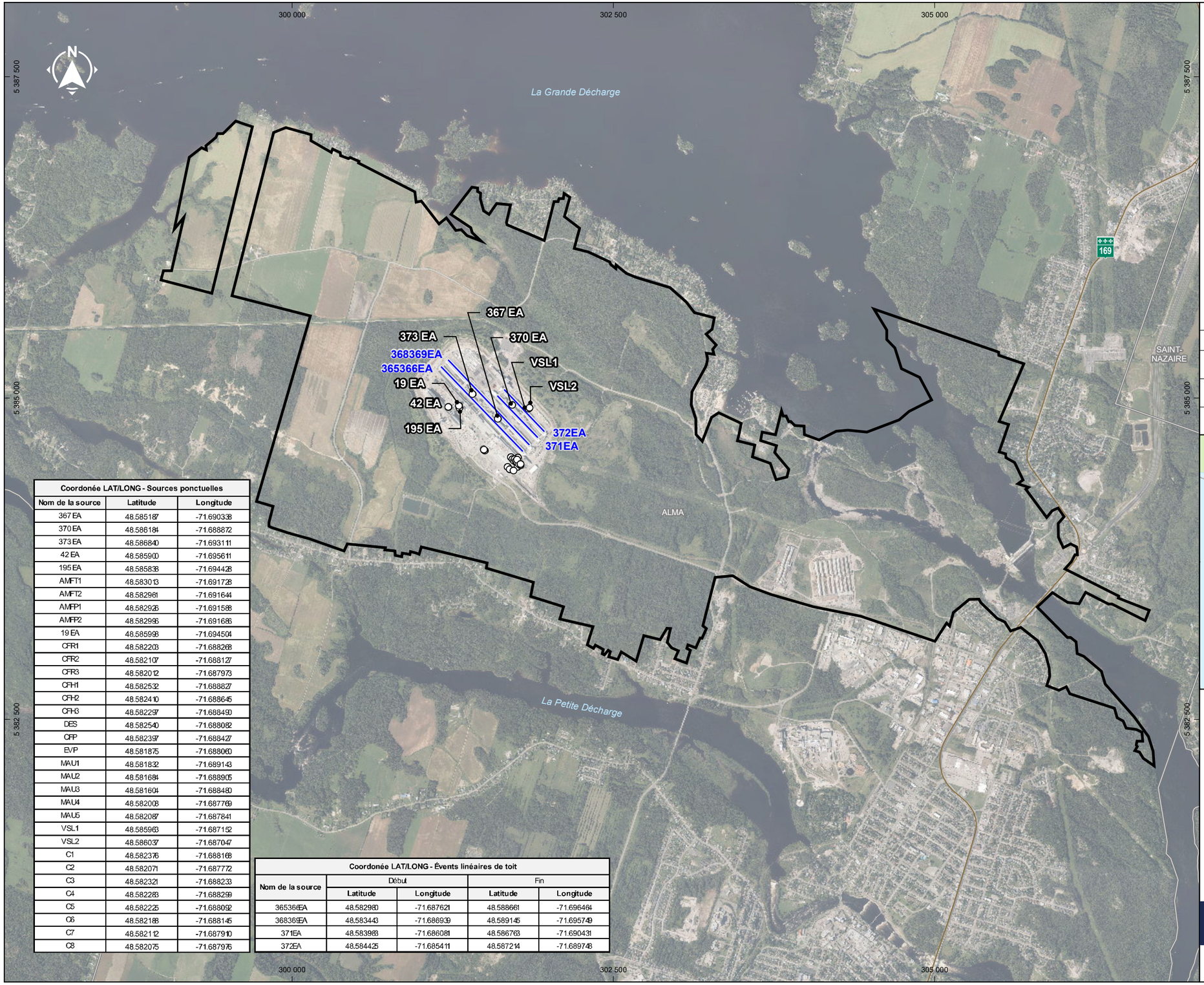


Limite de propriété

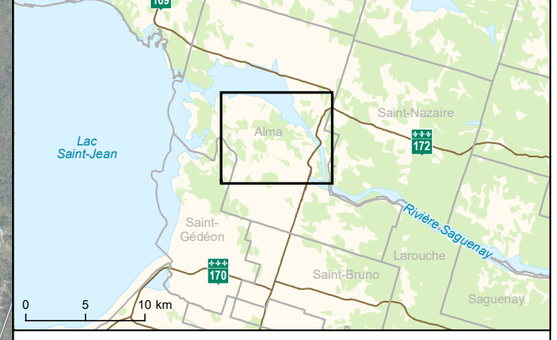
Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

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	48.582928	-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

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 C1
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

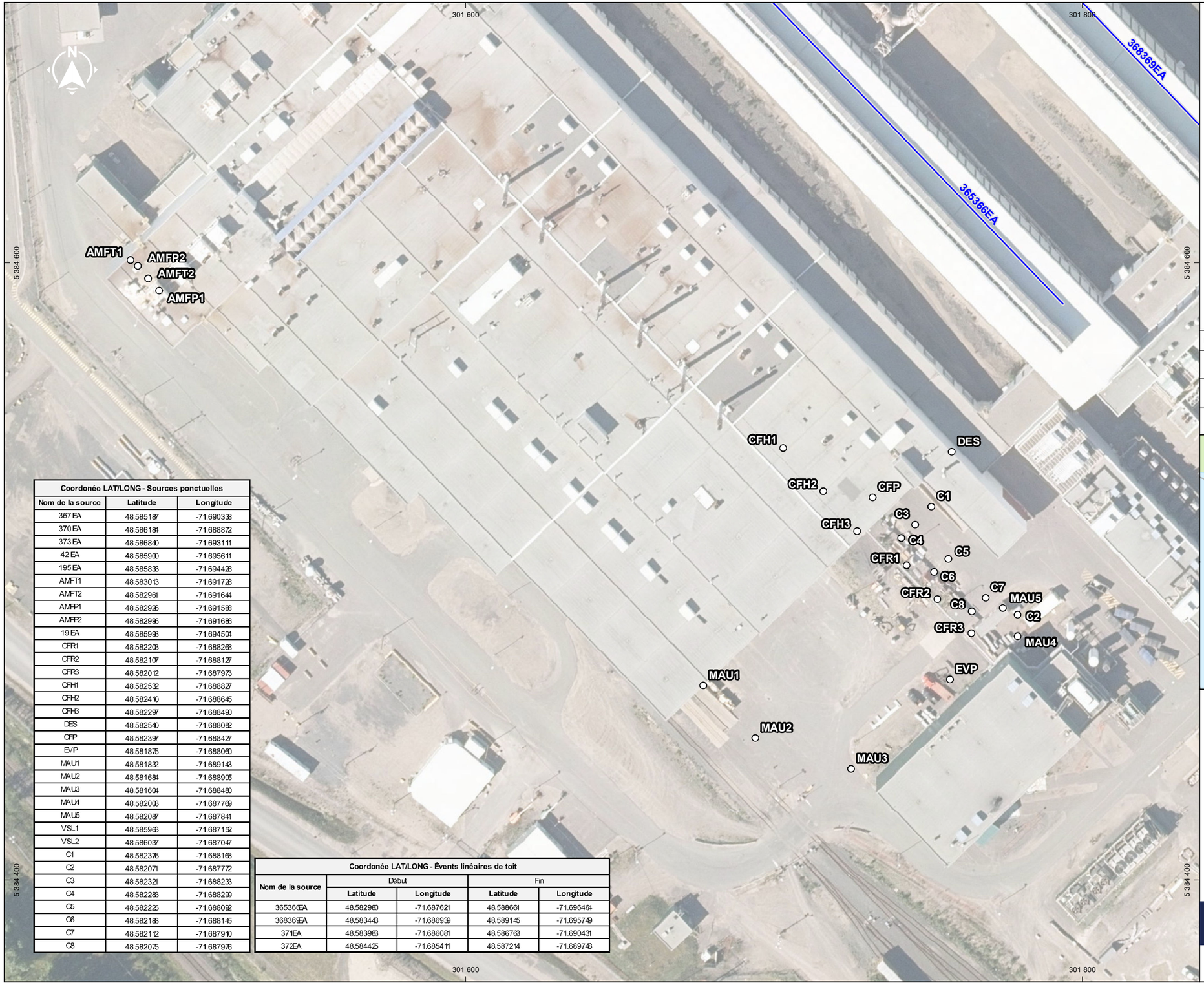
0 300 600 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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



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

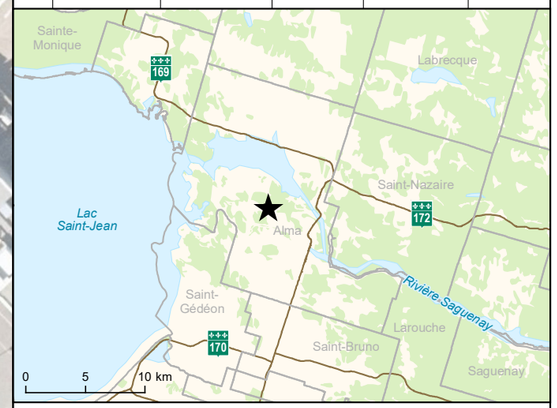
Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit				
Nom de la source	Début		Fin	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
365366EA	48.582980	-71.687621	48.588661	-71.696464
368369EA	48.583443	-71.686939	48.589145	-71.695749
371EA	48.583988	-71.686081	48.586763	-71.690431
372EA	48.584425	-71.685411	48.587214	-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 C1
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

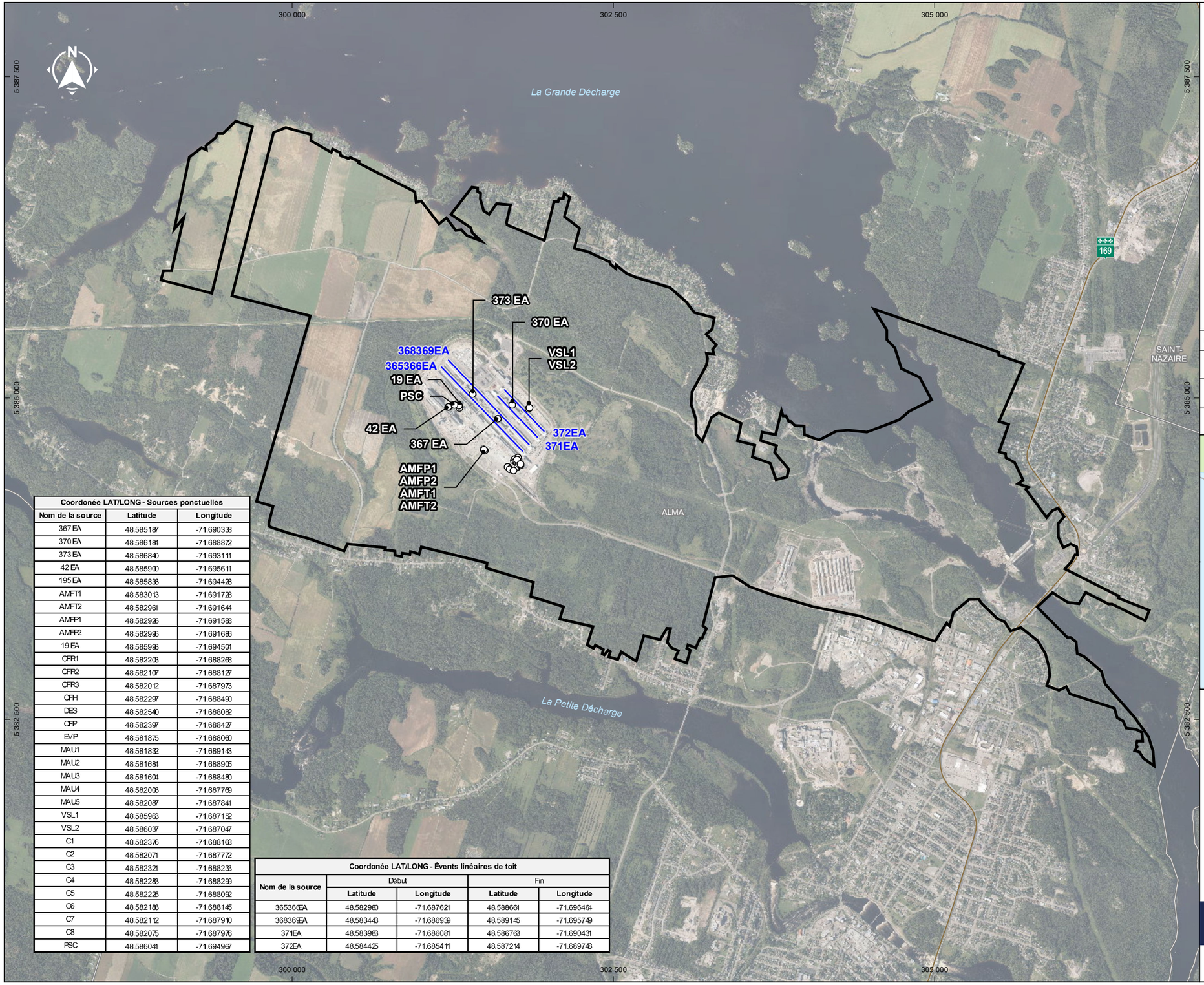
0 12.5 25 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

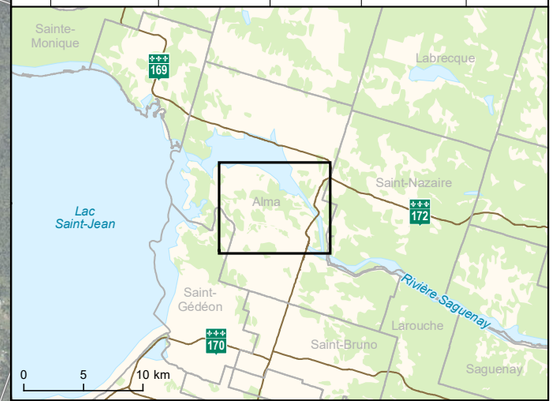
Nom de la source	Début		Fin	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
365366EA	48.582980	-71.687621	48.588661	-71.696464
368369EA	48.583443	-71.686939	48.589145	-71.695749
371EA	48.583983	-71.686081	48.586763	-71.690431
372EA	48.584425	-71.685411	48.587214	-71.689748

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 C2
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

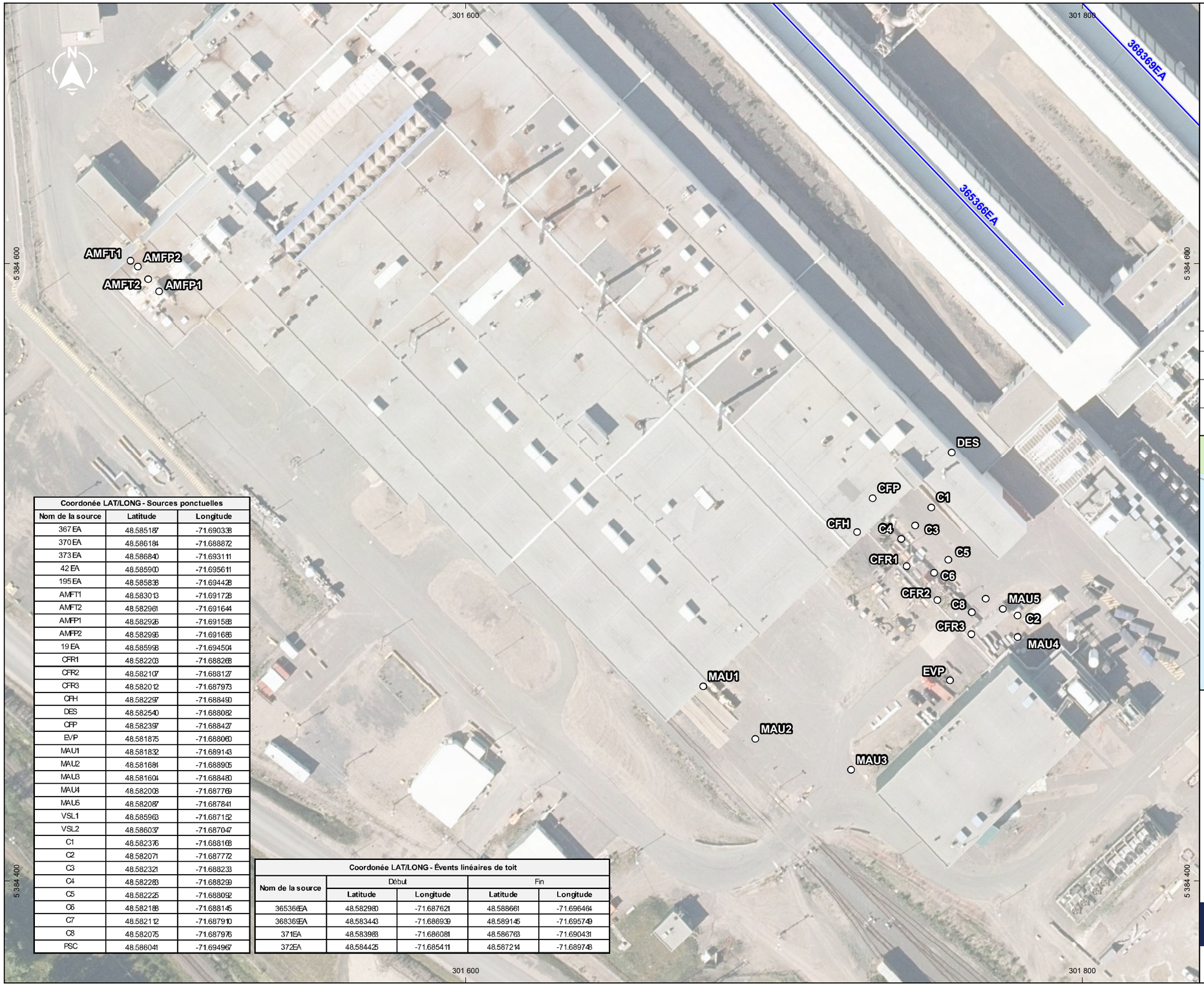
0 300 600 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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



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

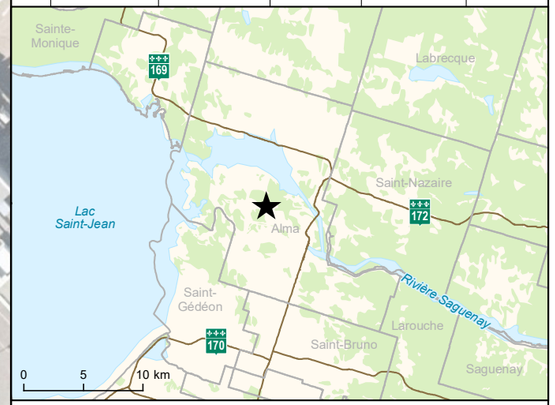
Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit				
Nom de la source	Début		Fin	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
365366EA	48.582980	-71.687621	48.588661	-71.696464
368369EA	48.583443	-71.686939	48.589145	-71.695749
371EA	48.583983	-71.686081	48.586763	-71.690431
372EA	48.584425	-71.685411	48.587214	-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 C2
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

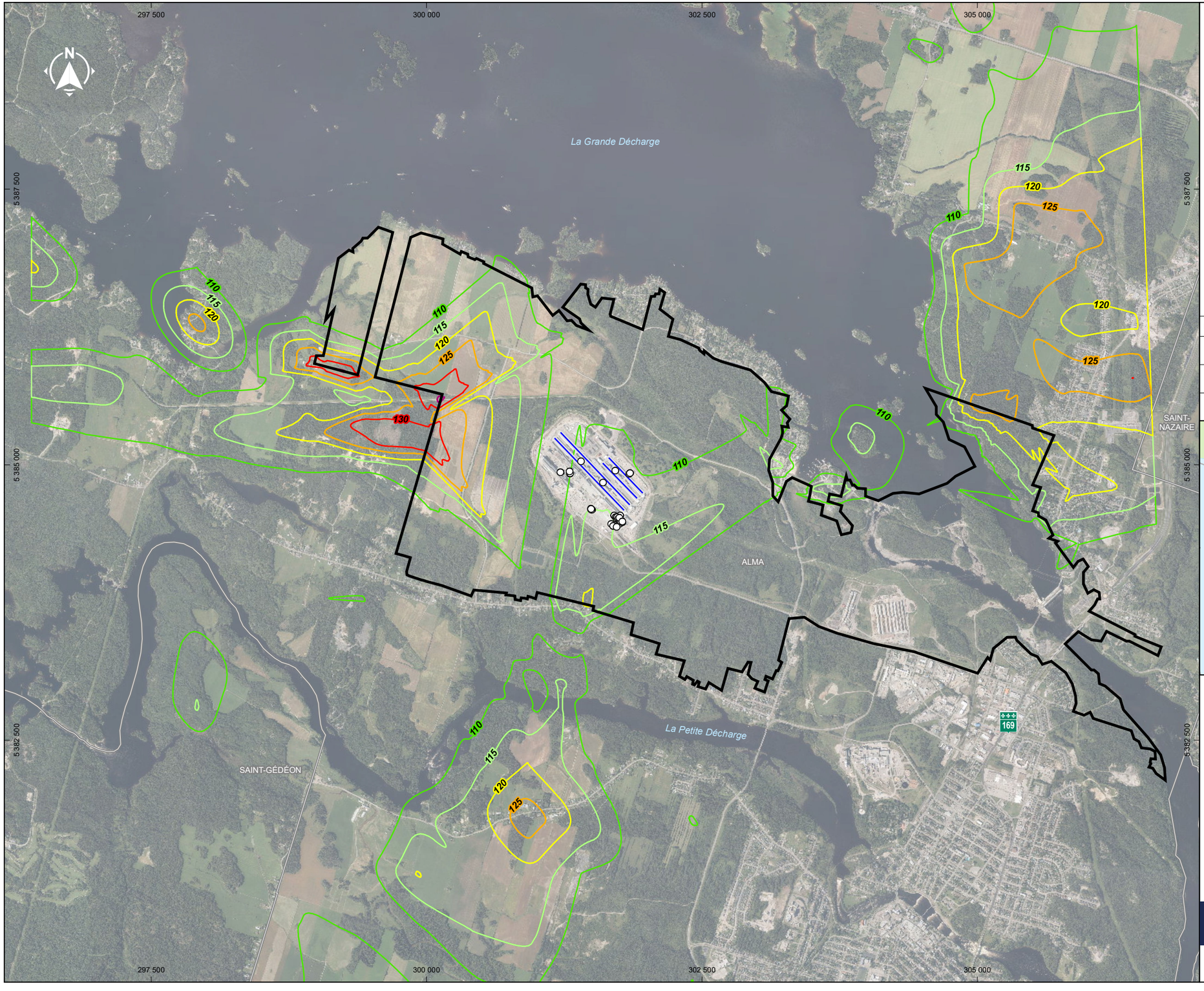
0 12.5 25 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

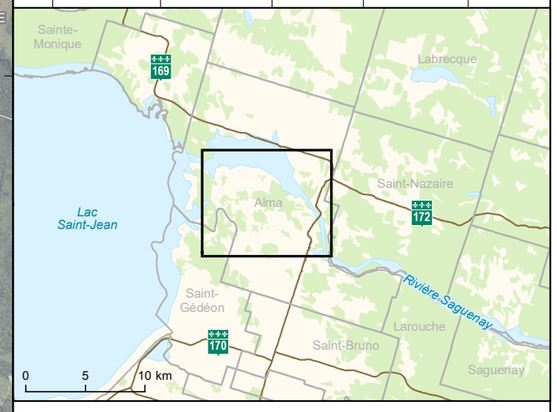
Source pontuelle

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



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

2025-03-28

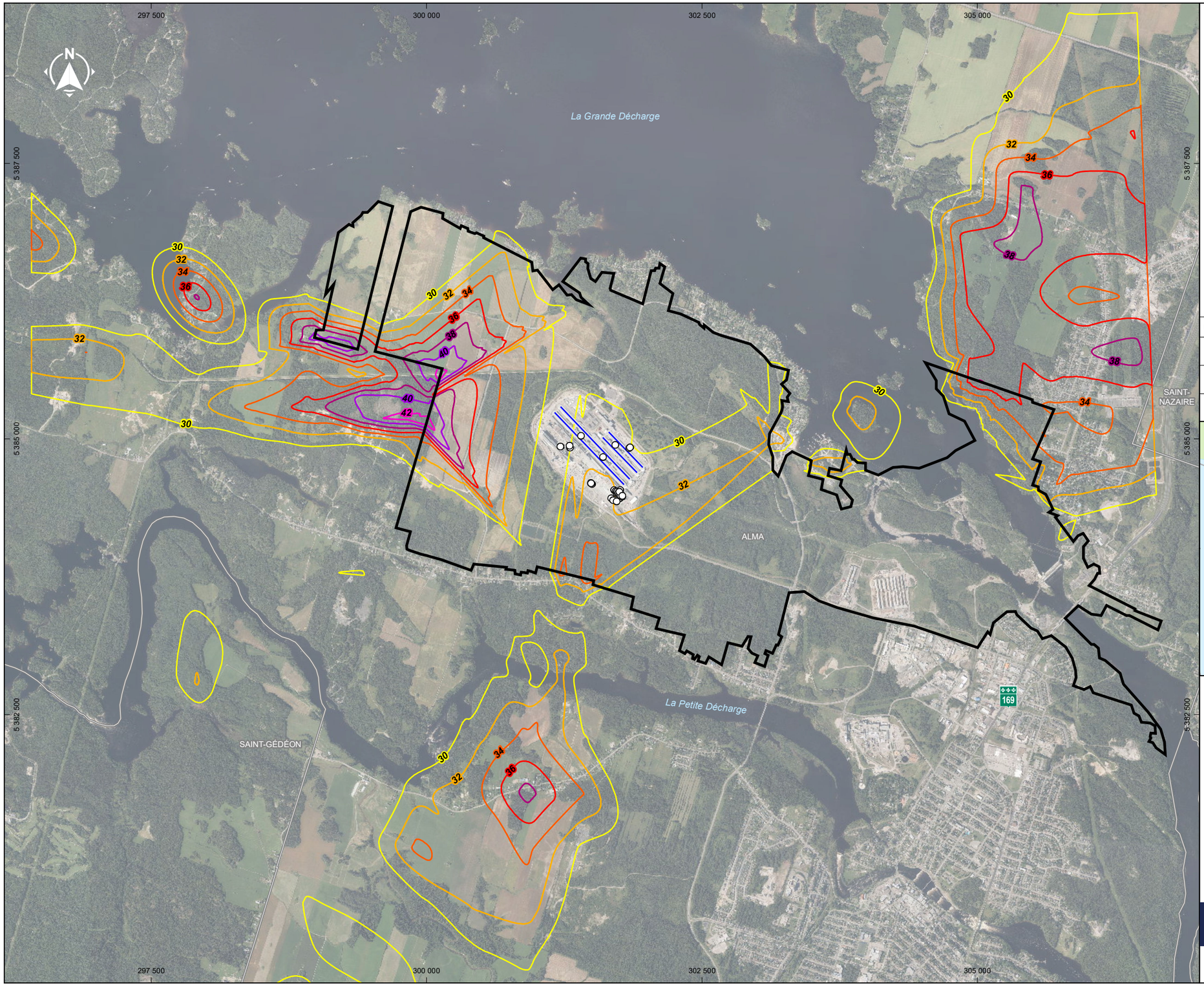
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D1.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

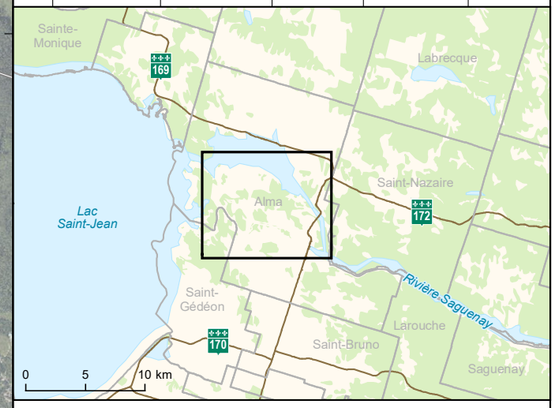
Source pontuelle

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 : 43.2 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



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

2025-03-28

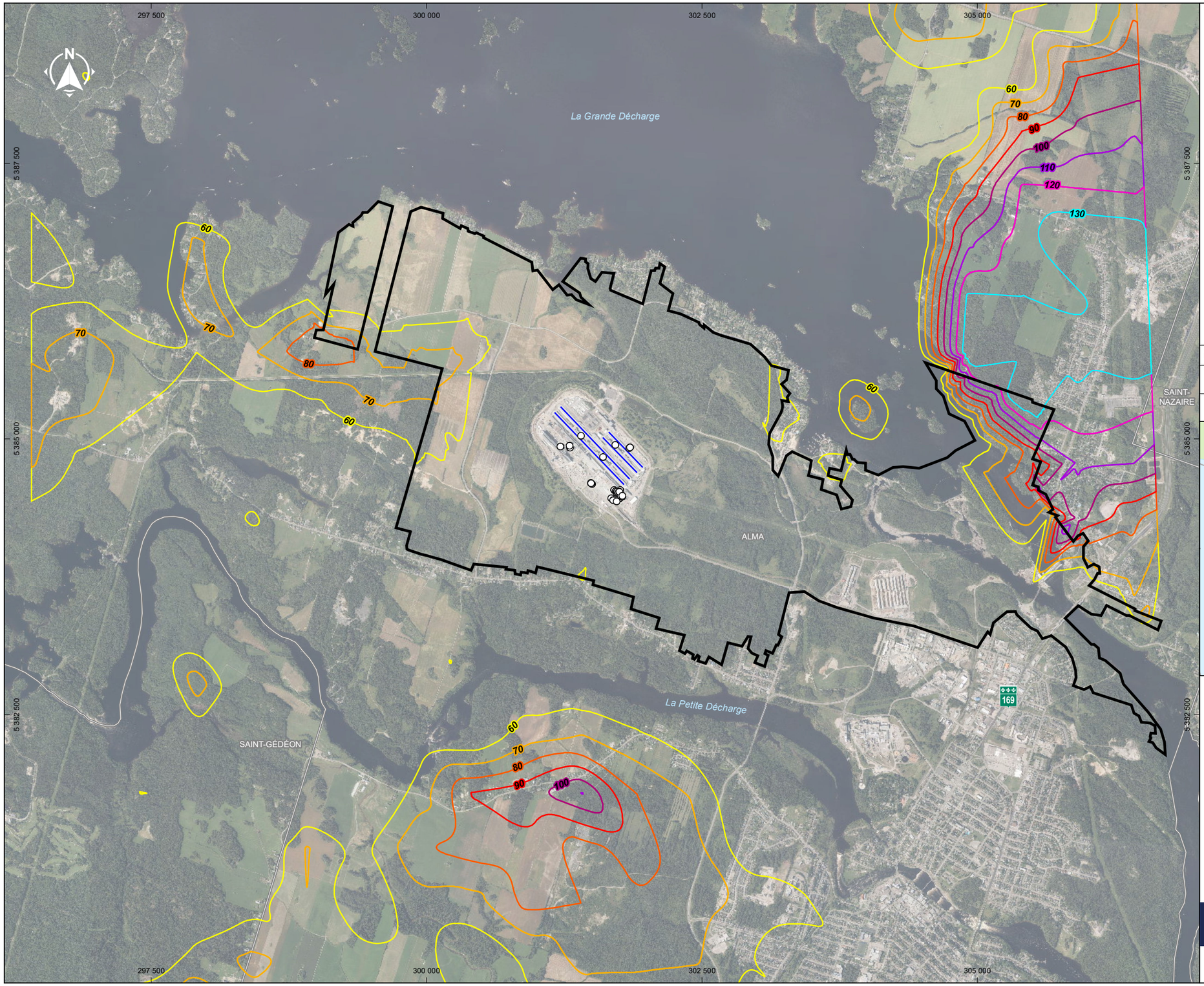
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_0006_R00_D2.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

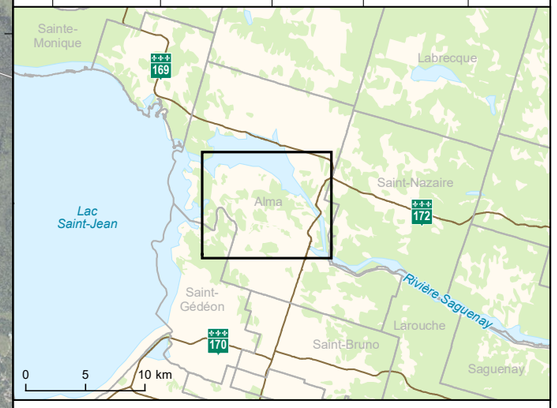
Source pontuelle

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



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

2025-03-28

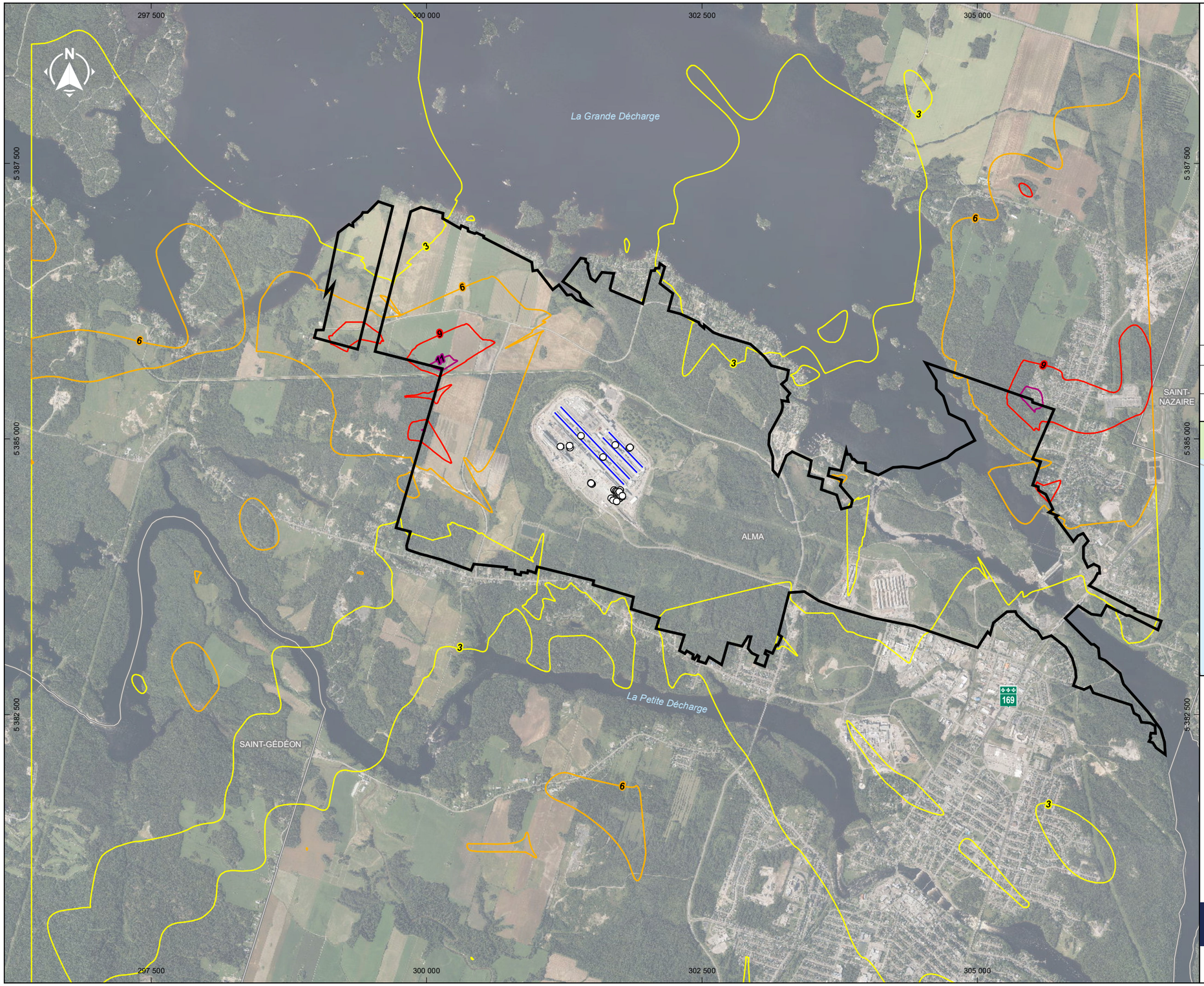
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D3.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source pontuelle

