles are well described in Ref. [2].

Although they have the same dimensions as the standard filter bags originally supplied, the ESB filters installed at Baie-Comeau provide more than twice the filtration surface with 5.24 $m^2$/bag. This allows for operation at lower filtration velocities which is a key characteristic to improve the life duration of the bags (i.e. 1.20–1.25 cm/s in summertime with ESB compared to more or less 2.40 cm/s with standard bags).

#### Considerations Regarding the Installation of ESBs

The installation of ESB filters in all four GTCs was easy and was performed by the smelter personnel, a local contractor and with guidance from the supplier. The following observations are of interest:

- No modification was required to the existing tubesheet on which the bags are suspended since the project team specified the ESB with the same diameter as the original standard bags to fit in the same holes.
- New cages were required to fit the star-shaped bags. This is always the case for the first exchange as the standard cage cannot be reused. This increased the cost of initial supply but, as the cages are made of steel wires of strong construction, they have demonstrated a typical life duration of about 10–15 years. When compared with traditional solutions such as increasing the fan capacity or the addition of new filtration compartment, the use of ESBs is a more cost-effective solution to increase the capacity of the GTCs even with the requirement for new cages.
- The cage design was specified to be made of two-pieces to facilitate the insertion of the bags on the cages and the placement of the cage/filter assemblies inside the filter compartment. The same characteristics also ease the removal of the cage/bag assemblies at the end of the duration life.
- No special tools were required except a pole to place the pleats correctly between the vertical wires of the cage.
- No modification to the existing pulse cleaning system was required.
- The installation takes about 2.5 compartments per week on average. For the GTCs in Line D it took five weeks and in Line E seven weeks to convert.

#### The Performance of GTCs Equipped with ESB Filters

After the conversion in all four GTCs, the fluoride emissions were cut by more than half comparing to the levels that prevailed with the standard bag filters (see Fig. 4). In addition, it is very evident that the ESB filters also help to stabilize the operation of the GTCs and much less fluctuations are now being observed on the stack emissions (less peaks). Besides these two key results there are some other observations from Fig. 4:

- High stack emissions occurred in 2014 in potline D after the conversion to ESBs. They are related to operational

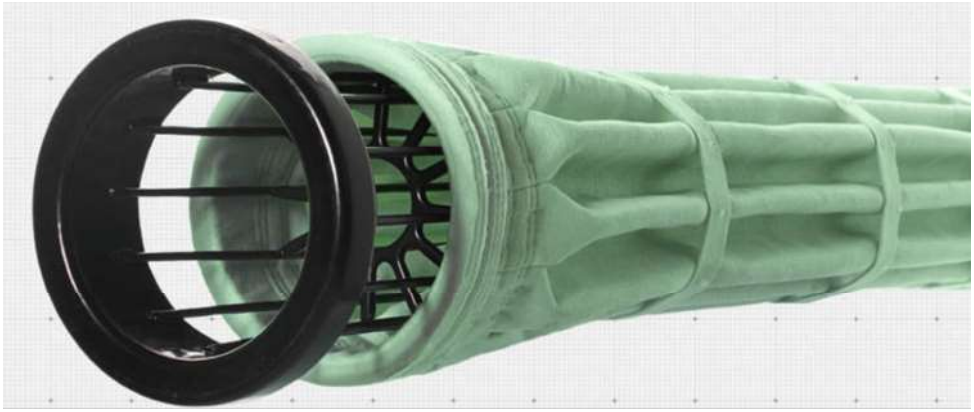


**Fig. 3** ESB filters (*source* Advancetex International)

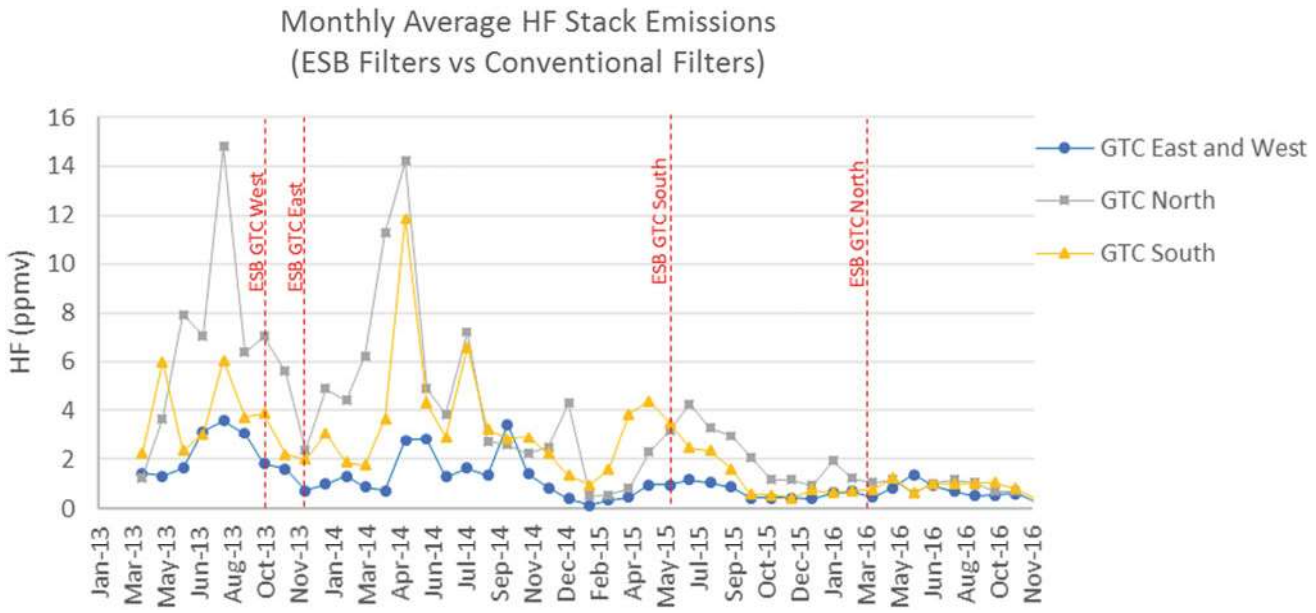



**Fig. 4** Improvement in Fluoride Emissions after the Installation of ESB filters

problems that occurred with the GTC West unrelated to the ESB filters. After these issues were resolved, the emissions came down again and stabilized.

- In April 2014 the stack emissions improved in both GTC North and GTC South even though the ESB filters were not installed yet. These changes are related to improvements in operating practices such as the use of new alarms, standardization of work practices between operators, quicker transfer of monitored process parameters into the plant SCADA and other, smaller changes. Once the ESB filters were installed in these two GTCs in May 2015 and March 2016, the fluoride emissions improved further to reach similar levels as those observed in the GTC servicing potline D (approximately 1 ppmv HF).

Other key benefits reported by the GTC operation team following the installation of the ESB filters are:

- Pot exhaust flows were raised to keep control over gas temperatures during amperage increases. One part of the pressure gain was used to allow the fans to draw more flow. The remaining part was used to let the alumina cake build on the surface of the bags and get better HF removal.
- The observed bag life has been very good so far. The oldest ESBs are now 5 years old and are still performing well. For about the same differential pressure setpoint ($\Delta P$ = 2500 Pa), they require to be pulsed less often which results in a reduce the stress on the material. Typically, one bag will last about 80,000–100,000 pulses. In that sense, it is important to control the cleaning frequency of the bags to optimize their life. ESB are helpful in Baie-Comeau to achieve this.
- A visual inspection of the ESB filters was performed during the second trimester of 2018 when the supplier (Advancetex International) visited the Alcoa Baie-Comeau smelter. The findings were that so far the integrity of the ESB filters is very good or even better than expected, including the bags installed in the fall of 2013 in the potline D GTCs (Fig. 5).

Towards the end of the duct refurbishments it was evident that less air penetrated the collector ducts as gas temperatures were marginally higher at the inlet of GTCs. This was compensated for by drawing a slightly higher pot exhaust flow. This gave the envisioned result.

One of the benefits of using ESB type bags is that the pulsing is much friendlier. Figure 6 compares the duration between pulses monitored in all four GTCs when only GTC East and GTC West were equipped with ESB filters during the period between October 2014 and May 2015. The delay between the pulses is clearly longer in these two GTCs that were at the time already converted.

## Improved Distribution of Fresh Alumina to the Reactors

### Original Design of the Fresh Alumina Airslides

In the original design of the GTCs, the distribution of fresh alumina across the various reactors was performed by compartmentalized airslides. A distribution box distributed

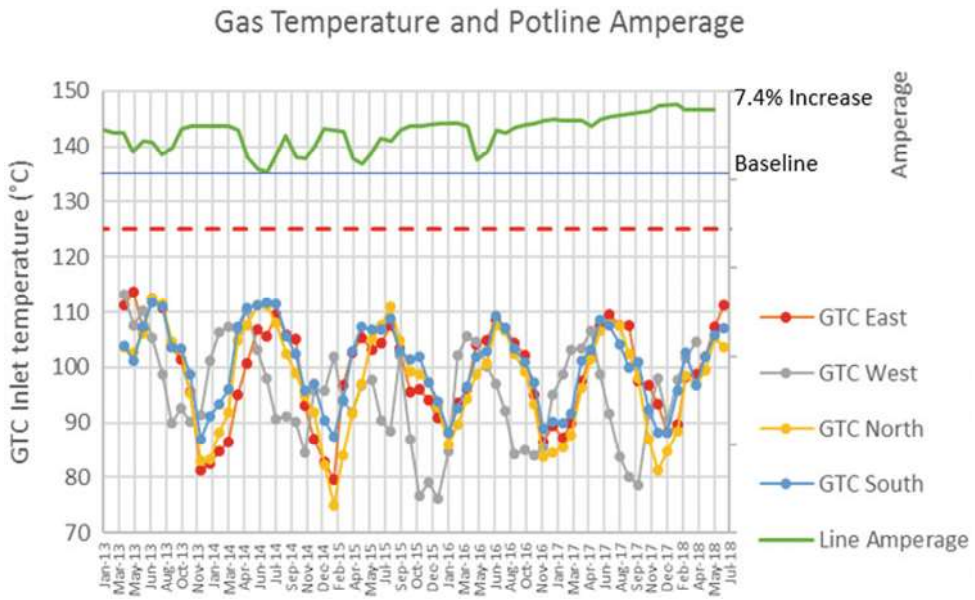



**Fig. 5** Trend of gas temperatures during the amperage creep period

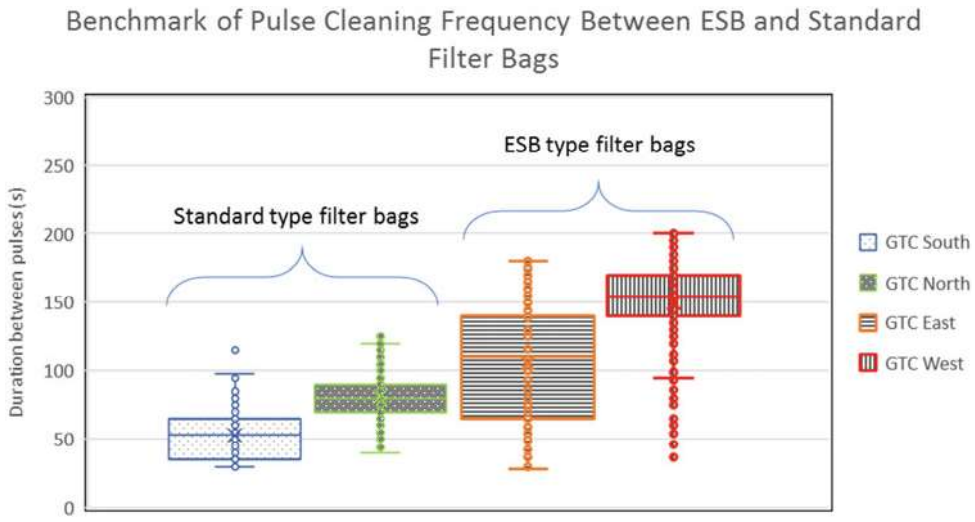



**Fig. 6** Benchmark of pulse cleaning frequencies between ESB filters and standard filter bags (period covered: October 2014–May 2015)

the fresh alumina flow into each of the airslide compartments and each compartment delivered it to a specific reactor of the GTC. This system configuration was an economical design, but it had a few long-term drawbacks such as.

- There was no reliable means to ensure a proper long-term seal between the metal partitions and the fluidizing fabric. This caused variations in the distribution of alumina across the various reactors.
- The internal partitions became worn and eventually perforated, leading to increased variations in the distribution of alumina across the various reactors.
- There was no reliable means of inspecting the internal partitions of these airslides to predict or even detect holes in the internal partitions.
- There was no back-up system allowing continued GTC operations if a section of airslide needed to be removed for inspection and/or repairs.

In the end it meant that when the GTC's overall efficiency diminished, the operator was left to "assume" that is was the result of a faulty distribution of the fresh alumina across the various reactors caused by the failed partitions in the partitioned airslides.

## Purpose of Replacing the Airslides

In 2015, a project was initiated to replace the alumina distribution system. The fabrics had exceeded their useful life, the overall conditions of the airslides were poor, there was a real risk for a catastrophic failure, and the performance did

not meet the requirements for the long-term production plans.

## Design Requirements and Configuration

To improve and make the distribution of fresh alumina more reliable, the new distribution system had to meet the following requirements:

- Ensure long-term, constant, even but adjustable distribution of fresh alumina to each reactor
- Provide maintenance access and ability to repair without affecting operations of other reactors
- Integrate within all existing GTC structures and systems
- Allow for installation and commissioning without interruption to existing operations.

Several different system configurations were considered such as individual airslides to each reactor, horizontal airslides, centralized distribution box with individual airslides, and more. It included various configurations proposed by equipment Vendors that all were backed by performance guarantees. However, the integration of the various configurations presented very different challenges and opportunities and the deciding factors in the selection of the equipment vendor and system configuration were:

- Ease of integration into existing installation with good maintenance access
- Minimizing installation costs
- Avoiding project delays.

The selected system consists of a rotary feeder combined with a horizontal airslide. The rotary feeder controls the total flow of fresh alumina to the reactors while the airslide delivers the alumina over the full length of the GTC. The flow of fresh alumina to each reactor is controlled by an adjustable slot in the airslide at each discharge point to the reactors. Since the new airslides required less fluidizing air than the original compartmentalized airslides, it was possible to reuse the existing fluidizing blowers which was an important saving.