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

3

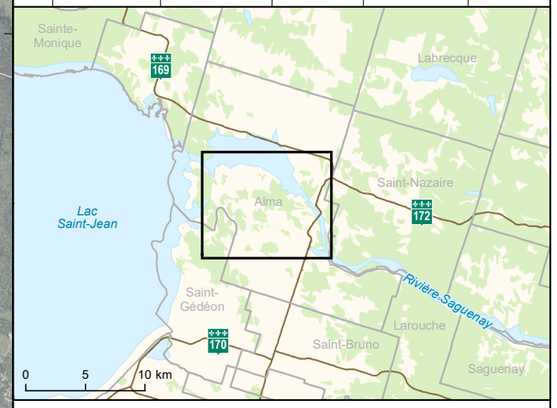
6

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



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

2025-03-28

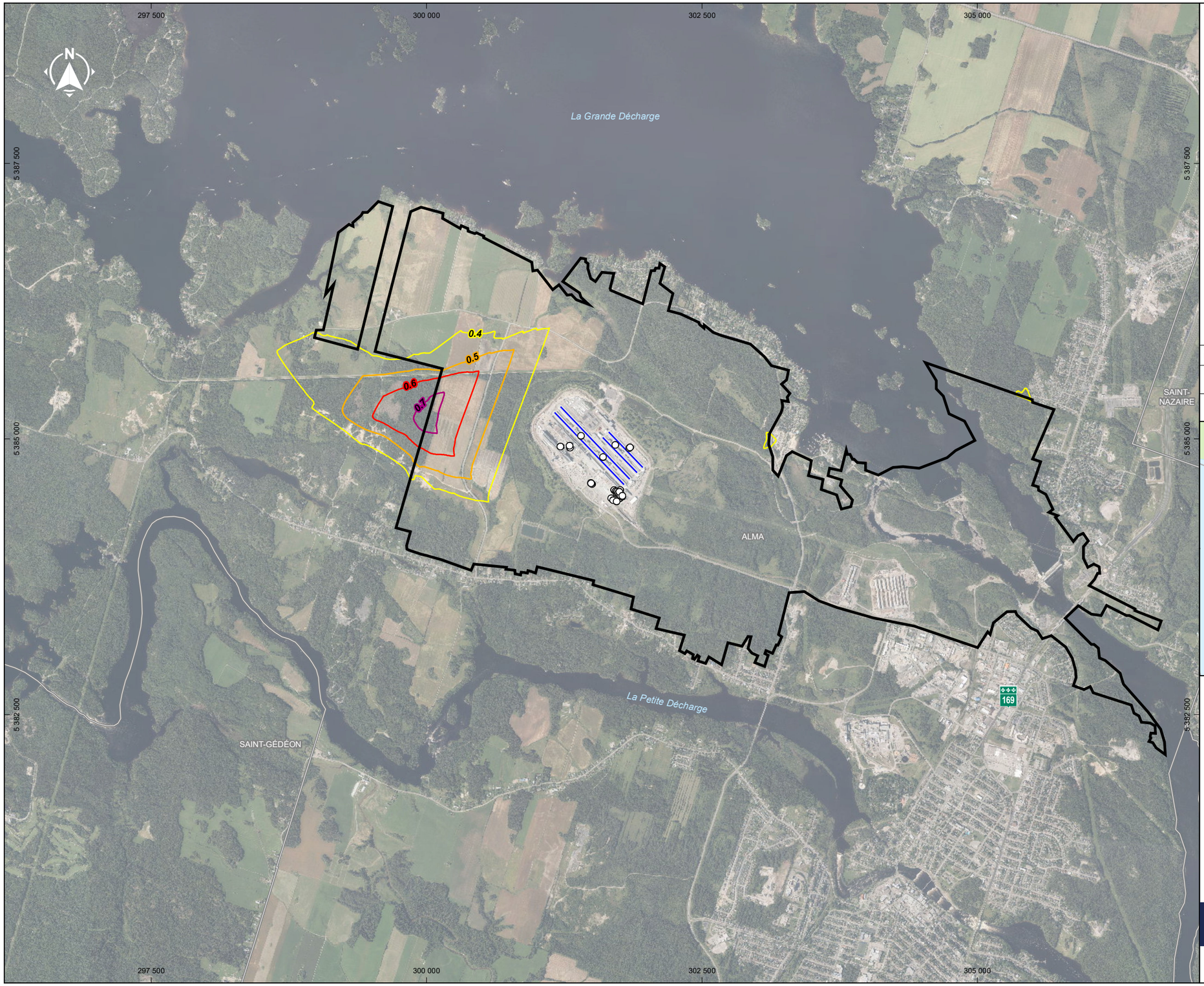
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D4.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source pontuelle

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

0.4

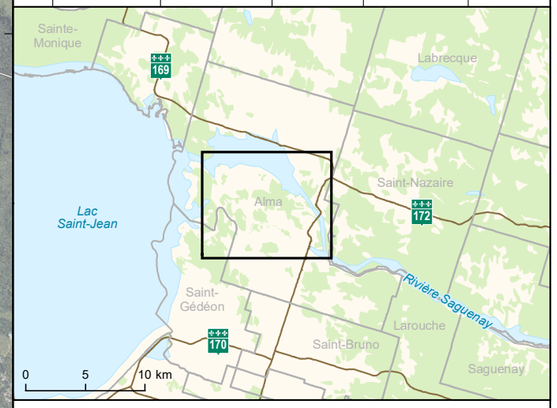
0.5

0.6

0.7

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période annuelle : 0.4 µg/m³
Concentration maximale : 0.8 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



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

2025-03-28

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_0009_R00_D5.mxd

297 500
300 000
302 500
305 000
5 387 500
5 385 000
5 382 500

La Grande Décharge
La Petite Décharge
ALMA
SAINT-NAZAIRE
SAINT-GÉDÉON

110
115
120
125
130

169

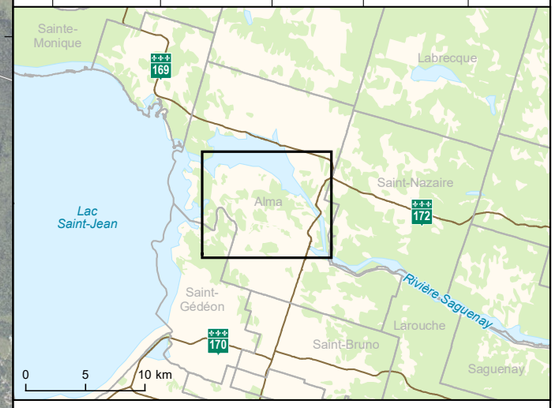
Limite de propriété
Évent linéaire de toit
Source ponctuelle

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 : 134.9 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	2025-03-21



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

2025-03-28

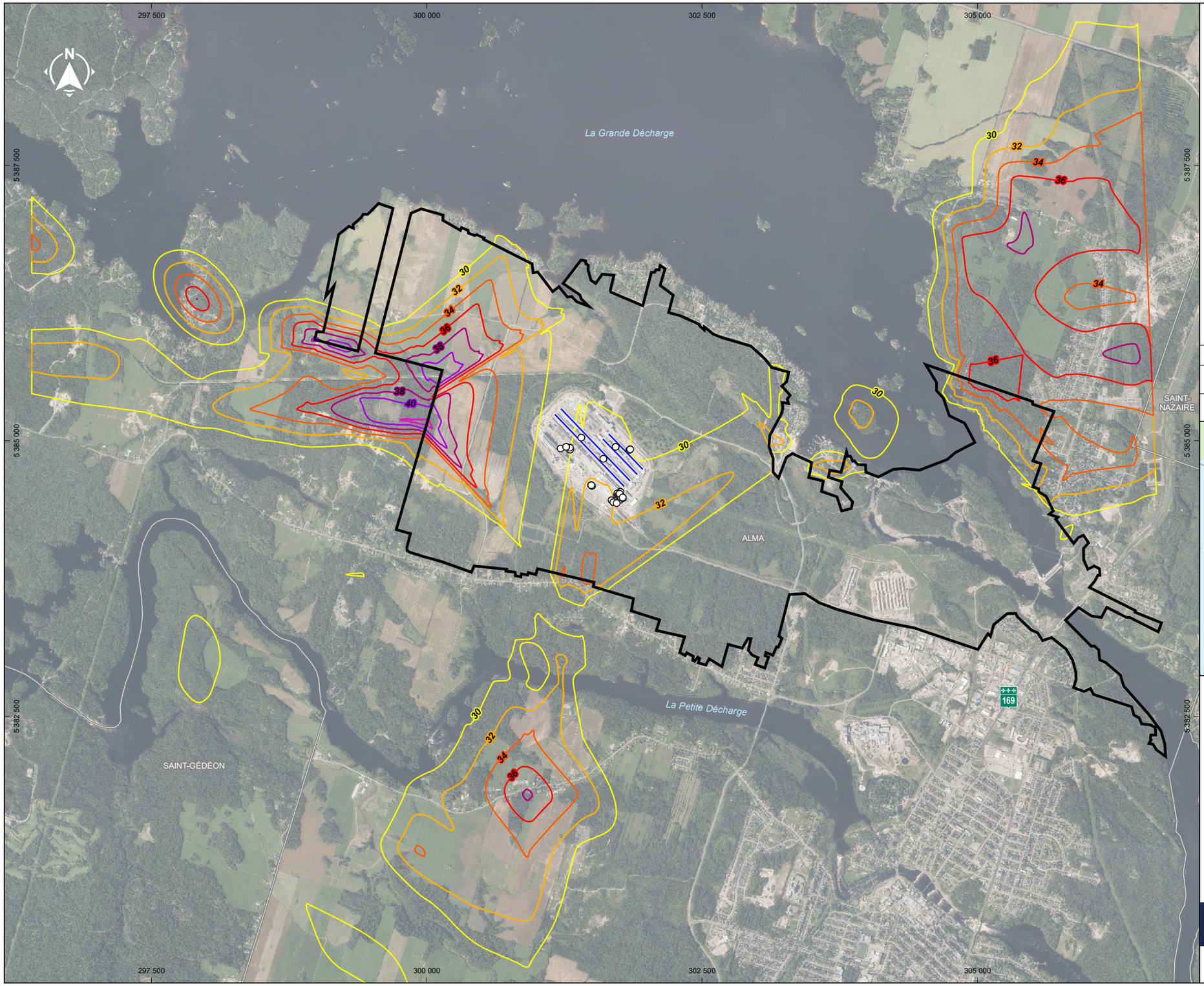
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D6.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

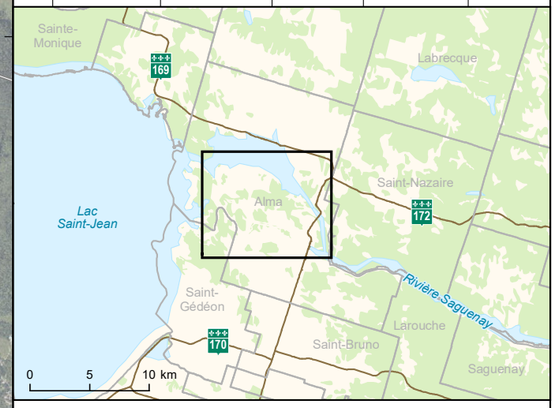
Source ponctuelle

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 : 42.8 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



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

2025-03-28

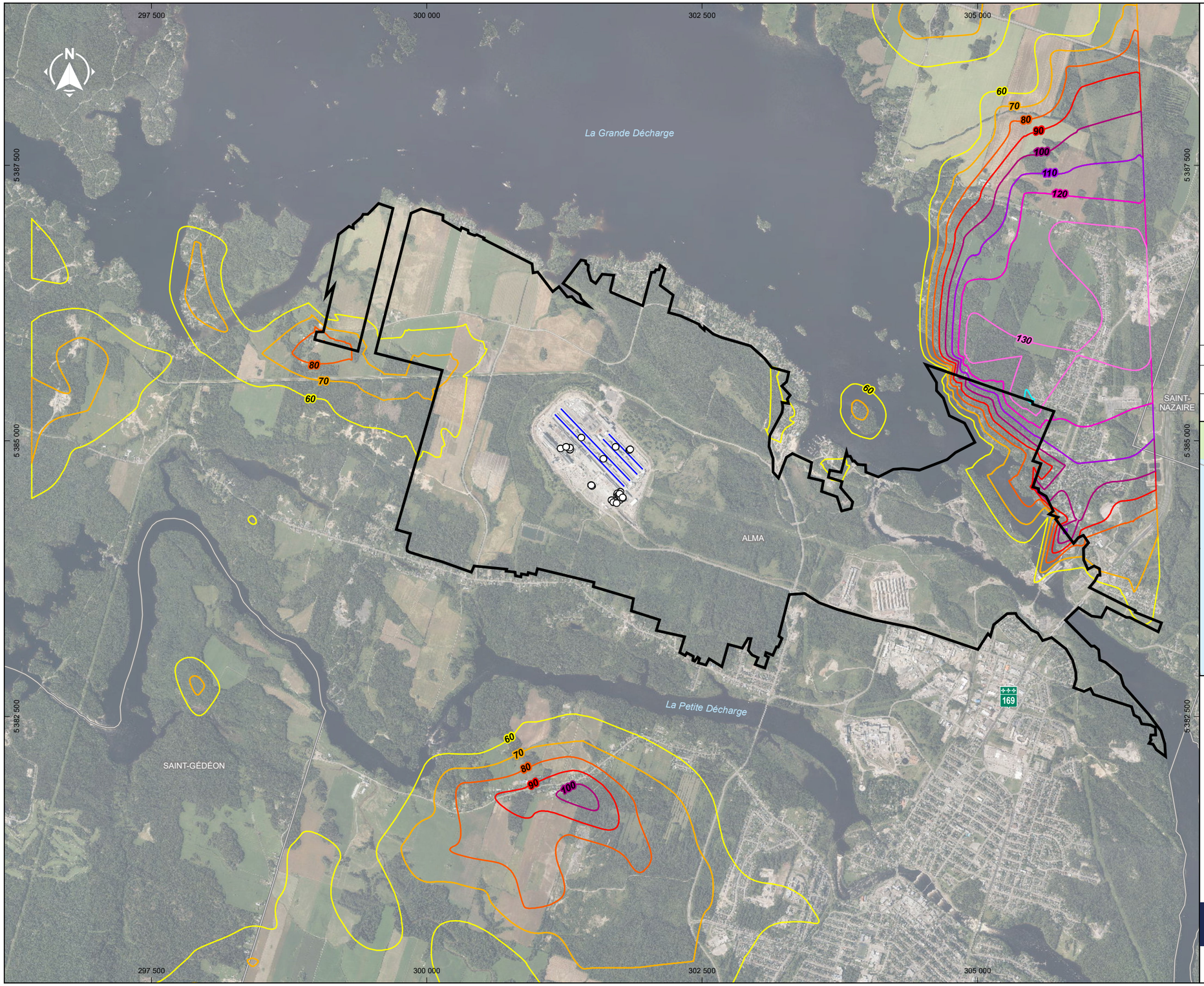
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D7.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

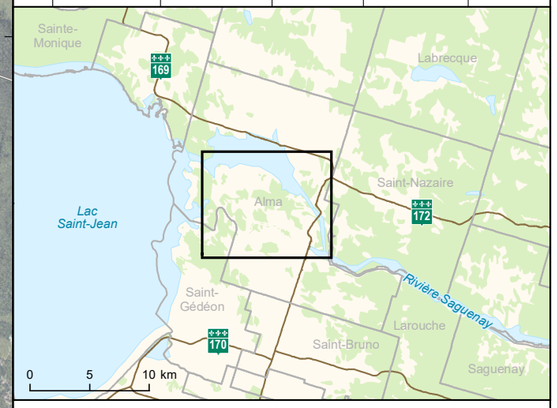
Source ponctuelle

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 : 143.6 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



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

2025-03-28

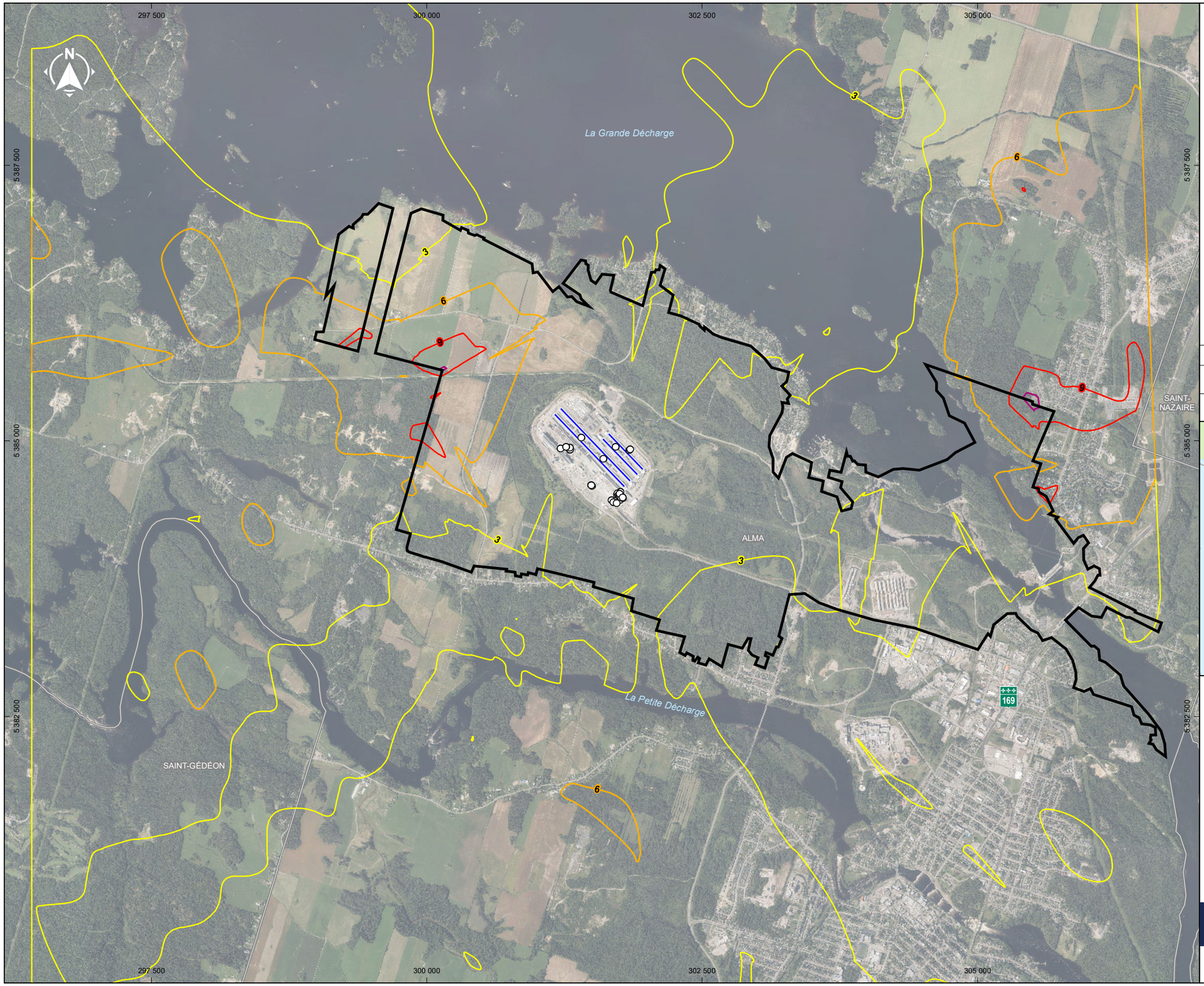
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D8.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

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

3

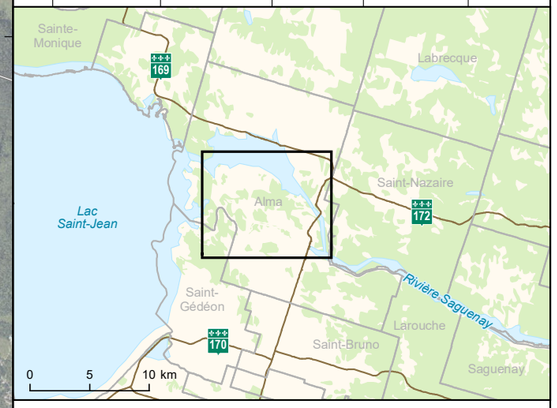
6

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



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

2025-03-28

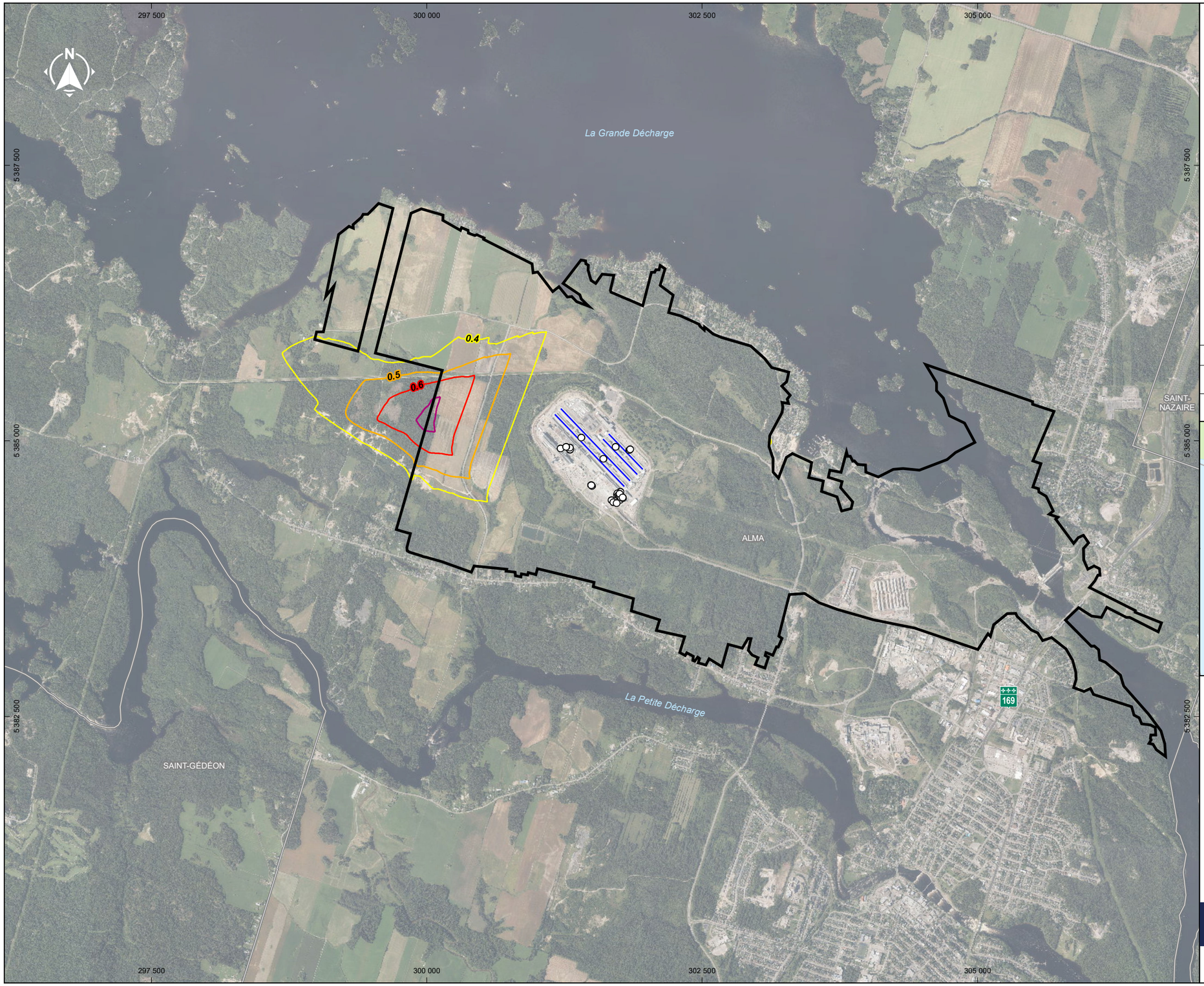
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D9.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

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

0.4

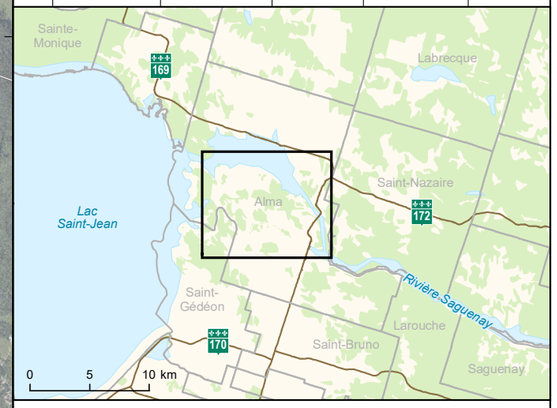
0.5

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



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

2025-03-28

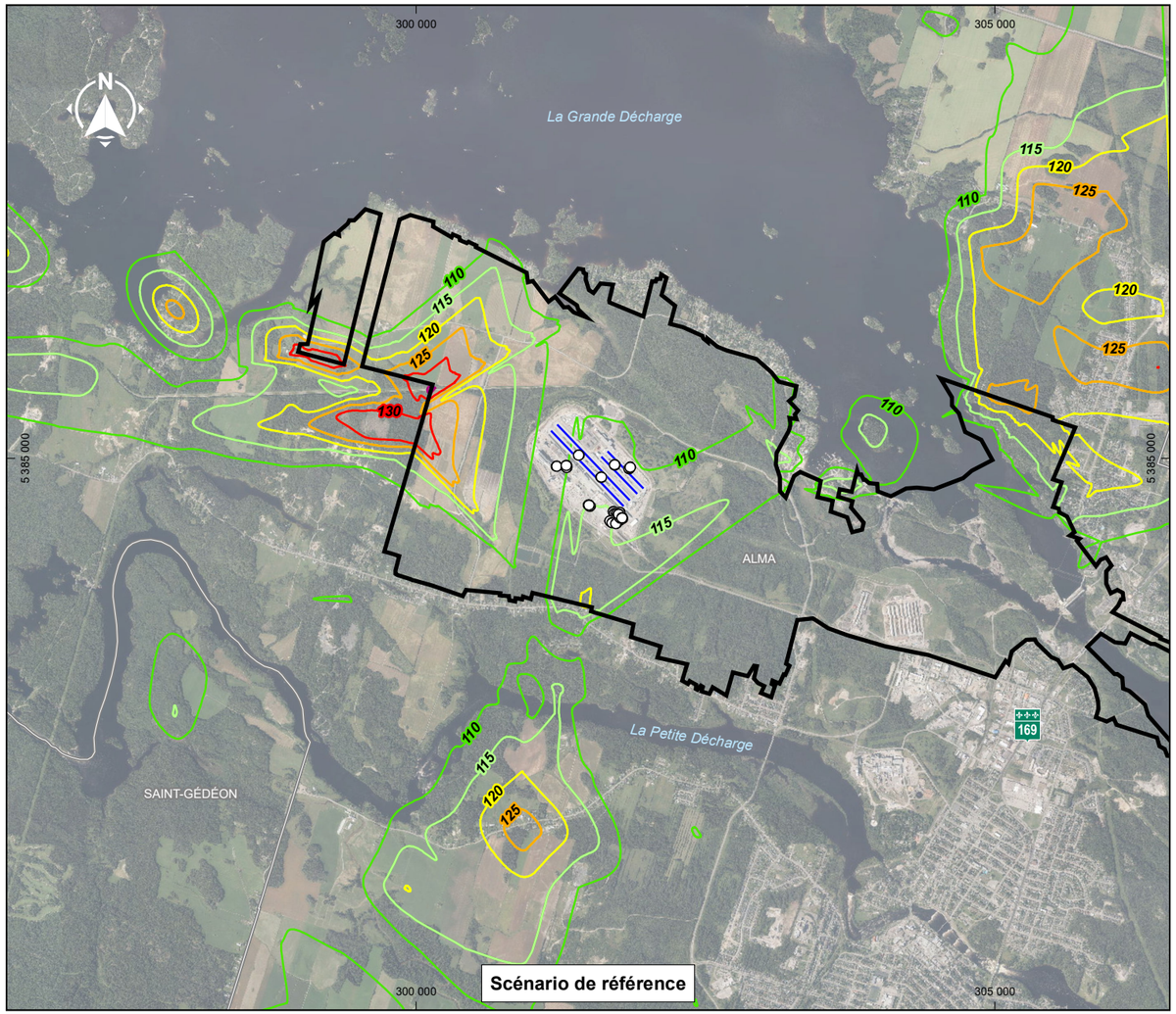
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

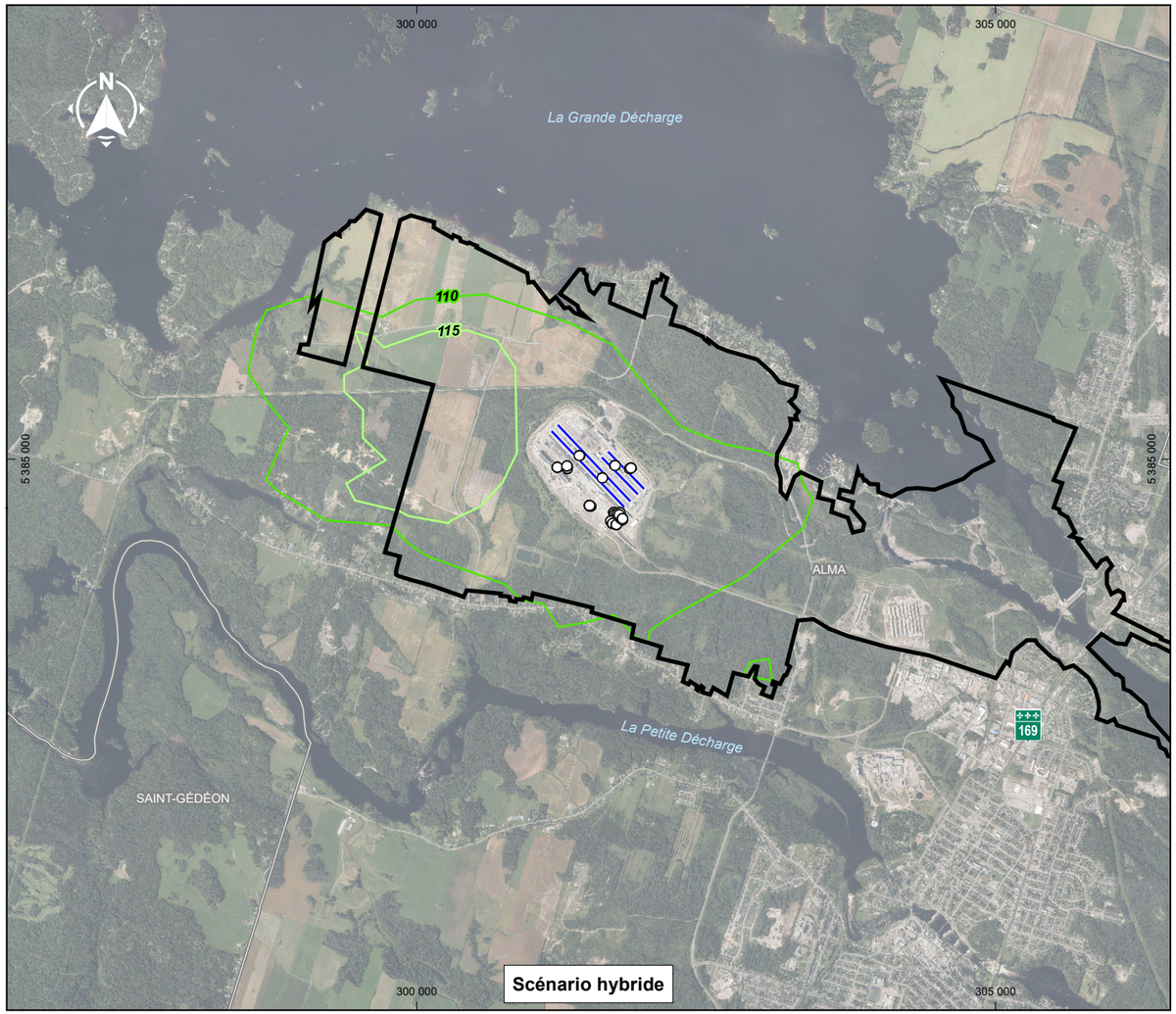
DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0014_R00_D10.mxd



Scénario de référence



Scénario hybride

Limite de propriété

Évent linéaire de toit

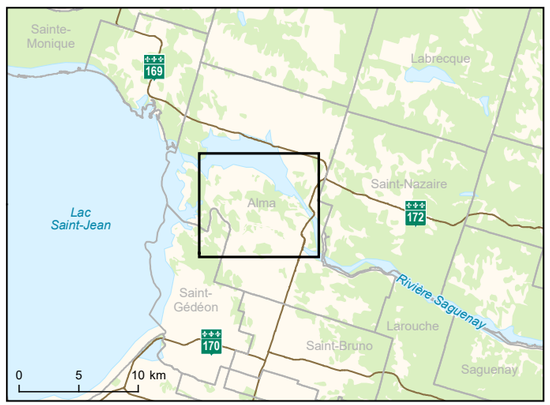
Source pontuelle

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 : 119.4 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



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

2025-03-28

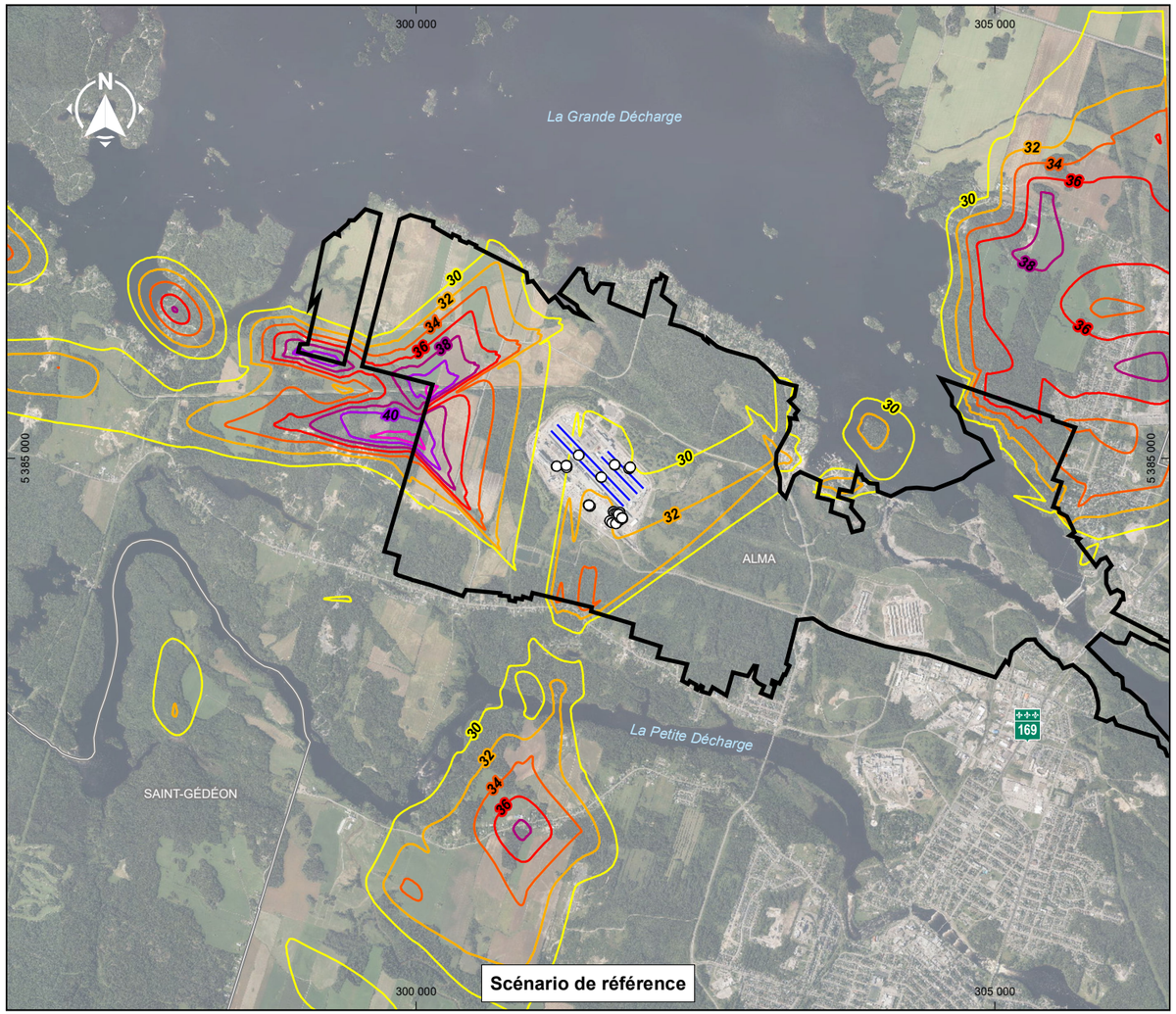
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