Another interesting maintenance feature is that all the airslides have an identical bottom section. This means that a single spare bottom section with pre-mounted fluidizing fabric can be kept as a spare. In this way, replacing the fluidizing fabric of an airslide section requires only a short "pit stop" interruption of the alumina injection (Figs. 7 and 8).

## Engineering and Construction Notes

There was a significant project schedule constraint associated with weather. Since the GTCs are enclosed, the temperature inside becomes too high for construction work in the summer months even in Quebec. It was therefore necessary to ensure that all materials and labour were available in the fall so that the work could be completed over a single winter season.

Several aspects of the engineering and construction work contributed to a successful installation and commissioning:

- Even after selecting the system, which offered the most favorable configuration for integration into the existing installation, a significant effort was put into ensuring all clashes were identified and resolved before the start of fabrication or construction. Using 3D design was most helpful with this.
- This type of project has numerous and considerable impacts on the operation and maintenance activities of the plant. Extensive consultations with and involvement of operating and maintenance personnel allowed the project team to identify and manage all operation and maintenance interfaces. A great benefit of these consultations was that it allowed for better understanding by all stakeholders of project constraints and objectives as well as overall project buy-in.
- A detailed construction schedule, specifying required sequences for all major tie-ins and construction events, was prepared before issuing the installation contract for bid. This ensured proper alignment between the owner and the contractor thereby avoiding additional costs.
- A quality control system with associated documentation was implemented on the installation work of this project. This ensured that the installation was complete and within tolerance, thereby accelerating the commissioning activities.

## Results

Following commissioning of the new fresh alumina distribution system, a good improvement was achieved in the HF capture efficiency as illustrated below. It clearly shows it has its role in the total reduction of fluoride emissions (Fig. 9).

# Refurbishment of the GTC Collector Ducts Followed by Flow Balancing

The 3.5 km long gas collection ducting network from each of the 480 pots to the four smelter GTCs presented damages and signs of wear. After several inspections, the key issues were damages in the ducts and expansion joints, accumulation of dust inside the ducts, and poor access to the flow balancing dampers of each pot. For the following reasons these issues were addressed in the project:

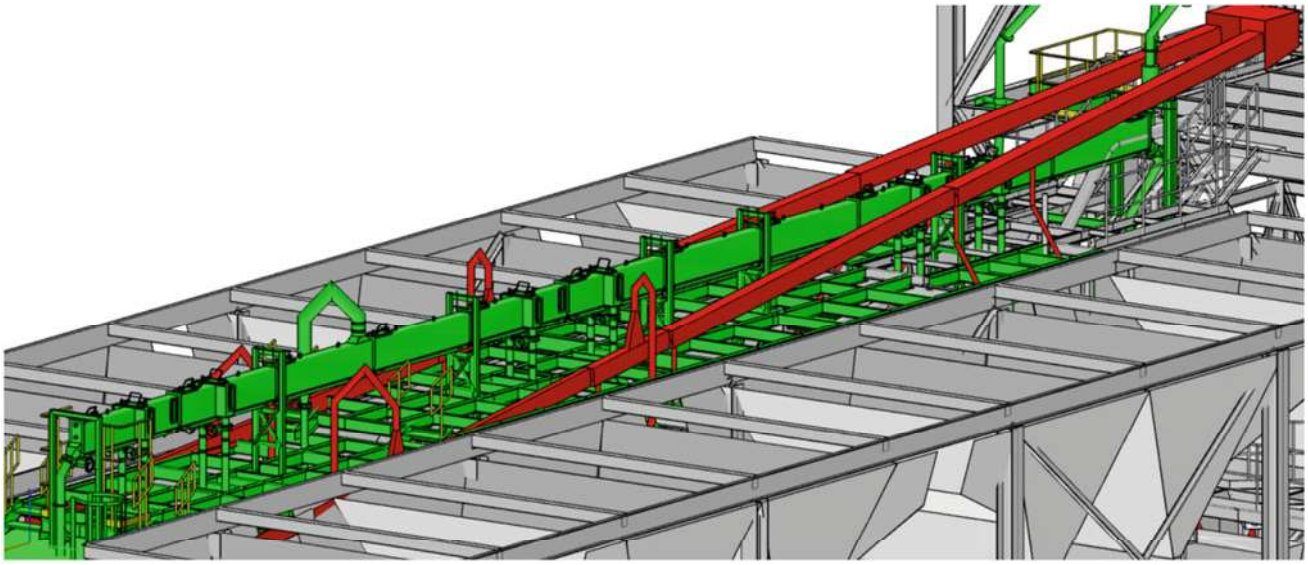


**Fig. 7** 3D view of configuration of both systems (green/horizontal = new, red/slanted = old) simultaneously during construction (top of GTC removed for clarity)

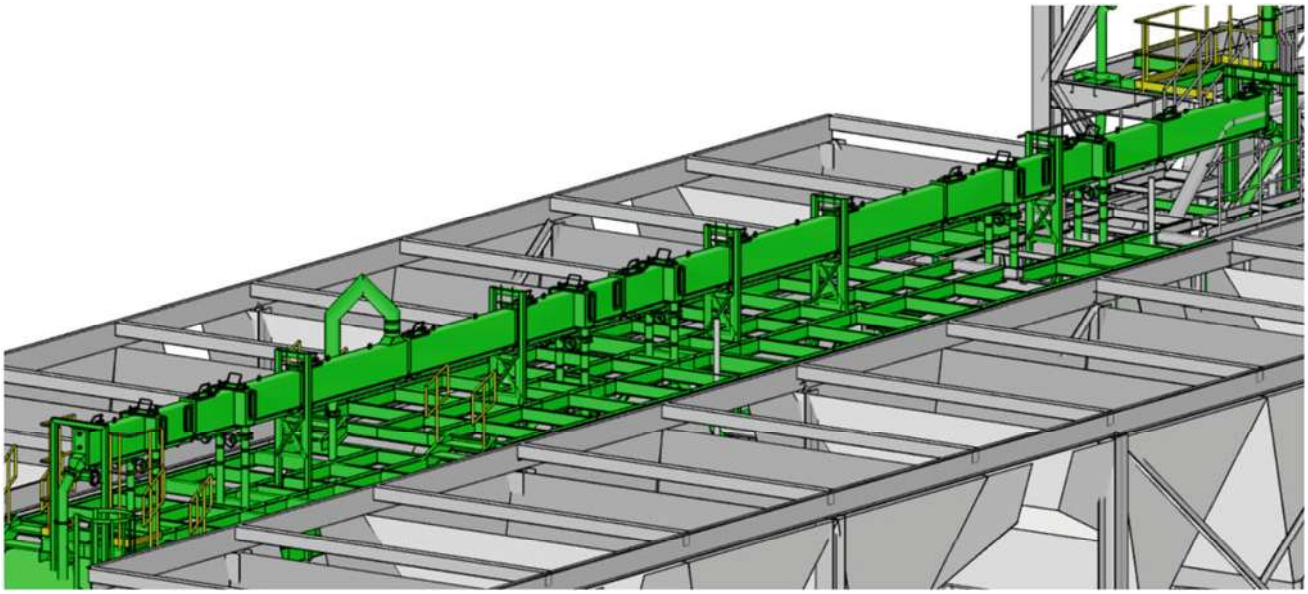


**Fig. 8** 3D view of final system configuration (top of GTC removed for clarity)

- The damages and accumulations in the ducts could lead to a collapse if no action was taken.
- The perforations allowed the infiltration of air, which reduced the pot exhaust flows. Even worse is that water was entering through these perforations that resulted in agglomeration of dust inside the ducts. As a result, it also caused damage to the wall.
- The accumulation of dust inside the ducts as well as the ducts damaged by falling ice increased the pressure losses of the ventilation system. This again leads to an increase in power consumption.
- The old location of the pot dampers didn't allow a proper access for balancing the flows from the pots. These dampers were located between the electrolysis room

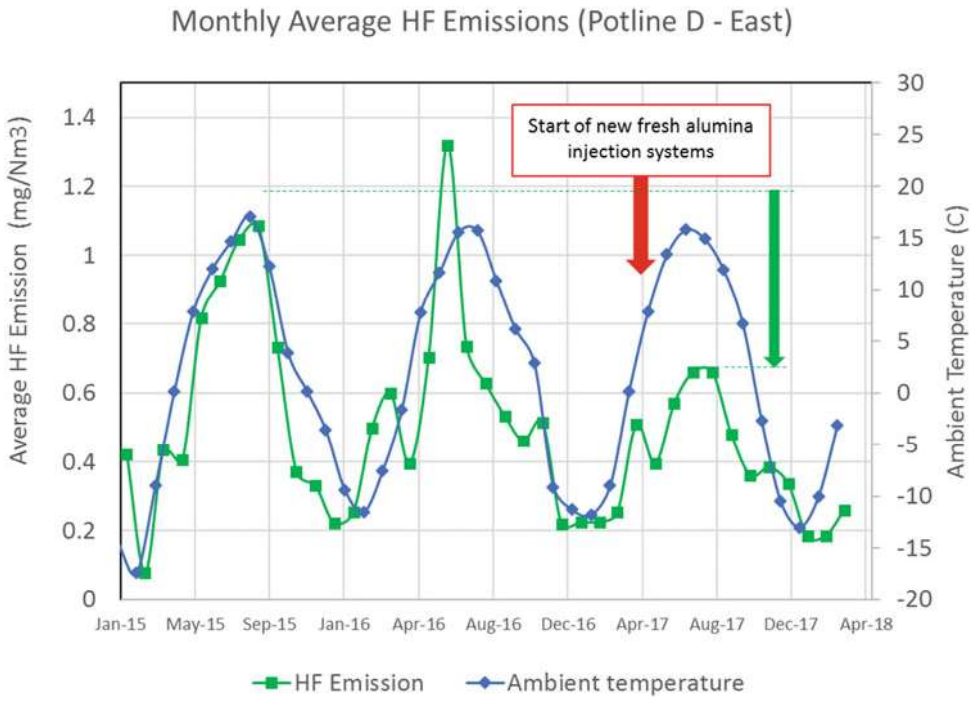



**Fig. 9** Impact on HF emissions from improvements to the fresh alumina distribution system

Claustra wall and the potroom building outside wall, at 4 meters from the ground with no real access method. This meant pot flow balancing was not done.

After a full assessment of the situation, the following actions were taken:

- For the ducts that didn't present major deficiencies, a repair program was developed. This was the case for most of the duct sections.
- For the duct sections with major damages, a replacement plan was put in place. All these sections had been damaged by heavy loads of falling ice from the roof.
- All the expansion joints were replaced. Their new design was improved to have less pressure loss.
- Flow balancing dampers were redesigned and relocated inside the potrooms for easy access.
- All the dielectric sleeves at the pot superstructure discharges were replaced.
- A cleaning method was developed for duct sections that presented dust accumulations in the future.
- Ice-breaking structures were installed at typical locations where ducts had been damaged by falling ice.

What is interesting is that the collector ducts at the Baie-Comeau plant are made of aluminium and not steel. This is not very common and most GTC duct systems are made of carbon steel. It should be noted that no erosion damage was detected at the ducts, and most of their failures seemed to be started at the duct welds.

## Duct Repairs and Cleaning

For the repairs in situ of the ducts, a classification of typical deficiencies was done, and typical repair methods were developed. The temporary repairs already in place were also corrected since they were not made to last and could affect the structural capacity of the ducts. The biggest issue for doing this works was the access to the ducts, and the quality of welds with the presence of high magnetic fields. Given the number of duct sections and repairs to be executed, a comprehensive list of repairs was developed for quality control, including the inspection of each weld by a welding inspector.

Dust accumulation inside the ducts was initially detected with a thermal camera (see Fig. 10). A cleaning plan was implemented, and results were verified again with thermal photos of the ducts. In some of the duct sections to be cleaned, new inspection doors had to be installed for accessing the inside of the ducts.

## Replacement of Selected Duct Sections and Expansion Joints

Several duct sections were too damaged, and they had to be replaced. The project team together with the operations team worked thoroughly on planning these duct replacement works. The most important risks included: human safety, potroom emissions, ambient emissions and plant operations.

The project succeeded in doing these replacements within only 30 min with a duct section disconnected from the system. Affected GTCs kept working during the replacements and only the pots located upstream the replaced duct

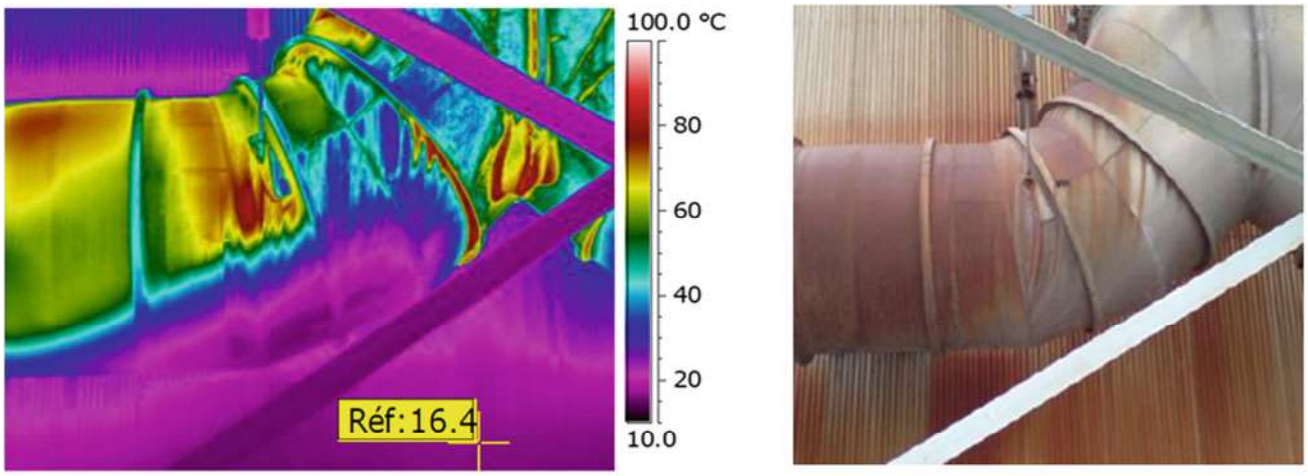



**Fig. 10** The use of thermal imaging to identify built-up of dust inside ducts. The cold (purple) areas indicate that there is a built-up of dust inside



**Fig. 11** Photo taken during the replacement of a duct segment

sections lost their gas collection during the replacement. This leads to a temporary increase in emissions which must be communicated with the environmental authorities ahead of time so that no issue arises from this (Fig. 11).