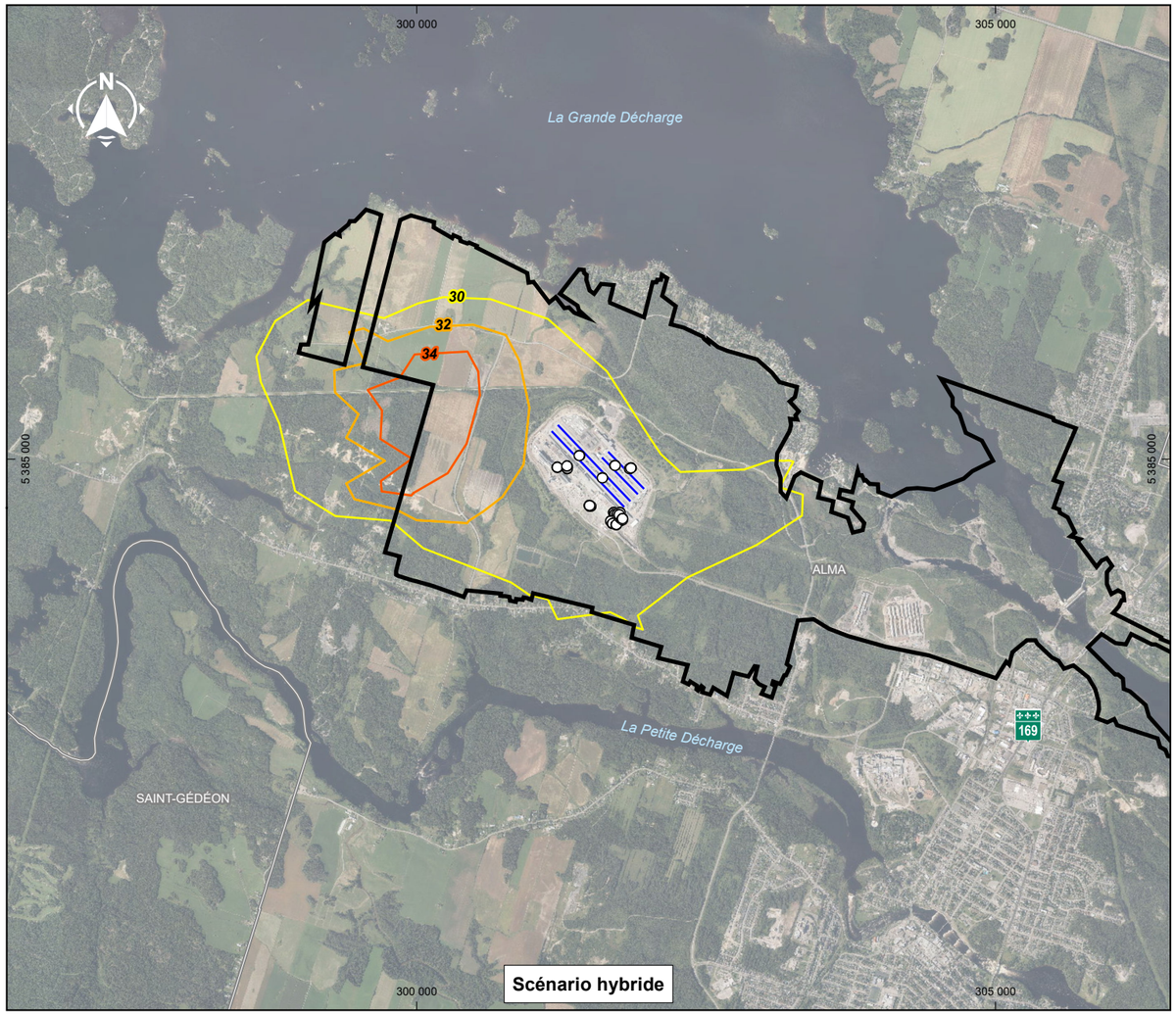
DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0015_R00_D11.mxd



Scénario de référence



Scénario hybride

Limite de propriété

Évent linéaire de toit

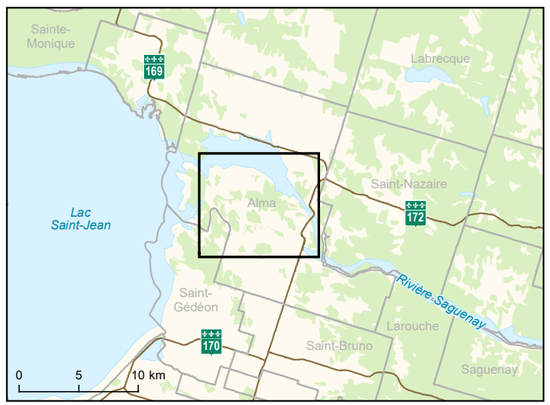
Source pontuelle

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 : 43.2 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 35.7 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



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

2025-03-28

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

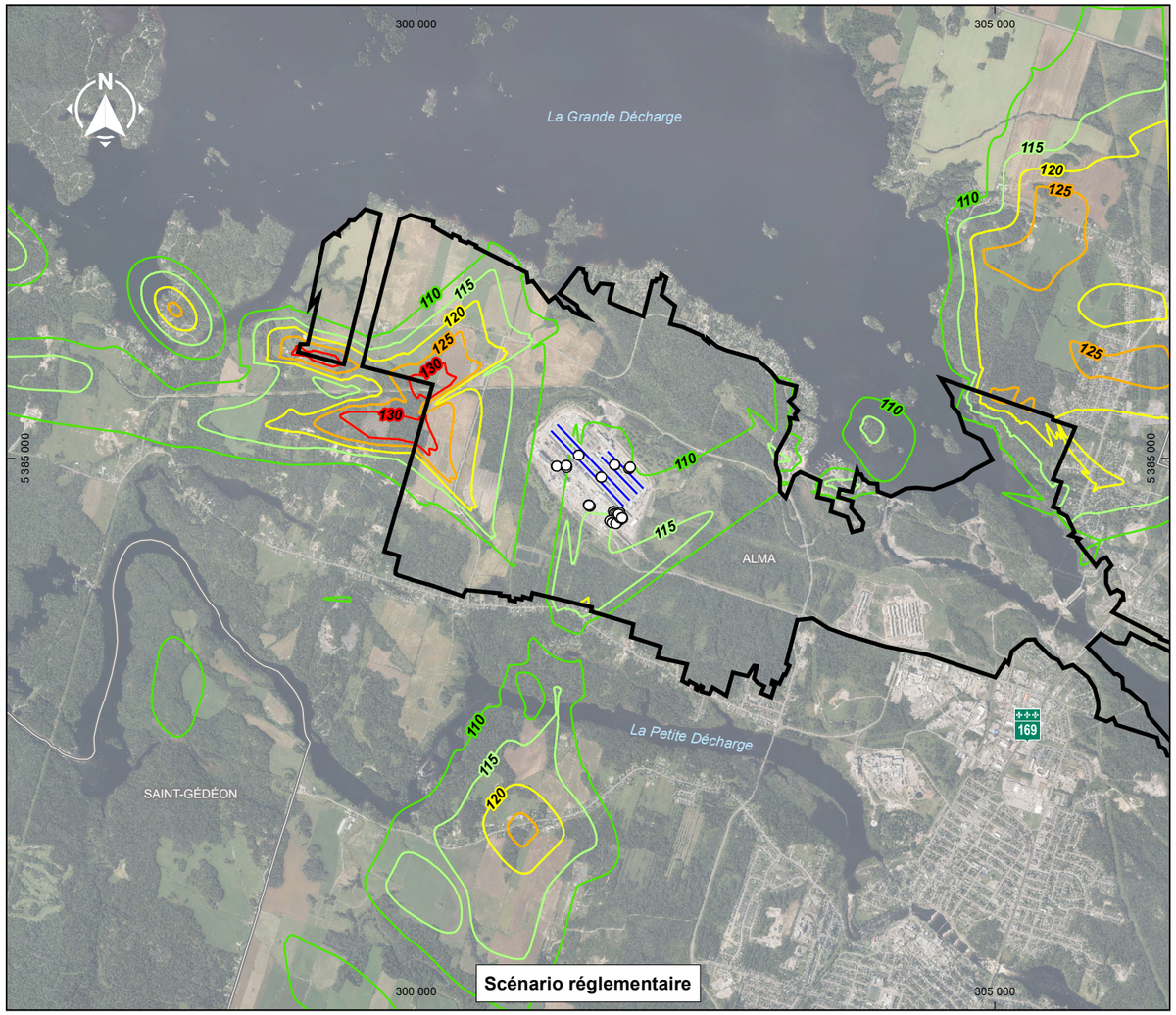
BBA

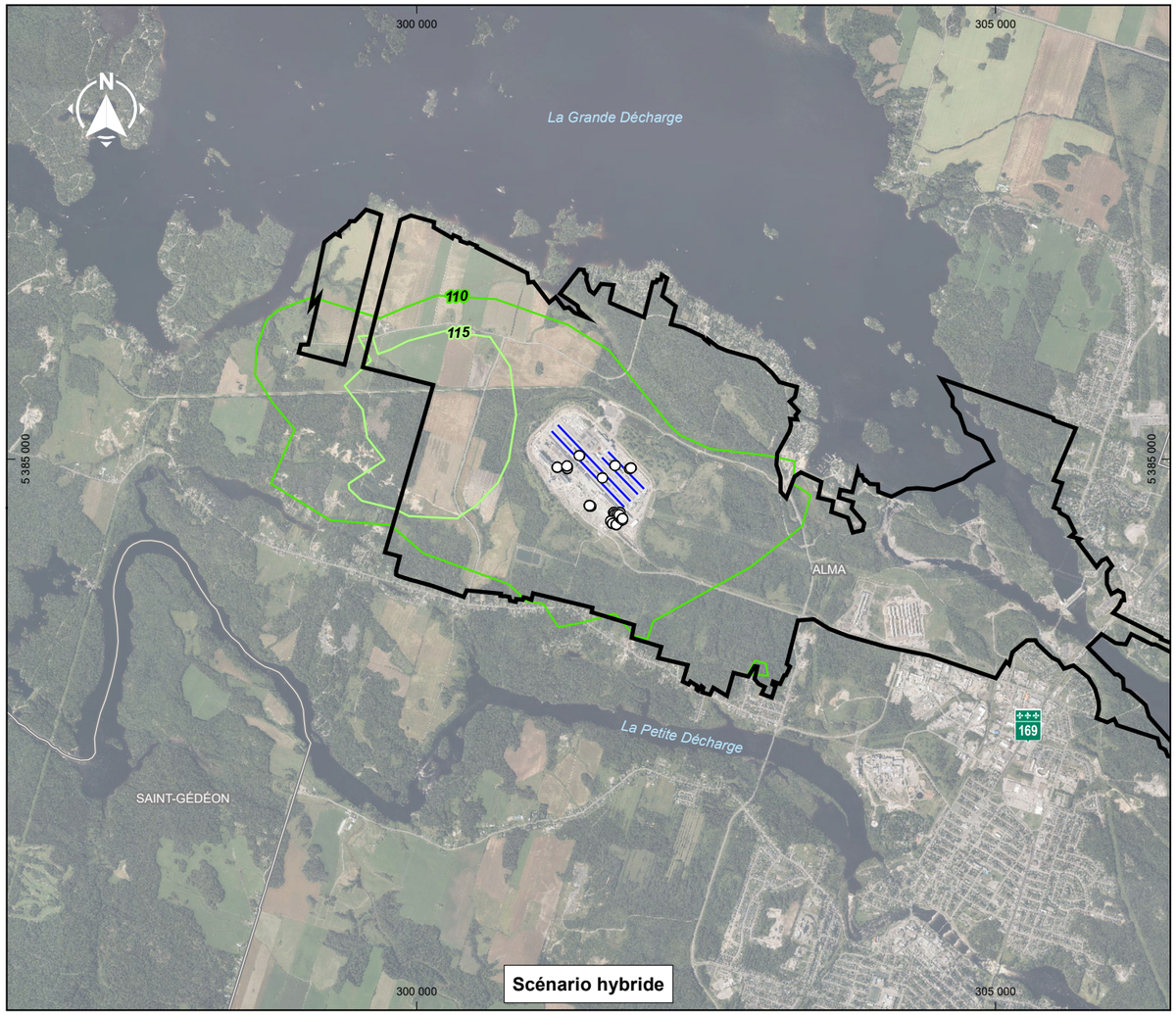
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0016_R00_D12.mxd





Limite de propriété

Évent linéaire de toit

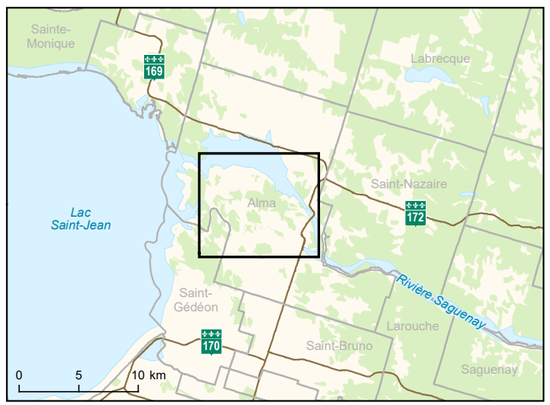
Source pontuelle

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 : 134.9 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 119.1 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



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

2025-03-28

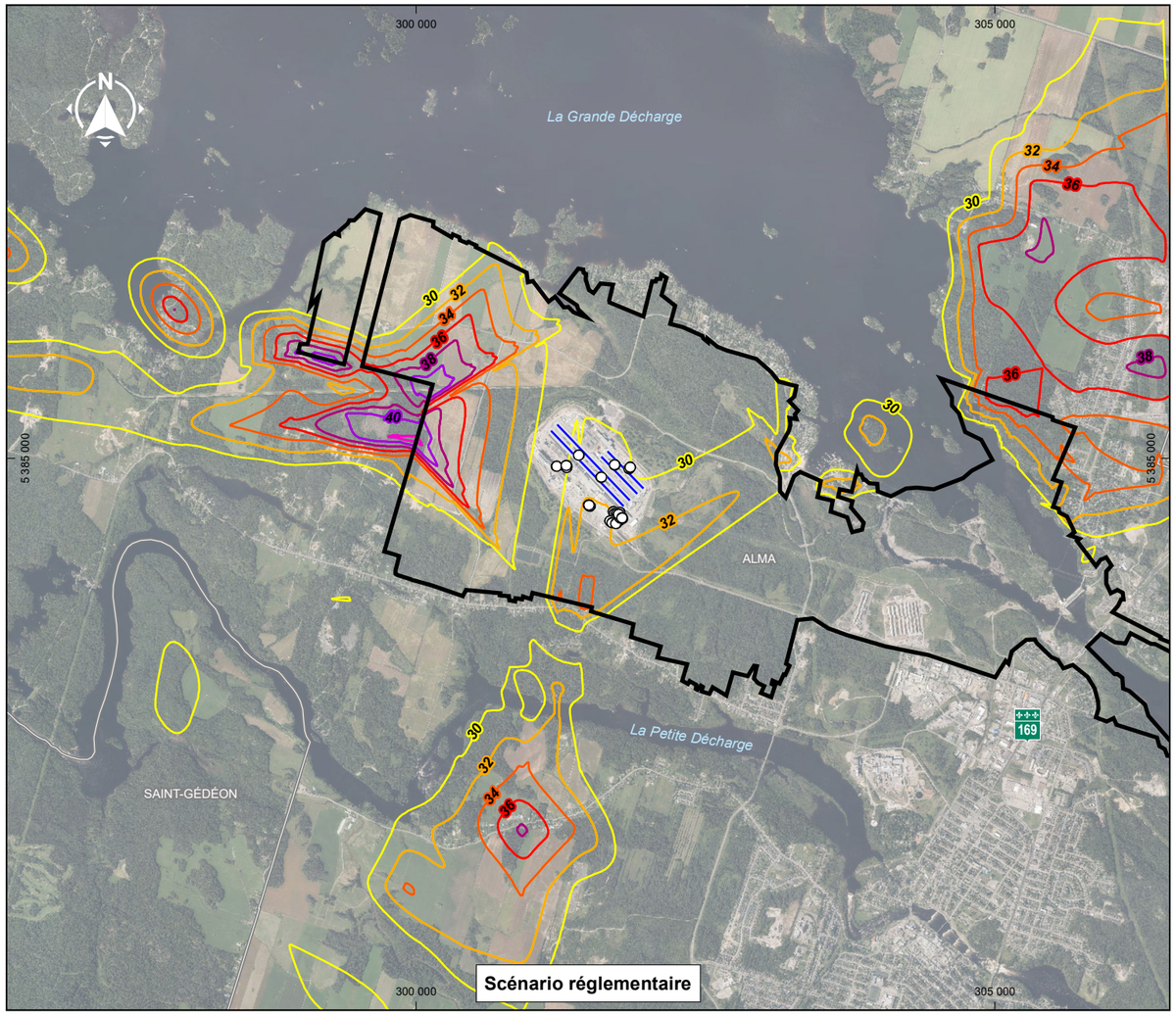
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

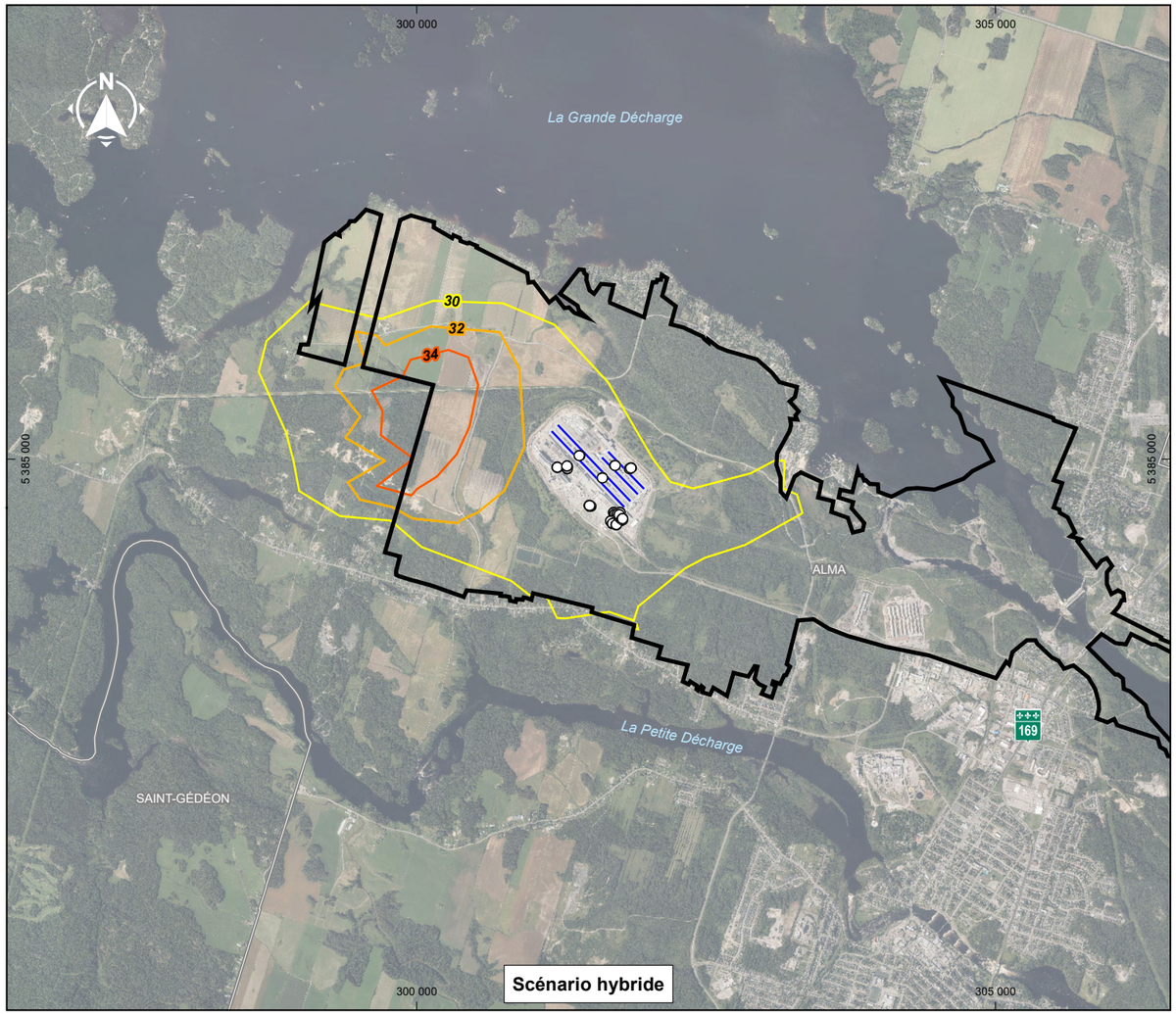
DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0017_R00_D13.mxd



Scénario réglementaire



Scénario hybride

Limite de propriété

Évent linéaire de toit

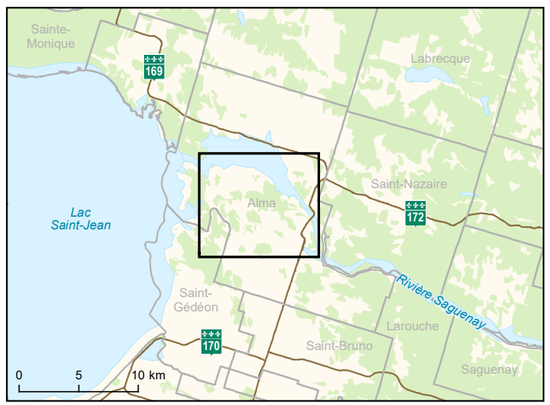
Source pontuelle

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 : 42.8 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 35.5 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



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

2025-03-28

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_R00_D14.mxd

Rio Tinto – Usine d'Alma

Demande de modification du Décret 1117-2018

Alma, QC

Rapport technique

Modélisation de la dispersion atmosphérique

N° document BBA / Rév. : 3749009-003000-4E-ERA-0001 / R00

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

Contribué par :
Simon Bergeron-Fortier, M. Sc., CPI
OIQ nº 6010760

Préparé par :
Corentin Bergerot, ing.
OIQ nº 5087630

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

N° document BBA / Rév. : 3749009-003000-4E-ERA-0001 / R00

HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	État du document – Description de la révision	Date
R00	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.

ACRONYMES

Cl_2	Chlore
CGT	Centre de traitement des gaz
DEM	*Digital Elevation Model* (données numériques d'élévation)
ECCC	Environnement et Changements climatiques Canada
EPA	*Environmental Protection Agency*
EPI	Équipement de protection individuelle
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCl	Chlorure d'hydrogène
HF	Fluorure d'hydrogène
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
NO_2	Dioxyde d'azote
PSC	Poussières sous-calcinées
PST	Matières particulaires totales
$PM_{2,5}$	Particules fines 2,5 microns
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
RTA	Rio Tinto Aluminium
UTM	*Universal Transverse Mercator* (projection cartographique de Mercator transverse universelle)
3D	Trois dimensions

UNITÉS ET SYMBOLES

kg	Kilogramme
kTa	Kilotonnes par an
g/s	Gramme par seconde
%	Pourcentage
g	Gramme
SO_2	Dioxyde de soufre
K	Kelvin
km	Kilomètre
m	Mètre
m/s	Mètre par seconde
m^3/h	Mètre cube par heure
m^3/s	Mètre cube par seconde
lb/h	Livre par heure
mg/m^3	Milligramme par mètre cube
kg/j	Kilogramme par jour
h/j	Heure par jour
$\mu g/m^3$	Microgramme par mètre cube

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 1
   1.1. Objectifs 2
2. Contexte du projet 3
   2.1. Modélisations de référence et réglementaire 3
   2.2. Modélisation hybride AERMOD-CALPUFF 5
3. Caractéristiques aérauliques des points d'émission 7
4. Taux d'émission des contaminants 12
5. Modélisation de la dispersion atmosphérique AERMOD 22
   5.1. Localisation de l'usine 23
   5.2. Données météorologiques 24
   5.3. Variation des taux d'émission 24
   5.4. Bâtiments 24
   5.5. Topographie 25
   5.6. Grille de récepteurs 25
   5.7. Limite de propriété 26
   5.8. Récepteurs sensibles 26
6. Concentrations initiales et valeurs limites applicables 27
7. Résultats 28
   7.1. Scénario de référence 28
   7.2. Scénario réglementaire 31
   7.3. Analyse spécifique des deux projets 33
   7.4. Modélisation hybride des scénarios référence et réglementaire 36
8. Conclusion 38
9. Références bibliographiques 40

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des sources ponctuelles – Scénario de référence 9
Tableau 2 : Caractéristiques des sources ponctuelles ajoutées au scénario réglementaire 11
Tableau 3 : Caractéristiques aérauliques des évents linaires de toit 12
Tableau 4 : Taux d'émission du scénario de référence (180 kTa) 14

Tableau 5 : Taux d'émission du scénario réglementaire (202 kTa avec la réduction de 2,2 % aux évents linéaires de toit) 16
Tableau 6 : Références pour le calcul des taux d'émission 18
Tableau 7 : Grille des récepteurs 26
Tableau 8 : Récepteurs sensibles 27
Tableau 9 : Normes et critères de la qualité de l'air 28
Tableau 10 : Résultats de la modélisation du scénario de référence 30
Tableau 11 : Résultats de la modélisation du scénario réglementaire 32
Tableau 12 : Concentration maximale des PST sur l'ensemble du domaine de modélisation des 2 projets 34
Tableau 13 : Concentration maximale des $PM_{2,5}$ sur l'ensemble du domaine de modélisation des 2 projets 35
Tableau 14 : Résultats des modélisations hybrides pour les PST et $PM_{2,5}$ 37

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de l'usine 23
Figure 2 : Vue 3D des bâtiments intégrés aux modélisations de référence, réglementaire et hybride 25

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Description des jeux de données météorologiques
Annexe B : Documents de référence
Annexe C : Paramètres de modélisation
Annexe D : Isocontours
Annexe E : Note technique – Estimation du taux d'émission à l'évent du silo des poussières sous-calcinées
Annexe F : Note technique – Évaluation de l'initiative d'optimisation du captage aux cuves des CTG

1. Introduction

Rio Tinto Aluminium (RTA) exploite une aluminerie située à Alma depuis le début des années 2000. RTA souhaite mettre en œuvre deux projets d'amélioration ou d'augmentation de ses activités à l'usine d'Alma, soit :

1. Augmentation de la capacité de production du centre de billettes de 180 kTa à 202 kTa
    - Le décret n°1117-2018 émis le 15 août 2018 intitulé « Projet VAP Saguenay – Construction d'un centre de coulée de billettes adjacent au centre de coulée de Rio Tinto au site d'Alma » fait l'objet d'une demande de modification elle-même intitulée « Augmentation de production à 202 kT/an du centre de coulée de billettes adjacent au centre de coulée de Rio Tinto au site d'Alma ». Le présent rapport de modélisation est présenté en soutien à cette demande de modification.
2. Ajout d'un nouveau silo à poussières sous-calcinées (PSC) ayant un évent à l'atmosphère
    - RTA présente cet ajout par l'entremise d'une demande intitulée « Ajout d'un silo de poussière sous-calcinée avec évent ». Le présent rapport de modélisation est présenté en soutien à cette demande de modification d'autorisation.

En plus des deux projets mentionnés, RTA prévoit mettre en œuvre une initiative d'optimisation du captage des contaminants en remplaçant les filtres existants du centre de traitement des gaz (CTG) par des filtres plus performants. Ceux-ci permettent d'optimiser le débit d'air de captation des dépoussiéreurs des cuves et ainsi de réduire les émissions diffuses dans le bâtiment, qui sont ultimement dégagées à l'atmosphère par les évents linéaires de toit des salles de cuves.

Cette initiative d'optimisation des équipements d'épuration est mise en place par RTA afin 1) d'améliorer le bilan global d'émission de contaminants à l'atmosphère du site et compenser l'augmentation des émissions causée par les deux projets mentionnés ci-haut, et 2) de démontrer que les projets faisant l'objet des demandes d'autorisation respectent l'article 197 du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA)[1].

Dans le cadre de ces demandes, RTA a confié à BBA le mandat de produire un rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique établissant l'impact attendu sur la qualité de l'air ambiant de ces projets combinés et de l'ensemble des activités autorisées du site.

[1] GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2022. Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère. c. Q-2, r. 4.1.

Dans l'optique de démontrer l'impact attendu des deux projets décrits précédemment sur la qualité de l'air, deux scénarios de modélisation différents sont présentés dans ce rapport :

- Un **scénario de référence**, qui représente les activités déjà autorisées par le MELCCFP;
- Un **scénario réglementaire**, qui inclut les activités actuelles (scénario de référence), les activités associées aux deux projets d'amélioration et d'augmentation proposés par RTA, ainsi que les activités associées à l'initiative d'optimisation des filtres du CTG.

Les deux projets décrits plus haut n'entrainent pas le dégagement d'un nouveau contaminant dans l'atmosphère à l'usine d'Alma; les contaminants étudiés sont donc identiques au dernier rapport réglementaire produit pour ce site (rapport BBA nº 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01[2]) :

- Dioxyde d'azote (NO_2);
- Chlorure d'hydrogène (HCl);
- Fluorure d'hydrogène (HF);
- Chlore (Cl_2);
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (BaP éq.) (HAP);
- Particules fines ($PM_{2,5}$);
- Particules totales (PST).

En plus des modélisations conformes aux exigences du Guide de modélisation du MELCCFP[3] et de l'annexe H du RAA, un modèle hybride AERMOD-CALPUFF a aussi été produit spécifiquement pour ce mandat. Ce modèle hybride nuance les résultats de modélisation par rapport à ceux produits exclusivement avec le modèle AERMOD et met en perspective les limites des modèles théoriques de la dispersion des contaminants.

1.1. Objectifs

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- À l'aide du modèle AERMOD, établir l'impact attendu sur l'air ambiant de l'exploitation de l'aluminerie selon l'autorisation ministérielle actuellement en vigueur (**modélisation de référence**).

[2] BBA. 5 novembre 2024. Rio Tinto – Usine d'Alma. Demande d'autorisation ministérielle. Rapport technique. Modélisation de la dispersion atmosphérique. N° document BBA / Rév. : 3749007-001000-4E-ERA-0002 / R01. 106 p.
[3] Leduc, R., 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique, Québec, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq nº ENV/2005/0072, rapport nº QA/49, 38 p.

- À l'aide du modèle AERMOD, établir l'impact sur l'air ambiant des activités actuelles du site, ainsi que celui attendu par l'implantation des deux nouveaux projets faisant l'objet des demandes d'autorisation ministérielle décrites ci-haut et de l'initiative d'optimisation des équipements d'épuration du CTG (**modélisation réglementaire**);
- Pour la modélisation réglementaire, démontrer que les résultats respectent l'annexe K du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA), ainsi que le document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère »[4] à l'extérieur des limites des lots appartenant à RTA ou selon les directives de l'article 197 du RAA;
- Pour les deux scénarios de modélisation (référence et réglementaire), comparer et interpréter les variations des résultats de la dispersion atmosphérique qui surviennent lors de l'utilisation d'un modèle hybride AERMOD-CALPUFF pour représenter la dispersion des contaminants aux différents points d'émission de l'usine (**modélisation hybride**).

2. Contexte du projet

2.1. Modélisations de référence et réglementaire

En 2018, RTA a déposé auprès du MELCCFP une demande pour un projet portant sur la construction et l'exploitation d'un centre de coulée de billettes. Le décret n°1117-2018 a été émis par le MELCCFP à la suite de cette demande.

Le centre de coulée de billettes, tel qu'il a été présenté au MELCCFP dans la demande préparée par RTA en 2024 et dans le rapport de modélisation produit par BBA qui l'accompagnait, n'a jamais vu le jour. RTA a apporté de nouvelles modifications au projet de centre de coulée de billettes depuis l'émission du rapport de modélisation daté de novembre 2024.

En plus de certaines modifications au projet de centre de coulée de billettes, RTA souhaite ajouter à sa demande des projets d'augmentation de ses activités de production. Dans le cadre du présent rapport de modélisation, deux nouveaux projets et une initiative d'optimisation des opérations sont intégrés à la demande d'autorisation de RTA pour l'usine d'Alma.

[4] Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2025. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 9, Québec, Direction principale de la qualité de l'air et du climat, [en ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm

Premièrement, la modification du projet de centre de coulée faisant l'objet de la présente demande consiste en l'augmentation de la production annuelle de billettes d'aluminium de 180 kTa à 202 kTa, soit une augmentation de 12 % par rapport à la production déjà approuvée par le MELCCFP. Cette augmentation de la production occasionne une augmentation des taux d'émissions de certaines sources atmosphériques reliées au procédé de coulée de billettes par rapport aux activités actuellement approuvées par le MELCCFP. Les sources atmosphériques qui sont directement affectées par l'augmentation du taux de production sont les suivantes :

- Les trois fours de maintien (CFR 1 à CFR 3);
- Les deux ventilateurs de toits (C1 et C2);
- Les six ventilateurs d'évacuation des hottes des fours (C3 à C8);
- Les trois fours d'homogénéisation (CFH1 à CFH3);
- Le four de préchauffage (CFP);
- L'évacuation des puits de coulée (EVP).

Deuxièmement, RTA souhaite ajouter un silo pour entreposer des poussières sous-calcinées de carbone (PSC). Ces poussières étaient valorisées dans la fabrication d'anodes à l'usine d'Arvida (Jonquière), qui est en cours de fermeture. Avec ce nouveau silo, les PSC provenant du four de calcination du coke à l'usine de Jonquière pourront continuer à être valorisées pour la fabrication d'anodes. Ainsi, les poussières remplaceront une fraction du coke calciné utilisé pour la fabrication des anodes à l'usine d'Alma.

Le silo des PSC sera doté d'un dépoussiéreur dont les émissions seront évacuées par un évent vers l'extérieur. De plus, un filtre HEPA sera installé sur le tuyau de sortie du dépoussiéreur (après filtration) afin d'améliorer davantage la filtration des poussières et de limiter leur émission à l'atmosphère.

Finalement, comme les deux nouveaux projets décrits ci-haut augmenteront les émissions du site, RTA envisage la mise en place d'une initiative compensatoire pour pallier l'augmentation des émissions attendues et ainsi permettre de respecter l'article 197 du RAA. Cette initiative compensatoire consiste en un projet d'optimisation de certains équipements d'épuration de l'air déjà en opération (CTG ou centres de traitement des gaz). Cette initiative compensatoire se traduit par :

- Le remplacement des filtres existants par des filtres plus performants;
- L'optimisation du débit d'air de captation aux cuves du centre de traitement des gaz (CTG).

Cette optimisation de certains équipements d'épuration permettra de réduire les émissions diffuses qui sont ultimement dégagées à l'atmosphère par les évents linéaires de toit des salles de cuves (sources atmosphériques Tremblay / Bouchard [365EA/366EA et 368EA/369EA] et Girard [371EA et 372EA]).

Cette initiative est présentement à l'étude en vue de réduire les taux d'émissions du site à un niveau supérieur à l'augmentation des taux d'émissions prévue par la mise en œuvre des deux nouveaux projets décrits plus haut. Elle a notamment pour objectif de réduire les émissions de particules totales (PST), de particules fines ($PM_{2,5}$) et de fluorure d'hydrogène (HF), qui sont les trois contaminants critiques du site de RTA à Alma.

Les ingénieurs de RTA ont estimé que la première phase de remplacement des filtres des dépoussiéreurs permettra d'atteindre une diminution de 2,2 % des émissions de contaminants particulaires (PST, $PM_{2,5}$ et HF) aux évents linéaires de toit (sources atmosphériques 365EA/366EA, 368EA/369EA, 371EA et 372EA). Les évents linéaires de toit sont les principaux contributeurs du site au point d'impact maximal de la modélisation. La démonstration de l'efficacité de réduction des contaminants particulaires est présentée à l'Annexe F du présent rapport.

Aucun des deux nouveaux projets mentionnés (augmentation de la capacité de production du centre de coulée et nouveau silo d'entreposage des PSC) n'a pour effet de rejeter à l'atmosphère de nouveaux types de contaminants, autres que ceux déjà présentés au MELCCFP à l'étude de modélisation de novembre 2024.