All the expansion joints, the biggest with a diameter of 3200 mm, were replaced. The GTC drafts were not modified for these works, nor was the gas collection from the pots was affected. A replacement did not have a major impact on the



**Fig. 12** A new balancing damper with easy access

suction like a duct segment replacement. But this element should be part of the communication to the environmental authorities so that it is made known.

### Damper Replacement and Flow Balancing

The replacement and relocation of the pot dampers (butterfly type) allowed their manipulation for balancing the flow of the pots.

During installation, damper disks were adjusted with theoretical positionings calculated by the project team with a flow simulation software. Once all the dampers were installed, a campaign for fine tuning was done. For this adjustment, first an equivalence between drafted flow and static pressure at the pot outlet was obtained. After this verification, it was possible to balance the flows for all the pots using the static pressure measured at the pot outlets. Results were remarkable and almost instantaneous, achieving a reduction in the potroom roof emissions, and a clearer atmosphere inside the potroom building. The positive feedback from the workers in the potroom was a big compliment for the project.

New dampers were designed with a capability of future upgrade which would allow their automatization for full opening during anode replacement and other pot maintenance works. This automated operation would allow having increased flow drafted temporarily, minimizing the emissions from the pots (Fig. 12).

## Conclusions

Discussed are the preparation, execution and results of improvements that were made to the ventilation and scrubbing systems in Alcoa's Baie-Comeau potline D and E. The project included:

(1) Refurbishment of the collector ducts
(2) Fresh alumina distribution systems inside GTCs
(3) Conversion to extended surface filter bags.

The combination of all three modifications has resulted in lower stack and roof emissions while the line amperage was increased by approximately 7%. The year immediately after conversion to extended surface filters was the best on record for Baie-Comeau. Average total fluoride emissions for 2016–2018 have been reduced by 28% versus the previous three years, which bring it right at the envisioned target.

The implementation of the three solutions also has created a much more reliable operation with more consistent and stable stack emissions. Importantly, it has given the operators the confidence that the system is up to the job. Besides all of this, the much-improved environment inside the potrooms is a big bonus on top of the other results.

**Acknowledgements** The authors would like to thank Alcoa's Primary Metals and Hatch for encouraging publication of environmental research and applied sciences.

## References

1. S. Broek, S. Lindsay, N. Dando, A. Moras, "Considerations regarding high draft ventilation as an air emission reduction tool", Light Metals, TMS (2011), pp. 361–366
2. S. Broek, J. Dontigny, "The Application of Extended Surface Filtration Bags in Gas Treatment Centres", ICSOBA Conference, Hamburg, Germany (2017)

# ESTIMATION OF FLUORIDE EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE

Edgar Dernedde
Kroll International
2344 Villeneuve
Jonquière (Québec) Canada , G7S 3W9

## Abstract

Fluoride emissions to the atmosphere were estimated by a Monte-Carlo simulation of emissions from 30 prebake cells in a potroom. The fluoride emission of the prebake cells was evaluated from a mathematical model. The gas collection efficiency of the prebake cells was determined from the gas exhaust rate, the open area of the hooding and the heat loss from the alumina cover.

The effect of some operating variables of the prebake cells on the fluoride emissions to the atmosphere is demonstrated quantitatively. Monte-Carlo simulations can be useful for comparing different strategies (hood tightness, gas exhaust rate, operations) for minimizing the emissions to the atmosphere and for awareness training of personnel.

## Introduction

Reduction cells, used for the production of aluminum, contain molten cryolite at a high temperature. Some of the cryolite either evaporates or is decomposed by hydrogen in the feed materials or by water vapor in the air; thus forming gaseous and particulate fluoride emissions. Most of these fluorides are captured by a gas exhaust system and are treated in a scrubber (Figure 1). However, some fluorides escape to the atmosphere via vents in the potroom roof and via the stack of the scrubber.

Since the beginning of the aluminum industry, fluoride emissions to the atmosphere have been of concern. Most of the technological problems were solved in the sixties and seventies [1]. Development work has shown that good hooding combined with dry scrubbing is an economical option for the capture and treatment of fluoride emissions from prebake cells.

The emphasis is now on maintaining excellent gas collection and scrubbing efficiencies during the life of a new smelter or on upgrading older smelter facilities. The present study highlights the effect of some variables, which are important in the control of fluoride emissions to the atmosphere.

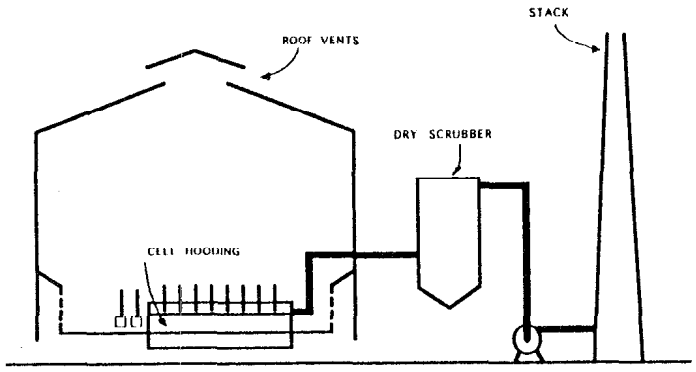



Figure 1 - Environmental Control System of a Potroom

## Fluoride Emissions from a Prebake Cell

Fluoride emissions from reduction cells have been well characterized for some time now [2,3,4]. Haupin and Kvande [5] have even developed a model for the prediction of fluoride emissions from a prebake cell with point-breaker feeders. The model showed good agreement with plant measurements.

The total fluoride emission of a prebake cell was estimated using a number of operating parameters related to the AP-18 cell technology:

(a) Volatilization of bath ($F_{vp}$) = 10.61 kg F/ton Al
(b) Entrained bath ($F_{ep}$) = 0.63 kg F/ton Al
(c) Formation of HF ($F_{gb}$) = 15.96 kg F/ton Al
(d) Hydrolysis of pot fumes ($F_{gp}$) = 3.24 kg F/ton Al

Light Metals 1998
Edited by Barry Welch
The Minerals, Metals & Materials Society, 1998

The gaseous fluoride emission was ($F_{gb}$+$F_{gp}$) = 19.20 kg F/ton Al and the particulate fluoride emission was ($F_{vp}$+$F_{ep}$-$F_{gp}$) = 8.00 kg F/ton Al. The total fluoride emission of the prebake cell was then 27.2 kg F/ton Al. The ratio of gaseous/particulate fluoride was 70 %/30 %. This is in fair agreement with plant measurements at 60 %/40 %[6].

The model has not been verified against other cell types using either side or centre breaking or against seasonal variations of emissions. However, the emission model contains a number of "kinetic" constants by which it could be recalibrated easily.

## Gas Collection Efficiency of a Prebake Cell

Gas collection efficiencies on prebake cells are not measured frequently and hence data are sparse [7,8]. Such data often give little indication of the effect of variables influencing the gas collection efficiency. Efforts have also been made to develop a theoretical relationship based on an "ideal" cell [9,10]. The "ideal" cell has uniform distributions of hood openings, suction and heat loss along its length.

Based on a mathematical model, Lid and Nilsson [9] developed an equation for the gas collection efficiency of a prebake cell. The equation was derived and validated for a closed cell. It was uncertain, however, whether it is also applicable to open cells when some panels are removed for operations.

Based on a physical model, Dernedde [10] developed an equation for the gas collection efficiency on closed or open prebake cells :

$$GCE = 100 / [1 + ((Q_m/Q)^{1/2} - 1)^{3/2}] \qquad (1)$$

If the actual gas exhaust rate exceeds a critical gas exhaust rate, then the gas collection efficiency will be 100 %. Both theoretical relationships predict a discontinuity at a gas collection efficiency of 100 %, i.e. the curve is not asymptotic, although such a trend is often deduced from plant measurements.

The minimum or critical exhaust rate was determined by the following equation :

$$Q_m = (c_d * A * T_0/T_1)^{2/3} * [H g L/(\rho_0 c_p T_2)]^{1/3} \qquad (2)$$

where
- GCE = gas collection efficiency (%)
- Q = actual gas exhaust rate ($Nm^3/s$)
- $Q_m$ = minimum gas exhaust rate ($Nm^3/s$)
- A = open area of the hooding ($m^2$)
- $c_d$ = orifice coefficient (0.671)
- g = acceleration due to gravity (9.81 $m/s^2$)
- H = heat loss from the alumina cover (kW)
- $T_0$ = normal temperature (273 K)
- $T_1$ = air inlet temperature at hood opening(K)
- $T_2$ = gas exhaust temperature (K)
- L = height of the hood (m)
- $c_p$ = specific heat of air (J/kg.K)
- $\rho_0$ = density of air at normal temperature ($kg/m^3$)

By neglecting heat losses from the cell hooding the gas exhaust temperature may be determined from the heat balance equation:

$$H = Q * \rho_0 * c_p * (T_2 - T_1) \qquad (3)$$

The equation for the gas collection efficiency was calibrated against a physical model at a scale of 1:4. The equation for the minimum exhaust rate was verified on a prebake cell.

## Primary Gas Collection Efficiency

Many different types of operation are carried out on the prebake cell. The main operations are for alumina feeding, anode changing, anode effect killing and control purposes. Some of these operations have a number of steps. During these operations cell emissions of fluoride and heat usually increase and in addition some hood panels are removed or an end door is opened.

The primary gas collection efficiency for a pot-day was determined by summing over the total number of operations:

$$G = \sum_1^n (E * t * GCE) / \sum_1^n (E * t) \qquad (4)$$

where
- G = primary gas collection efficiency (%)
- E = emission of total fluoride during the operation (kg F/ton Al)
- GCE = gas collection efficiency during the operation (%)
- t = duration of the operation (minutes per pot-day)
- n = number of operations

A total of 13 different pot operations were considered.

## Fluoride Emissions to the Atmosphere

Fluoride emissions to the atmosphere come from the roof of the potroom and from the stack of the scrubber. The roof emission was evaluated from the equation:

$$R = \sum_1^n E * (1 - GCE/100) * (t/1440) \qquad (5)$$

The scrubber emission was evaluated from the equation:

$$S = Z \sum_{1}^{n} E * (GCE/100) * (t/1440) \qquad (6)$$

where R = roof emission of total fluoride (kg F/ton Al)
S = scrubber emission of total fluoride (kg F/ton)
Z = $(1 - e_g) * f + (1 - e_s)*(1 - f)$
$e_g$ = scrubbing efficiency for gaseous fluoride (%/100%)
$e_s$ = scrubbing efficiency for particulate fluoride (%/100%)
f = fraction of gaseous fluoride in total fluoride

Another source of fluoride emission is spent anodes, which are transported to a cooling area after removal from a cell. The anode butt emissions amount to about 0.06 kg F/ton Al and are small compared with the other emissions [11].

## Monte-Carlo Simulations for a Group of Cells

All the cells in a potline have slightly different operating conditions and hence distributions were assigned to many of the variables; these were the gas exhaust rate, the hood open area, the heat loss from the alumina cover and the fluoride emission rates and times of the different operations.

The three parameter Weibull distribution was selected because of its simplicity and flexibility [12]. When the median value is used, the cumulative probability function is:

$$F(x) = 100 * (1 - \exp[\ln(0.5) * ((x - x_l)/(x_m - x_l))^m]) \qquad (7)$$

where F(x) = cumulative frequency (%)
x = value of the variable
$x_l$ = minimum or maximum value of the variable
$x_m$ = median value of the variable
m = shape parameter

If m=4, the distribution is almost normal. If m=2, the distribution is skewed. Such distributions are sampled by a series of random numbers in order to assign values to the different variables.

Monte-Carlo calculations were made for 30 cells over a period of 14 days. This was judged to be sufficient for demonstration purposes. The normal cell emission of total fluoride was assumed to be 27.2 kg F/ton Al. During some operations the fluoride emissions may increase tenfold. Two different cell designs were compared and the effect of a dual exhaust system was evaluated. The gas exhaust rate was increased by 80%, when the dual exhaust system was in use for the operations on the cell. The calculated results show the average values and their 95% confidence limits.

## Simulation Results of Cell Design #1

In this design the hood open area and the heat loss from the alumina cover were "large"; both of these features reflect the AP-18 cell technology [13,14]. The simulation results are summarised in Table I.

Table I - Results of Cell Design #1

| Gas Exhaust $Nm^3/s$ | Dual Exhaust % | Primary Gas Collection % | Roof Emission kg F/ton Al |
|---|---|---|---|
| 1.1 | 0 | 91.65 ± 0.77 | 2.26 ± 0.21 |
| 1.3 | 0 | 96.50 ± 0.18 | 0.95 ± 0.05 |
| 1.5 | 0 | 98.59 ± 0.24 | 0.38 ± 0.07 |
| 1.7 | 0 | 99.50 ± 0.06 | 0.14 ± 0.02 |
| 1.1 | 80 | 92.48 ± 0.82 | 2.04 ± 0.23 |
| 1.3 | 80 | 96.94 ± 0.35 | 0.83 ± 0.09 |
| 1.5 | 80 | 99.00 ± 0.20 | 0.27 ± 0.06 |
| 1.7 | 80 | 99.76 ±0.10 | 0.06 ± 0.03 |

The roof emission of total fluoride follows an exponential relationship with the gas exhaust rate, if the dual exhaust system is not used:

$$R = 380.0 * \exp(-4.63 * Q) \qquad (8)$$

The correlation coefficient was very high at 0.999. Evidently the dual exhaust system is effective only if the actual gas exhaust rate exceeds the minimum gas exhaust rate, which is 1.44 $Nm^3/s$ for the closed cell of this design (Figure 2).