2.2. Modélisation hybride AERMOD-CALPUFF

Le modèle CALPUFF était un modèle recommandé par le MELCCFP pour la modélisation des alumineries jusqu'en 2017 en raison de l'inclusion des algorithmes de modélisation des évents linéaires de toit (sources *Buoyant line and point*, BLP). Le code de programmation du module BLP a été ajouté au modèle AERMOD en 2015 par l'US-EPA, sans toutefois être ajusté pour prendre en compte les différences dans les paramètres micrométéorologiques et de dispersion entre les deux modèles.[5]

Dans le cadre du projet ayant mené à l'élaboration du rapport BBA n° 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01 de 2024, la transition du modèle de dispersion CALPUFF vers le modèle AERMOD pour l'usine de RTA à Alma a été réalisée afin de répondre aux dernières recommandations du MELCCFP en matière de modélisation de la dispersion atmosphérique. Dans le cadre de cette

[5] Paumier, J. et Wheeler, A.F. (2016). Technical Support Document (TSD) for AERMOD/BLP Development and Testing. EPA-454/B-16-009. 43 p.

étude, une analyse comparative a permis de documenter la variation des résultats entre le modèle CALPUFF et la modélisation AERMOD.

La conclusion principale de l'étude comparative entre les modèles CALPUFF et AERMOD est qu'une augmentation significative des concentrations des contaminants aux environs de l'usine de RTA est observable lors du changement de modèle. Cette augmentation est attribuable, du moins en partie, à la divergence occasionnée par les routines de calculs de la dispersion atmosphérique aux évents linéaires de toit (modélisés comme des *buoyant line sources*) du modèle AERMOD par rapport au modèle CALPUFF.

Sur la base des résultats de l'étude antérieure, le mandat confié à BBA par RTA inclut la préparation d'un modèle hybride AERMOD-CALPUFF, qui isole et compare les routines de calculs de la dispersion atmosphérique aux évents linéaires de toit. Le modèle hybride a été préparé pour les deux scénarios de modélisation, soit les scénarios de référence et réglementaire.

Comme indiqué dans le rapport BBA de novembre 2024, la routine de calcul d'AERMOD entraine une divergence dans la modélisation de la dispersion des évents linéaires de toit par rapport aux résultats obtenus lors de la modélisation par CALPUFF. L'utilisation d'un modèle hybride AERMOD-CALPUFF met en évidence cette divergence en isolant l'impact des évents linéaires de toit et l'impact des sources d'émissions ponctuelles. Il est alors possible de comparer l'impact des évents linéaires de toit entre les deux modèles.

Cet exercice démontre également les limites des modèles théoriques utilisés pour effectuer les calculs de dispersion atmosphérique des contaminants, en mettant de l'avant les divergences entre les routines de calculs.

La modélisation hybride est obtenue en additionnant les résultats de modélisation des modèles AERMOD et CALPUFF :

- AERMOD : modèle utilisé afin de modéliser, pour l'ensemble des cinq années météorologiques et pour l'ensemble des récepteurs au modèle, l'ensemble des sources ponctuelles du site, à l'exception des évents linéaires de toit (sources 365EA/366EA, 368EA/369EA, 371EA et 372EA).
- CALPUFF : modèle utilisé afin de modéliser, pour l'ensemble des cinq années météorologiques et pour l'ensemble des récepteurs au modèle, les sources atmosphériques uniquement associées aux évents linéaires de toit.

Aux fins de réalisation de la modélisation hybride, une attention particulière a été portée afin d'utiliser les mêmes intrants dans les modélisations AERMOD et CALPUFF. Ainsi, les caractéristiques aérauliques et les taux d'émission des évents linéaires de toit, les bâtiments de l'usine et la position des récepteurs sont les mêmes dans les deux modèles.

La seule différence notable entre les intrants aux deux modèles est les données météorologiques. Bien que les cinq années couvertes soient les mêmes (2006, 2010, 2011, 2012 et 2013), la création des données météo ne suit pas le même processus, ce qui a pour effet d'introduire des variations inhérentes à la création des données dans l'étude. L'Annexe A présente le rapport de compilation des données météorologiques utilisées pour l'élaboration du modèle AERMOD, qui ont été produites par BBA. Les données aérologiques CALPUFF WRF ont été produites par Lakes Environmental.

Les paramètres par défaut du modèle CALPUFF ont été utilisés pour la création du modèle hybride, à l'exception de la méthode de calcul du coefficient de dispersion. Par défaut, CALPUFF calcule le coefficient de dispersion selon les classes de stabilité de Pasquill-Gilford (MDISP = 3). Selon les recommandations de Barcklay & Scire[6] et du Guide de modélisation de la Colombie-Britannique[7], l'utilisation de la méthode de calcul du coefficient de dispersion par le calcul interne des paramètres micrométéorologiques (MDISP = 2) offre de meilleures performances quant à la justesse des résultats modélisés. Ainsi, le paramètre MDISP = 2 a été utilisé.

3. Caractéristiques aérauliques des points d'émission

Les caractéristiques aérauliques du scénario de référence sont présentées au Tableau 1. Une mise à jour de certains paramètres physiques et aérauliques des sources a été effectuée dans le scénario de référence. Certaines différences existent entre les caractéristiques des sources au présent rapport et au dernier rapport présenté au MELCCFP (rapport de novembre 2024). Ces différences incluent les modifications suivantes :

- Mise à jour des caractéristiques des points d'émission ponctuels (température et débit des gaz);
- Mise à jour de la température des gaz de sortie des évents linéaires de toit;
- Mise à jour des taux d'émission avec les données de RTA les plus récentes. Cette mise à jour est également effectuée afin d'harmoniser le calcul des taux d'émission entre les différents sites de RTA.

Les caractéristiques aérauliques du scénario de référence sont présentées au Tableau 1.

[6] Barclay, J., & Scire, J. (2011). Generic Guidance and Optimum Model Settings for the CALPUFF Modeling System for Inclusion into the "Approved Methods for the Modeling and Assessments of Air Pollutants in NSW. Australia, Atmospheric Studies Group, TRC Environmental Corporation, Lowell.
[7] MoE, B. C. (2015). British Columbia Air Quality Dispersion Modelling Guideline. Victoria, BC: British Columbia Ministry of Environment, Environmental Protection Division, Environmental Standards Branch, Clean Air Section.

Le scénario réglementaire inclut toutes les sources du Tableau 1, à l'exception des trois cheminées des fours d'homogénéisation (CFH1 à CFH3), qui sont dorénavant remplacées par une seule cheminée (source CFH au scénario réglementaire), car le service d'ingénierie de RTA responsable du projet d'augmentation de la capacité du centre de billettes a décidé de réduire le nombre de cheminées des fours d'homogénéisation. De plus, le scénario réglementaire inclut également le point d'émission du silo des poussières sous-calcinées (source PSC au scénario réglementaire). Ces deux nouveaux points d'émission sont présentés au Tableau 2. Finalement, la hauteur des cheminées CFR1, CFR2 et CFR3 a été modifiée au scénario réglementaire afin de répondre aux besoins de l'ingénierie de RTA.

Les caractéristiques physiques des évents linéaires de toit sont présentées au Tableau 3. Les évents linéaires de toit sont modélisés en utilisant les *Buoyant line sources* dans les modèles AERMOD et CALPUFF. Dans les deux types de modèles, deux groupes d'évents ont été créés pour modéliser les quatre évents, correspondant chacun à une série de salles de cuves (Tremblay/Bouchrd et Girard, comme détaillé dans l'attestation d'assainissement de l'usine Alma nº 202502001). Chaque groupe possède des caractéristiques aérauliques (longueur et facteur de flottaison [*buoyancy factor, f'*]) qui lui sont propres. Les caractéristiques des évents de toit linéaires sont les mêmes pour les trois scénarios modélisés (référence, réglementaire et hybride), à l'exception des taux d'émission, qui varient entre les scénarios de référence et réglementaire.

Tableau 1 : Caractéristiques des sources ponctuelles – Scénario de référence

Identifiant rapport 3749007	Identifiant mis à jour	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur (m)	Diamètre au point d'éjection (m)	Vitesse des gaz (m/s)	Température (K)	Orientation du point d'émission
ACTG1	367 EA	Épurateur de l'électrolyse 1	301602	5384839	126	43,2	5,80	19,3	380	Verticale
ACTG2	370 EA	Épurateur de l'électrolyse 2	301714	5384946	126	43,2	5,80	20,2	381	Verticale
ACTG3	373 EA	Épurateur de l'électrolyse 3	301404	5385030	126	43,2	5,80	20,6	378	Verticale
ACTF1	42 EA	Four de cuisson des anodes 1	301216	5384932	126	65,0	2,60	13,6	375	Verticale
ATMB1	195 EA	Épurateur pour le traitement du bain 1	301303	5384922	126	33,0	3,90	18,1	307	Verticale
AMFT1	AMFT1	Métal en fusion - transfert 1	301491	5384601	126	21,1	0,71	18,5	304	Verticale
AMFT2	AMFT2	Métal en fusion - transfert 2	301497	5384595	126	21,1	0,71	18,5	304	Verticale
AMFP1	AMFP1	Métal en fusion - préchauffage 1	301501	5384591	126	21,1	0,71	20,8	333	Verticale
AMFP2	AMFP2	Métal en fusion - préchauffage 2	301494	5384599	126	21,1	0,71	20,8	333	Verticale
ATAP	19 EA	Tour à pâte	301298	5384940	126	75,0	1,40	14,9	292	Verticale
CFR1	CFR1	Cheminée du four de maintien 1	301743	5384502	126	34,9	0,50	20,0	673	Verticale
CFR2	CFR2	Cheminée du four de maintien 2	301753	5384491	126	34,9	0,50	20,0	673	Verticale
CFR3	CFR3	Cheminée du four de maintien 3	301764	5384480	126	34,9	0,50	20,0	673	Verticale
CFH1	CFH1	Cheminée du four d'homogénéisation 1	301703	5384540	126	35,7	1,20	12,0	525	Verticale
CFH2	CFH2	Cheminée du four d'homogénéisation 2	301716	5384526	126	35,7	1,20	12,0	525	Verticale
CFH3	CFH3	Cheminée du four d'homogénéisation 3	301727	5384513	126	35,7	1,20	12,0	525	Verticale
DSE	DES	Dépoussiéreur Salle écume	301758	5384539	126	17,4	0,87	30,0	393	Verticale
CFP	CFP	Four de préchauffage	301732	5384524	126	17,4	0,36	21,4	673	Verticale

Identifiant rapport 3749007	Identifiant mis à jour	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur (m)	Diamètre au point d'éjection (m)	Vitesse des gaz (m/s)	Température (K)	Orientation du point d'émission
EVP	EVP	Évacuation vapeur puits	301757	5384465	126	21,3	1,74	8,1	295	Verticale
MAU1	MAU1	Unité HVAC 1	301677	5384463	126	20,7	0,15	6,9	338	Horizontale
MAU2	MAU2	Unité HVAC 2	301694	5384446	126	20,7	0,15	6,9	338	Horizontale
MAU3	MAU3	Unité HVAC 3	301725	5384436	126	20,7	0,15	6,9	338	Horizontale
MAU4	MAU4	Unité HVAC 4	301779	5384479	126	20,7	0,15	6,9	338	Horizontale
MAU5	MAU5	Unité HVAC 5	301774	5384488	126	20,7	0,15	6,9	338	Horizontale
VSL1	VSL1	Ventilateur 1 - Salle lingotage	301840	5384917	126	9,6	1,14	3,9	294	Verticale
VSL2	VSL2	Ventilateur 2 - Salle lingotage	301848	5384925	126	9,6	1,14	3,9	294	Verticale
V_CFR1	C3	Ventilateur des fours de maintien	301746	5384515	128	21,7	1,58	7,2	308	Verticale
V_CFR2	C4	Ventilateur des fours de maintien	301741	5384511	128	21,7	1,58	7,2	308	Verticale
V_CFR3	C5	Ventilateur des fours de maintien	301756	5384504	128	21,7	1,58	7,2	308	Verticale
V_CFR4	C6	Ventilateur des fours de maintien	301752	5384500	128	21,7	1,58	7,2	308	Verticale
V_CFR5	C7	Ventilateur des fours de maintien	301769	5384491	129	21,7	1,58	7,2	308	Verticale
V_CFR6	C8	Ventilateur des fours de maintien	301764	5384487	129	21,7	1,58	7,2	308	Verticale
V_C1	C1	Ventilateur chaleur été	301751	5384521	128	18,7	1,74	8,1	291	Verticale
V_C2	C2	Ventilateur chaleur été	301779	5384486	129	18,7	1,74	8,1	291	Verticale

Tableau 2 : Caractéristiques des sources ponctuelles ajoutées au scénario réglementaire

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur (m)	Diamètre au point d'éjection (m)	Vitesse des gaz (m/s)	Température (K)	Orientation du point d'émission
CFR1	Cheminée du four de maintien 1	301743	5384502	126	19,6	0,50	20,0	673	Verticale
CFR2	Cheminée du four de maintien 2	301753	5384491	126	19,6	0,50	20,0	673	Verticale
CFR3	Cheminée du four de maintien 3	301764	5384480	126	19,6	0,50	20,0	673	Verticale
PSC	Silo des poussières sous-calcinées	301264	5384946	127	36,8	0,31	4,8	Ambiant	Horizontale
CFH	Cheminée des 3 fours d'homogénéisation	301727	5384513	126	22,5	1,04	17,0	589	Verticale

Tableau 3 : Caractéristiques aérauliques des évents linaires de toit

Paramètres	Groupe Tremblay/Bouchard[1]	Groupe Girard [2]
Élévation du terrain (m)	125,6	125,6
Longueur des bâtiments (m)	952	468
Largeur des bâtiments (m)	29	29
Hauteur des bâtiments (m)	16,7	16,7
Distance moyenne interbâtiments (m)	40,5	40,5
Largeur des évents (m)	3	3
Hauteur des évents (m)	16.7	16,7
Température des gaz aux évents (°C)	34,68[3]	34,68[3]
Vitesse moyenne des gaz aux évents (m/s)	1,3	1,3

Notes
1 : Groupe Tremblay/Bouchard composé des sources 365EA/366EA et 368EA/369EA.
2 : Groupe Girard composé des sources 371EA et 372EA.
3 : La température provient d'informations partagées par RTA dans un échange daté du 2 août 2024. Les températures proviennent des thermocouples du système de mesures des émissions aux évents de toit. Les températures des années complètes 2021 à 2023, inclusivement, ont été utilisées pour les calculs. Les années antérieures n'ont pas été retenues, car une maintenance du système de mesure des températures a été effectuée en 2021, ce qui a amélioré la représentativité des données.

4. Taux d'émission des contaminants

Les taux d'émission utilisés dans les modélisations de référence et réglementaire sont présentés au Tableau 4 et au Tableau 5. Les taux d'émission sont considérés comme constants sur l'entièreté de la période modélisée. Les taux d'émission ont été calculés et fournis par RTA et sont utilisés tels quels. Comme les deux nouveaux projets faisant l'objet d'une demande de modification de l'autorisation ministérielle n'émettent pas de nouveaux contaminants, les mêmes contaminants que ceux déjà considérés dans la précédente modélisation réglementaire[8] ont été réutilisés.

Concernant le nouveau point d'émission du projet PSC, l'Annexe E détaille le calcul effectué pour estimer la concentration de poussières émises à l'atmosphère. Cependant, la concentration présentée en annexe sera effective seulement lors du remplissage du silo, qui sera d'une durée de 90 minutes. RTA prévoit que le remplissage du silo se fera à raison de trois

[8] Rapport BBA nº 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01 daté du 5 novembre 2024.

déchargements de camions, 52 semaines par an. La concentration calculée à l'Annexe E a donc été pondérée pour représenter ce nombre de déchargements sur une semaine type. Pour les particules fines, le ratio de 70 % $PM_{2.5}$/PST utilisé par RTA pour les dépoussiéreurs dans ses déclarations INRP a été utilisé.

Concernant les ventilateurs de la salle de lingotage VSL1 et VSL2, de la même manière qu'à la modélisation du rapport BBA n° 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01 daté du 5 novembre 2024, il est considéré que seules les émissions de HF sont possibles. La note de calcul justifiant des émissions de HF uniquement par les ventilateurs de la salle de lingotage est présentée à l'annexe B du rapport BBA n° 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01.

Pour les contaminants dont la valeur limite est sur une période de 24 heures ou moins, le taux d'émission maximal a été utilisé. Pour les contaminants dont la valeur limite est annuelle, le taux d'émission moyen a été utilisé. Lorsqu'un taux d'émission est estimé selon un calcul théorique, un bilan massique ou un résultat unique, ce taux d'émission est utilisé pour la modélisation des périodes 1 heure, 24 heures et annuelle. Ces valeurs sont identifiées comme « uniques » dans les Tableau 4 et Tableau 5.

Dans le cas des taux d'émission des évents linéaires de toit du scénario réglementaire, les taux d'émission des contaminants particulaires (PST, $PM_{2,5}$ et HF) incluent la diminution de 2,2 % prévue par l'initiative compensatoire d'optimisation des CTG.

Finalement, le Tableau 6 présente les références utilisées afin d'établir les taux d'émission du scénario réglementaire.

Tableau 4 : Taux d'émission du scénario de référence (180 kTa)

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
365366EA	Évents linéaires de toiture Tremblay/Bouchard	6,90E+00	3,31E+00	2,69E+00	2,15E+00	3,14E-04			
368369EA	Évents linéaires de toiture Tremblay/Bouchard	6,90E+00	3,31E+00	2,69E+00	2,15E+00	3,14E-04			
371EA	Évents linéaires de toiture Girard	3,21E+00	1,54E+00	1,23E+00	1,05E+00	1,90E-04			
372EA	Évents linéaires de toiture Girard	3,21E+00	1,54E+00	1,23E+00	1,05E+00	1,90E-04			
367EA	Épurateur de l'électrolyse 1	8,65E-01	6,65E-01	2,89E-01	2,29E-01	3,07E-06			7,66E-03
370EA	Épurateur de l'électrolyse 2	9,14E-01	6,99E-01	2,79E-01	2,51E-01	8,89E-07			7,66E-03
373EA	Épurateur de l'électrolyse 3	8,01E-01	6,18E-01	2,73E-01	2,39E-01	9,93E-07			7,67E-03
42EA	Four de cuisson des anodes 1	8,79E-01	7,42E-01	6,99E-02	4,32E-02	3,69E-05			1,22E+00
195EA	Épurateur pour le traitement du bain 1	1,19E+00	1,12E+00	1,56E-01	1,56E-01				
AMFT1	Métal en fusion – Transfert 1	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
AMFT2	Métal en fusion – Transfert 2	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
AMFP1	Métal en fusion – Préchauffage 1	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
AMFP2	Métal en fusion – Préchauffage 2	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
19EA	Tour à pâte	8,88E-01	8,82E-01			1,12E-04			
CFR1	Cheminée du four de maintien 1	4,09E-02	2,05E-02						4,56E-02
CFR2	Cheminée du four de maintien 2	4,09E-02	2,05E-02						4,56E-02
CFR3	Cheminée du four de maintien 3	4,09E-02	2,05E-02						4,56E-02
CFH1	Cheminée du four d'homogénéisation 1	1,14E-02	5,70E-03				3,80E-02	1,90E-04	7,81E-02

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
CFH2	Cheminée du four d'homogénéisation 2	1,14E-02	5,70E-03				3,80E-02	1,90E-04	7,81E-02
CFH3	Cheminée du four d'homogénéisation 3	1,14E-02	5,70E-03				3,80E-02	1,90E-04	7,81E-02
DES	Dépoussiéreur Salle écume	3,49E-04	3,49E-04						
CFP	Four de préchauffage								5,39E-03
EVP	Évacuation vapeur puits	5,70E-02	2,85E-02						
MAU1	Unité HVAC 1	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU2	Unité HVAC 2	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU3	Unité HVAC 3	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU4	Unité HVAC 4	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU5	Unité HVAC 5	9,80E-04	9,80E-04						3,13E-03
VSL1	Ventilateur 1 – Salle lingotage			2,08E-02	3,47E-03				
VSL2	Ventilateur 2 – Salle lingotage			2,08E-02	3,47E-03				
C3	Ventilateur des fours de maintien	1,01E-02	5,03E-03						6,51E-03
C4	Ventilateur des fours de maintien	1,01E-02	5,03E-03						6,51E-03
C5	Ventilateur des fours de maintien	1,01E-02	5,03E-03						6,51E-03
C6	Ventilateur des fours de maintien	1,01E-02	5,03E-03						6,51E-03
C7	Ventilateur des fours de maintien	1,01E-02	5,03E-03						6,51E-03
C8	Ventilateur des fours de maintien	1,01E-02	5,03E-03						6,51E-03
C1	Ventilateur chaleur été	7,13E-03	3,56E-03						
C2	Ventilateur chaleur été	7,13E-03	3,56E-03						

Tableau 5 : Taux d'émission du scénario réglementaire (202 kTa avec la réduction de 2,2 % aux évents linéaires de toit)

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
365366EA	Évents linéaires de toiture	6,74E+00	3,24E+00	2,63E+00	2,11E+00	3,14E-04			
368369EA	Évents linéaires de toiture	6,74E+00	3,24E+00	2,63E+00	2,11E+00	3,14E-04			
371EA	Évents linéaires de toiture	3,13E+00	1,50E+00	1,20E+00	1,03E+00	1,90E-04			
372EA	Évents linéaires de toiture	3,13E+00	1,50E+00	1,20E+00	1,03E+00	1,90E-04			
367EA	Épurateur de l'électrolyse 1	8,65E-01	6,65E-01	2,89E-01	2,29E-01	3,07E-06			7,66E-03
370EA	Épurateur de l'électrolyse 2	9,14E-01	6,99E-01	2,79E-01	2,51E-01	8,89E-07			7,66E-03
373EA	Épurateur de l'électrolyse 3	8,01E-01	6,18E-01	2,73E-01	2,39E-01	9,93E-07			7,67E-03
42EA	Four de cuisson des anodes 1	8,79E-01	7,42E-01	6,99E-02	4,32E-02	3,69E-05			1,22E+00
195EA	Épurateur pour le traitement du bain 1	1,19E+00	1,12E+00	1,56E-01	1,56E-01				
AMFT1	Métal en fusion – Transfert 1	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
AMFT2	Métal en fusion – Transfert 2	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
AMFP1	Métal en fusion – Préchauffage 1	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
AMFP2	Métal en fusion – Préchauffage 2	3,27E-01	1,71E-01				2,64E-01	3,72E-03	1,83E-01
19EA	Tour à pâte	8,88E-01	8,82E-01			1,12E-04			
CFR1	Cheminée du four de maintien 1	4,59E-02	2,30E-02						4,48E-02
CFR2	Cheminée du four de maintien 2	4,59E-02	2,30E-02						4,48E-02
CFR3	Cheminée du four de maintien 3	4,59E-02	2,30E-02						4,48E-02
CFH	Cheminée des fours d'homogénéisation	3,84E-02	1,92E-02				1,28E-01	6,40E-04	2,63E-01

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
DES	Dépoussiéreur Salle écume	5,75E-04	4,02E-04						
CFP	Four de préchauffage								5,39E-03
EVP	Évacuation vapeur puits	6,40E-02	3,20E-02						
MAU1	Unité HVAC 1	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU2	Unité HVAC 2	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU3	Unité HVAC 3	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU4	Unité HVAC 4	1,89E-03	1,89E-03						6,05E-03
MAU5	Unité HVAC 5	9,80E-04	9,80E-04						3,13E-03
VSL1	Ventilateur 1 – Salle lingotage			2,08E-02	3,47E-03				
VSL2	Ventilateur 2 – Salle lingotage			2,08E-02	3,47E-03				
C3	Ventilateur des fours de maintien	1,13E-02	5,64E-03						7,31E-03
C4	Ventilateur des fours de maintien	1,13E-02	5,64E-03						7,31E-03
C5	Ventilateur des fours de maintien	1,13E-02	5,64E-03						7,31E-03
C6	Ventilateur des fours de maintien	1,13E-02	5,64E-03						7,31E-03
C7	Ventilateur des fours de maintien	1,13E-02	5,64E-03						7,31E-03
C8	Ventilateur des fours de maintien	1,13E-02	5,64E-03						7,31E-03
C1	Ventilateur chaleur été	8,00E-03	4,00E-03						
C2	Ventilateur chaleur été	8,00E-03	4,00E-03						
PSC	Silo des poussières sous-calcinées	7,44E-05	5,21E-05						

Tableau 6 : Références pour le calcul des taux d'émission

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
365366EA	Évents linéaires de toiture Tremblay/Bouchard	[1]	[15]	[17]	[22]	[28]			
368369EA	Évents linéaires de toiture Tremblay/Bouchard	[1]	[15]	[17]	[22]	[28]			
371EA	Évents linéaires de toiture Girard	[2]	[15]	[17]	[23]	[28]			
372EA	Évents linéaires de toiture Girard	[2]	[15]	[17]	[23]	[28]			
367EA	Épurateur de l'électrolyse 1	[3]	[15]	[18]	[24]	[3]			[28]
370EA	Épurateur de l'électrolyse 2	[3]	[15]	[3]	[24]	[29]			[28]
373EA	Épurateur de l'électrolyse 3	[4]	[15]	[19]	[25]	[30]			[28]
42EA	Four de cuisson des anodes 1	[4]	[15]	[20]	[26]	[31]			[28]
195EA	Épurateur pour le traitement du bain 1	[5]	[15]	[5]	[27]		[6]	[6]	
AMFT1	Métal en fusion – Transfert 1	[6]	[15]				[6]	[6]	[28]
AMFT2	Métal en fusion – Transfert 2	[6]	[15]				[6]	[6]	[28]
AMFP1	Métal en fusion – Préchauffage 1	[6]	[15]				[6]	[6]	[28]
AMFP2	Métal en fusion – Préchauffage 2	[6]	[15]						[28]
19EA	Tour à pâte	[7]	[15]			[32]			
CFR1	Cheminée du four de maintien 1	[8]	[15]						[34]
CFR2	Cheminée du four de maintien 2	[8]	[15]						[34]
CFR3	Cheminée du four de maintien 3	[8]	[15]						[34]
CFH1	Cheminée du four d'homogénéisation 1	[9]	[15]				[33]	[33]	[35]

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
CFH2	Cheminée du four d'homogénéisation 2	[9]	[15]				[33]	[33]	[35]
CFH3	Cheminée du four d'homogénéisation 3	[9]	[15]				[33]	[33]	[35]
DES	Dépoussiéreur Salle écume	[10]	[15]						
CFP	Four de préchauffage								[35]
EVP	Évacuation vapeur puits	[11]	[15]						
MAU1	Unité HVAC 1	[12]	[16]						[12]
MAU2	Unité HVAC 2	[12]	[16]						[12]
MAU3	Unité HVAC 3	[12]	[16]						[12]
MAU4	Unité HVAC 4	[12]	[16]						[12]
MAU5	Unité HVAC 5	[12]	[16]						[12]
VSL1	Ventilateur 1 – Salle lingotage			[21]	[21]				
VSL2	Ventilateur 2 – Salle lingotage			[21]	[21]				
C3	Ventilateur des fours de maintien	[13]	[15]						[34]
C4	Ventilateur des fours de maintien	[13]	[15]						[34]
C5	Ventilateur des fours de maintien	[13]	[15]						[34]
C6	Ventilateur des fours de maintien	[13]	[15]						[34]
C7	Ventilateur des fours de maintien	[13]	[15]						[34]
C8	Ventilateur des fours de maintien	[13]	[15]						[34]
C1	Ventilateur chaleur été	[13]	[15]						
C2	Ventilateur chaleur été	[13]	[15]						

Identifiant mis à jour	Description	Taux d'émissions (g/s)							
		PST	$PM_{2.5}$	HF	HF	HAP	HCl	Cl_2	NO_2
		Maximal	Maximal	Maximal	Moyen	Moyen	Unique	Unique	Unique
PSC	Dépoussiéreur du silo des poussières sous-calcinées	[14]	[15]						

[1] Chiffrier de suivi des émissions RTA-Alma, septembre 2023. Période d'évaluation des maximums pour les évents 2020 à 2023.
[2] Chiffrier de suivi des émissions RTA-Alma, août 2023. Période d'évaluation des maximums pour les évents 2020 à 2023.
[3] Rapport Eurofin, R20095R01V01, 2020.
[4] Rapport Consulair, 23-7621, 2023.
[5] Fichier de déclaration des émissions à l'INRP, 2021.
[6] Rapport Eurofin, R11077R01, 2011.
[7] Rapport Consulair, 22-7193, 2022.
[8] Chiffrier de suivi des émissions de RTA – Complexe Jonquière, source EA100, 2010 + calculs d'estimation des pertes d'ouverture des portes de fours.
[9] Chiffrier de suivi des émissions de RTA – Complexe Jonquière, source EA103, 2013.
[10] Rapport Consulair, 24-8063. 2024.
[11] Chiffrier de suivi des émissions de RTA – Complexe Jonquière, sources EA101 à 107, 2015 (présenté en réponse à la question QC-22 des Questions et commentaires de la demande de modification du décret 1557-97, dossier 3211-14031, daté de mai 2018).
[12] Méthode du chapitre 1.4 de l'AP-42, Tableau 1.4-2 (PST et $PM_{2.5}$) et Tableau 1.4-1 – *Small Boilers Controlled – Low NOx burners* avec note de bas de tableau (b) appliqué (24 % réduction) et consommation fournie dans courriel de RTA du 2022-05-03.
[13] Chiffrier de suivi des émissions de RTA – Complexe Jonquière, sources EA101 à 107, 2015 (présenté en réponse à la question QC-22 des Questions et commentaires de la demande de modification du décret 1557-97, dossier 3211-14031, daté de mai 2018) + calculs d'estimation des pertes d'ouverture des portes de fours.
[14] Tetra Tech, Estimation des émissions P1835108, 2024.
[15] Émissions de particules totales (PST) multipliées par le facteur fixe de l'INRP.
[16] Par hypothèse, les émissions de PST sont toutes des $PM_{2,5}$.
[17] Chiffrier de suivi des émissions RTA-Alma, juillet 2023. Période d'évaluation des maximums pour les évents 2020 à 2023.

[18] Rapport Eurofin, R18042R01, 2018.
[19] Rapport Eurofin, R21042R01, 2021.
[20] Rapport Eurofin, R21106R01, 2021.
[21] Tetra Tech, 49026-63-EDB-001, 2023.
[22] Chiffrier de suivi des émissions RTA-Alma – Fluorure gazeux moyenne de mai à oct., 2022. Période d'évaluation des maximums pour les évents 2020 à 2023.
[23] Chiffrier de suivi des émissions RTA-Alma – Fluorure gazeux moyenne de mai à oct., 2021. Période d'évaluation des maximums pour les évents 2020 à 2023.
[24] Rapports d'Eurofin et de Consulair : R18042R01 (2018), R20095R01V01 (2020) et 22-71-92 (2021).
[25] Rapports d'Eurofin et de Consulair : 19-5816 (2019), R21042R01 (2021) et 23-7621 (2023).
[26] Rapports d'Eurofin et de Consulair : R21106R01 (2021), 22-7193 (2022) et 23-7621 (2023).
[27] Fichier de déclaration des émissions à l'INRP, 2021 à 2023.
[28] Fichier de déclaration des émissions à l'INRP, 2023.
[29] Moyenne des rapports d'Eurofin R20095R01V01 (2020) et R14107R01 (2014).
[30] Moyenne des rapports d'Eurofin et Consulair : R11113R01 (2011), R13132R01 (2013) et 19-5816 (2019).
[31] Moyenne des rapports d'Eurofin et Consulair : 23-7621 (2023), 22-7193 (2022) et R21106R01 (2021).
[32] Moyenne des rapports d'Eurofin et Consulair : 22-7193 (2022), R20051R01 (2020) et R18099R01 (2018).
[33] Rapport Eurofin, R13021R01, 2013.
[34] Calcul de consommation GN du projet MDA 2025 + 1/8 des émissions qui sortent aux ventilateurs.
[35] Calcul de consommation GN du projet MDA 2025.

5. Modélisation de la dispersion atmosphérique AERMOD

Afin de vérifier la conformité des émissions de l'aluminerie par rapport au document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère » (version 9), une modélisation de la dispersion atmosphérique doit être faite à l'aide d'un logiciel spécialisé.

Dans la dernière version du Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique[9], AERMOD est l'un des modèles de dispersion atmosphérique préconisés pour prévoir les concentrations de contaminants atmosphériques dans l'air ambiant provenant d'établissements industriels.

Ce modèle est notamment constitué par :

- Le préprocesseur AERMET, qui traite les données météorologiques et les paramètres de surface nécessaires aux simulations (rugosité, albédo, rapport de Bowen de la surface);
- Le préprocesseur AERMAP (24142), utilisé pour préparer et analyser les données relatives au relief;
- Le module BPIP_PRIME (19191), capable de traiter et d'évaluer les effets de rabattement ou de sillage (*downwash*) causés par les bâtiments sur la dispersion atmosphérique des contaminants.

Cette étude est réalisée avec la plus récente version du logiciel AERMOD View (version 13.0.0) produit par l'entreprise Lakes Environmental et la version la plus récente d'AERMOD (version 24142).

Les concentrations qui sont calculées à l'aide du modèle AERMOD doivent être rapportées sur une période de quatre minutes pour certains contaminants afin de pouvoir les comparer à leurs normes et critères respectifs. Pour y parvenir, les résultats de la modélisation sur base horaire sont multipliés par un facteur calculé selon l'équation suivante présentée à l'annexe H du RAA :

$$C_{4min} = C_{1\,heure} * 0.97 \left(\frac{4}{60}\right)^{-0.25} = C_{1\,heure} * 1.91$$

[9] Leduc, R., 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique, Québec, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq nº ENV/2005/0072, rapport nº QA/49, 38 p.

5.1. Localisation de l'usine

L'usine d'Alma est localisée exclusivement sur des terres privées appartenant à l'entreprise Rio Tinto Aluminium (RTA). Les valeurs limites indiquées au document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère » s'appliquent donc à la limite des propriétés de l'entreprise RTA, comme requis selon l'article 202 du RAA. L'Annexe C présente une vue du site avec la limite de propriété.

L'usine est située aux coordonnées géographiques UTM 19 U X = 301 530 m; Y = 5 384 910 m. Certaines résidences isolées sont situées à l'intérieur des terres privées appartenant à RTA.



Figure 1 : Localisation de l'usine

5.2. Données météorologiques

5.2.1. Modèle AERMOD

Le détail des données météorologiques et les valeurs des paramètres de surface (rapport de Bowen, albédo et rugosité) utilisés pour la modélisation de référence et la modélisation réglementaire sont précisés dans le rapport BBA n° 3749007-000000-4E-ERA-0001-R01 présenté à l'Annexe A.

5.2.2. Modèle CALPUFF

Les données météorologiques WRF sont préparées par Lakes Environmental et utilisées telles quelles. Les données utilisées sont celles de 2006, 2010, 2011, 2012 et 2013 afin de correspondre aux données météorologiques utilisées au modèle AERMOD. La description des paramètres du jeu de données météo produit par Lakes Environment est présentée à l'Annexe A.

5.3. Variation des taux d'émission

Aucune variation des taux d'émission des contaminants n'a été incluse dans les modélisations de référence, réglementaire et hybride. Des taux d'émission constants, présentés à la section 4, ont été utilisés. Toutes les sources d'effluents considérées dans la modélisation ont été traitées comme étant fonctionnelles 24 heures par jour, 365 jours par année.

5.4. Bâtiments

Les effets de sillage des bâtiments sur la dispersion atmosphérique sont pris en compte par le modèle AERMOD grâce au module *Building Profile Input Program* (19191) de l'EPA, qui quantifie l'influence qu'ont les bâtiments sur le libre écoulement des contaminants. La Figure 2 est une représentation 3D des bâtiments modélisés.