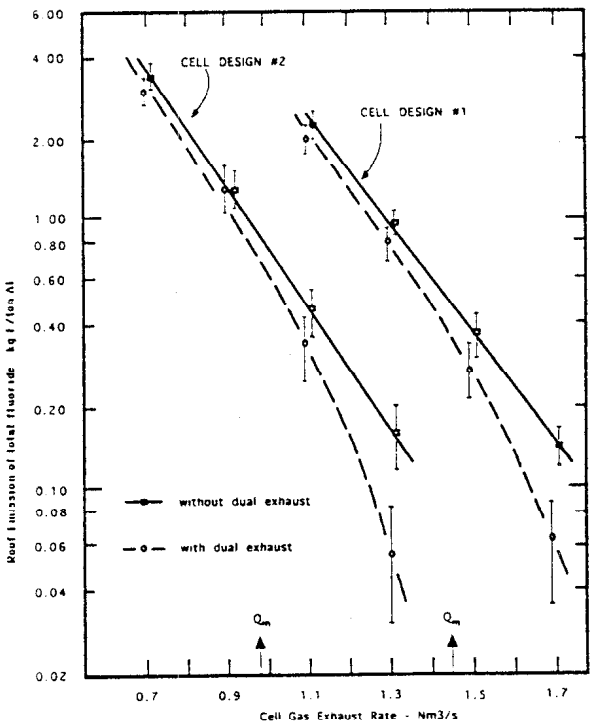



Figure 2 - Roof Emission Versus Gas Exhaust Rate

Scrubber emissions varied from 0.25 to 0.27 kg F/ton Al over the range of exhaust rates studied.

## Simulation Results of Cell Design #2

In this design the hood open area and the heat loss from the alumina cover were "small"; both of these features reflect the P-155 cell technology (15,16). The simulation results are summarised in Table II.

Table II - Results of Cell Design #2

| Gas Exhaust Nm3/s | Dual Exhaust % | Primary Gas Collection % | Roof Emission kg F/ton Al |
|---|---|---|---|
| 0.7 | 0 | 87.47 ± 1.10 | 3.40 ± 0.32 |
| 0.9 | 0 | 95.29 ± 0.71 | 1.27 ± 0.19 |
| 1.1 | 0 | 98.24 ± 0.33 | 0.47 ± 0.09 |
| 1.3 | 0 | 99.42 ± 0.15 | 0.16 ± 0.04 |
| 0.7 | 80 | 88.89 ± 1.14 | 3.00 ± 0.31 |
| 0.9 | 80 | 95.33 ± 0.90 | 1.26 ± 0.24 |
| 1.1 | 80 | 98.68 ± 0.38 | 0.35 ± 0.10 |
| 1.3 | 80 | 99.79 ± 0.09 | 0.06 ± 0.03 |

Without the dual exhaust system the following exponential relationship was obtained:

$$R = 121.6 * \exp(-5.08 * Q) \quad (9)$$

The correlation coefficient was very high at 0.999. Due to the tight hood and the low heat loss from the alumina cover, this cell design could attain the same roof emission levels at a much lower exhaust rate compared to the previous cell design (Figure 2). Again the dual exhaust rate is effective only if the actual exhaust rate exceeds the minimum exhaust rate of 0.97 $N_m^3/s$ on the closed cell.

Scrubber emissions varied from 0.24 to 0.27 kg F/ton Al over the range of exhaust rates studied.

## Effect of Duration of Operations

Some simulations were also made in order to estimate the effect of the operating time on the fluoride roof emission. This study was done on Cell Design #1 at an exhaust rate of 1.70 $Nm^3/s$ and without the dual exhaust. Two operations were examined :

(i) tapping operation; duration of the syphoning step,
(ii) anode changing operation; duration of the open bath condition.

The simulation results are shown in Table III.

Table III - Effect of duration of operations

| Duration minutes per pot-day | Operation | Primary Gas Collection % | Roof Emission kg F/ton Al |
|---|---|---|---|
| 7 | Tapping | 99.50 ± 0.06 | 0.136 ± 0.017 |
| 23 | Tapping | 99.41 ± 0.13 | 0.157 ± 0.036 |
| 39 | Tapping | 99.34 ± 0.15 | 0.178 ± 0.020 |
| 2 | Anode changing | 99.50 ± 0.06 | 0.136 ± 0.017 |
| 7 | Anode changing | 99.28 ± 0.08 | 0.196 ± 0.025 |
| 12 | Anode changing | 99.02 ± 0.10 | 0.269 ± 0.028 |

The results indicate that roof emissions of total fluoride increase monotonically with the operating time. The data could be represented by the following equations:

Tapping: $R = 0.0013 * t + 0.128$ (10)
Anode Changing: $R = 0.0133 * t + 0.107$ (11)

The correlation coefficients were higher than 0.980. The slope of these relationships varies according to the severity of fluoride emission during the operation.

## Roof Concentration of HF during Operations

The average roof concentration of hydrogen fluoride of a group of 30 cells of Design #1 was estimated during two operations:

(i) tapping on 5 cells,
(ii) anode changing on 7 cells.

The gas exhaust rate was 1.70 $Nm^3/s$ and no dual exhaust was used. The building ventilation rate was assumed to be 50 000 $Nm^3$/hour per cell and the proportion of HF in the total fluoride was taken at 65 %. Emissions from spent anodes were not considered.

The results indicate that the roof concentration of HF is about 0.03 $mg/Nm^3$ when all the cells are closed (Figure 3). This concentration is due to leakage from a few cells. Roof concentrations increase as soon as operations begin and the concentration level depends upon the type of operation. The trend of these results agree with laser measurements of HF roof concentrations[17,18].

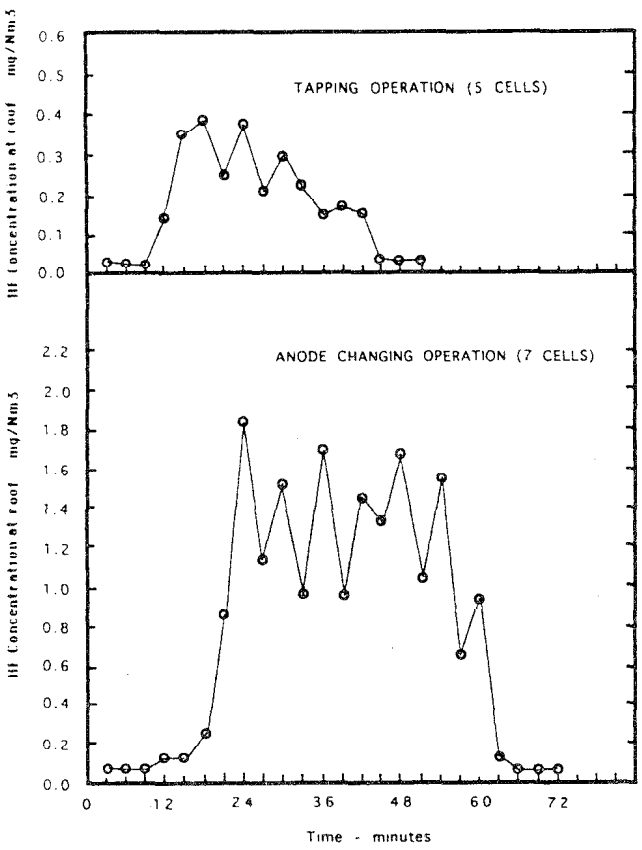



Figure 3 - HF Concentration at Roof Versus Time

## Conclusion

Using available information on cell fluoride emissions and on gas collection efficiency, the roof emission from a group of cells was estimated using a Monte-Carlo simulation under various design and operating conditions. The calculated fluoride emissions ranged from 0.3 to 1.3 kg F/ton Al. These results were in good agreement with published plant data [19,20].

The simulations indicated quantitatively some trends such as the effect of the gas exhaust rate and the duration of operations on the roof emissions. Roof concentrations of hydrogen fluoride were also simulated and the results of the effect of the operations were realistic.

The simulation program may be used in the evaluation of different strategies for minimizing roof emissions in existing smelters. The program should be validated against plant data before such use is made. The results of the program may also be useful for awareness training of operating personnel on the variables, which are important for attaining a high performance of the gas collection system and thus low emissions to the atmosphere.

## References

1. R. Huglen and H. Kvande, "Global Considerations of Aluminium Electrolysis on Energy and the Environment", TMS Light Metals 1994, pp. 373-380.

2. L.N. Less and J. Waddington, "The Characterisation of Aluminium Reduction Cell Fume", TMS Light Metals 1971, pp. 499-508.

3. K. Grjotheim et al., "The Formation and Composition of the Fluoride Emissions from Aluminum Cells", Canadian Metallurgical Quarterly,11 (4), 1972, pp. 585-599.

4. A. Franke and W. Schmidt-Hatting, "Influence of Bath Composition on Cell Emission, Bath Temperature and Alumina Concentration", TMS Light Metals 1977, pp. 361-379.

5. W. Haupin and H. Kvande, "Mathematical Model of Fluoride Evolution from Hall-Héroult Cells", TMS Light Metals 1993, pp. 257-263.

6. P. Jones and E. Keul, "Retrofit Improvements to Cellroom Dry Scrubbing", TMS Light Metals 1991, pp. 509-515.

7. R. J. Schlager and R.K. Ng, "Reduction Cell Hooding Efficiencies with various Cell, Superstructure and Shield Design Factors", TMS Light Metals 1984, pp. 1449-1456

8. I.N. Popchenkov et al., "Use of the Radioactive Indicators Method For Evaluating an Efficiency of Removing the Contaminates in the Electrolytic Production of Aluminium", TMS Light Metals 1985, pp. 1449-1454.

9. O. Lid and K.J. Nilsson, "A Mathematical Model for Determination of Gas Collection Efficiency on Hooded Prebaked Pots", TMS Light Metals 1988, pp. 713-717.

10. E. Dernedde, "Gas Collection Efficiency on Prebake Reduction Cells", Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 51 (1), 1990, pp. 44-49.

11. A.R. Johnson et al., "A Study of Reduction Cell Fluoride Emissions", TMS Light Metals 1980, pp. 749-757.

12. F. Neelamkavil, "Computer Simulation and Modeling", John Wiley and Sons, 1987.

13. M. Keinborg and J.P. Cuny, "Aluminium Pechiney 180 kA Prebake Pot from Prototype to Potline", TMS Light Metals 1984, pp. 449-460.

14. M. Deshaies et al., "An Overview of ABI's Experience with Pechiney 180 kA Cells", TMS Light Metals 1992, pp. 337-341.

15. G.T. Holmes et al., "Development of Large Prebaked Anode Cells By Alcoa", TMS Light Metals 1980, pp. 401-411.

16. F.M. Kimmerle et al., "Measured versus Calculated Reduction of the PFC Emissions from Prebaked Hall-Héroult Cells", TMS Light Metals 1997, pp. 165-171.

17. T. Foosnaes et al., "Continuous Monitoring of Gaseous Fluoride Emission", TMS Light Metals 1993, pp. 407-411.

18. J.E. Eberhardt et al., "Potroom Trial of a 400m Path Laser Hydrogen Fluoride Measuring Instrument", TMS Light Metals 1995, pp. 335-340.

19. G.L. Andes et al., "Hooding Efficiencies of Prebake Aluminum Cells - Bluff Smelter, New Zealand", TMS Light Metals 1976, pp. 467-498.

20. G. Oppermann and P. Presche, "Experience with the Reynolds Aluminium Hamburg Plant", TMS Light Metals 1977, pp. 399-414.

**ANNEXE Q23** **Fiche technique et brochure des filtres PrimaFlow**

Cleanova | MICRONICS

# PrimaFlow™



**PrimaFlow™ – part of our in-house manufactured filtration offerings - is the next generation of Extended Surface Bags (ESBs), developed through a revolutionary combination of proprietary filter bag, cage, and customized filter media.**

The unique design of SOLAFT® PrimaFlow™ couples bag and cage geometry to allow greater flow through the entire length of the filter bag.

With higher gas flow, lower differential pressure, and lower emissions, PrimaFlow™ drives both technical and business improvements to customer operations.



## ADVANTAGES & BENEFITS

- Easy retrofitting without modification to existing cleaning systems and cell plates, enabling increased production load without costly capital upgrades
- Efficient operation with high filtration efficiency, throughput, and lower emissions
- Extended bag life
- Lower maintenance and operating costs due to minimal intervention and lower energy consumption
- Lowest differential pressure
- Highest gas treatment

## APPLICABLE INDUSTRIES

ALUMINA | ALUMINUM | CEMENT | ENERGY | STEEL | MINING | INDUSTRIAL

## FEATURES & OPTIONS

### FABRIC OPTIONS

Multiple options for fabrics and finishes

### CHEMICAL ENVIRONMENT

Broad Range

### OPERATING TEMP

Ambient to High
(Up to 260°C / 500°F)

### PRESSURE

Lowest Differential Pressure

### PATENTED DESIGN

Recognized world leaders in ESBs

MICRONICS
ENGINEERED FILTRATION GROUP

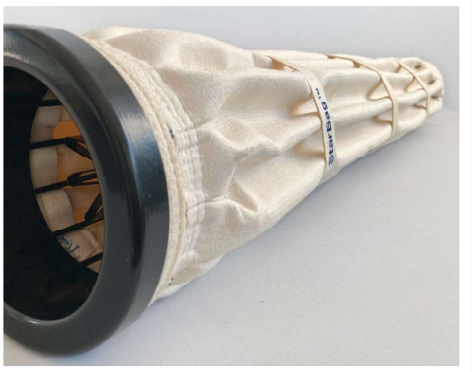
# PrimaFlow®

## Pioneering Innovation in Filter Bag Technology For Demanding Industries













www.micronicsinc.com

# SOLAFT® PrimaFlow®

PrimaFlow® is a revolutionary combination of proprietary filter bag, filter cage, and customized filtration media, and is the next generation of Extended Surface Bags (ESBs), building on the StarBag™ legacy.

The unique PrimaFlow® design improves the gas inflow into the baghouse filter, and increases the internal core space, allowing the effective flow of gas along the entire length of the filter bag. This enables higher gas flow, lower differential pressure, and lower emissions, resulting in significant improvements to operations.

Key industries that benefit from our PrimaFlow® include Aluminium, Coal-Fired Power Generation, Iron & Steel, and Cement Plants.