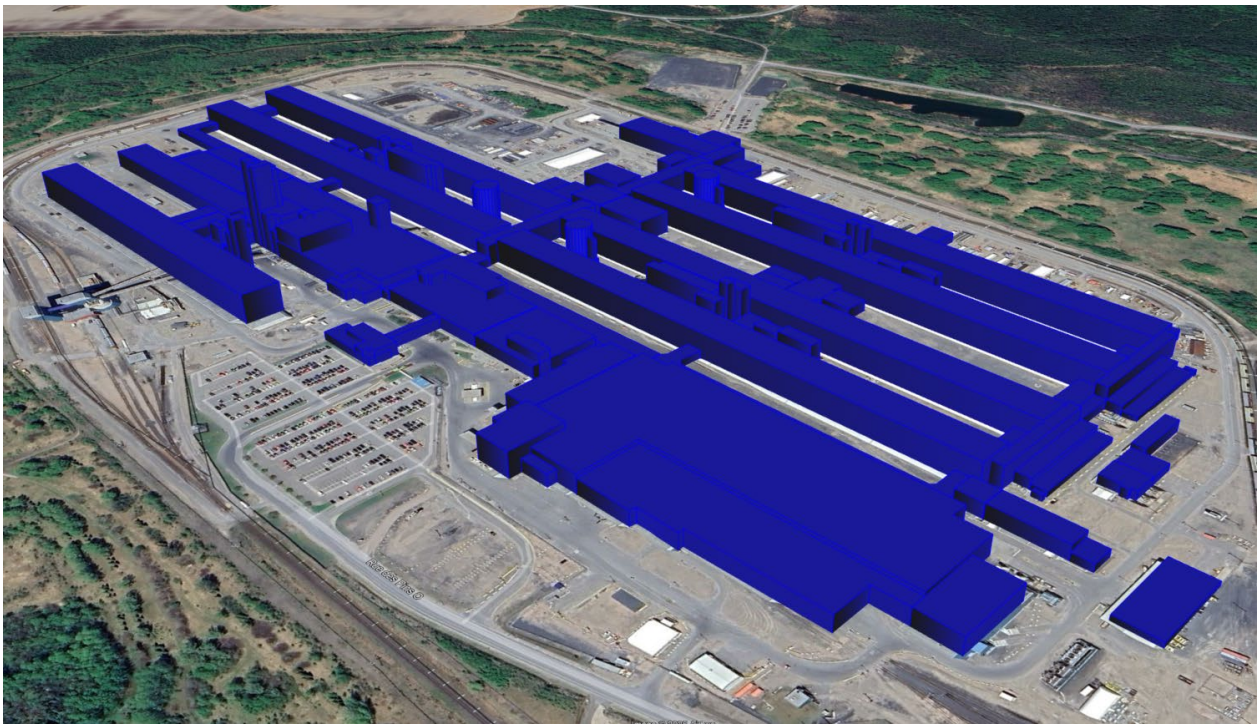


Figure 2 : Vue 3D des bâtiments intégrés aux modélisations de référence, réglementaire et hybride

5.5. Topographie

La topographie du modèle est obtenue à partir de la Base nationale de données topographiques canadienne. Les données sont disponibles en format DEM sur le serveur de Ressources naturelles Canada. Une résolution d'environ 23 minutes au sol a été utilisée. La topographie de la zone d'étude est présentée à l'Annexe C.

5.6. Grille de récepteurs

Le positionnement des récepteurs a été sélectionné conformément aux instructions du Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique afin de bien identifier la position et l'ampleur des concentrations de contaminants dans l'air. La dimension de la grille de récepteurs et l'espacement entre chaque récepteur ponctuel sont présentés au tableau suivant.

Tableau 7 : Grille des récepteurs

	Distance du centre de l'usine (m)	Espacement des récepteurs ponctuels (m)
1	0 - 200	20
2	200 - 500	50
3	500 - 1000	100
4	1000 - 2000	200
5	2000 - 5000	500

La grille des récepteurs couvre la totalité du domaine de modélisation, soit une zone de 10 km x 10 km centrée sur l'usine. Elle a été assujettie à la topographie appliquée au modèle de dispersion. La grille a été positionnée au niveau du sol (0 m) et est présentée à l'Annexe C. Son agencement est le même pour les modélisations de référence, réglementaire et hybride.

5.7. Limite de propriété

Le plan fourni par la Ville d'Alma est présenté à l'Annexe B. Cette limite de propriété est utilisée dans les modélisations de référence, réglementaire et hybride.

Des récepteurs ponctuels ont été positionnés à des intervalles de 50 m sur les limites de propriété appartenant à RTA. L'Annexe C présente la limite de propriété utilisée.

La limite de propriété est la limite à partir de laquelle les normes et critères de qualité de l'air s'appliquent, conformément à l'article 202 du RAA. Néanmoins, les normes et critères de qualité de l'air s'appliquent aussi à toute résidence permanente (récepteur sensible) située à l'intérieur de la limite de propriété de RTA. Puisqu'une résidence au nord-ouest de l'usine se situe sur un terrain n'étant pas la propriété de RTA, mais entouré par les terres appartenant à RTA (récepteur sensible nommé RESO1), celle-ci a été intégrée dans la limite de propriété et un récepteur sensible lui a été appliqué afin de calculer les concentrations des contaminants modélisés et vérifier que les émissions de RTA n'entrainent pas de dépassement à cette habitation.

5.8. Récepteurs sensibles

Au total, 12 récepteurs sensibles ont été ajoutés aux différents modèles de dispersion atmosphérique (de référence, réglementaire et hybride). Seul le récepteur sensible RESO1 est situé à l'intérieur de la limite d'application des valeurs limites. Le Tableau 8 présente la description de ces récepteurs sensibles et l'Annexe C montre leur emplacement par rapport à

l'usine. Les concentrations en contaminants ont été calculées à chacun des récepteurs sensibles.

Tableau 8 : Récepteurs sensibles

Nom	Description	Coordonnées UTM 19 U		Élévation (m)
		X (m)	Y (m)	
CPE1	Centre de la petite enfance La Bambinerie	304 191,0	5 381 929,0	110,0
CPE2	Centre de la petite enfance Plein Soleil	304 898,0	5 381 461,0	111,0
CPE3	Centre de la petite enfance L'Enfanthèque	305 193,0	5 380 478,0	72,8
HOP1	Hôpital d'Alma	303 403,0	5 381 320,0	100,3
CH1	Centre d'hébergement Le Normandie	305 171,0	5 381 878,0	108,5
CTDET	Complexe touristique Dam-En-Terre	303 190,0	5 385 124,0	110,0
RESS1	Résidence au sud	301 315,0	5 383 756,0	106,8
RESS2	Résidence au sud	300 481,0	5 383 840,0	100,0
RESN1	Résidence au nord	302 498,0	5 386 055,0	115,3
RESN2	Résidence au nord	300 984,0	5 386 619,0	101,9
RESO1	Résidence à l'ouest	299 768,0	5 386 118,0	113,0
RESE1	Résidence à l'est	303 243,0	5 383 174,0	113,0

6. Concentrations initiales et valeurs limites applicables

Les normes et critères de qualité de l'air sont ceux issus de la dernière version rendue disponible par le MELCCFP en date de l'émission du présent rapport, soit la version 9.[10].

Bien que RTA exploite quatre stations de mesure des contaminants en continu dans l'air ambiant, ces dernières n'ont pas été retenues afin d'établir des concentrations initiales pour les contaminants modélisés. De ce fait, les concentrations initiales proposées au document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère » ont été retenues.

[10] Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2025. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 9, Québec, Direction principale de la qualité de l'air et du climat, [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm

Tableau 9 : Normes et critères de la qualité de l'air

Contaminant	Valeur de référence	Période	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)
NO_2	Norme	1 h	414	150
	Norme	24 h	207	100
	Norme	1 an	103	30
HCl	Norme	4 min	1150	0
	Norme	1 an	20	0
HF	Critère	1 h	60	0
	Critère	24 h, mai à octobre	3	0
	Critère	Annuel, mai à octobre	0,4	0
Cl_2	Critère	4 min	30	0
	Critère	1 an	0,5	0
HAP ($BaP_{eq.}$)	Norme	1 an	0,0024	0,0012
$PM_{2,5}$	Norme	24 h	30	20
PST	Norme	24 h	120	90

7. Résultats

Les résultats de la modélisation atmosphérique sont présentés dans ce chapitre. Les données sources présentées aux sections précédentes ont été introduites dans les logiciels de modélisation AERMOD et CALPUFF afin de calculer les résultats présentés ci-après. Les concentrations des contaminants sont comparées aux valeurs limites tirées du document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère » et des valeurs limites fournies par le MELCCFP. Les isocontours pour certains contaminants modélisés sont présentés à l'Annexe C.

7.1. Scénario de référence

Le scénario de référence représente la dispersion atmosphérique de l'usine, selon ses activités actuellement autorisées par le MELCCFP dans le décret n°1117-2018.

Le Tableau 10 présente les concentrations maximales modélisées dans le scénario de référence pour tous les contaminants étudiés et les compare aux valeurs limites de la section 6. On peut observer dans ce tableau que les critères 1 heure, 24 heures et annuel pour le HF présentent des

dépassements, ainsi que la norme 24 heures des particules fines ($PM_{2,5}$) et des particules totales (PST).

Il convient de rappeler que le scénario de référence présenté ici a été conçu en se basant le plus fidèlement possible sur les activités autorisées et présentées au rapport BBA n° 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01 (2024). Certains ajustements des paramètres de la modélisation et au niveau du calcul des taux d'émission ont toutefois été effectués par rapport au scénario de modélisation du rapport de 2024 et entrainent une augmentation de la concentration des particules totales et des particules fines ($PM_{2,5}$). Les ajustements dans les paramètres intégrés au modèle sont décrits en détail aux sections suivantes :

- Section 2.1 : présentation générale des ajustements à la modélisation;
- Section 3 : mise à jour des caractéristiques aérauliques des points d'émission considérés dans la modélisation;
- Section 4 : mise à jour des taux d'émission, dont les méthodologies de calculs ont été uniformisées dans l'ensemble des usines de RTA;
- Section 5.7 : mise à jour de la limite de la zone industrielle, incluant tous les lots appartenant à RTA.

Ces ajustements à la modélisation ne représentent pas, en réalité, des modifications aux activités actuelles de l'usine; ils constituent uniquement un raffinement du modèle pour tenter d'accroitre la représentativité de la modélisation.

Tableau 10 : Résultats de la modélisation du scénario de référence

Contaminant	Valeur de référence	Période	Valeur limite [µg/m³]	Concentration initiale [µg/m³]	Concentration modélisée [µg/m³]	Concentration modélisée + initiale [µg/m³]	Pourcentage de la valeur limite [%]
NO_2	Norme	1 heure	414	150	34	184	44 %
	Norme	24 heures	207	100	7	107	52 %
	Norme	Annuelle	103	30	0	30	30 %
HCl	Norme	4 minutes	1150	0	94	94	8 %
	Norme	Annuelle	20	0	0	0	2 %
HF	Critère	1 heure	60	0	147	147	245 %
	Critère	24 heures, mai à octobre	3	0	12	12	403 %
	Critère	Annuelle, mai à octobre	0,4	0	0,8	0,8	190 %
Cl_2	Critère	4 minutes	30	0	1	1	4 %
	Critère	Annuelle	0,5	0	0,01	0,01	1 %
HAP (BaP eq.)	Norme	1an	0,0024	0,0014	0,0001	0,0015	64 %
Particules fines ($PM_{2,5}$)	Norme	24 heures	30	20	23,2	43	144,1 %
Particules totales (PST)	Norme	24 heures	120	90	45,8	136	113,2 %

7.2. Scénario réglementaire

La modélisation réglementaire intègre les activités actuelles de l'usine, ainsi que les deux projets d'augmentation des activités de RTA, soit l'augmentation de la production du centre de billettes et l'ajout du silo des poussières sous-calcinées. La réduction des émissions liée à l'initiative d'optimisation du captage aux cuves (remplacement de sacs filtrants aux CTG) est aussi intégrée à la modélisation réglementaire.

Ces projets entrainent des variations dans les taux d'émission qui se reflètent dans les concentrations maximales modélisées à l'extérieur des limites de la propriété de RTA.
Le Tableau 11 présente les résultats de la modélisation réglementaire.

De manière similaire au scénario de référence, la modélisation du scénario réglementaire présente des dépassements des critères de HF sur les périodes 1 heure, 24 heures et annuel, ainsi que pour les normes sur la période 24 heures des particules totales et particules fines ($PM_{2,5}$).

Cependant, les résultats du Tableau 10 et du Tableau 11 indiquent que l'implémentation de l'initiative de changement de sacs filtrants aux CTG réduit globalement l'impact du site sur la qualité de l'air ambiant pour les cinq normes ou critères présentant un dépassement de la valeur limite.

Bien que des dépassements des valeurs limites soient quantifiables par la modélisation, la diminution des concentrations permet aux projets de respecter l'esprit de l'article 197 du RAA en ce qui a trait aux trois contaminants listés à l'annexe K du RAA.

Tableau 11 : Résultats de la modélisation du scénario réglementaire

Contaminant	Valeur de référence	Période	Valeur limite [µg/m³]	Concentration initiale [µg/m³]	Concentration modélisée [µg/m³]	Concentration modélisée + initiale [µg/m³]	Pourcentage de la valeur limite [%]	Variation par rapport au scénario de référence [%]
NO_2	Norme	1 heure	414	150	34	184	44 %	-0,1%
	Norme	24 heures	207	100	7	107	52 %	-3,0%
	Norme	Annuelle	103	30	0	30	30 %	-0,2%
HCl	Norme	4 minutes	1150	0	94	94	8 %	0,0%
	Norme	Annuelle	20	0	0,5	0	2 %	-0,2%
HF	Critère	1 heure	60	0	144	144	239 %	-2,3%
	Critère	24 heures, mai à octobre	3	0	12	12	395 %	-2,2%
	Critère	Annuelle, mai à octobre	0,4	0	0,7	0,7	186 %	-2,1%
Cl_2	Critère	4 minutes	30	0	1	1	4 %	0,0%
	Critère	Annuelle	0,5	0	0,01	0,01	1 %	-0,1%
HAP (BaP eq.)	Norme	1an	0,0024	0,0014	0,0001	0,0015	64 %	0,0%
Particules fines ($PM_{2,5}$)	Norme	24 heures	30	20	22,8	43	142,7 %	-1,8%
Particules totales (PST)	Norme	24 heures	120	90	44,9	135	112,4 %	-2,0%

7.3. Analyse spécifique des deux projets

Afin de quantifier l'impact de chacun des deux projets envisagés et de l'initiative compensatoire de RTA (optimisation de l'opération des dépoussiéreurs du CTG) sur les concentrations des contaminants, l'impact de chaque projet a été calculé séparément pour les deux contaminants pour lesquels la modélisation a identifié un dépassement des normes, soit les particules totales et les particules fines.

Ces deux contaminants ont été retenus pour l'analyse détaillée étant donné que :

- Pour le NO_2, le HCl et Cl_2, il n'y a pas d'émissions attribuables aux évents linéaires de toit ni au silo des poussières sous-calcinées. De ce fait, l'écart est uniquement causé par la variation des taux d'émission du centre de billettes et l'agglomération des cheminées des fours d'homogénéisation. De plus, pour ces contaminants, le site de RTA respecte déjà les valeurs limites.
- Pour le HF, il n'y a pas d'émissions attribuables au centre de billettes ni au silo des poussières sous-calcinées. De ce fait, la réduction de l'impact est uniquement causée par le changement des filtres des dépoussiéreurs des évents linéaires de toit.
- Pour les HAP, il n'y a pas d'émissions attribuables au centre de billettes ni au silo des poussières sous-calcinées. En outre, les HAP étant gazeux, le changement de filtre des dépoussiéreurs n'a pas d'effet de réduction de ces émissions. De ce fait, les taux d'émission d'HAP des modélisations de référence et réglementaire sont les mêmes et les concentrations maximales des deux modélisations sont inchangées.

Le Tableau 12 et le Tableau 13 détaillent les contributions des deux projets à l'endroit et à la date où survient la concentration maximale en air ambiant calculée par le modèle AERMOD pour l'ensemble des sources de l'usine ainsi que pour les particules totales et les particules fines respectivement.

Individuellement, les projets d'augmentation de la capacité du centre de billettes et du silo des poussières sous-calcinées provoquent une augmentation de la concentration maximale modélisée pour les particules totales et les particules fines. Cependant, les résultats de la modélisation confirment que l'initiative d'optimisation du débit de captation à la cuve par le remplacement des sacs filtrants des CTG permet non seulement d'éliminer l'augmentation des concentrations en air ambiant des particules totales et des particules fines provoquée par ces deux projets, mais permet aussi une diminution nette de l'impact global du site au niveau des concentrations des particules totales (-2,0 %) et particules fines (-1,8 %) sur l'ensemble du domaine de modélisation.

Finalement, le groupe de sources nommé « autres sources » au Tableau 12 et au Tableau 13 regroupe toutes les sources du site qui ne font pas partie du centre de billettes, des évents de toit linéaires et du silo des poussières sous-calcinées. Les taux d'émissions et les caractéristiques physiques ne changent pas entre les deux scénarios de modélisation (de référence et réglementaire) pour ce groupe de sources. Cependant, les résultats de la modélisation pour ce groupe varient pour les particules totales. Il est à noter que le point d'impact maximal de la modélisation des particules totales dans le scénario de référence et le scénario réglementaire ne se trouve pas aux mêmes coordonnées géographiques (voir les notes du Tableau 12). Le déplacement du point d'impact maximal entraine une variation de la contribution du groupe « autres sources » bien que les taux d'émission de toutes les sources de ce groupe demeurent inchangés. Notons donc que, pour une même coordonnée géographique (comme c'est le cas pour les $PM_{2.5}$), la contribution du groupe « autres sources » reste la même pour les deux scénarios.

Tableau 12 : Concentration maximale des PST sur l'ensemble du domaine de modélisation des 2 projets

Groupe de points d'émission	Particules totales PST					
	Concentration modélisée [µg/m³]				Variation scénario référence vs scénario réglementaire	
	Scénario de référence[11]	Contribution [%]	Scénario réglementaire[12]	Contribution [%]	[µg/m³]	[%]
Centre de billettes	3,81E-01	1 %	4,11E-01	1 %	3,01E-02	7 %
Silo des poussières sous-calcinées	0,00E+00	0 %	1,40E-04	0,0003 %	1,40E-04	100 %
Évents linéaires de toit[13]	4,41E+01	96 %	4,19E+01	93 %	-2,15E+00	-5 %
Autres sources	1,38E+00	3 %	2,58E+00	6 %	1,20E+00	46 %
Ensemble de l'usine	**4,58E+01**	100 %	**4,49E+01**	100 %	**-9,20E-01**	**-2,0 %**

[11] Le point d'impact maximal pour le scénario de référence des PST est durant la journée du 2011-03-11 aux coordonnées UTM X = 299244.72 et Y = 535848.37.
[12] Le point d'impact maximal pour le scénario réglementaire des PST est durant la journée du 2011-03-11 aux coordonnées UTM X = 300128.59 et Y = 5385592.47. Il est donc normal que la contribution du regroupement « autres sources » soit différente, bien qu'aucune modification aux taux d'émission n'ait été appliquée à ces sources, car les points d'impact maximaux des deux scénarios de modélisation sont différents.
[13] Les évents linéaires de toit voient leur taux d'émission diminuer, étant donné que l'initiative interne d'optimisation des dépoussiéreurs du CTG améliore le débit d'air de captation à la cuve et réduit les émissions diffuses dans le bâtiment, lesquelles sont ultimement dégagées à l'atmosphère par les évents linéaires de toit des salles de cuves.

Tableau 13 : Concentration maximale des $PM_{2,5}$ sur l'ensemble du domaine de modélisation des 2 projets

Groupe de points d'émission	Particules fines $PM_{2,5}$					
	Concentration modélisée [µg/m³]				Variation scénario référence vs scénario réglementaire	
	Scénario de référence[14]	Contribution [%]	Scénario réglementaire[15]	Contribution [%]	[µg/m³]	[%]
Centre de billettes	2,47E-03	0,01 %	2,56E-03	0,01 %	9,00E-05	4 %
Silo des poussières sous-calcinées	0,00E+00	0 %	2,90E-04	0,001 %	2,90E-04	100 %
Évents linéaires de toit[16]	1,89E+01	82 %	1,85E+01	81 %	-4,17E-01	-2 %
Autres sources	4,29E+00	18 %	4,29E+00	19 %	0,00E+00	0 %
Ensemble de l'usine	**2,32E+01**	100 %	**2,28E+01**	100 %	**-4,16E-01**	**-1,8 %**

Les tableaux ci-dessus permettent de préciser et de quantifier l'impact de chacun des projets souhaités par RTA. Ces tableaux nous permettent de valider qu'au point d'impact maximal, la réduction prévue des taux d'émission des contaminants PST et $PM_{2,5}$ aux évents de toit permet de compenser l'augmentation de l'impact des émissions des deux projets faisant l'objet de demandes d'autorisation. Ainsi, la réduction de l'impact du scénario réglementaire par rapport au scénario de référence pour ces deux contaminants permet de démontrer le respect de l'article 197 du RAA.

[14] Le point d'impact maximal pour le scénario de référence des $PM_{2,5}$ est durant la journée du 2006-01-05 aux coordonnées UTM X = 300007.29 et Y = 5385173.00.
[15] Le point d'impact maximal pour le scénario réglementaire des $PM_{2,5}$ est durant la journée du 2006-01-05 aux coordonnées UTM X = 300007.29 et Y = 5385173.00.
[16] Les évents linéaires de toit voient leur taux d'émission réduit étant donné que l'initiative d'optimisation des dépoussiéreurs du CTG améliore le débit d'air de captation à la cuve et permet ainsi de réduire les émissions diffuses dans le bâtiment, qui sont dégagées ultimement à l'atmosphère par les évents linéaires de toit des salles de cuves.

7.4. Modélisation hybride des scénarios référence et réglementaire

Comme décrit précédemment (section 2.2), une modélisation hybride a été effectuée pour les scénarios de modélisation de référence et réglementaire. La modélisation hybride considère l'impact des évents linéaires de toit (sources 365EA/366EA, 368EA/369EA, 371EA et 372EA) à partir du modèle CALPUFF et l'ensemble des autres sources à partir du modèle AERMOD. Le Tableau 14 présente les résultats obtenus pour la modélisation hybride.

Les résultats de la modélisation hybride ont été produits en additionnant, pour chaque récepteur intégré au modèle, la concentration maximale des sources ponctuelles modélisées à l'aide d'AERMOD et la concentration maximale des évents linéaires de toit modélisés à l'aide de CALPUFF.

Les résultats du Tableau 14 démontrent le respect de la valeur limite en ce qui concerne les particules totales pour les deux scénarios de modélisation. Pour les particules totales, l'utilisation du modèle CALPUFF pour modéliser les évents linéaires de toit fait diminuer de 45 % la concentration au point d'impact maximal pour ces sources par rapport à l'utilisation du modèle AERMOD, provoquant ainsi une diminution globale de la concentration modélisée pour l'ensemble de l'usine de 35 % en moyenne. Pour les particules fines $PM_{2,5}$, la diminution de la concentration au point d'impact maximal des évents linéaires de toit à l'aide du modèle CALPUFF est également de 45 % par rapport au modèle AERMOD, entrainant une diminution de la concentration modélisée pour l'ensemble de l'usine de 32 % en moyenne. Cette diminution ne permet cependant pas de démontrer le respect de la valeur limite sur la période de 24 heures, mais présente tout de même une diminution de 57 % du dépassement de la valeur limite. Les isocontours des quatre modélisations hybrides sont présentés à l'Annexe C.

En somme, la modélisation hybride AERMOD-CALPUFF présentée dans ce rapport nuance les résultats obtenus dans le cadre de la modélisation AERMOD. Bien que des dépassements de la valeur limite pour les particules fines ($PM_{2,5}$) soient encore observables, les résultats démontrent que les routines de calcul de dispersion entrainent des variations substantielles des concentrations théoriques modélisées.

Tableau 14 : Résultats des modélisations hybrides pour les PST et $PM_{2,5}$

Contaminant	Scénario	Valeur limite [µg/m³]	Concentration initiale [µg/m³]	Concentration au point d'impact maximal [µg/m³]			Concentration modélisée (hybride) + concentration initiale [µg/m³]	Pourcentage de la valeur limite [%]	Variation de la concentration par rapport à AERMOD
				AERMOD : Sources ponctuelles	CAPLUFF : Évents linéaires de toit	Hybride : Évents linéaires CALPUFF + sources ponctuelles AERMOD			
$PM_{2,5}$[17]	Référence	30	20	4,75	10,9	15,7	35,7	119 %	-32 %
$PM_{2,5}$[18]	Réglementaire			4,78	10,7	15,5	35,5	118 %	-32 %
PST[19]	Référence	120	90	4,76	24,7	29,4	119,4	99,5 %	-36 %
PST[20]	Réglementaire			9,29	19,8	29,1	119,1	99,3 %	-35 %

[17] Le point d'impact maximal pour le scénario de référence des $PM_{2,5}$ est aux coordonnées UTM X = 300088.16 et Y = 5385452.65.
[18] Le point d'impact maximal pour le scénario réglementaire des $PM_{2,5}$ est aux coordonnées UTM X = 300088.16 et Y = 5385452.
[19] Le point d'impact maximal pour le scénario de référence des PST est aux coordonnées UTM X = 300142.07 et Y = 5385639.08.
[20] Le point d'impact maximal pour le scénario réglementaire des PST est aux coordonnées UTM X = 299244.72 et Y = 535848.37.

8. Conclusion

BBA s'est vu confier par Rio Tinto Aluminium (RTA) le mandat d'effectuer une modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants émis par l'usine d'Alma en vue d'implanter deux projets d'optimisation ou d'augmentation des opérations :

- Projet d'augmentation de la capacité de production du centre de billettes de 180 kTa à 202 kTa
  - Ce projet fait l'objet d'une demande de modification du décret n°1117-2018 intitulée « Augmentation de production à 202 kT/an du centre de coulée de billettes adjacent au centre de coulée de Rio Tinto au site d'Alma ».
- Projet d'ajout d'un nouveau silo à poussières sous-calcinées ayant un évent à l'atmosphère
  - Ce projet fait l'objet d'une demande d'autorisation ministérielle intitulée « Ajout d'un silo de poussière sous-calcinée avec évent ».

Les projets d'augmentation de la production du centre de billettes et du silo des poussières sous-calcinées entrainent une augmentation des émissions à l'atmosphère, tandis que l'initiative d'optimisation du débit de captation à la cuve par le remplacement des sacs filtrants des CTG entraine une diminution des émissions. L'initiative d'optimisation du débit de captation à la cuve permet d'atténuer l'impact sur la qualité de l'air des deux projets pour lesquels des demandes d'autorisation sont requises.

Une modélisation de référence et une modélisation réglementaire ont été produites afin d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air ambiant de l'usine dans son état actuel (modélisation de référence) ainsi qu'à la suite de l'implantation des deux projets mentionnés plus haut (modélisation réglementaire).

La démarche utilisée dans cette étude s'appuie sur la méthodologie proposée dans le Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (Leduc, 2005).

Au total, sept contaminants (particules totales, particules fines ($PM_{2,5}$), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), fluorure d'hydrogène, dioxyde d'azote, chlore et chlorure d'hydrogène) ont été considérés. De plus, 38 sources atmosphériques ont été intégrées à la modélisation de référence et 37 sources atmosphériques ont été intégrées à la modélisation réglementaire. Les informations portant sur les sources ajoutées ou modifiées à la modélisation réglementaire ont été fournies par RTA et ont été utilisées telles quelles. Les taux d'émission des sources pour les deux scénarios de modélisation ont été calculés par RTA et ont été utilisés tels quels.

Les résultats de la modélisation de référence indiquent des dépassements théoriques des valeurs limites pour les contaminants HF (périodes de 1 heure, 24 heures et annuelle) ainsi que pour les

particules totales et les particules fines $PM_{2,5}$. Ces dépassements sont causés en partie par la transition du modèle CALPUFF vers le modèle AERMOD (l'impact de cette transition est décrit en détail au rapport BBA n° BBA 3749007-001000-4E-ERA-0002-R01 daté du 4 novembre 2024).

L'étude de modélisation détaillée dans le présent rapport permet de conclure les points suivants :

- Pour les contaminants NO_2, HCl, Cl_2 et HAP, la modélisation réglementaire démontre le respect des normes de l'annexe K du RAA.
- Pour les particules totales et les particules fines, malgré un dépassement des normes de l'annexe K du RAA au scénario réglementaire, l'ajout de l'initiative compensatoire permet de réduire les concentrations maximales calculées par le modèle AERMOD en dessous des concentrations calculées au scénario de référence. Ainsi, les résultats de la modélisation réglementaire démontrent le respect de l'article 197 du RAA pour ces deux contaminants.
- Pour le contaminant HF (périodes de 1 heure, 24 heures et annuelle), la modélisation réglementaire démontre que l'implantation de ces deux nouveaux projets n'impacte pas ces émissions, et donc, qu'elle respecte l'article 197 du RAA. En outre, l'ajout de l'initiative compensatoire permet de réduire les concentrations maximales de HF calculées par le modèle AERMOD.

La diminution des concentrations modélisées pour les particules fines et les particules totales aux récepteurs pris en compte dans la modélisation est de 1,8 % et 2,0 %, respectivement. Cette diminution est également observable au récepteur RESO1, qui se trouve à l'intérieur de la limite de propriété considérée dans la modélisation.

La modélisation hybride AERMOD-CALPUFF indique que l'impact des évents linéaires de toit est prépondérant dans le dépassement des valeurs limites de l'usine de RTA et que la méthode de calcul de la dispersion est un facteur primordial dans les concentrations théoriques calculées par le modèle aux environs de l'usine. Le modèle hybride montre une diminution significative des concentrations maximales pour les particules fines $PM_{2,5}$ et les particules totales PST, indiquant pour ces dernières le respect des valeurs limites avec une concentration de 119 µg/m³ pour les scénarios de référence et réglementaire. Bien que cette modélisation n'ait pas de valeur légale dans l'obtention de l'autorisation ministérielle et du décret faisant l'objet de ce rapport, les résultats nuancent les concentrations théoriques modélisées par le modèle AERMOD et permettent d'alimenter les discussions sur l'enjeu du choix du modèle pour des sites comme les alumineries du Québec.

9. Références bibliographiques

Barclay, J., & Scire, J. (2011). Generic Guidance and Optimum Model Settings for the CALPUFF Modeling System for Inclusion into the "Approved Methods for the Modeling and Assessments of Air Pollutants in NSW, Australia", Atmospheric Studies Group, TRC Environmental Corporation, Lowell.

BBA. 5 novembre 2024. Rio Tinto – Usine d'Alma. Demande d'autorisation ministérielle. Rapport technique. Modélisation de la dispersion atmosphérique. N° document BBA / Rév. : 3749007-001000-4E-ERA-0002 / R01. 106 p.

Gouvernement du Québec, 2022. Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère. c. Q-2, r. 4.1.

Leduc, R., 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique, Québec, Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq nº ENV/2005/0072, rapport nº QA/49, 38 p.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2025. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 9, Québec, Direction principale de la qualité de l'air et du climat. [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm

MoE, B. C. (2015). British Columbia Air Quality Dispersion Modelling Guideline. Victoria, BC: British Columbia Ministry of Environment, Environmental Protection Division, Environmental Standards Branch, Clean Air Section.

Paumier, J. et Wheeler, A.F. (2016). Technical Support Document (TSD) for AERMOD/BLP Development and Testing. EPA-454/B-16-009. 43 p.

WSP. Octobre 2018. Usine Alma. Modélisation de la dispersion atmosphérique. Rio Tinto Aluminium. Révision 2. Projet nº : 161-14036-00. 222 p.

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 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) 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 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) 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

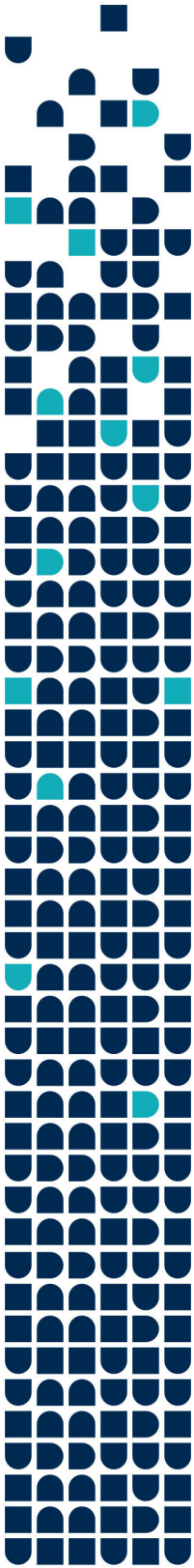
Traitement des données météorologiques avec AERMET

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 Vitesse du vent Température	Direction du vent Vitesse du vent Température Plafond nuageux 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.

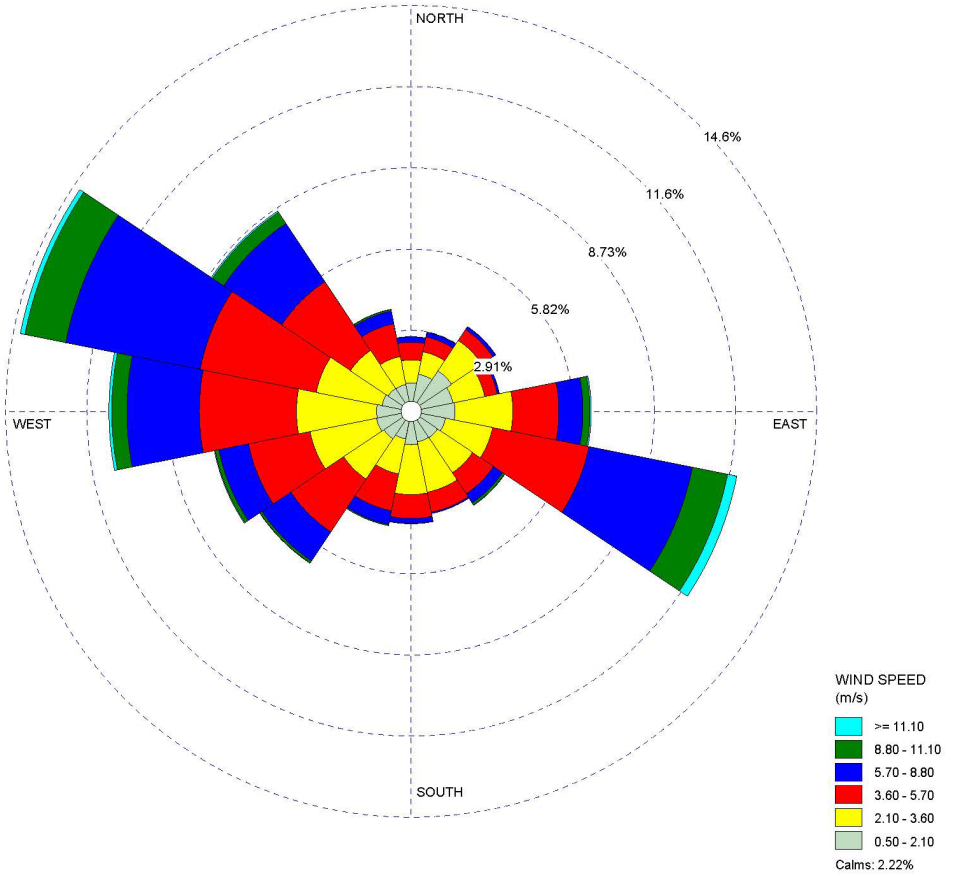


Figure 1 : Rose des vents pour la station de Mistook avec les données météorologiques de 2006 et de 2010 à 2013

Annexe B : Documents de référence

L'information contenue dans ce document ne doit servir ni 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 habileté à faire en vertu de la loi.

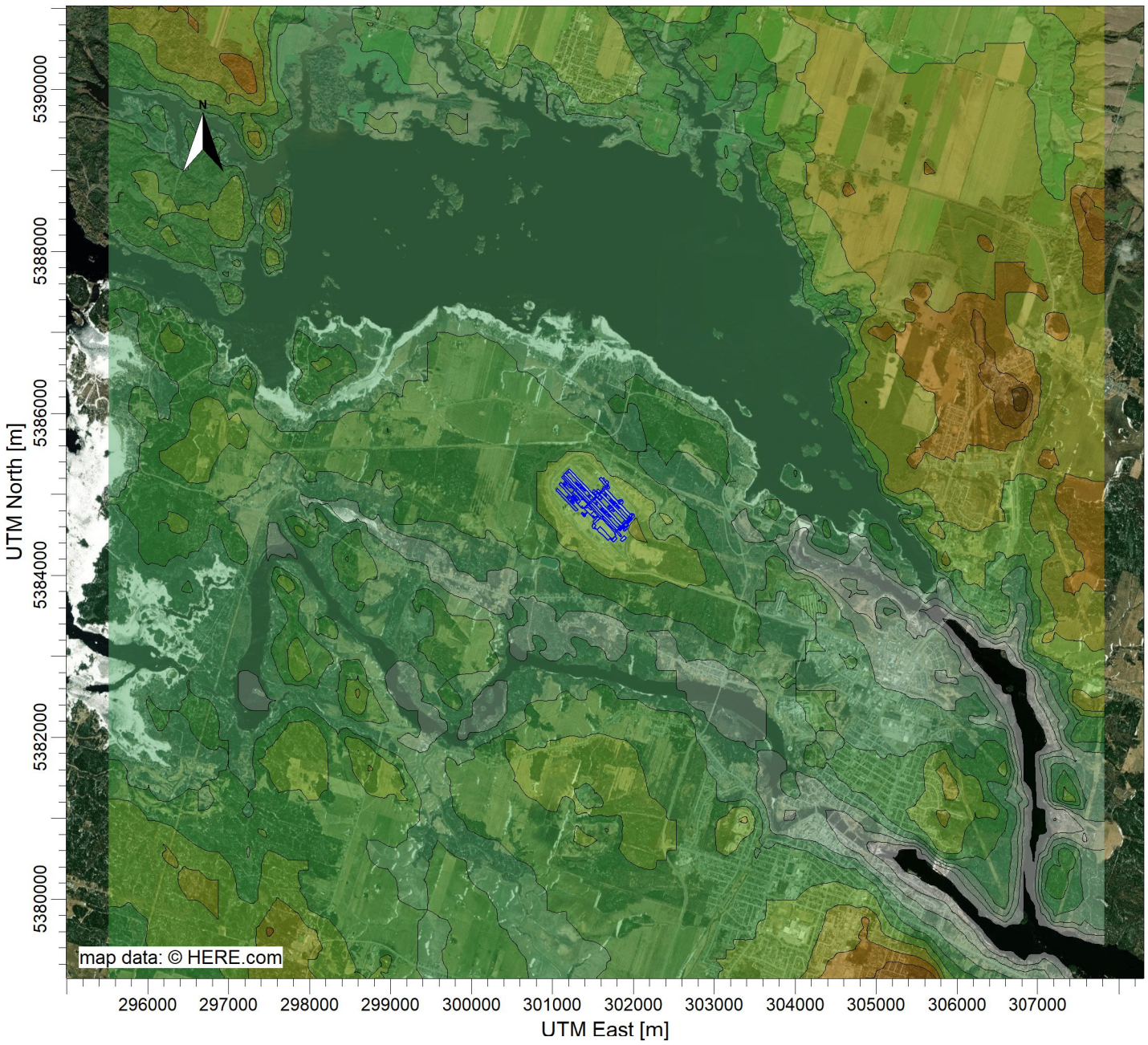
(FORMAT A0)

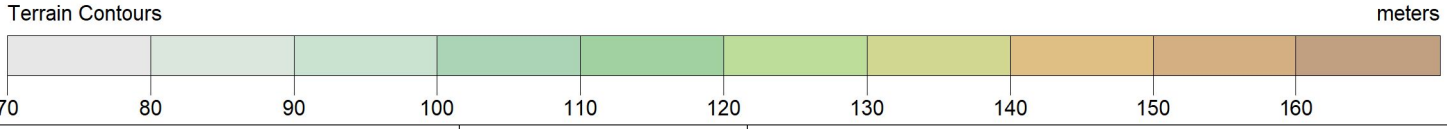
ECHELLE 1:20000

Annexe C : Paramètres de modélisation

PROJECT TITLE:

Figure C1 : Topographie de la zone à l'étude

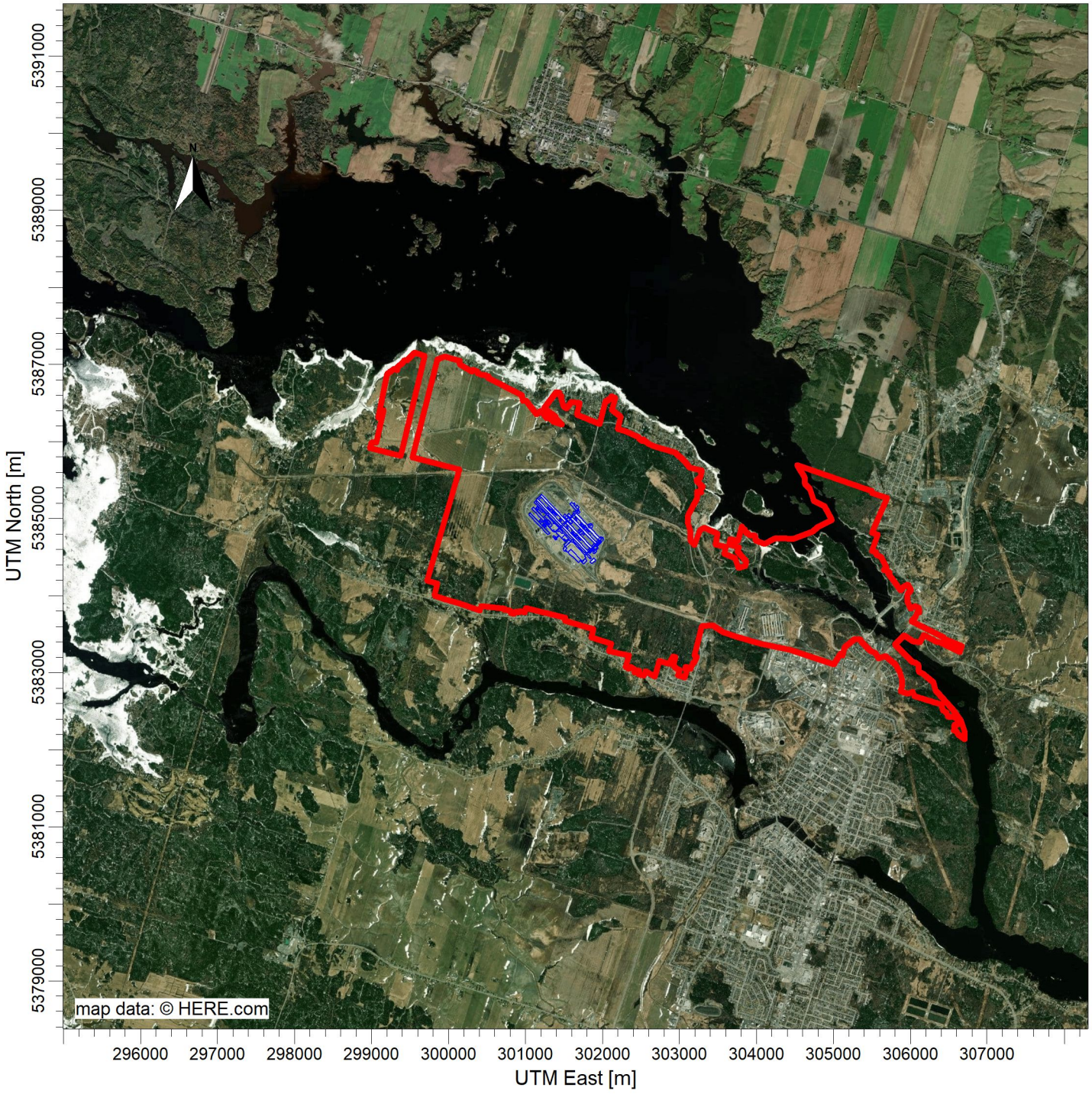




COMMENTS: Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine.	SOURCES: **38**	COMPANY NAME: **Rio Tinto - Alma**	
	RECEPTORS: **3471**	MODELER: **S. Bergeron-Fortier**	
		SCALE: 1:75 000 0 3 km	
		DATE: **2025-03-31**	PROJECT NO.: **3749009-003000**

PROJECT TITLE:

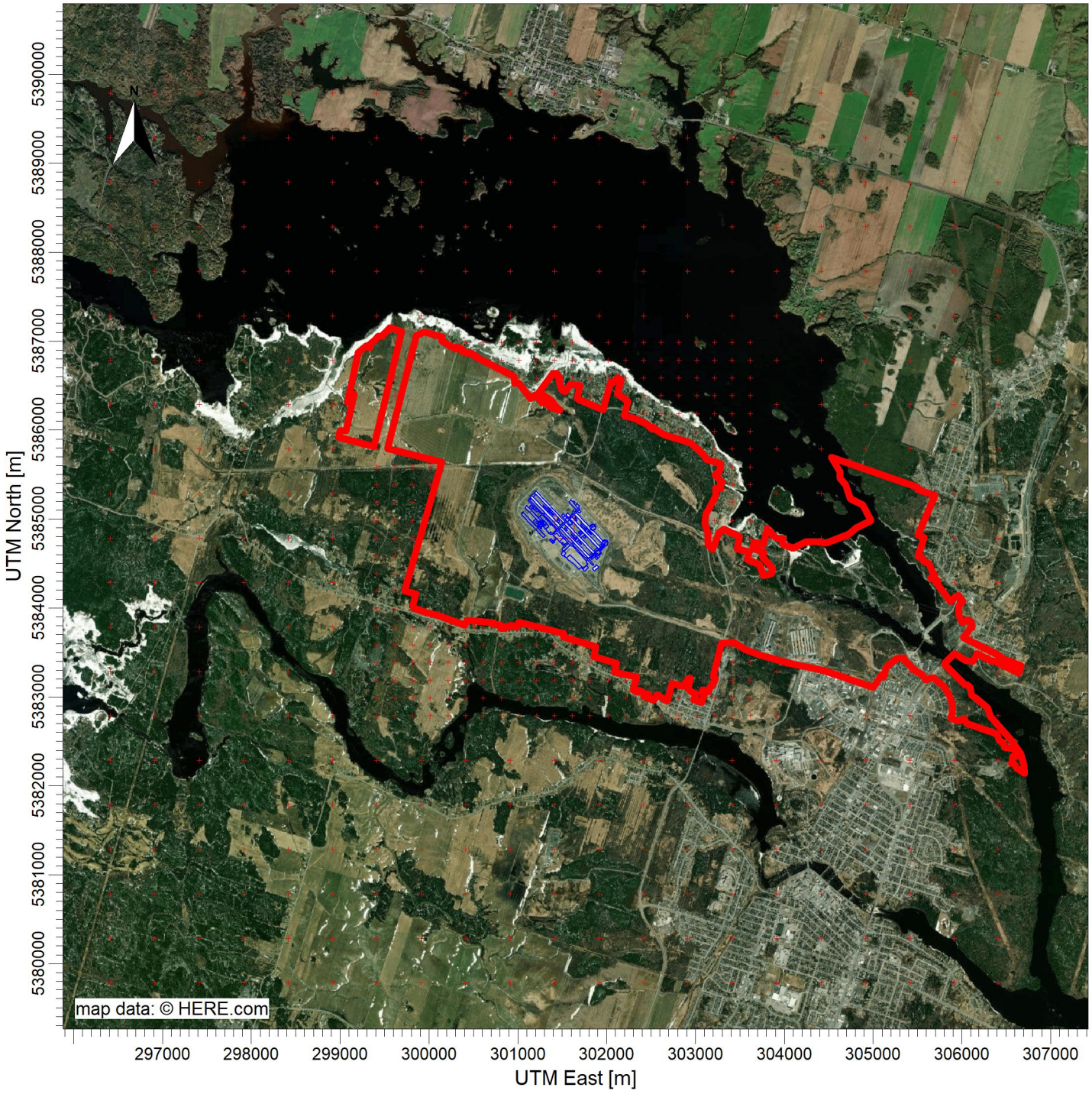
Figure C2 : Limite de la zone industrielle



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

PROJECT TITLE:

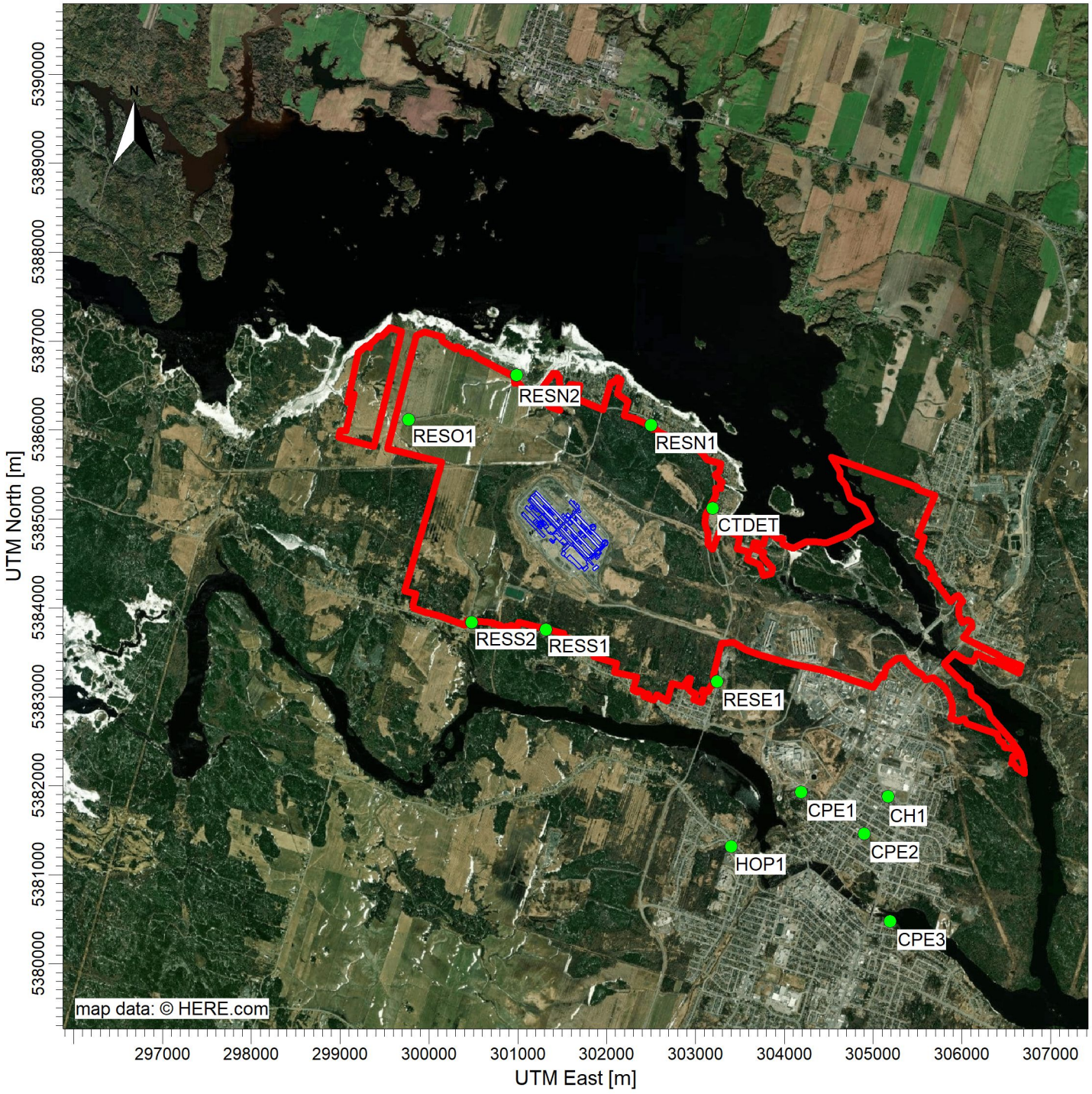
Figure C3 : Grille de récepteurs de la zone à l'étude



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

PROJECT TITLE:

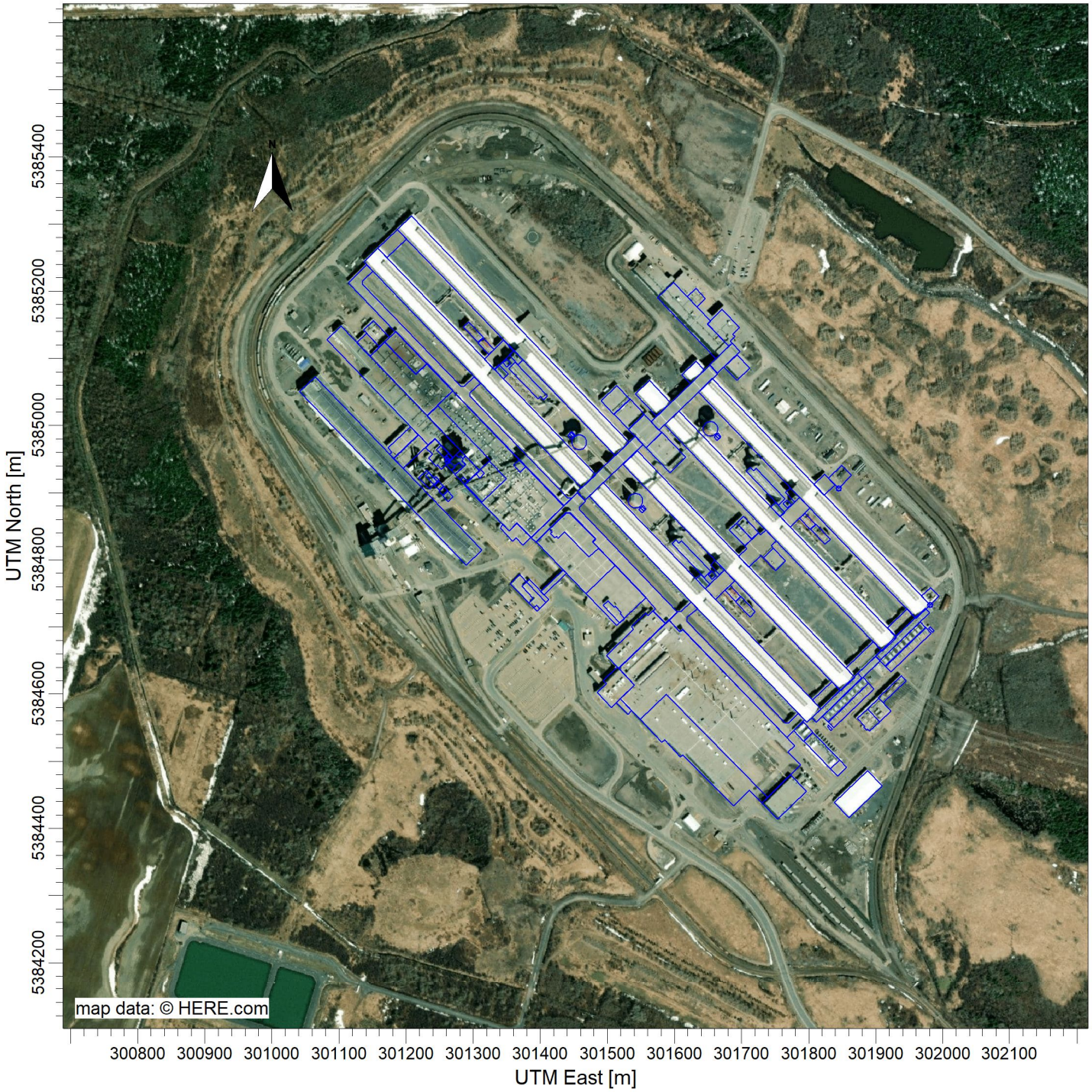
Figure C4 : Récepteurs sensibles autour de l'usine



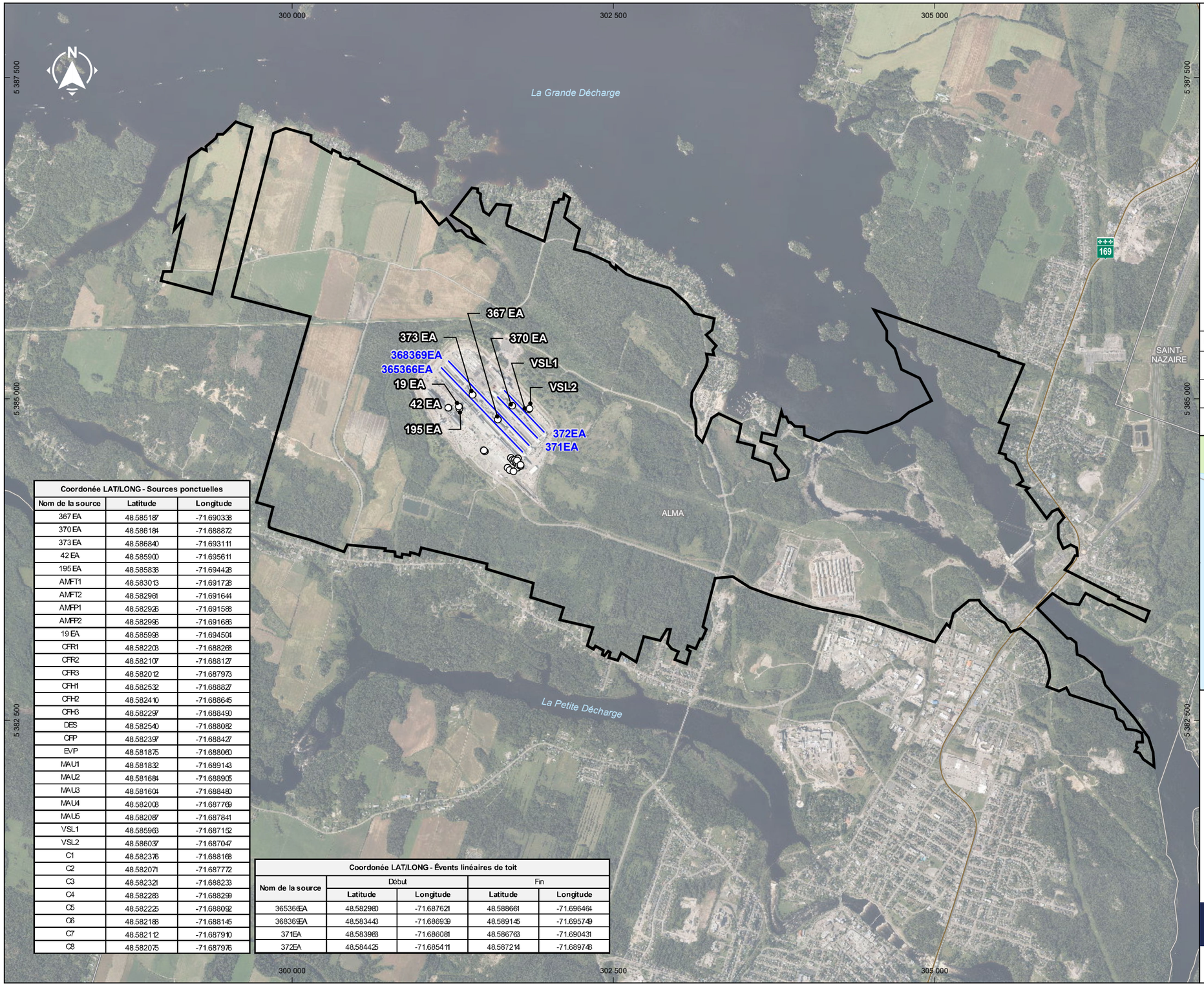
COMMENTS: Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine. Le polygone rouge représente les limites de la zone industrielle. Les points verts sont les récepteurs sensibles considérés.	SOURCES: **38**	COMPANY NAME: **Rio Tinto - Alma**	
	RECEPTORS: **3471**	MODELER: **S. Bergeron-Fortier**	
		SCALE: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

PROJECT TITLE:

Figure C5 : Bâtiments de l'usine modélisée



COMMENTS: Les polygones bleus sont les bâtiments de l'usine.	SOURCES: **38**	COMPANY NAME: **Rio Tinto - Alma**	
	RECEPTORS: **3471**	MODELER: **S. Bergeron-Fortier**	
		SCALE: 1:8 605 0 0.3 km	
		DATE: **2025-03-31**	PROJECT NO.: **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	48.582928	-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

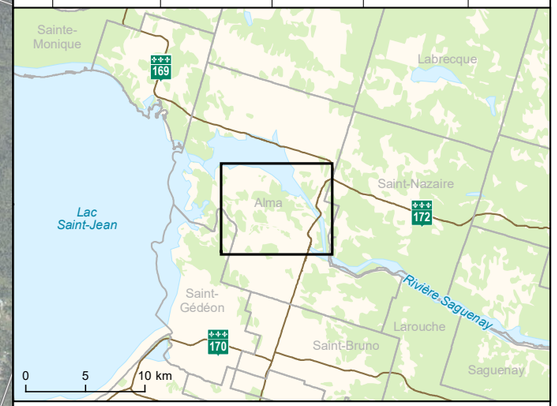
Nom de la source	Début		Fin	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
365366EA	48.582980	-71.687621	48.588661	-71.696464
368369EA	48.583443	-71.686939	48.589145	-71.695749
371EA	48.583983	-71.686081	48.586763	-71.690431
372EA	48.584425	-71.685411	48.587214	-71.689748

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

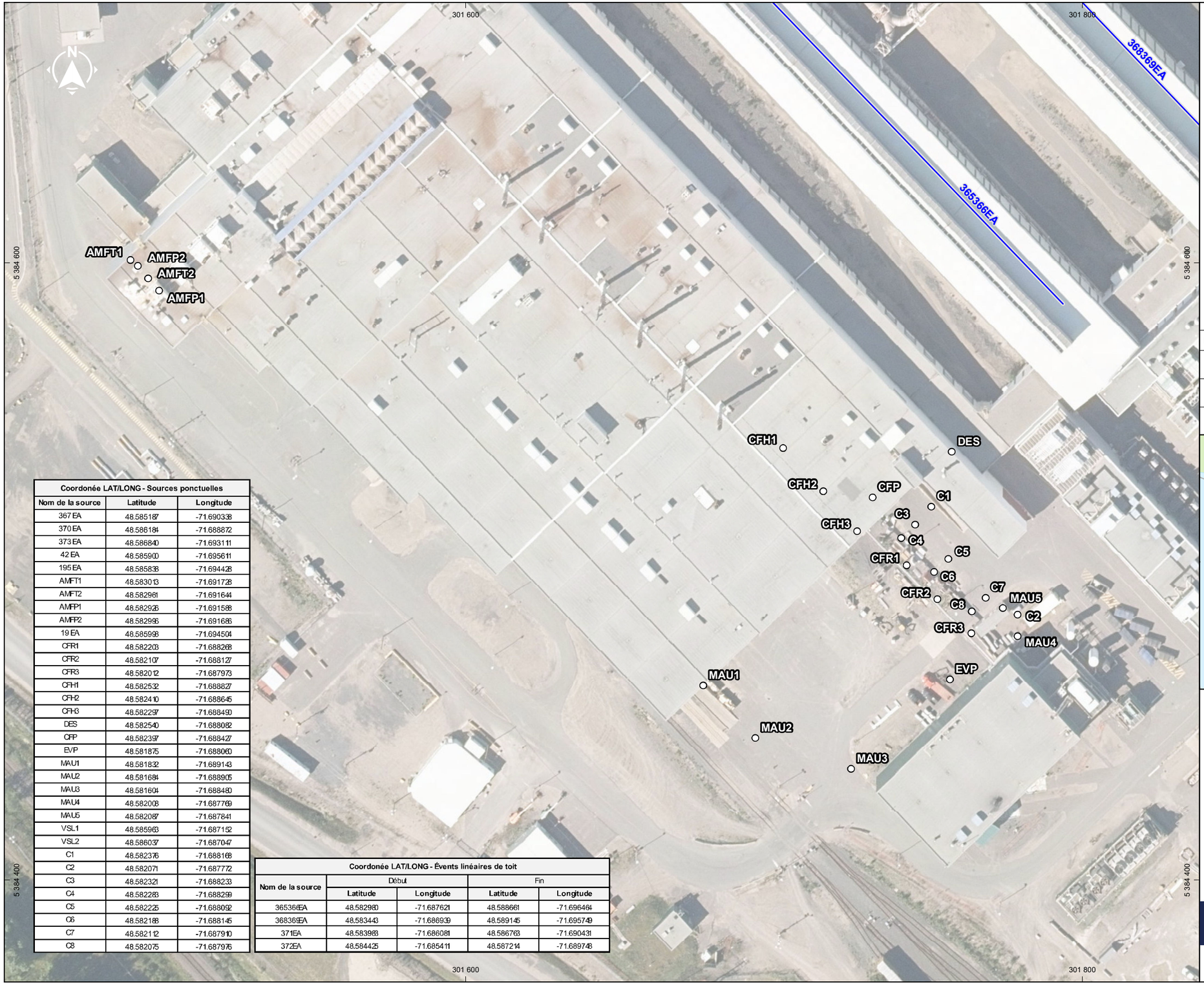
0 300 600 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

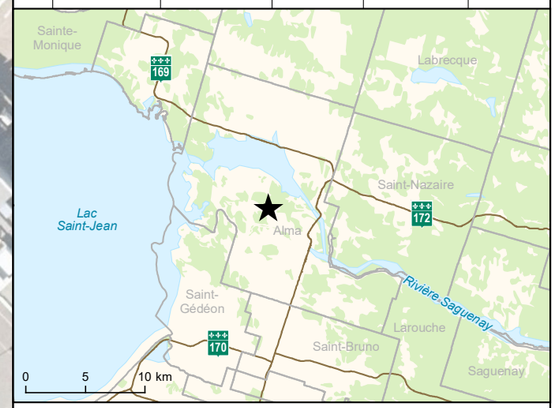


Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

RÉV	DESCRIPTION	CONÇU PAR	DESSINÉ PAR	VÉRIFIÉ PAR	DATE
00	FINALE	S. Bergeron-Fortier , CPI OIQ No 5039404	A. Monnard	C. Bergerot, ing. 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	48.583988	-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

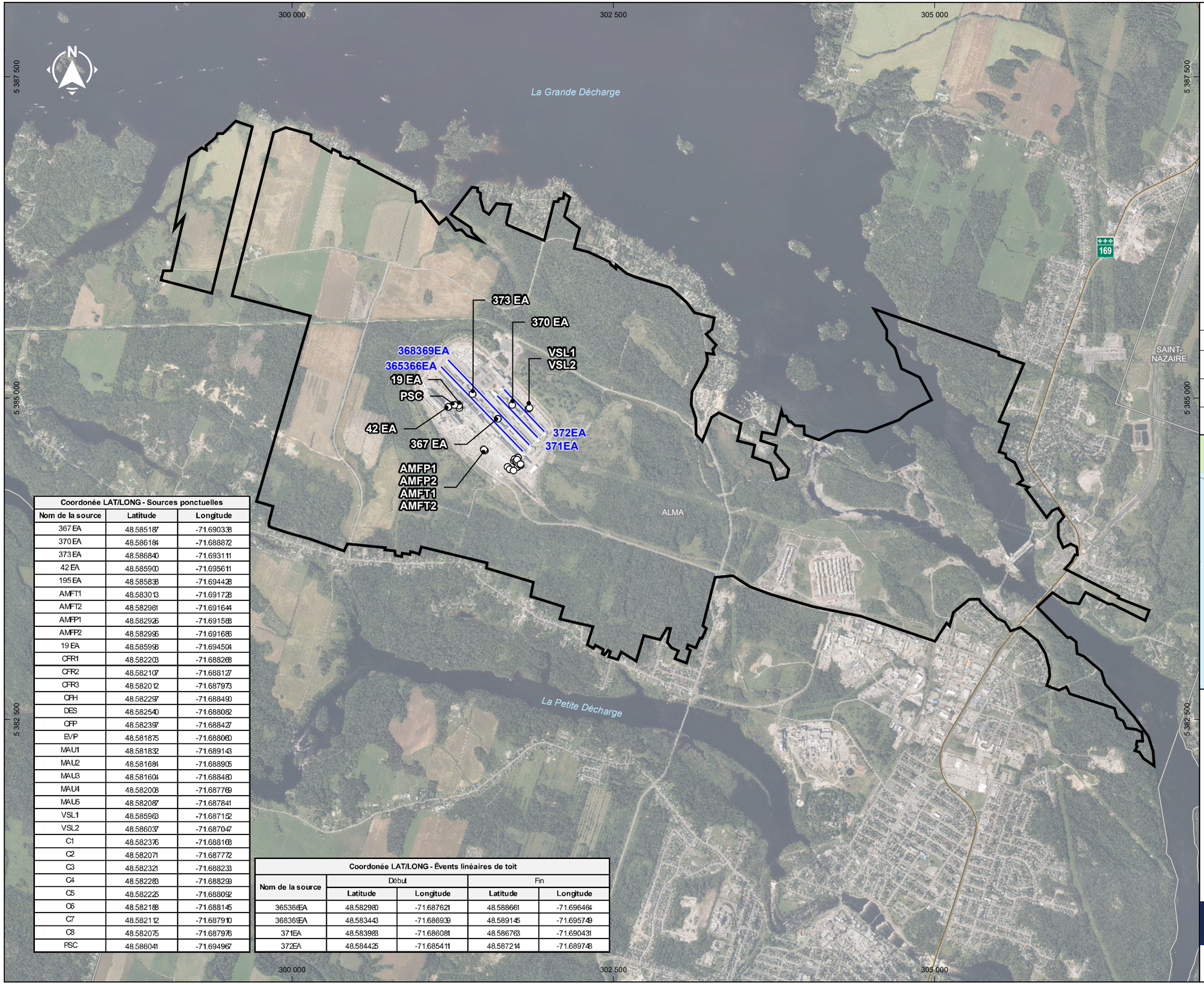
0 12.5 25 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

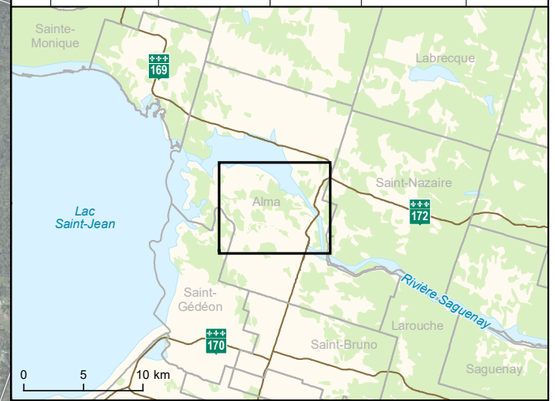
Nom de la source	Début		Fin	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
365366EA	48.582980	-71.687621	48.588661	-71.696464
368369EA	48.583443	-71.686939	48.589145	-71.695749
371EA	48.583983	-71.686081	48.586763	-71.690431
372EA	48.584425	-71.685411	48.587214	-71.689748

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

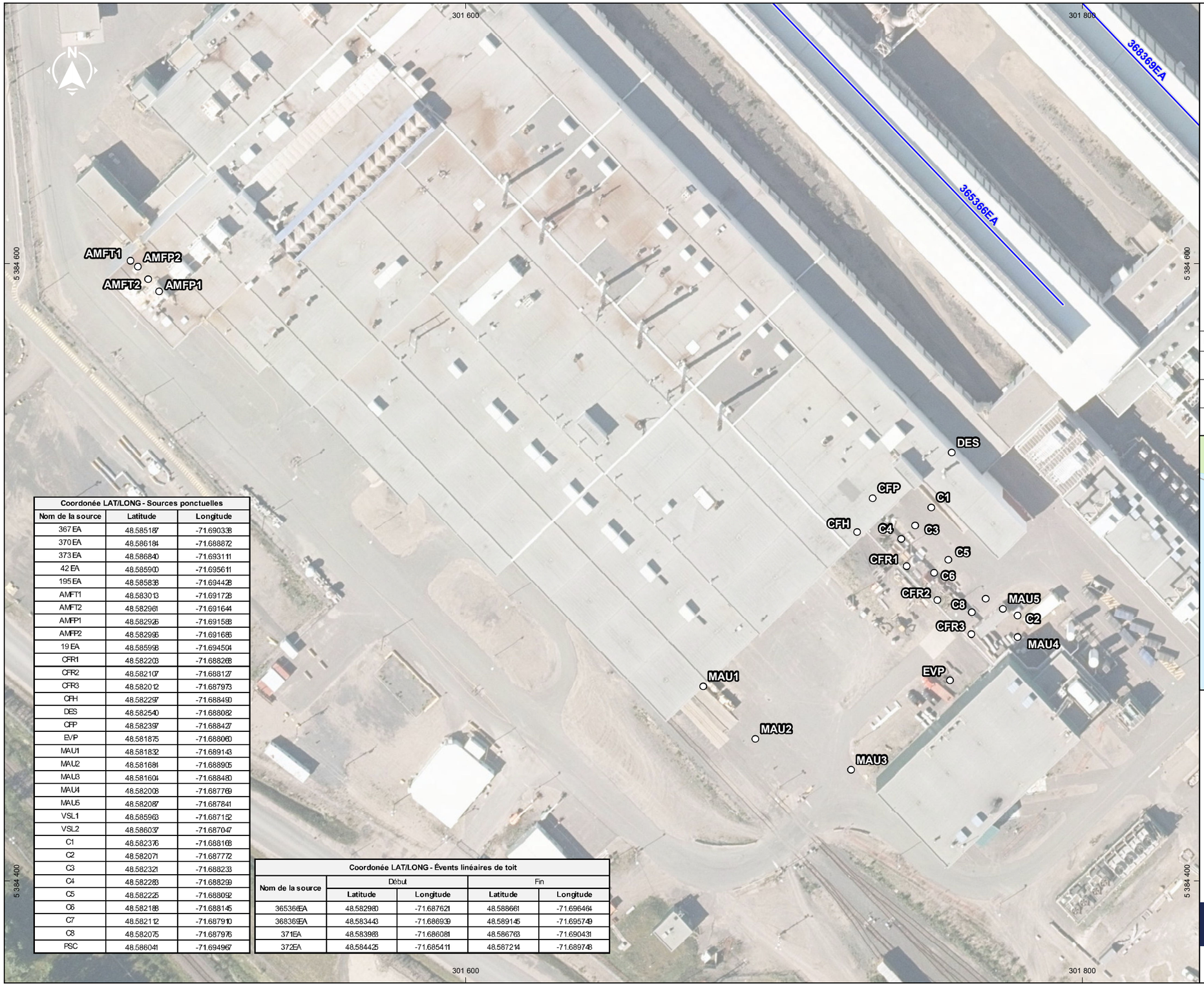
0 300 600 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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