**1966**

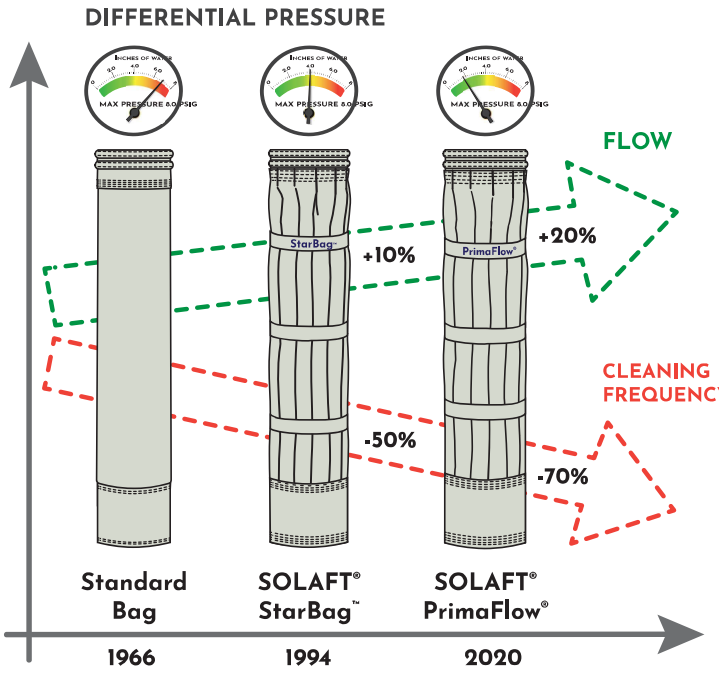
**Standard Filter Bags**
We have been improving standard bag technology since 1966.

**1994**

**SOLAFT® StarBag™**
SOLAFT® StarBag™ has been providing pioneering innovation in extended surface filters bags (ESBs) since 1994.

**2020**

**SOLAFT® PrimaFlow®**
In 2020, SOLAFT® PrimaFlow® was introduced, taking SOLAFT® StarBags™ to the next level for our valued customers.




*Improvement percentages when compared to standard bags

## The Evolution of Filter Bag Technology

The Micronics Engineered Filtration Group has been at the forefront of filter bag development to best meet increased production and regulatory emissions requirements for our clients.

The introduction of PrimaFlow® represents the future of filter bag technology today and highlights our continuous pursuit of excellence and pioneering innovation.

PrimaFlow® is the best alternative for quickly debottlenecking process filters that cause production limitations and it is both a sound technological and business choice.

## Advantages of PrimaFlow®

- Lower Differential Pressure
- Lower Emissions
- Reduced Pulse Frequency
- Improved Gas Flow
- Higher Particulate Capture
- Increased Flue Gas Capture

# Case Study 1
# Aluminium Industry, Middle East

A Middle Eastern Aluminium smelter was not achieving its desired outcomes with standard ESB filters. Investigations by our team confirmed that there was a need to minimize the internal resistance within the filter so as to achieve the required performance.

We trialed SOLAFT® PrimaFlow® in one of the cells, compared it to a cell containing the existing ESBs, and were able to achieve significant performance improvements.

| PROCESS PARAMETER | PrimaFlow® vs. Other Design ESB Filters |
|---|---|
| Hours to pre-coat | 155% higher |
| DP after offline cleaning | 30% lower |
| Time to reach threshold | 29% longer |
| Operational DP @ Max Flow | 16% lower |

The trial cells demonstrated that the PrimaFlow® filters were easier to clean and had lower gas resistance, which yielded longer time to pre-coat and lower filter Differential Pressure (DP).

The Gas Treatment Center (GTC) was converted to PrimaFlow® and the results compared to a full GTC containing existing ESB filters.

| PROCESS PARAMETER | PrimaFlow® vs. Other Design ESB Filters |
|---|---|
| Reverse pulse cleaning frequency | 64% lower |
| Filter cell DP | 10% lower |

When compared to the DP of conventional round filters, PrimaFlow® was 40% lower. Both the trial cell and the full GTC conversion demonstrated that the lower gas-flow resistance characteristics of the PrimaFlow® system yielded measurable and significant advances in lower pressure drop and reduced cleaning frequency. Operational savings were achieved in induction fan power consumption, cleaning air usage, and longer filter bag life with respect to reduced flexural fatigue of the filter media.



### Benefits of PrimaFlow®

- Can be retrofitted without modification to existing cleaning systems and cell plates. This allows an increase in production load without the need for expensive capital upgrade where baghouses are undersized for demand.
- Designed to ensure efficient operation with high filtration efficiency and throughput, with lower emissions
- Extended filter bag life due to less pulsing
- Lower maintenance and operational costs due to lower energy consumption and need for less intervention

# Case Study 2
# Aluminium Industry, Europe

A European Aluminium smelter retrofitted two GTCs with standard ESBs, with the aim of increasing the potline amperage while increasing gas flow from the pots and lowering filter DP. The project failed to meet the required targets, and the company approached us for a suitable solution. We recommended our SOLAFT® PrimaFlow®.

A trial was conducted, and compared one cell with PrimaFlow® to another cell containing a competitor's ESB filters.

| PROCESS PARAMETER | PrimaFlow® vs. Other Design ESB Filters |
|---|---|
| Filter DP | 32% lower |
| Filter Cell Gas Flow | 15% higher |
| Pulse Pressure | 50% lower |
| Pulse Frequency | 79% lower |

This trial cell study demonstrated that the low gas flow resistance of the PrimaFlow® system allowed operation at a low pulse frequency level, one previously not achieved at the smelter. The reduction in pulse air pressure and pulse cleaning frequency yielded a potential for ~75% reduction in compressed air in the GTC operations.

The PrimaFlow® system also achieved the highest ever single cell gas flow at the aluminium smelter GTC. Overall, use of PrimaFlow® well-exceeded the company's high expectations.

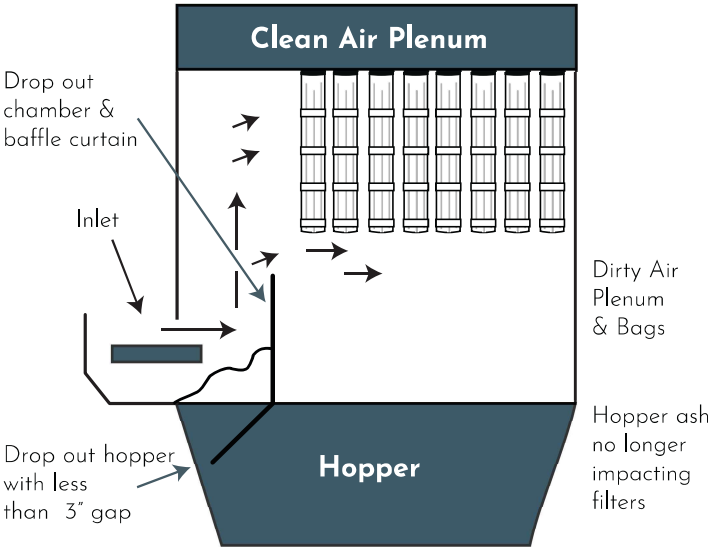
> "PrimaFlow® represents the best option in meeting regulatory emissions levels without compromising production."



# Case Study 3
# Power Generation Industry, North America

An Energy Station in North America was experiencing premature failure from abrasion of their filter bags, in line with the top of the baghouse inlet air baffle curtain. Abrasion was also occurring at the bottom of the bags from high velocity gas caused by high ash levels in the hopper. The abrasion problem affected 10-20% of the filter bags, with failures occurring within 2-3 weeks of installation. The method of dealing with the issue was to do frequent spot changes of failed bags to avoid breaches of emissions regulations.

The company investigated a number of options in an effort to mitigate the problems. A trial cell of SOLAFT® PrimaFlow® filter was installed and, after successful trial, the baghouse was fully converted. Implementation of PrimaFlow® allowed a significant void volume under the filters to reduce gas velocity and promote ash pre-separation. Since start-up, the pulse pressure has been maintained at 50% of that of the conventional filters.




The differential pressure has remained 30% lower than with the conventional filters while the gas flow rate has been maintained equal to that of the conventional filters. There have been no unplanned corrective maintenance entries to remedy filter abrasion and emissions have been maintained below licensed limit.

With PrimaFlow® successfully implemented, the previous abrasion problem and corrective maintenance issues after 2-3 weeks post-installation have been eliminated.



### Benefits of choosing PrimaFlow®

- We are pioneers in the development of ESBs for large GTCs and scrubbing systems
- Micronics delivers proven engineered filtration solutions for optimal performance in customers' demanding industries and applications
- Micronics has global Industry specialists that understand our customers' business
- Technical support on hand when you need it

Notes:

Notes:

The Micronics Engineered Filtration Group is a leading global industrial filtration company consisting of trusted brands – SOLAFT®, AFT®, NFM®, FilterFab, CPE, UPC, SFM, and Action Filtration.

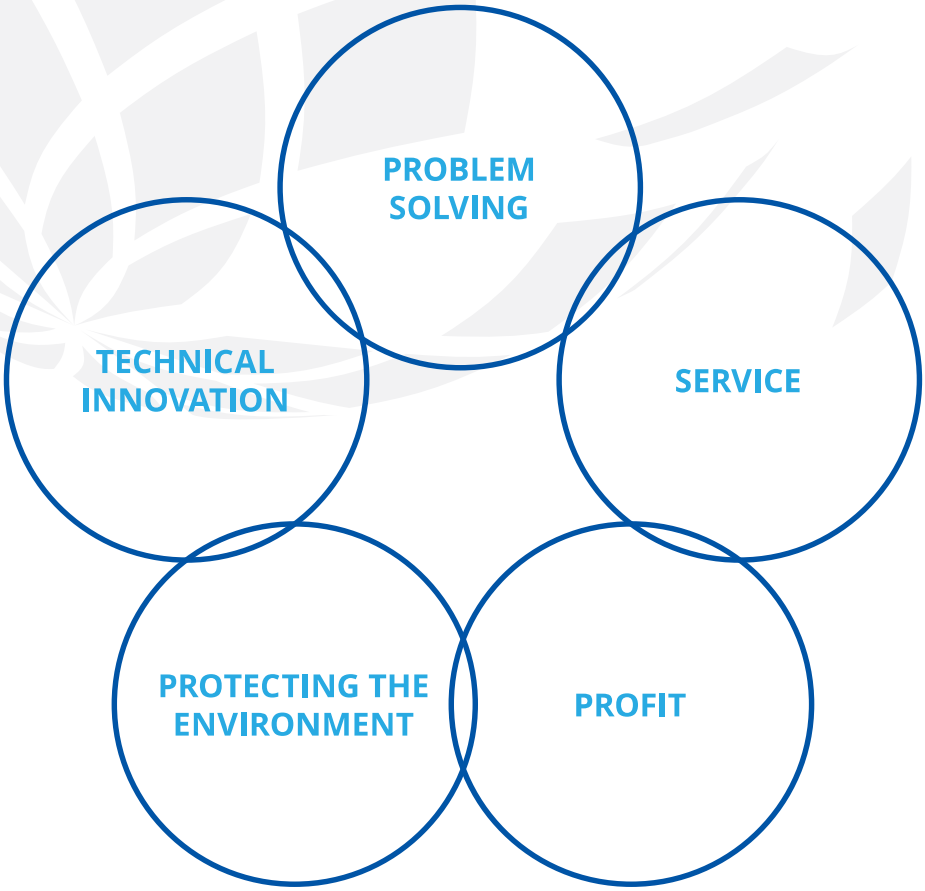
We provide Total Engineered Filtration Solutions including industry-leading filter media, filtration equipment, field services, spare parts & accessories, in-house laboratory services, and training to our valued global customers. Our solutions span Dry Filtration and Liquid Filtration, including both Pressure Filtration and Vacuum Filtration.

Our reputation is built on the specialized filtration expertise of our global team. We are proud of our high-quality filtration product and service operations in the USA, Canada, Mexico, Brazil, the UK, Australia, China, and India. Collectively, we are committed to providing solutions that contribute to Environmental Protection and reduced emissions...today and tomorrow.

Please reach out to the Micronics Engineered Filtration Group to learn more about the Starbag™, PrimaFlow®, and our complete range of Industrial Filtration Solutions.

MICRONICS

ENGINEERED FILTRATION GROUP




MICRONICS SOLAFT NFM AFT CPE SFM ACTION FILTRATION UPC Filterfab

# ANNEXE Q28 Étude prévisionnelle sonore

# Étude prévisionnelle sonore

## Projet CBA au centre de coulée

## Rio Tinto Alma

**Rapport réalisé pour :**

Daniel Larouche, ing.
Chargée de projet sénior, Services ingénierie

**Préparé par :**

Sébastien Gagnon, Chargé de projet
Samuel Duclos, ing.



Novembre 2025

N/Réf. : 24-12-05-SD – R02

1040, avenue Belvédère, suite 215, Québec, QC, G1S 3G3, Canada **T** 418-686-0993 **F** 418-686-2043
www.softdb.com

# Table des matières

**1 Contexte ..... 3**
**2 Objectif ..... 3**
**3 Échelle de bruit ..... 4**
**4 Méthodologie ..... 5**
4.1 Modélisation de la propagation du bruit ..... 5
4.2 Localisation des secteurs sensibles ..... 5
**5 Seuil de bruit à respecter ..... 6**
5.1 Niveaux sonores aux résidences citriques ..... 6
5.2 Méthode d'évaluation ..... 7
**6 Modélisation acoustique ..... 8**
6.1 Présentation du modèle ..... 8
6.2 Hypothèses de calcul ..... 9
6.3 Localisation des équipements ..... 9
6.4 Caractéristiques des équipements ..... 13
6.4.1 Tour de refroidissement ..... 13
6.4.2 Équipements sur le toit ..... 13
6.5 Contribution sonore de l'ensemble des équipements ..... 14
**7 Conclusion ..... 15**
**Annexe A : Fiche technique d'une cellule de la tour de refroidissement ..... 16**
**Annexe B : Cartographie sonore – Contribution sonore du centre de Billettes ..... 18**
**Annexe C Niveaux partiels ..... 20**

## Liste des figures

Figure 1: Localisation du projet d'expansion CBA (source : Google Earth) ..... 3
Figure 2 : Localisation des zones sensibles autour du site de l'usine (source : Google Earth) ..... 5
Figure 3 : Aperçu 3D du modèle de propagation sonore Cadna-A ..... 8
Figure 4 : Localisation des différentes sources sur le toit de l'usine et des tours d'eau (vue globale) 10
Figure 5 : Localisation des différentes sources sur le toit de l'usine (vue rapprochée) ..... 11
Figure 6 : Présentation des nouvelles tours d'eau (vue rapprochée) ..... 12
Figure 7 : Cartographie sonore – Usine d'alma – Projet CBA ..... 19

## Liste des tableaux

Tableau 1: Échelle de bruit – Représentation des niveaux de pression sonore en dBA ..... 4
Tableau 2: Réponse subjective de l'oreille humaine ..... 4
Tableau 3 : Niveaux sonores moyens mesurés – LAeq,T ..... 6
Tableau 4 : Puissance acoustique d'une cellule de refroidissement à 68% de la capacité maximal pour le projet de CBA à Alma [dB(A)] ..... 13
Tableau 5 : Puissances acoustiques des sources fixes prévues pour le projet de CBA à Alma [dB(A)] ... 14
Tableau 6 : Contribution sonore des nouveaux équipements ..... 14

# 1 Contexte

Dans le cadre d'un projet d'expansion de construction d'un centre de billettes d'aluminium à l'usine de Rio Tinto à Alma, une étude prévisionnelle est demandée pour évaluer le bruit produit par l'installation de plusieurs sources de bruit au toit du centre de coulée et de nouvelles tours de refroidissement.

La Figure 1 présente la localisation du projet sur le site de l'usine.

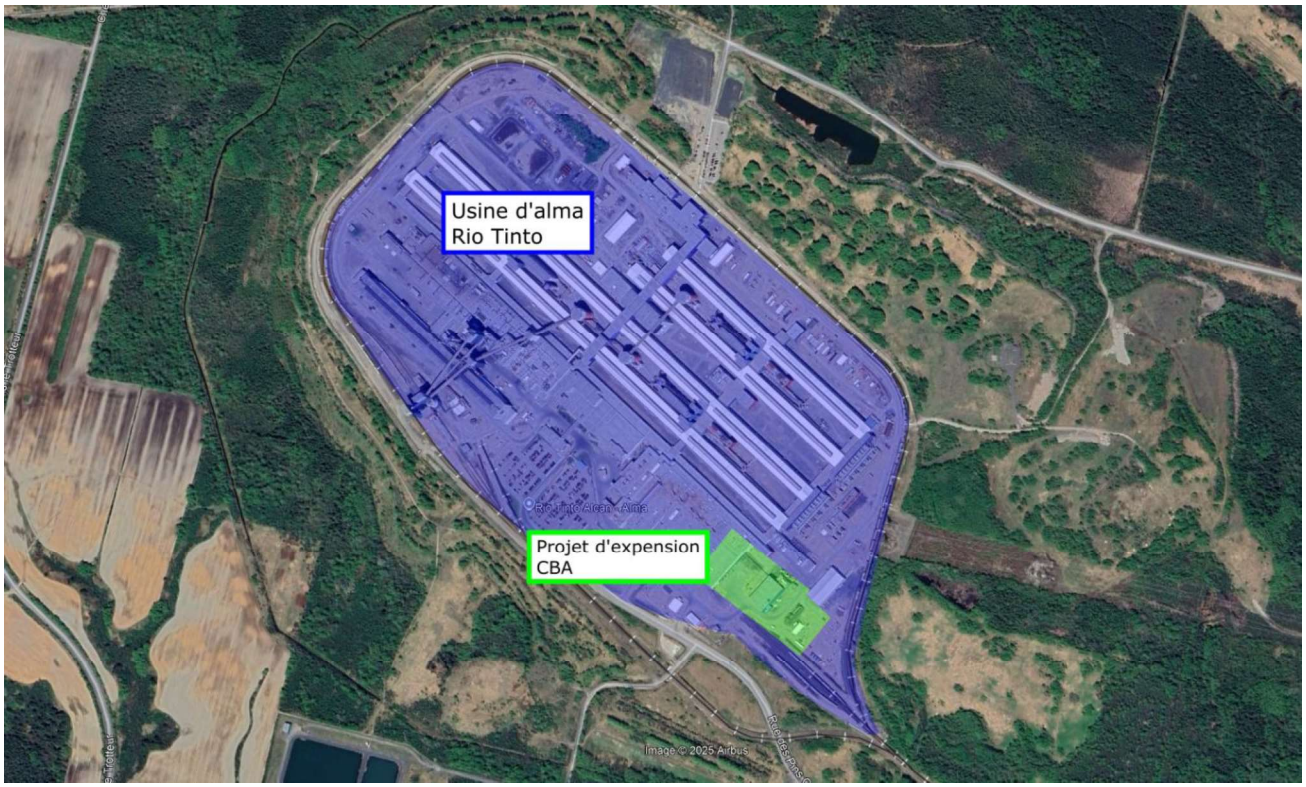



Figure 1: Localisation du projet d'expansion CBA (source : Google Earth)

# 2 Objectif

L'objectif général est de modéliser l'impact sonore des nouveaux équipements. Mais plus spécifiquement, les sous-objectifs sont les suivants :

- Modéliser les équipements selon leur emplacement prévu sur le site;
- Calculer la contribution sonore des nouveaux équipements aux zones sensibles des alentours;
- Déterminer si l'équipement rehausse le bruit dans la communauté;
- Au besoin, déterminer des pistes de solutions pour réduire l'empreinte sonore provenant des équipements.

# 3 Échelle de bruit

À titre informatif, le Tableau 1 présente une échelle d'exemples typiques représentant des niveaux de bruit.

Tableau 1: Échelle de bruit – Représentation des niveaux de pression sonore en dBA[1]

| Exemple de bruit | Décibels | Réactions humaines |
|---|---|---|
| Aucun son n'est perceptible | 0 | Seuil de l'audition |
| Respiration | 10 | Le son peut à peine être entendu |
| Chuchotement entendu à 1m, vent léger dans les arbres | 20 | Sensation de grand calme |
| Conversation à voix basse | 30 | Sensation de calme |
| Bibliothèque, réfrigérateur, rue peu passante la nuit | 40 | Lieu perçu comme paisible |
| Pluie modérée, machine à laver | 50 | |
| Conversation normale | 60 | |
| Rue animée, aspirateur | 70 | Incommodant lors d'une conversation téléphonique |
| Réveille-matin, usine, restaurant bruyant | 80 | Conversation difficile, sensation de bruit fort |
| Métro, tondeuse, alarme | 90 | |
| Perceuse, scie à chaîne, motocyclette | 100 | |
| Spectacle de musique amplifiée, discothèque | 110 | Supportable pour une courte période, effort vocal maximal pour se faire comprendre |
| Sirène d'un véhicule d'urgence, décollage d'un avion à 300 mètres | 120 | Début de la douleur |
| Marteau piqueur, outil pneumatique | 130 | Douleur |
| Décollage d'un avion entendu à moins de 50 mètres | 140 | Douleur insupportable |

Selon la sensibilité de l'oreille humaine, il est généralement établi qu'une augmentation du niveau acoustique de l'ordre de 3 dB est faiblement perceptible et qu'une augmentation de 10 dB semble "deux fois plus forte" d'un point de vue perceptif. Des exemples de réponse typique de l'oreille humaine à divers niveaux de bruit sont présentés au Tableau 2.

Tableau 2: Réponse subjective de l'oreille humaine

| Augmentation du niveau acoustique | Réponse subjective de l'oreille humaine |
|---|---|
| 1 à 2 dB | Typiquement imperceptible |
| + 3 dB | Faiblement perceptible |
| + 5 dB | Clairement perceptible |
| + 10 dB | Deux fois plus fort |
| + 20 dB | Quatre fois plus fort |

[1] Source : Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ) – Bruit environnemental

# 4 Méthodologie

## 4.1 Modélisation de la propagation du bruit

Une modélisation acoustique a été effectuée à partir du logiciel de prédiction acoustique CadnaA de DataKustik. Le modèle a été utilisé afin de pouvoir simuler l'impact sonore des nouveaux équipements aux zones sensibles.

La modélisation prend en compte plusieurs paramètres, tels que la topographie, les effets d'écrans des bâtiments et les caractéristiques des nouvelles sources.

Le modèle est basé sur le plan d'implantation des équipements.

## 4.2 Localisation des secteurs sensibles

La Figure 2 illustre l'emplacement des quatre (4) points d'évaluation disposés autour du site de l'usine afin de garantir une analyse représentative de l'impact sonore dans les zones sensibles.




Figure 2 : Localisation des zones sensibles autour du site de l'usine (source : Google Earth)

# 5 Seuil de bruit à respecter

## 5.1 Niveaux sonores aux résidences citriques

Les seuils de bruit ayant servi aux comparaisons ont été tirés de l'étude d'impact sonore produit par SNC Lavalin en 2002 lors de la construction de l'usine.

La contribution maximale de l'usine a été établie soit grâce aux limites de bruit décrites dans la note d'instruction 98-01, soit à partir du bruit ambiant Lar, 1h mesuré. Le Tableau 3 présente les niveaux retenus aux points d'évaluation.

Tableau 3 : Niveaux sonores moyens mesurés – LAeq,T

| Point de mesure | Adresse ou description | Limite sonore Nuit* (dBA) | Limite sonore Jour* (dBA) |
|---|---|---|---|
| 1 | Complexe touristique de la Dam-en-Terre | 40 | 52 |
| 2 | 2965, rang Melançon | 40 | 51 |
| 6 | 2040, chemin de la traverse | 40 | 45 |
| 7 | 3575, rang Melançon | 40 | 51 |

*La cible retenue est, soit celle mesurée au point ou la cible par défaut de la NI 98-01 si plus élevée.

## 5.2 Méthode d'évaluation

Les nouveaux équipements installés sur le site fonctionneront en continu, 24 heures sur 24. Toutefois, la **période nocturne étant soumise à une réglementation plus stricte**, celle-ci a servi de base pour établir l'objectif de conception.

La méthodologie d'évaluation adoptée pour cette étude vise à garantir que la contribution sonore des nouveaux équipements installés sur le site de l'usine d'Alma **ne provoque pas une augmentation du niveau de bruit ambiant actuel.**

Puisque de nouvelles sources viennent s'ajouter à celles déjà existantes et qu'il est souhaité de ne pas augmenter le bruit dans la communauté, il est proposé de viser 10 dB ou plus en dessous de la limite de bruit. Comme mentionné dans le guide de la CNESST[3], lorsque la différence entre les deux niveaux sonores à additionner est supérieure à 10 dB, la contribution du bruit le moins élevée au niveau total est inférieure à 0,4 dB, une quantité négligeable.

Ainsi, **si la différence** entre la contribution sonore des nouveaux équipements et la cible de bruit est **égale ou supérieure à 10 dB**, cela indique que leur ajout aura un impact négligeable aux points d'évaluation.

[3] https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/guide-exposition-bruit.pdf

# 6 Modélisation acoustique

## 6.1 Présentation du modèle

Le logiciel Cadna-A de DataKustic a été utilisé pour déterminer la contribution sonore des différentes sources de bruit du nouveau centre de billettes d'aluminium. Celui-ci se base sur la méthode de calcul normalisée ISO 9613-2[4], détaillant les méthodes de calcul pour la propagation acoustique à l'extérieur.

La Figure 3 présente une vue 3D du modèle, intégrant les bâtiments de l'usine ainsi que la topographie de la région dans la modélisation.



Figure 3 : Aperçu 3D du modèle de propagation sonore Cadna-A

[4] ISO 9613-2 (1996) : Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 2 : Méthode générale de calcul

## 6.2 Hypothèses de calcul

Le modèle acoustique a été simulé avec les paramètres suivants :

- Procédure de calcul ISO 9613-2, vent neutre. Cette norme de calcul considère par défaut une condition de propagation favorable;
- Température moyenne de 10°C et humidité relative à 70 %;
- Conditions météorologiques de vent neutre;
- Les simulations tiennent compte de la topographie du site (données LIDAR de la base de données topographique du Gouvernement du Québec);
- 3 réflexions sont considérées, aux récepteurs évalués;
- Coefficient d'absorption des sols à 0 (où 0 = Parfaitement réfléchissant, 1 = Absorbant);
- Les bâtiments sont tous réfléchissants.

## 6.3 Localisation des équipements

Dans le cadre de ce projet, diverses sources seront installées sur le site de l'usine, notamment :

- Cheminée de four d'homogénéisation (1x);
- Cheminée de four de maintien (3x)
- Évacuateur hotte de four (6x);
- Évacuateur chaleur d'été (1x);
- Tour d'eau (4x);
- Refroidisseur à billettes (6 entrées 2 sorties);
- Unité d'admission d'air frais pour le centre de billettes (5x).

Une vue globale de l'ensemble du projet est présentée à la Figure 4 et des vues plus rapprochées à la Figure 5 et la Figure 6.