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

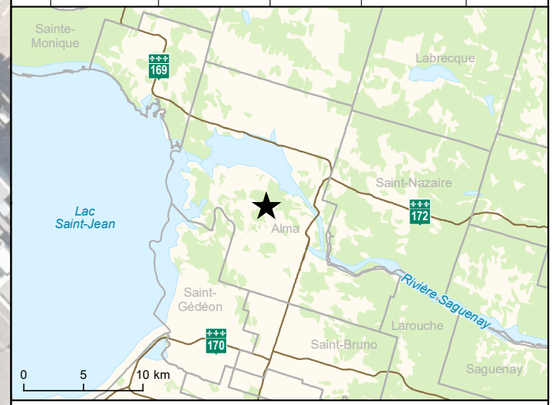
Coordonée LAT/LONG - Évents linéaires de toit				
Nom de la source	Début		Fin	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
365366EA	48.582980	-71.687621	48.588661	-71.696464
368369EA	48.583443	-71.686939	48.589145	-71.695749
371EA	48.583983	-71.686081	48.586763	-71.690431
372EA	48.584425	-71.685411	48.587214	-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 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

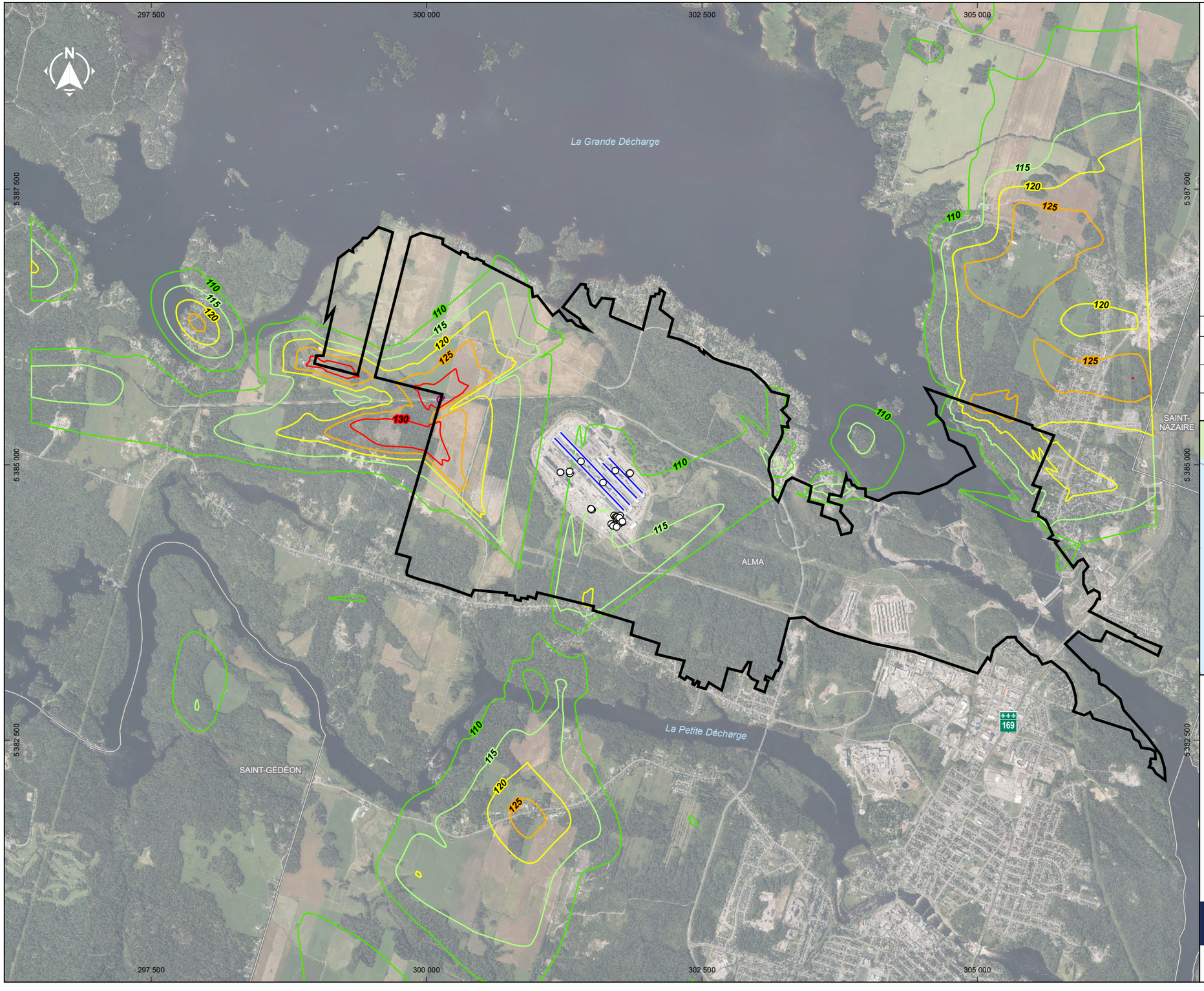
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0004_R00_C2.mxd

Annexe D : Isocontours



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

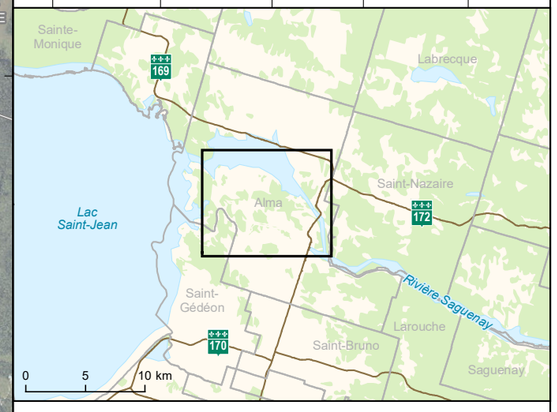
Source pontuelle

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



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

2025-03-28

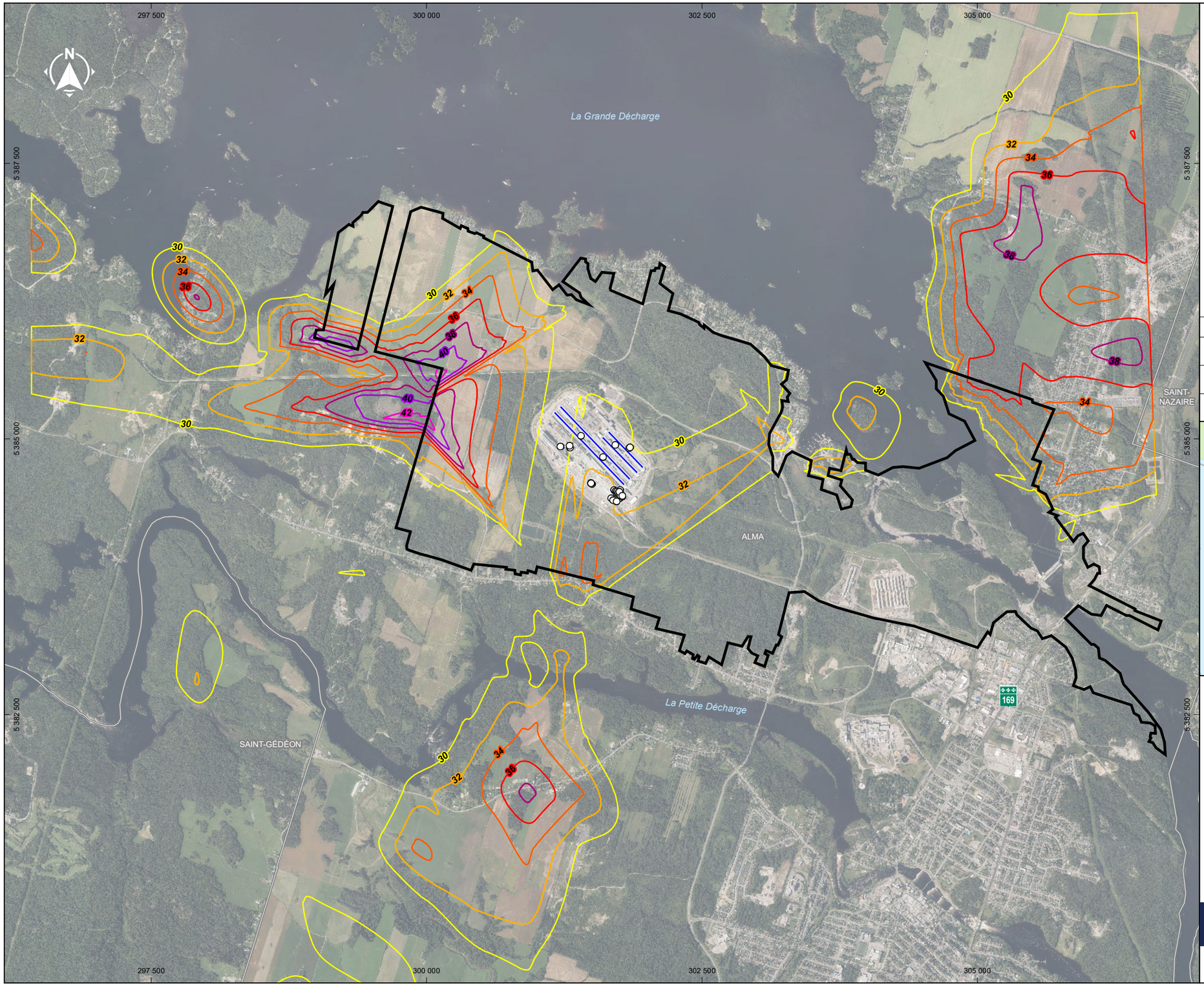
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D1.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

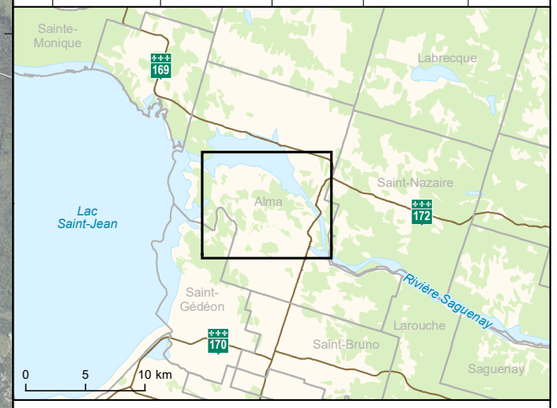
Source pontuelle

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 : 43.2 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



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

2025-03-28

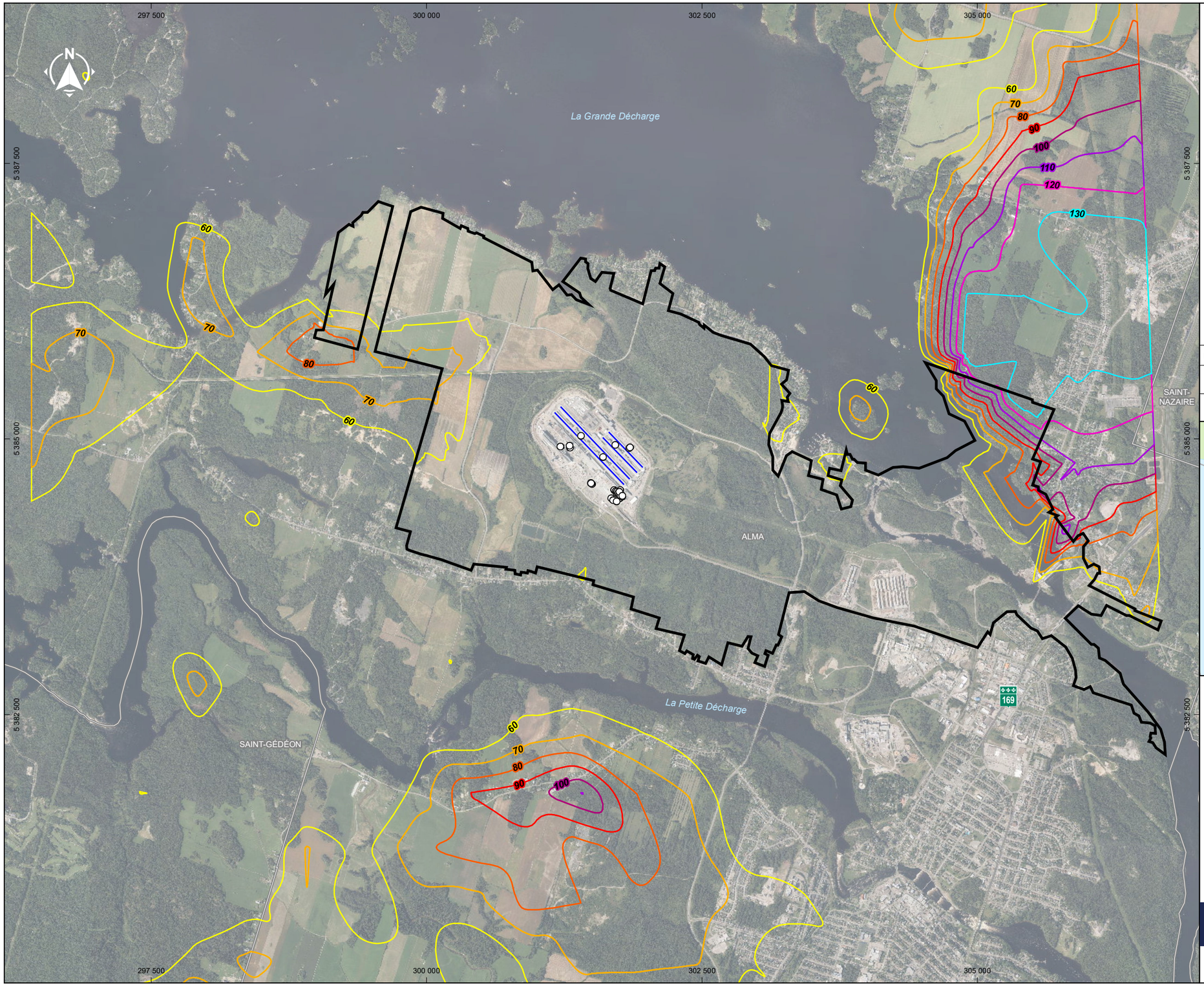
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_0006_R00_D2.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

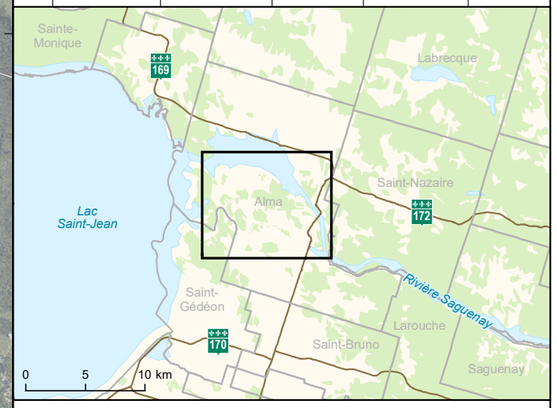
Source pontuelle

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



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

2025-03-28

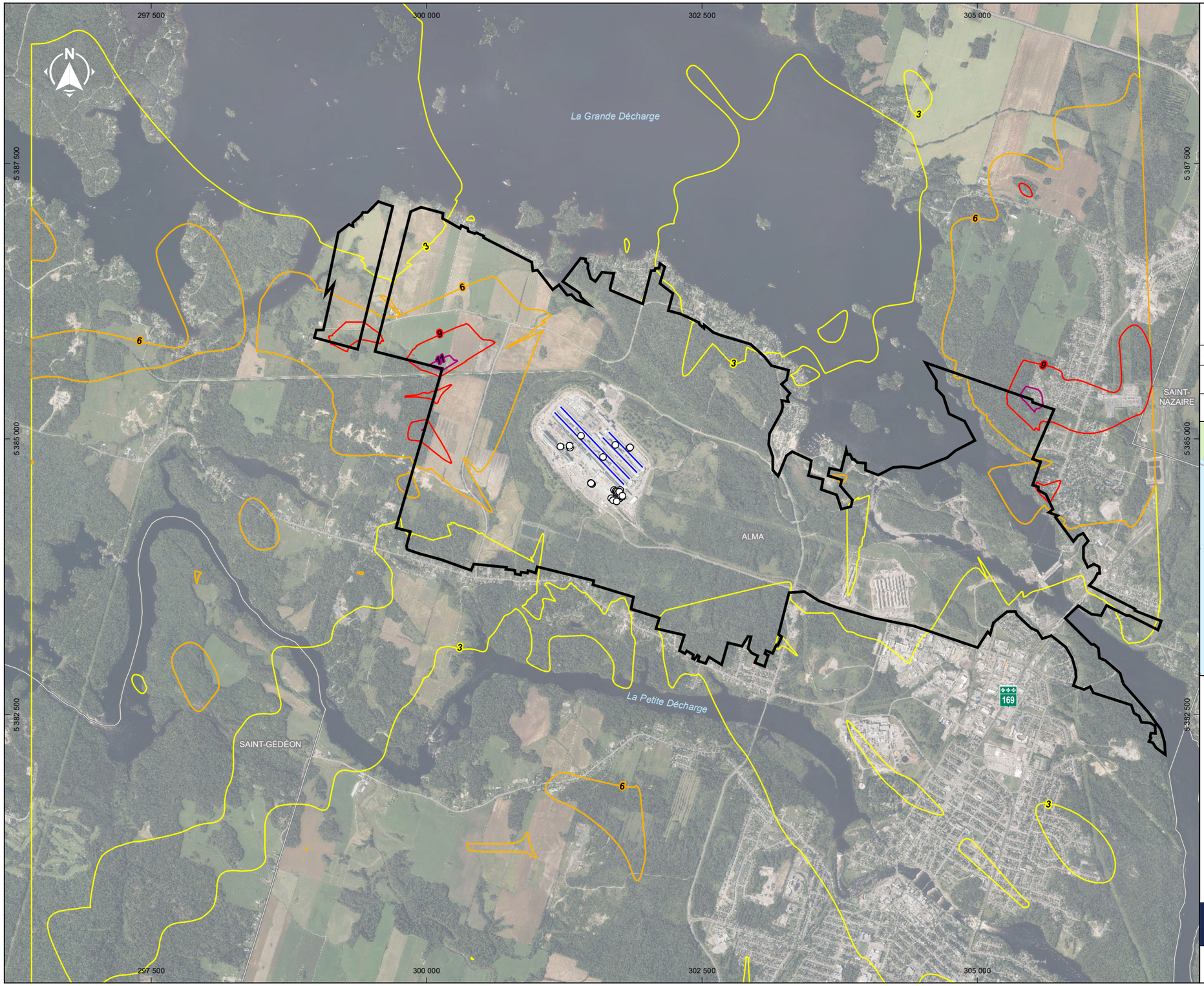
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D3.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source pontuelle

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

3

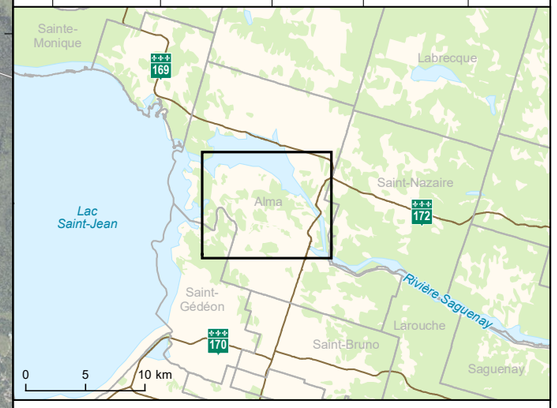
6

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



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

2025-03-28

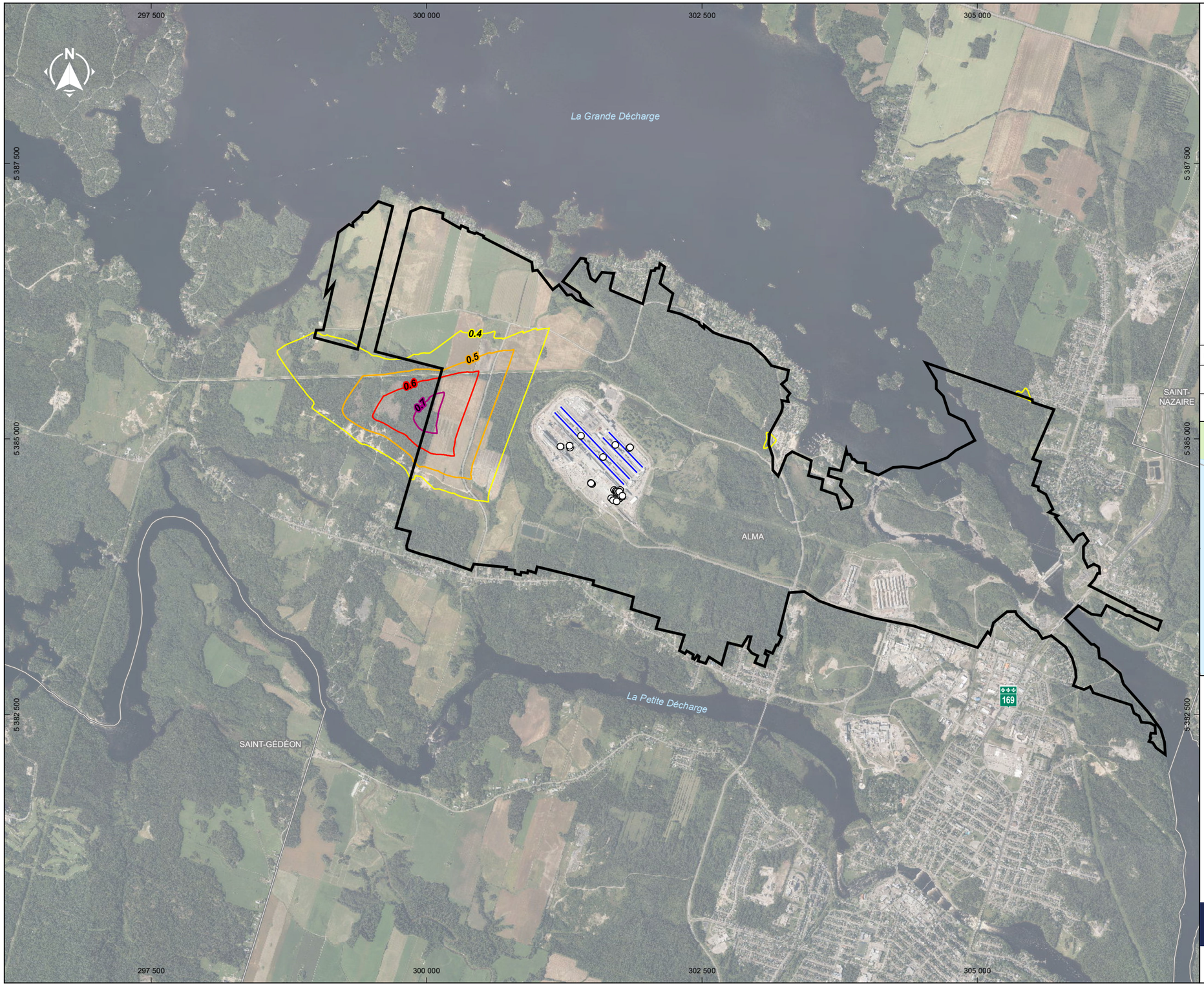
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D4.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source pontuelle

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

0.4

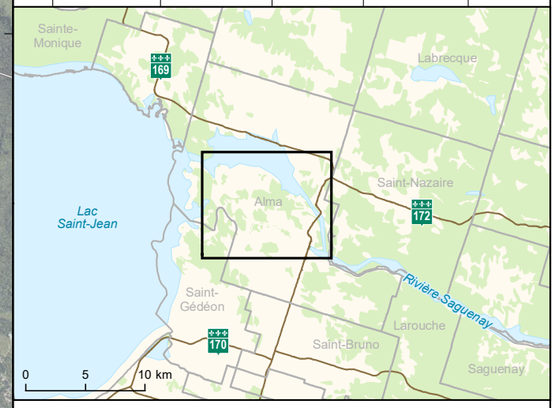
0.5

0.6

0.7

Concentration initiale : 0 µg/m³
Valeur limite du HF sur la période annuelle : 0.4 µg/m³
Concentration maximale : 0.8 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



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

2025-03-28

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_0009_R00_D5.mxd

297 500
300 000
302 500
305 000
5 387 500
5 385 000
5 382 500

La Grande Décharge
La Petite Décharge
ALMA
SAINT-NAZAIRE
SAINT-GÉDÉON

110
115
120
125
130

169

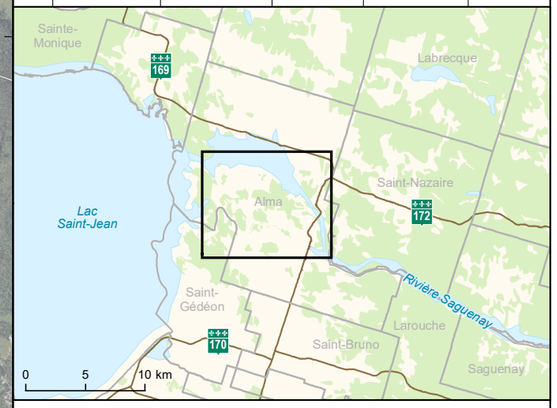
Limite de propriété
Évent linéaire de toit
Source ponctuelle

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 : 134.9 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	2025-03-21



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

2025-03-28

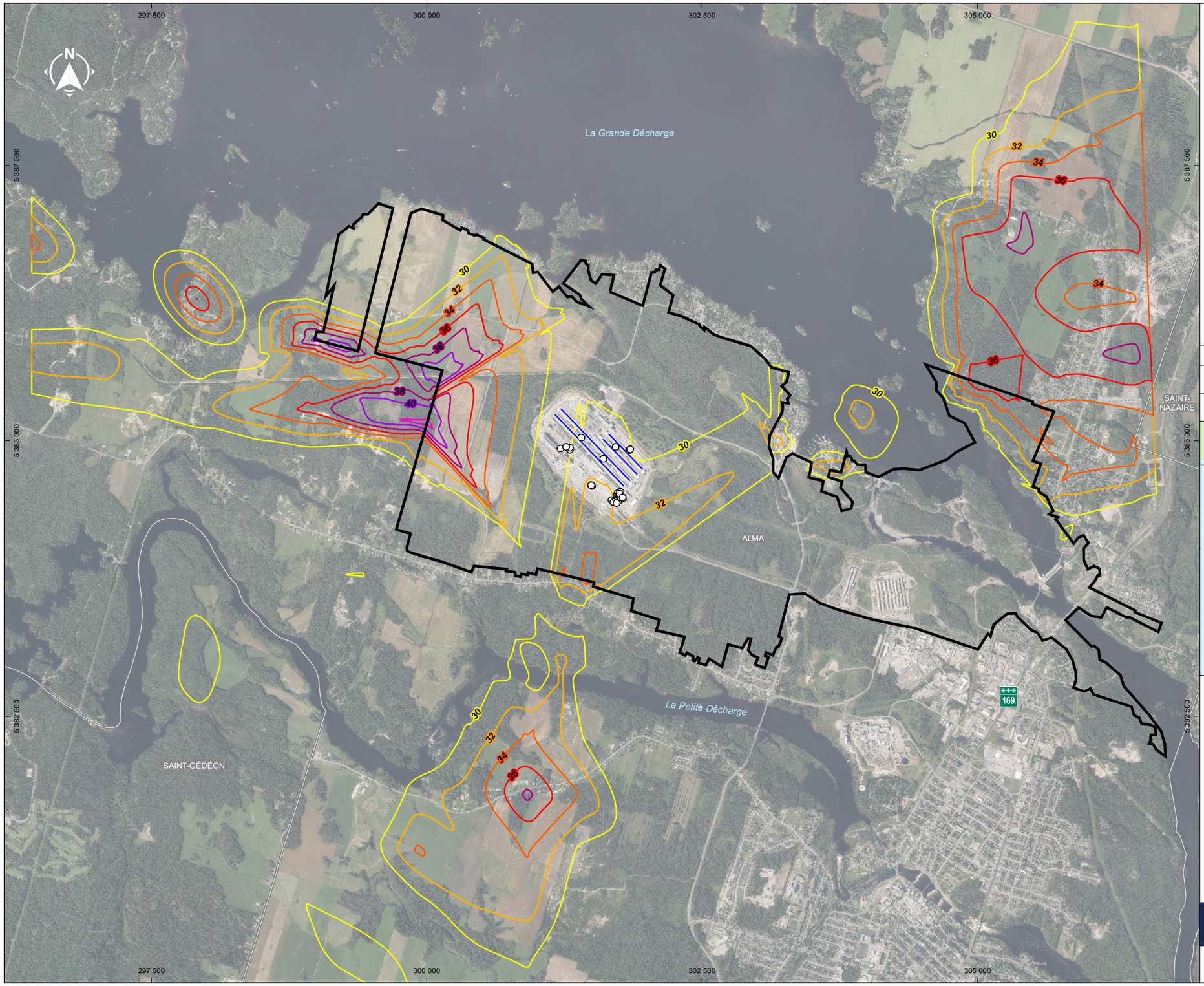
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D6.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

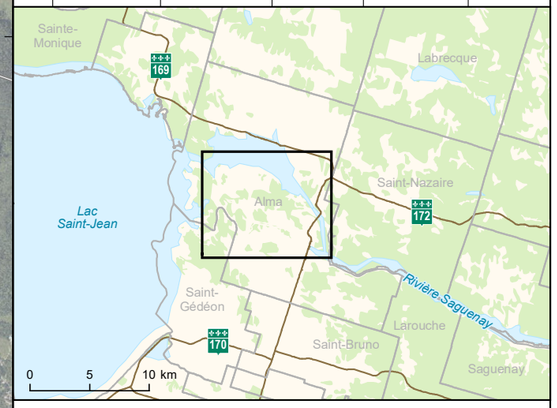
Source ponctuelle

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 : 42.8 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



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

2025-03-28

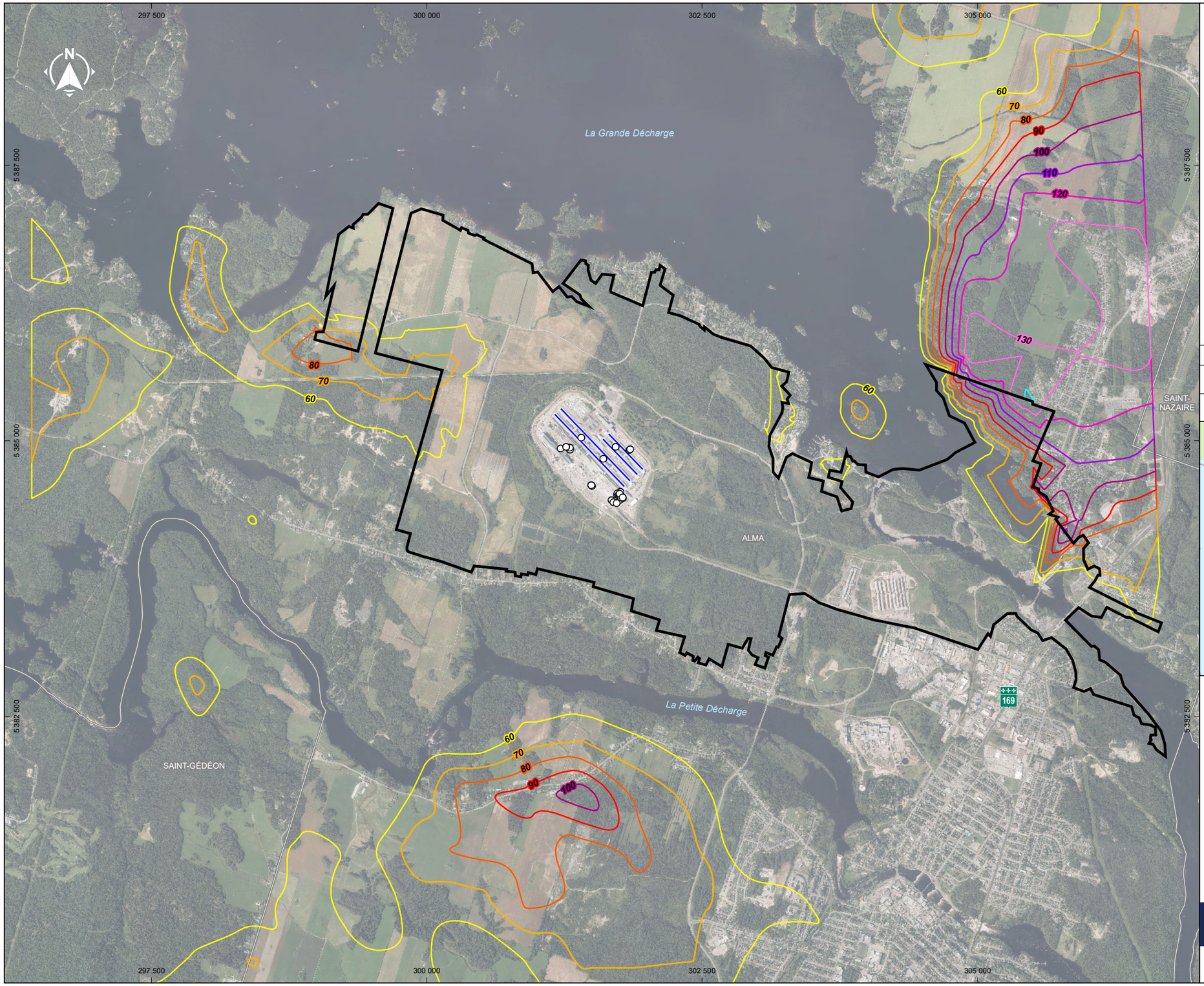
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D7.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

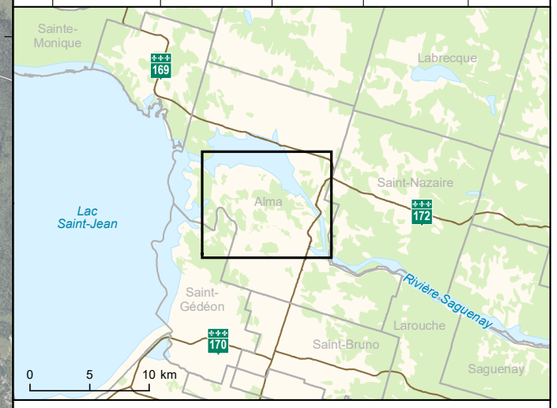
Source ponctuelle

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 : 143.6 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