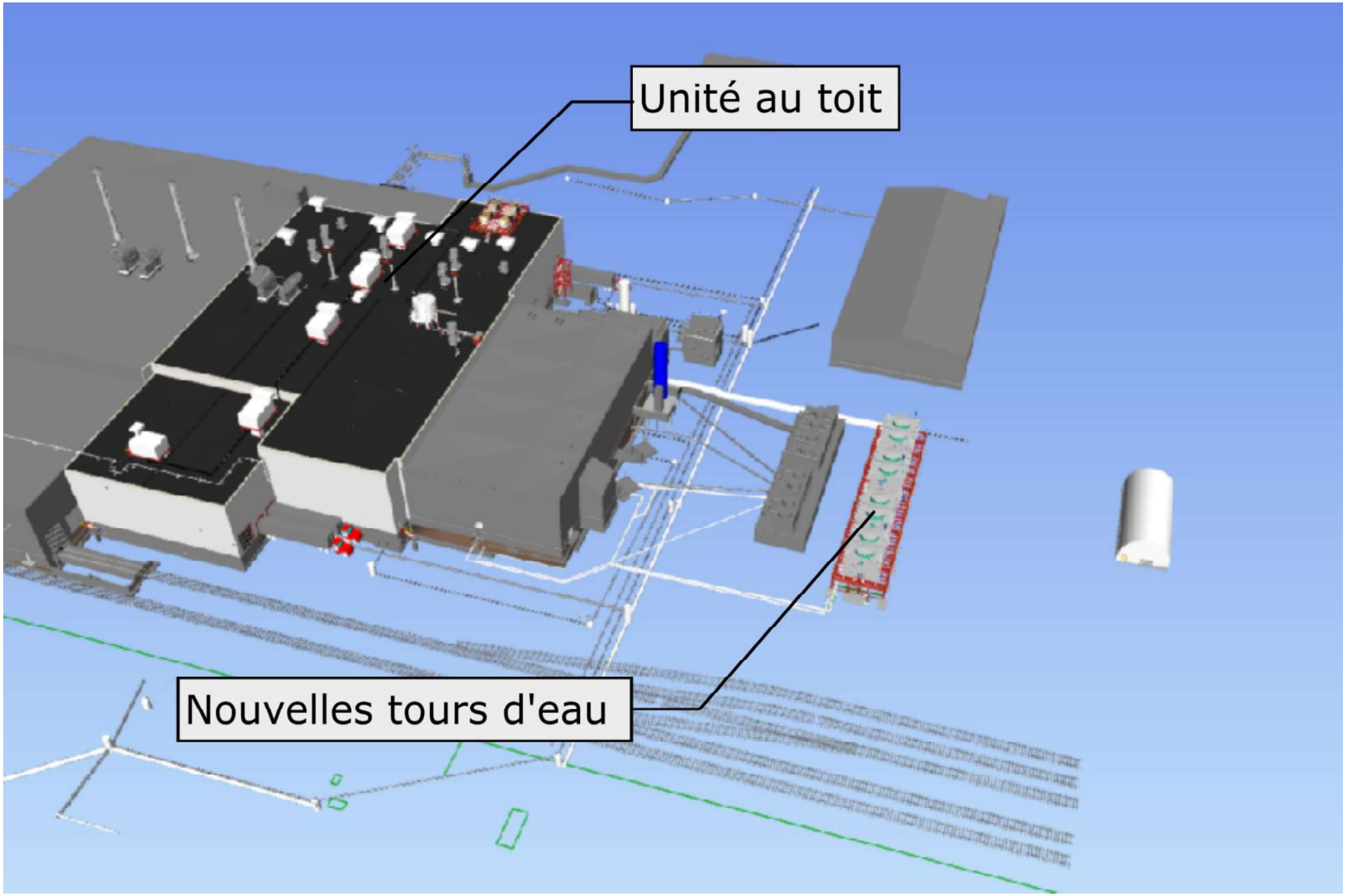



Figure 4 : Localisation des différentes sources sur le toit de l'usine et des tours d'eau (vue globale)

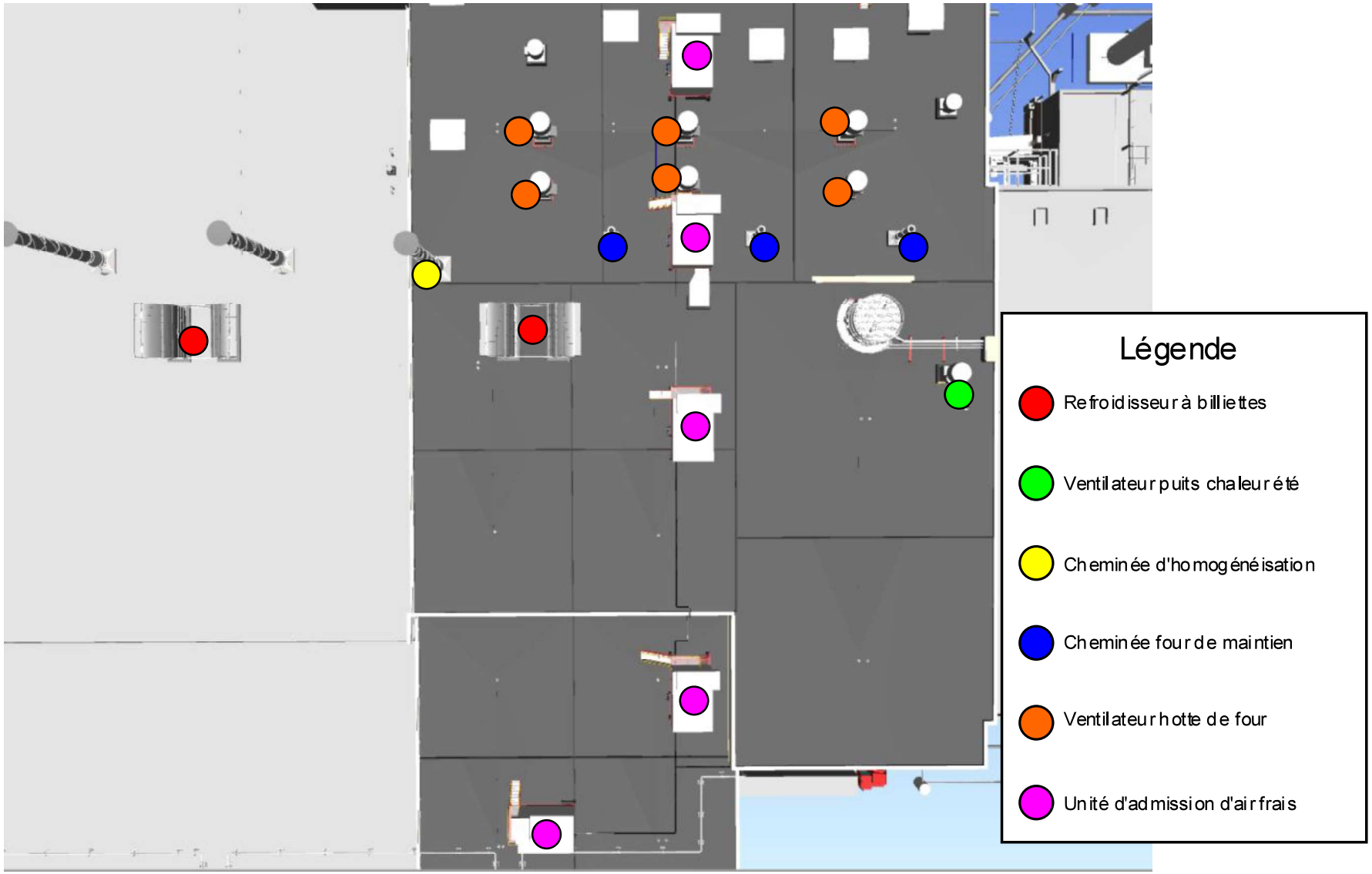



Figure 5 : Localisation des différentes sources sur le toit de l'usine (vue rapprochée)

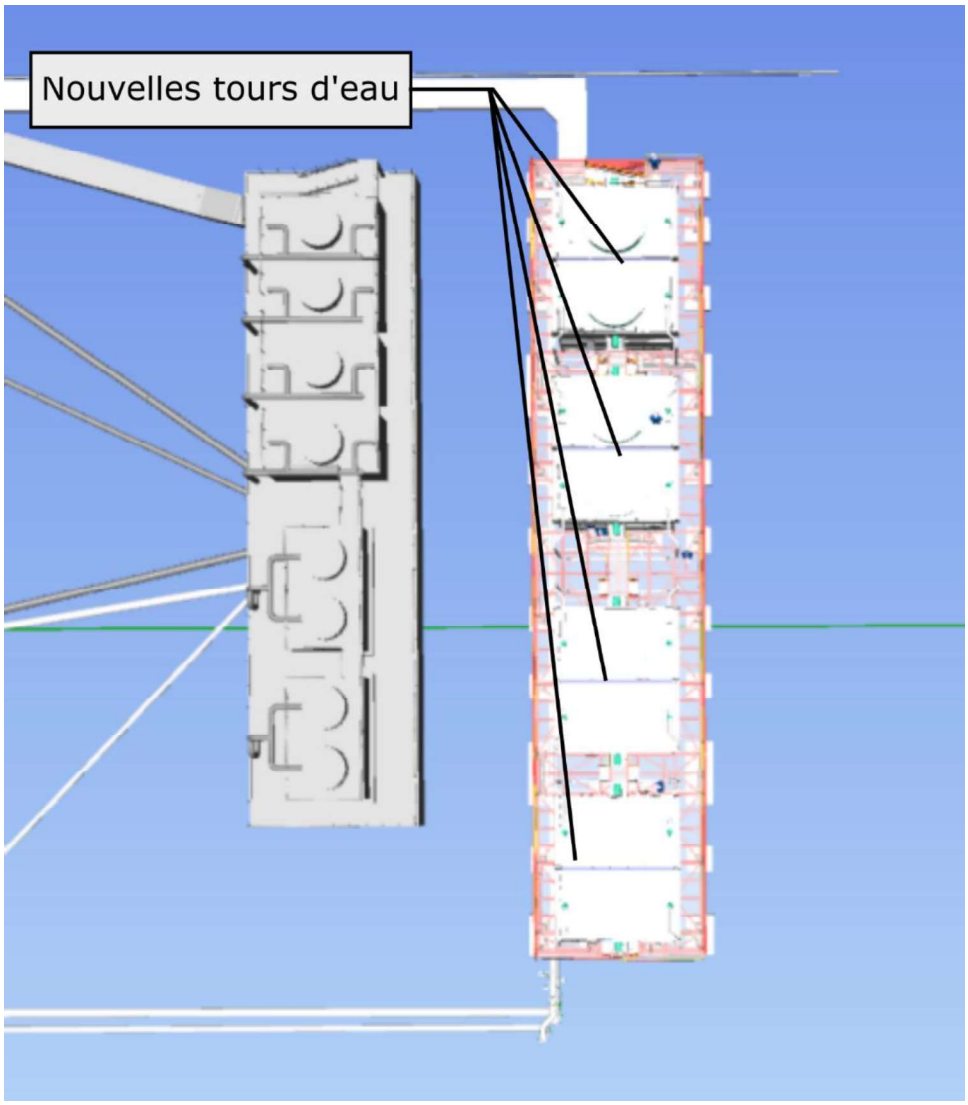



Figure 6 : Présentation des nouvelles tours d'eau (vue rapprochée)

## 6.4 Caractéristiques des équipements

### 6.4.1 Tour de refroidissement

Les puissances acoustiques (LWA) utilisées dans le modèle ont été calculées à l'aide des niveaux de pression sonores (dBA) fournis par le fournisseur à une distance de 5 m (16,4 pieds) et de 50 m (164 pieds). Pour plus de détails, il est possible de consulter la fiche technique à l'Annexe A.

La puissance acoustique (LWA) présentée au Tableau 4 représente la puissance acoustique d'une cellule de refroidissement. Au total, pour ce projet, il y aura 4 tours de refroidissement comprenant chacune 2 cellules.

Afin de limiter le bruit des tours d'eau, comme mesure de mitigation, il saura possible de diminuer la vitesse des ventilateurs. Il a été vérifié, en collaboration avec le fabricant des tours, que les ventilateurs pourraient tourner à environ 68 % de leur capacité maximale sans avoir d'impact sur la performance et ce dans les pires conditions (chaleur extrême en juillet). Toutefois, il est difficile de prédire la vitesse exacte en raison des nombreux impondérables à prendre en considération. Des vérifications après la mise en service des équipements sont recommandées afin de valider les hypothèses de calcul.

**Les puissances acoustiques des équipements utilisés pour les futures activités du projet CBA devront être similaires ou inférieures aux niveaux modélisés (Tableau 4).**

Tableau 4 : Puissance acoustique d'une cellule de refroidissement à 68% de la capacité maximal pour le projet de CBA à Alma [dB(A)]

| Équipement | Élément | Puissance globale LwA | Niveau équivalent par bande d'octaves (dBA) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
| Tour de refroidissement | Entrée (2x) | 94 | 73 | 76 | 84 | 87 | 89 | 88 | 80 | 69 |
| | "Casing" | 87 | 74 | 76 | 80 | 81 | 82 | 78 | 73 | 65 |
| | Ventilateur | 99 | 76 | 83 | 90 | 91 | 93 | 94 | 89 | 81 |
| | Global LWA | 101 | 80 | 85 | 92 | 94 | 96 | 96 | 90 | 82 |

### 6.4.2 Équipements sur le toit

Comme mentionné précédemment, plusieurs types de sources sont prévus d'être installés sur le toit du centre de coulées. La puissance acoustique des équipements a été fournie par le fournisseur sous la forme d'un niveau de pression global à une distance de 1 m.

Puisque des équipements semblables ont déjà été mesurés par l'équipe de Soft dB sur le site de l'usine, il a été possible de reconstituer le spectre sonore par bande d'octaves avec l'aide de sources équivalentes. Les puissances acoustiques sont présentées dans le Tableau 5.

**Les puissances acoustiques des équipements utilisés pour les futures activités du projet CBA devront être similaires ou inférieures aux niveaux modélisés (Tableau 5).**

Tableau 5 : Puissances acoustiques des sources fixes prévues pour le projet de CBA à Alma [dB(A)]

| Équipements | Puissances acoustiques par bande d'octaves en [dB(A)] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Global | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
| Refroidisseur de billettes (2x) * | 104 | 67 | 81 | 93 | 98 | 100 | 97 | 91 | 85 |
| Évacuateur de hotte de four (6x) | 106 | 87 | 91 | 98 | 98 | 101 | 100 | 93 | 80 |
| Évacuateur puits de chaleur été (1x) | 98 | 79 | 84 | 89 | 92 | 93 | 92 | 86 | 75 |
| La cheminée des 3 fours d'homogénéisation* | 98 | 75 | 88 | 93 | 93 | 89 | 87 | 84 | 75 |
| Unité d'admission d'air frais (5x) | 100 | 79 | 95 | 98 | 80 | 74 | 66 | 64 | - |
| Cheminée du four de maintien (3x) | 91 | 62 | 71 | 80 | 85 | 87 | 85 | 80 | 75 |

* Ces équipements incluent un silencieux dans les modélisations

## 6.5 Contribution sonore de l'ensemble des équipements

Le Tableau 6 présente les résultats de la modélisation de la contribution sonore des équipements aux points d'évaluation P1, P2, P6 et P7. La différence en dB entre la contribution sonore et les niveaux de bruit ambiant mesurés aux points d'évaluation sont également présentés. Une carte de bruit est disponible à l'Annexe B.

Tableau 6 : Contribution sonore des nouveaux équipements

| Emplacement | Contribution sonore simulée pour l'ensemble des nouveaux équipements [dBA] | Comparaison – Période de nuit (période la plus restrictive) | | Respect de la cible de bruit (Écart >=10 dB) |
|---|---|---|---|---|
| | | Seuil maximal pour l'ensemble de l'usine [dBA] | Différence [dB] | |
| P1 | 27 | 40 | -13 | Oui |
| P2 | 33 | 40 | -7 | Non (limite) |
| P6 | 24 | 40 | -16 | Oui |
| P7 | 26 | 40 | -14 | Oui |

### Observation :

- Selon les résultats, l'écart entre la contribution sonore des nouveaux équipements et la cible de bruit est égal ou supérieur à 10 dB à l'ensemble des points l'exception du point P2.

# 7 Conclusion

L'étude visait à évaluer la contribution sonore de nouvelles sources de bruit sur le toit du centre de coulée et de quatre tours de refroidissement sur le site de Rio Tinto à Alma.

Pour définir les cibles de conception, Soft dB à proposer de viser 10 dB en dessous (**voir section 5.2**) du niveau de bruit ambiant afin de ne pas venir rehausser le bruit déjà présent dans le secteur.

À l'aide des fiches techniques et des informations fournies par les fabricants des équipements, une modélisation acoustique a été réalisée à l'aide du logiciel *Cadna-A* en positionnant les équipements aux emplacements prévus sur le site de l'usine.

Selon les résultats de cette étude, puisque l'écart entre la contribution sonore de l'ensemble des équipements et le bruit ambiant est **égal ou de plus de 10 dB** (à l'exception de P2), il est considéré que l'impact sonore de **l'ajout des nouveaux équipements sera négligeable** dans la communauté. De plus, il est prévu de faire une vérification sur site après la mise en service des équipements.

# Annexe A : Fiche technique d'une cellule de la tour de refroidissement

**CoolSpec™ Version 8.2.1**
Product Data: 3/13/2025(Current)

© 2025 SPX Cooling Tech, LLC.
3/13/2025 3:17:23 PM

**Job Information**

**Selected by**

SPX Cooling Tech, LLC
7401 W 129th St,
Overland Park,KansasUnited States66213

Michael Schilling
Tel 8167991908
michael.schilling@spx.com

**Selection**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Manufacturer | Marley | Fan Speed (68.0%) | 197 rpm |
| Product | NC Steel | Fan Tip Speed (68.0%) | 7434 fpm |
| Model | NC8412UAN1 | Fan Motor Speed (68.0%) | 1224 rpm |
| Cells | 1 | Fan Motor Capacity per cell | 50 Hp |
| Fan | 12 ft, 5 Blades , Low Sound | Fan Motor Output per cell | 16.59 BHp |
| Fans per cell | 1 | Fan Motor Output total | 16.59 BHp |
| Model Group | Standard Low Sound (A) | | |

**Sound » Independently Verified**

1 - Cell sound data for an unobstructed environment.

Sound Pressure Level (SPL) expressed in dB (re: 20x10-6 Pa)
Sound Power Level (PWL) expressed in dB (re: 1x10-12 watts)

| Distance | Location | Octave Band Center Frequency (Hz) 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | Overall dBA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16.4 ft | Air Inlet Face SPL | 73 | 71 | 70 | 66 | 64 | 61 | 53 | 47 | 69 |
| 16.4 ft | Cased Face SPL | 70 | 66 | 63 | 57 | 53 | 51 | 47 | 42 | 60 |
| 16.4 ft | Fan Discharge SPL | 73 | 74 | 74 | 70 | 68 | 67 | 63 | 57 | 74 |
| 164 ft | Air Inlet Face SPL | 57 | 50 | 51 | 48 | 47 | 45 | 37 | 28 | 52 |
| 164 ft | Cased Face SPL | 58 | 50 | 47 | 42 | 40 | 35 | 30 | 24 | 45 |
| 164 ft | Fan Discharge SPL | 60 | 57 | 57 | 52 | 51 | 51 | 46 | 40 | 57 |
| | Tower PWL | 103 | 99 | 99 | 95 | 93 | 93 | 88 | 82 | 99 |

**Notes**

- Sound levels have been independently verified by a CTI-licensed sound test agency to ensure validity and reliability of the published values.
- Measurement and analysis of the sound levels were conducted by a certified Professional Engineer in Acoustical Engineering.
- Sound pressure levels were measured and recorded on various models in the acoustic near-field and far-field locations using ANSI S1.4 Type 1 precision instrumentation.
- Data developed in accordance with Cooling Technology Institute ATC-128 for Small Heat Rejection Equipment per 2024 revision.

**Other Resources**

For additional information on sound-related topics please see:

Sound Power Impacts Per CTI Code Revision
https://spxcooling.com/library/sound-power-impacts-per-cti-code-revision/
Understanding and Evaluating Cooling Tower Sound Levels Among Manufacturers
https://spxcooling.com/library/understanding-and-evaluating-cooling-tower-sound-levels-among-manufacturers/

## Ventilation four maintien 8, 9 et 10

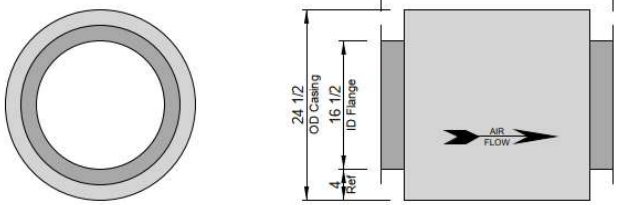
### Sound Data

Noise levels based on Hemispherical Free Field conditions.
(Directivity = 2, Measurement Distance = 3ft)

| Octave Band | 63 Hz | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lw dB | 83 | 82 | 84 | 83 | 82 | 79 | 74 | 71 |
| Lp dB | 76 | 75 | 77 | 76 | 75 | 72 | 67 | 64 |

**Overall Predicted Noise Level = 79 dBA (Fully Ducted)**

## Refroidisseur de billettes




Silencer Tag:
Model: 16VCIB-V99-SN4150
Quantity: 1
Unit Weight: 132 lbs
Pressure Drop: 0.13 inwg

**Fan Information**
System Tag:
Flow Rate: 5200 cfm @ 0.0707 lb/ft³
Ambient Temp: 70 °F
Operating Temp: 100 °F
Fan Width: Centrifugal Single Width

**Acoustic Summary**
Noise Criteria: 85 dBA
Position No.: 3 (90° from Silencer Opening)
Receiver Distance: 3 ft
Receiver Location: Outdoors

| Frequency | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fan Lw Total | 96 | 99 | 97 | 91 | 84 | 81 | 78 | 71 |

Average Sound Level with Silencer: 69 dBA

**Silencer Construction**
- HRS 11 Ga Casing
- GALV Internals
- 2in Flange - Fan Connection
- 2in Flange - System Connection
- Acoustic Media with Fiberglass Cloth Media Protection
- VAW's standard construction methods will be used, which may include caulking and stitch welding.

**Exterior Coating System**
Surface Prep: SP 2
Coat 1: Interlac 789 DTM Industrial Enamel ( 2-4 mils )
Color:

**Interior Coating System**
Surface Prep: SP 2
Coat 1: Interlac 789 DTM Industrial Enamel ( 2-4 mils )
Color: VAW Blue-gray
The Internal Coating System only covers the flange mating surfaces and the exposed internal hot rolled steel surfaces.

The silencer selection is based on the input fan sound data provided by the fan manufacturer. It does not take into consideration other factors which may contribute to the over all sound level. This may include noise from the motor, casing, duct, or other equipment. Pressure drop does not take into account system intake or discharge losses. The silencer construction is valid for temperatures equal to or less than 350 °F (176 °C). The coating is valid for temperatures equal to or less than 200 °F (93 °C).

| REV | DESCRIPTION | DATE ISSUED | BY | APR. BY |
|---|---|---|---|---|
| A | FIRST ISSUE | 16-Jun-2025 | DW | |

REVISIONS

This document contains material and/or information which is the property of VAW Systems Ltd. and is supplied only on a confidential basis. No reproduction, transmittal, or disclosure shall be made by any person, firm, or corporation without the prior written approval of VAW Systems Ltd.

Unless Otherwise Specified:
-Dimensions are in inches.
-Dimensions shown are nominal. For information on manufacturing tolerances contact VAW Systems Ltd.

SCALE NTS
DATE 16-Jun-2025
DWN BY Deanna Washburn

**VAW Systems**
1300 Inkster Boulevard, Winnipeg, Manitoba, Canada www.vawsystems.com

CUSTOMER AirPro Fan & Blower Co.
PROJECT Mark Grinder
DWG TITLE CIB - Circular Inlet silencer
General Design & Performance
SIZE A DWG NO. Bloom-000 REV. A SHT 1 of 1

## Annexe B : Cartographie sonore – Contribution sonore du centre de Billettes

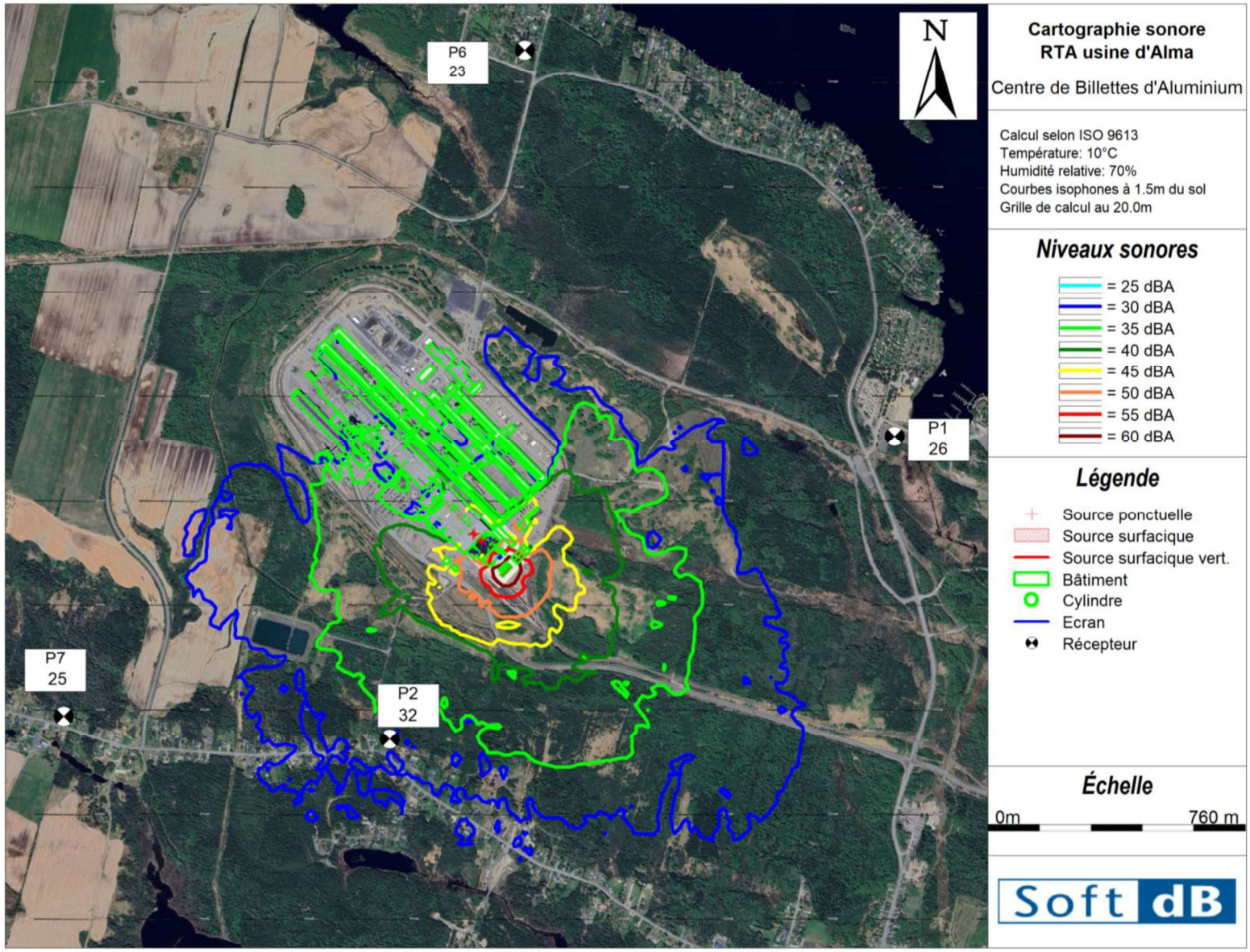



Figure 7 : Cartographie sonore – Usine d'alma – Projet CBA

# Annexe C Niveaux partiels

| Points d'évaluation | Équipements | Niveau équivalent global $L_{Aeq}$ [dB(A)] | Niveau équivalent par bande d'octaves [dB(A)] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
| P1 | Tours de refroidissement | 25 | | 8 | 13 | 19 | 19 | 19 | 12 | |
| | Unité d'admission d'air frais | 15 | - | 10 | 13 | - | - | - | - | - |
| | Refroidisseur à billettes | 16 | - | - | 9 | 12 | 11 | 1 | 9 | 12 |
| | Cheminée four de maintient | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Hotte de four | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Évacuateur d'été | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Cheminée d'homogénéisation | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P2 | Tours de refroidissement | 30 | 15 | 19 | 25 | 25 | 25 | 19 | - | - |
| | Unité d'admission d'air frais | 21 | 1 | 17 | 19 | - | - | - | - | - |
| | Refroidisseur à billettes | 23 | - | 4 | 15 | 19 | 19 | 12 | - | - |
| | Cheminée four de maintient | 10 | - | - | 2 | 6 | 5 | - | - | - |
| | Hotte de four | 18 | 4 | 8 | 12 | 12 | 13 | 6 | - | - |
| | Évacuateur d'été | 18 | 3 | 8 | 12 | 13 | 12 | 6 | - | - |
| | Cheminée d'homogénéisation | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P6 | Tours de refroidissement | 21 | 6 | 11 | 16 | 16 | 15 | 6 | - | |
| | Unité d'admission d'air frais | 13 | - | 8 | 10 | - | - | - | - | - |
| | Refroidisseur à billettes | 15 | - | - | 9 | 12 | 11 | - | - | - |
| | Cheminée four de maintient | - | | - | - | - | - | - | - | - |
| | Hotte de four | 12 | - | 3 | 7 | 6 | 5 | - | - | - |
| | Évacuateur d'été | 11 | - | 2 | 6 | 7 | 4 | - | - | - |
| | Cheminée d'homogénéisation | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P7 | Tours de refroidissement | 23 | 7 | 12 | 18 | 18 | 17 | 9 | - | - |
| | Unité d'admission d'air frais | 13 | -6 | 9 | 11 | - | - | - | - | - |
| | Refroidisseur à billettes | 18 | -16 | -3 | 11 | 14 | 14 | 2 | - | - |
| | Cheminée four de maintient | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Hotte de four | 12 | -2 | 3 | 7 | 6 | 6 | - | - | - |
| | Évacuateur d'été | 12 | -2 | 3 | 7 | 7 | 5 | - | - | - |
| | Cheminée d'homogénéisation | - | - | - | - | - | - | - | - | - |