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

2025-03-28

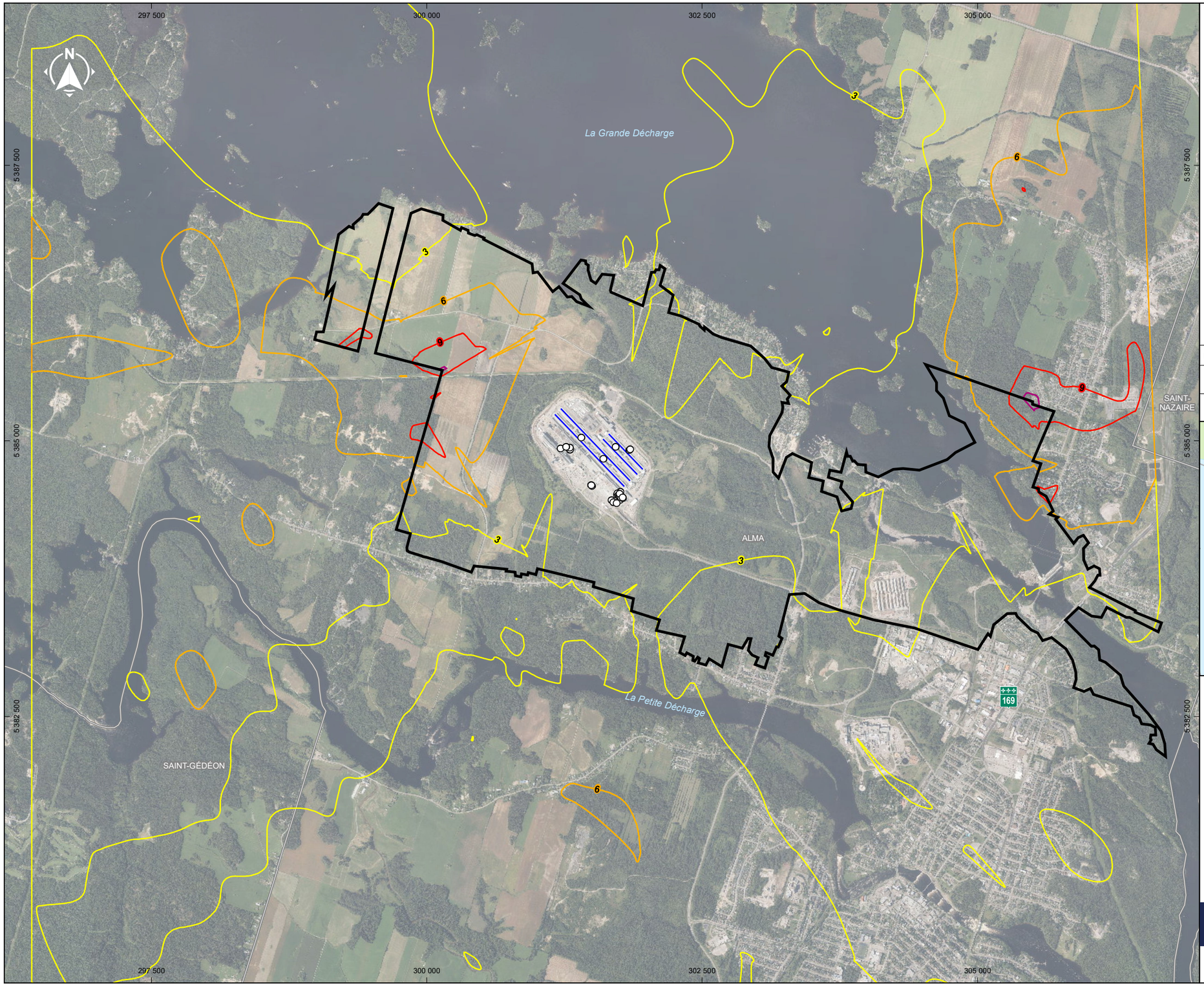
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D8.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

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

3

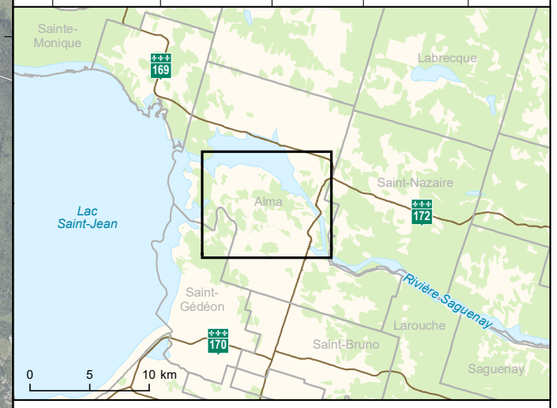
6

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



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

2025-03-28

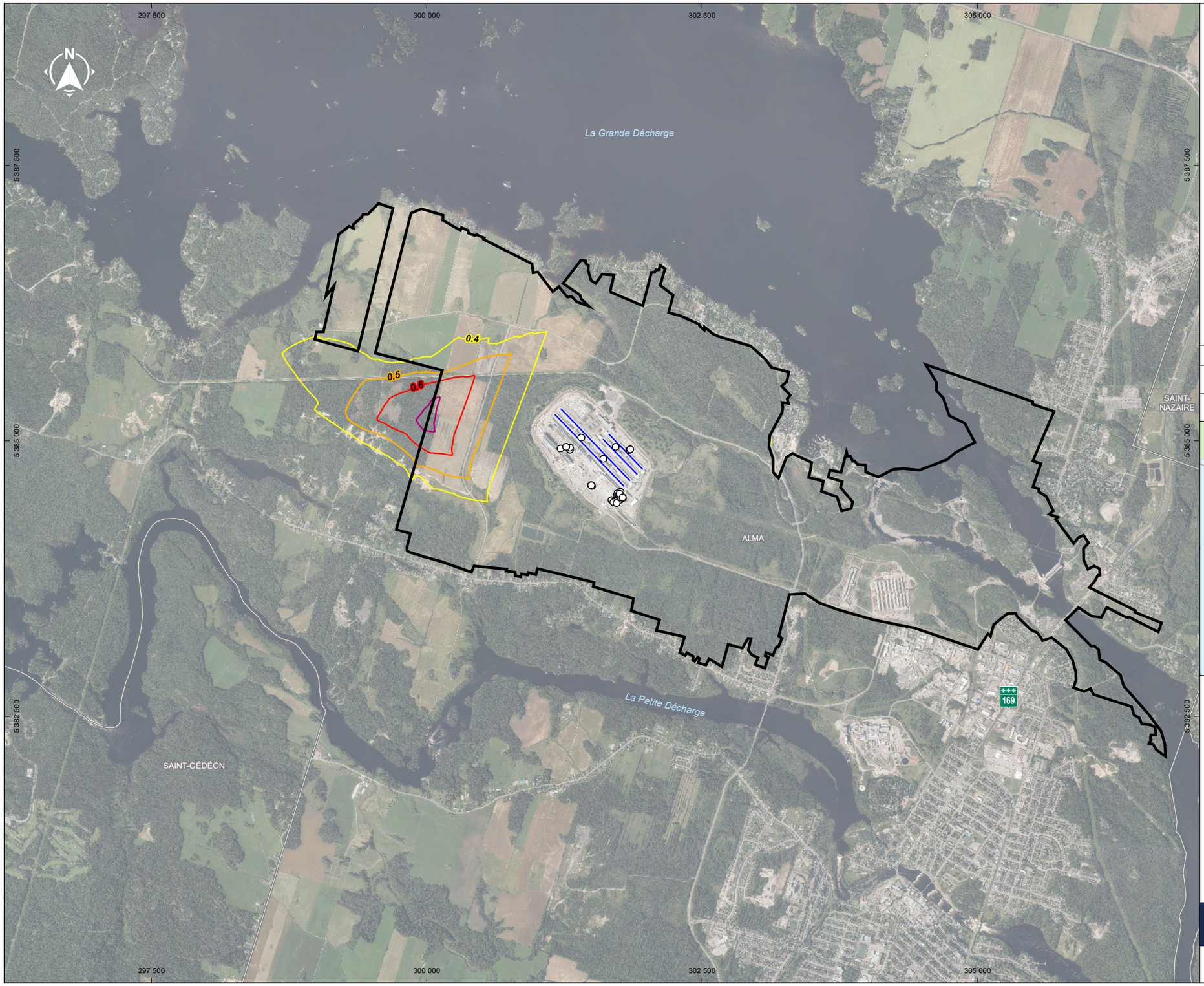
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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_R00_D9.mxd



Limite de propriété

Évent linéaire de toit

Source ponctuelle

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

0.4

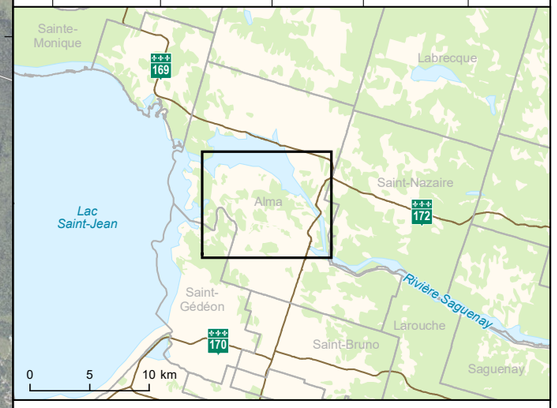
0.5

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



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

2025-03-28

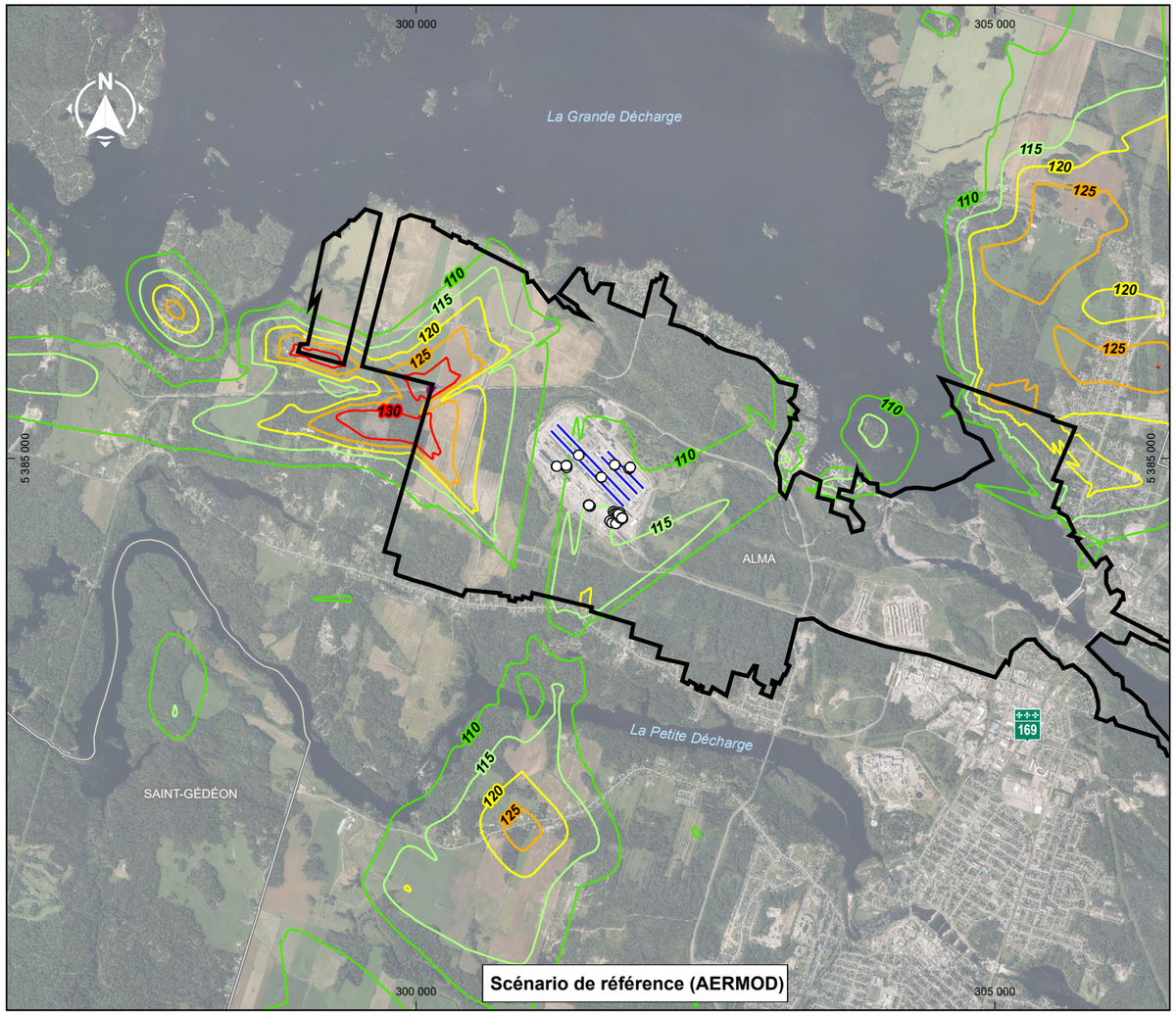
0 350 700 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

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

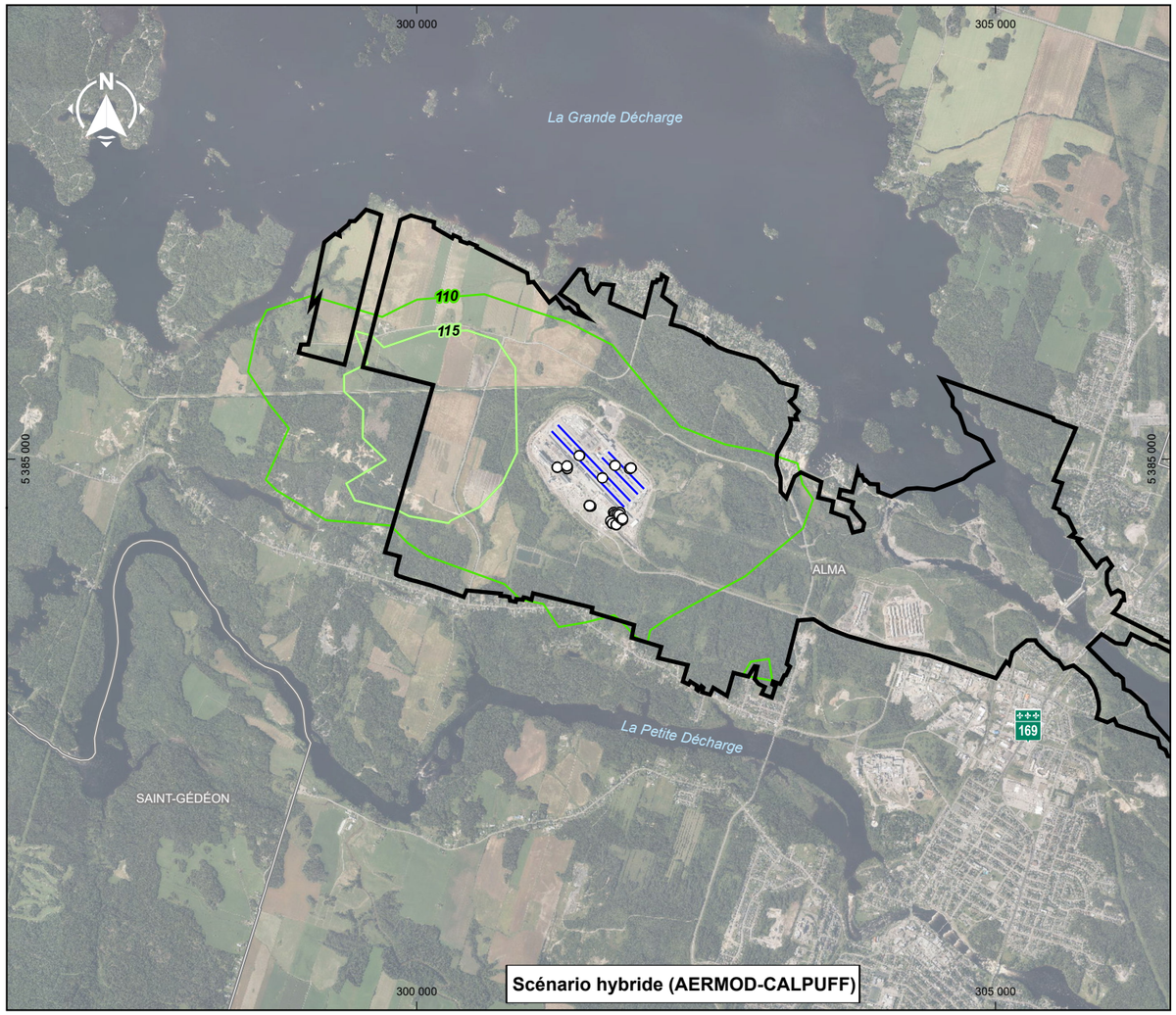
DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0014_R00_D10.mxd



Scénario de référence (AERMOD)



Scénario hybride (AERMOD-CALPUFF)

Limite de propriété

Évent linéaire de toit

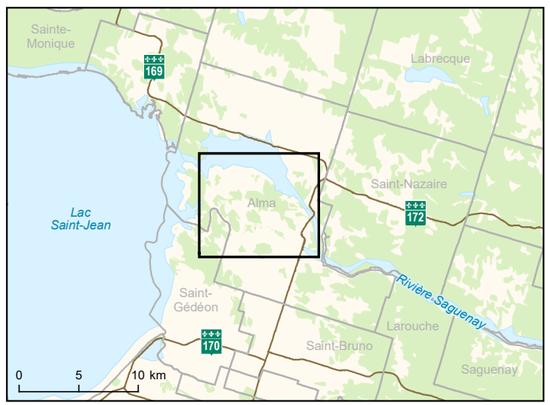
Source pontuelle

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 : 119.4 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



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

2025-03-28

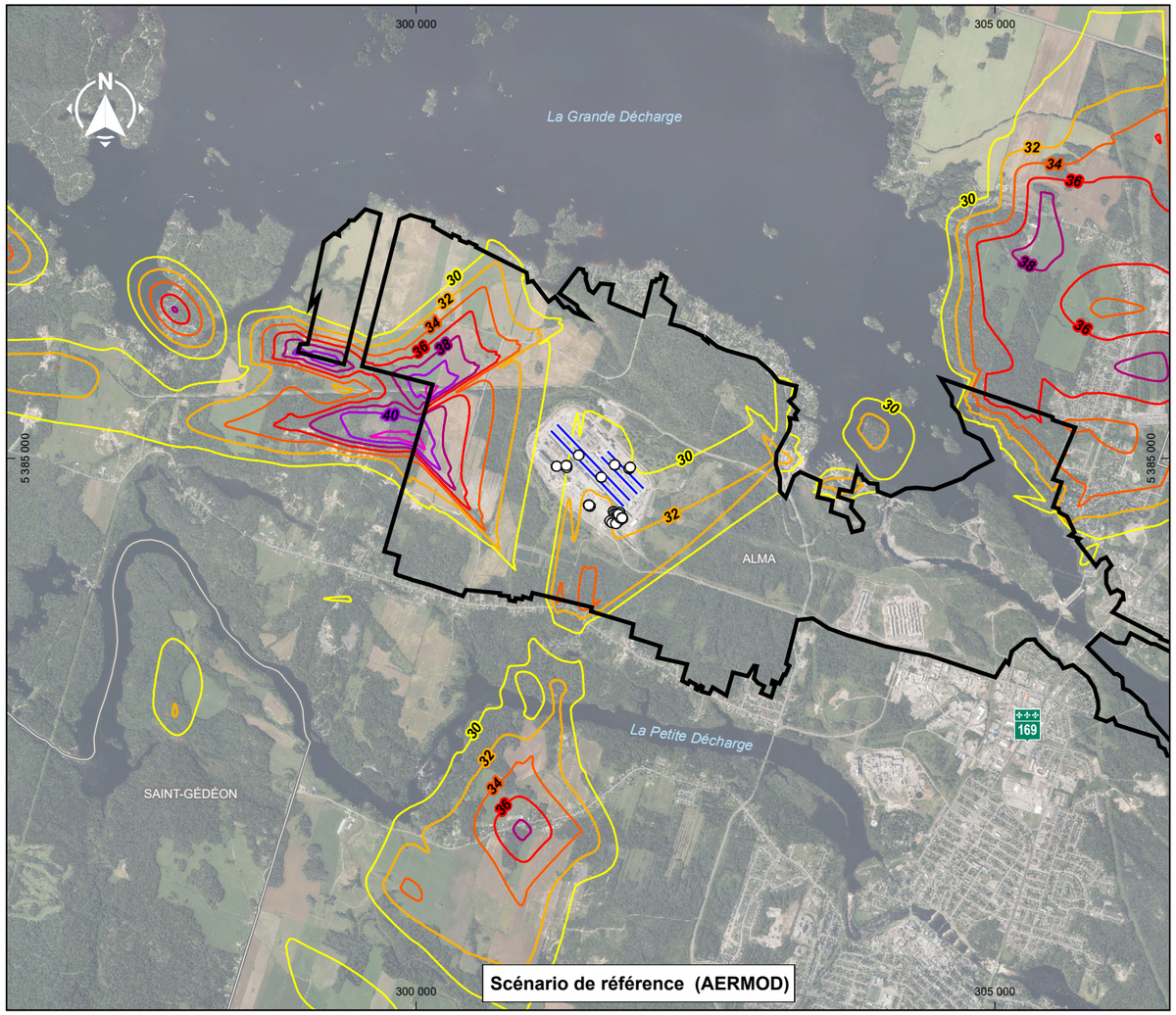
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

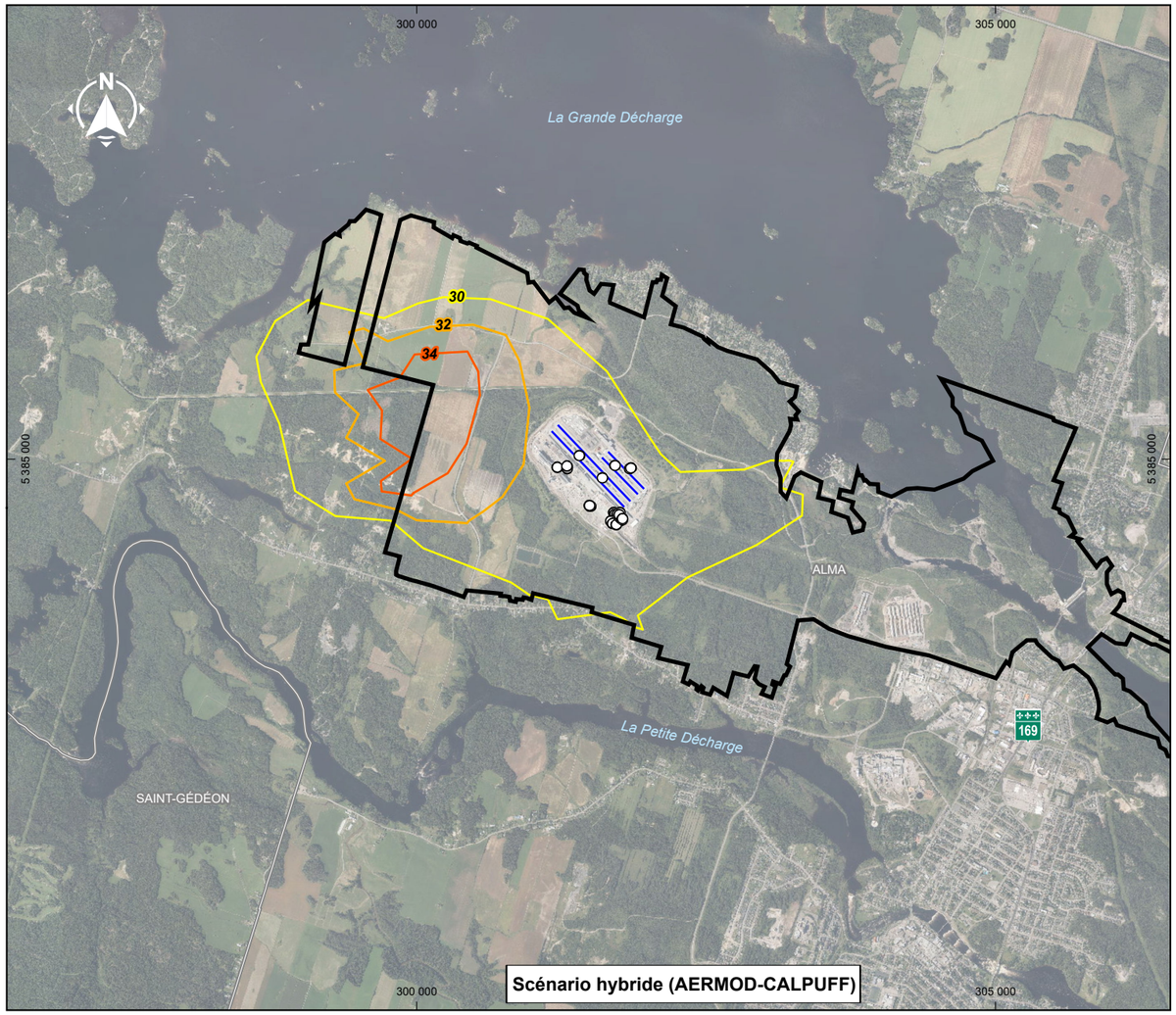
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0015_R00_D11.mxd





Limite de propriété

Évent linéaire de toit

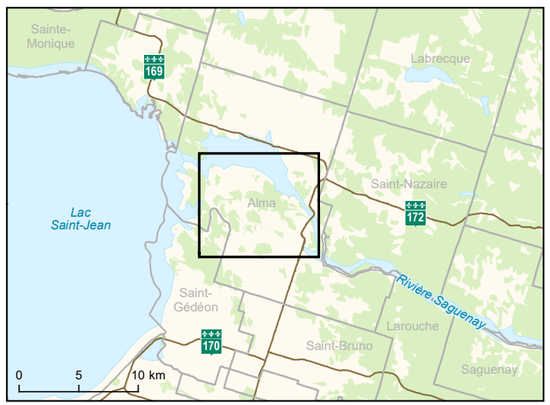
Source pontuelle

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 : 43.2 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 35.7 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



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

2025-03-28

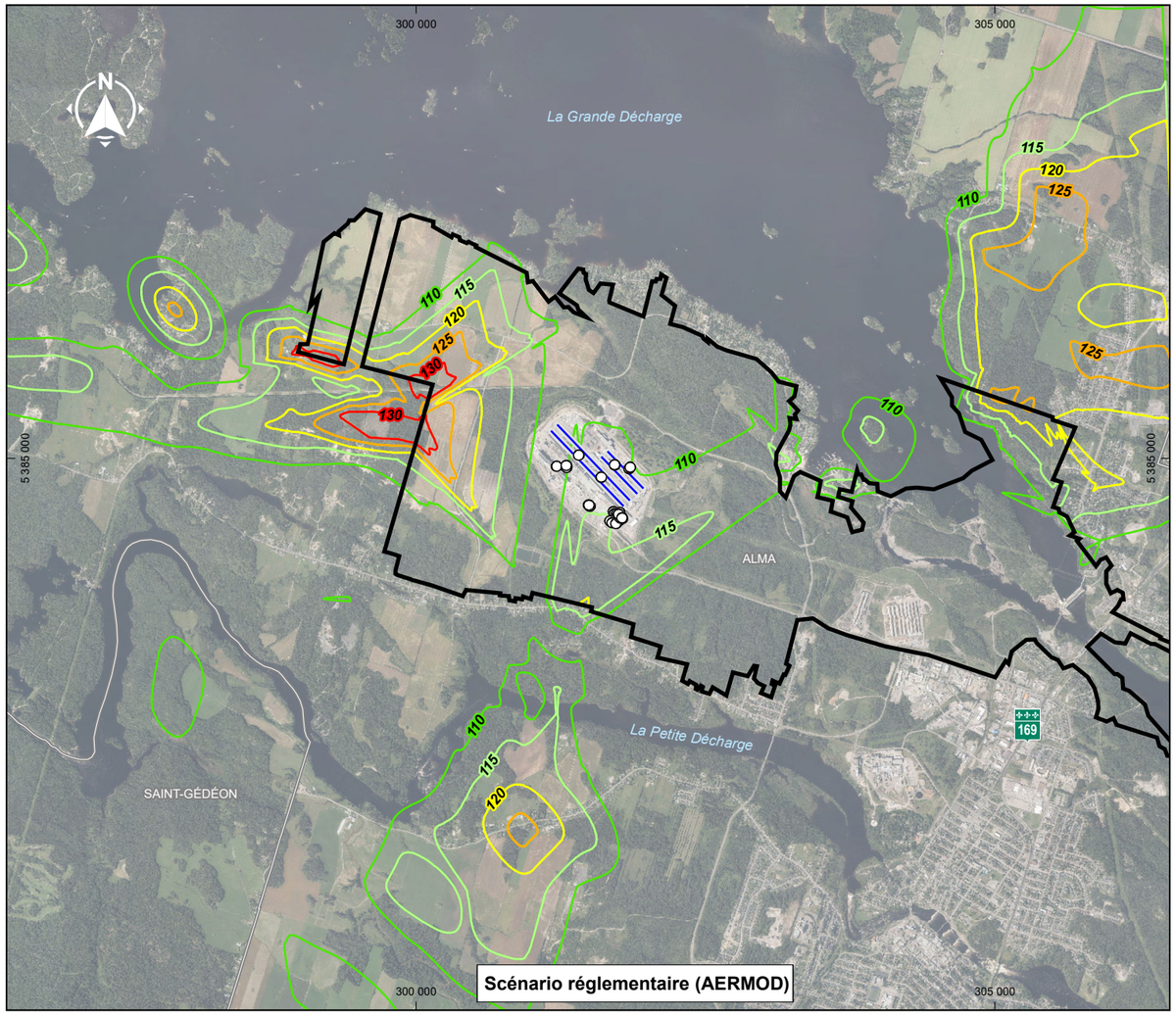
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

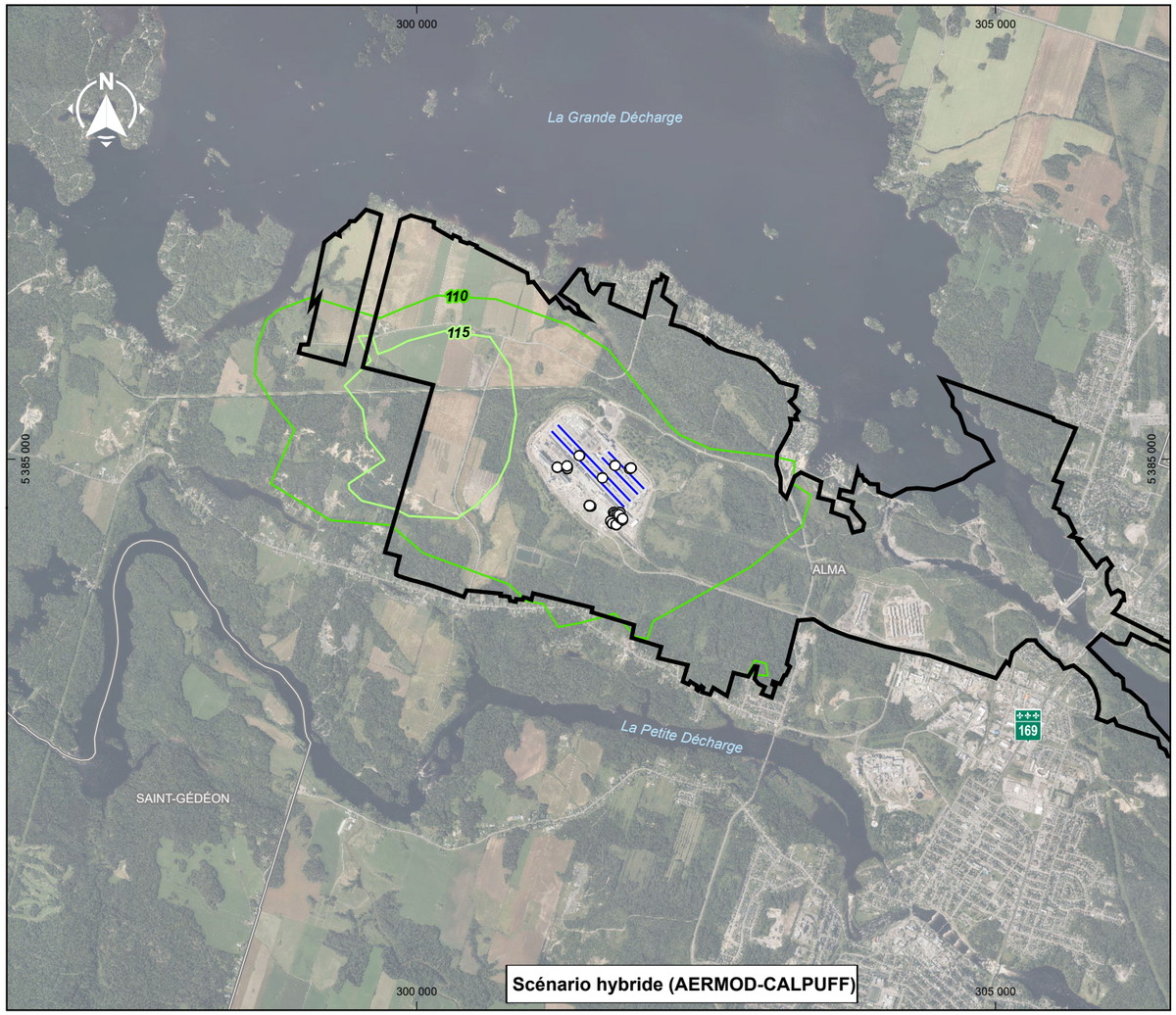
CONÇU PAR :
S. Bergeron-Fortier, CPI
OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR :
A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0016_R00_D12.mxd





Limite de propriété

Évent linéaire de toit

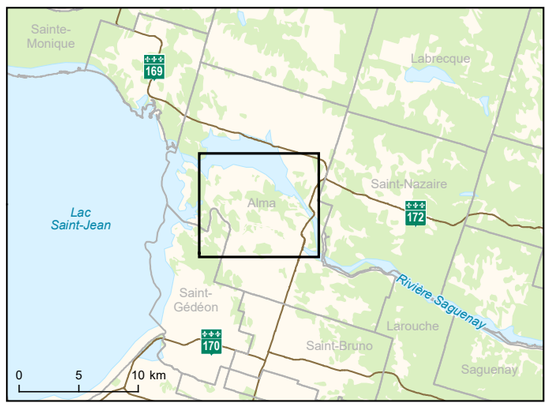
Source pontuelle

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 : 134.9 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 119.1 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



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

2025-03-28

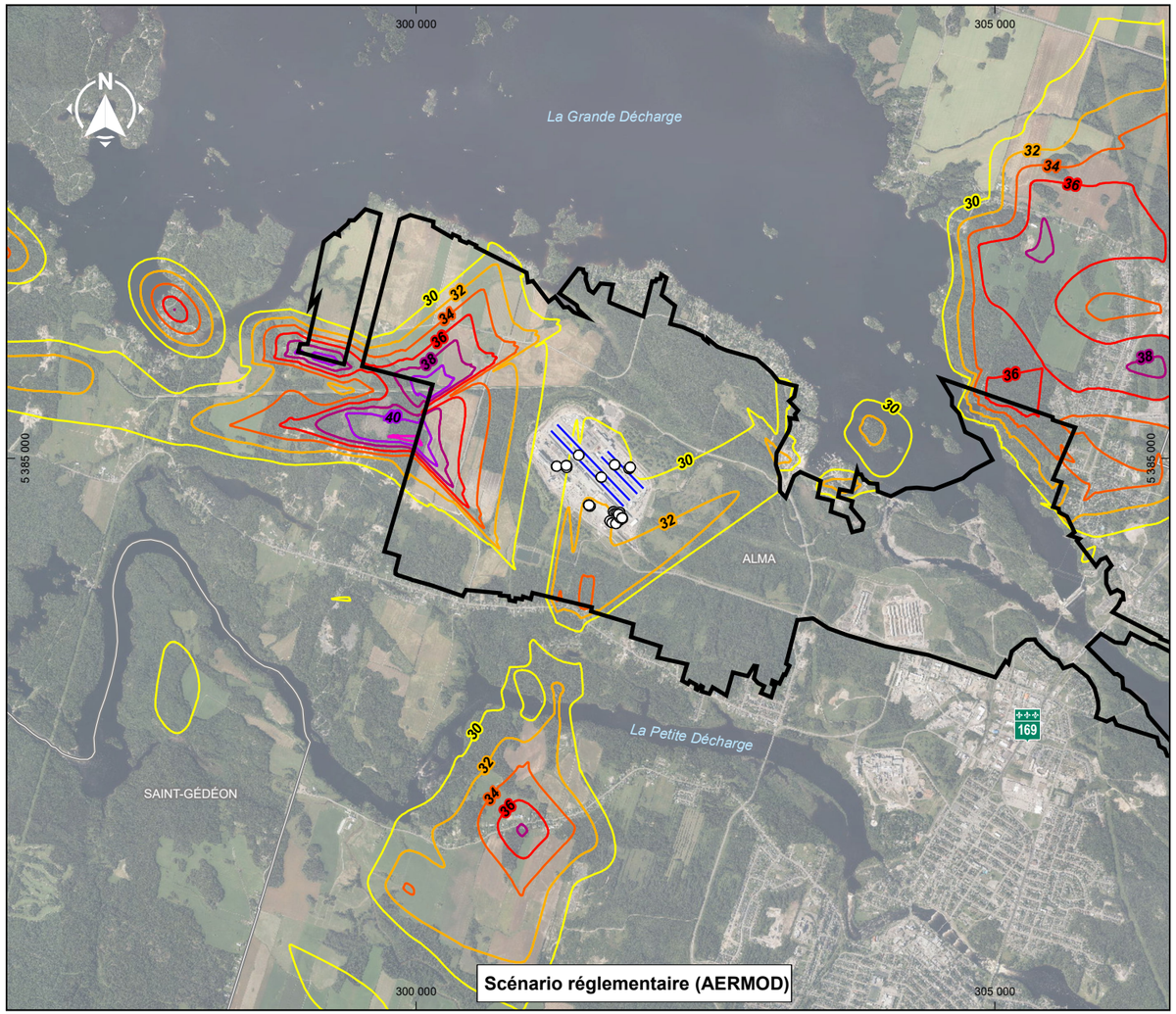
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19N, NAD 83

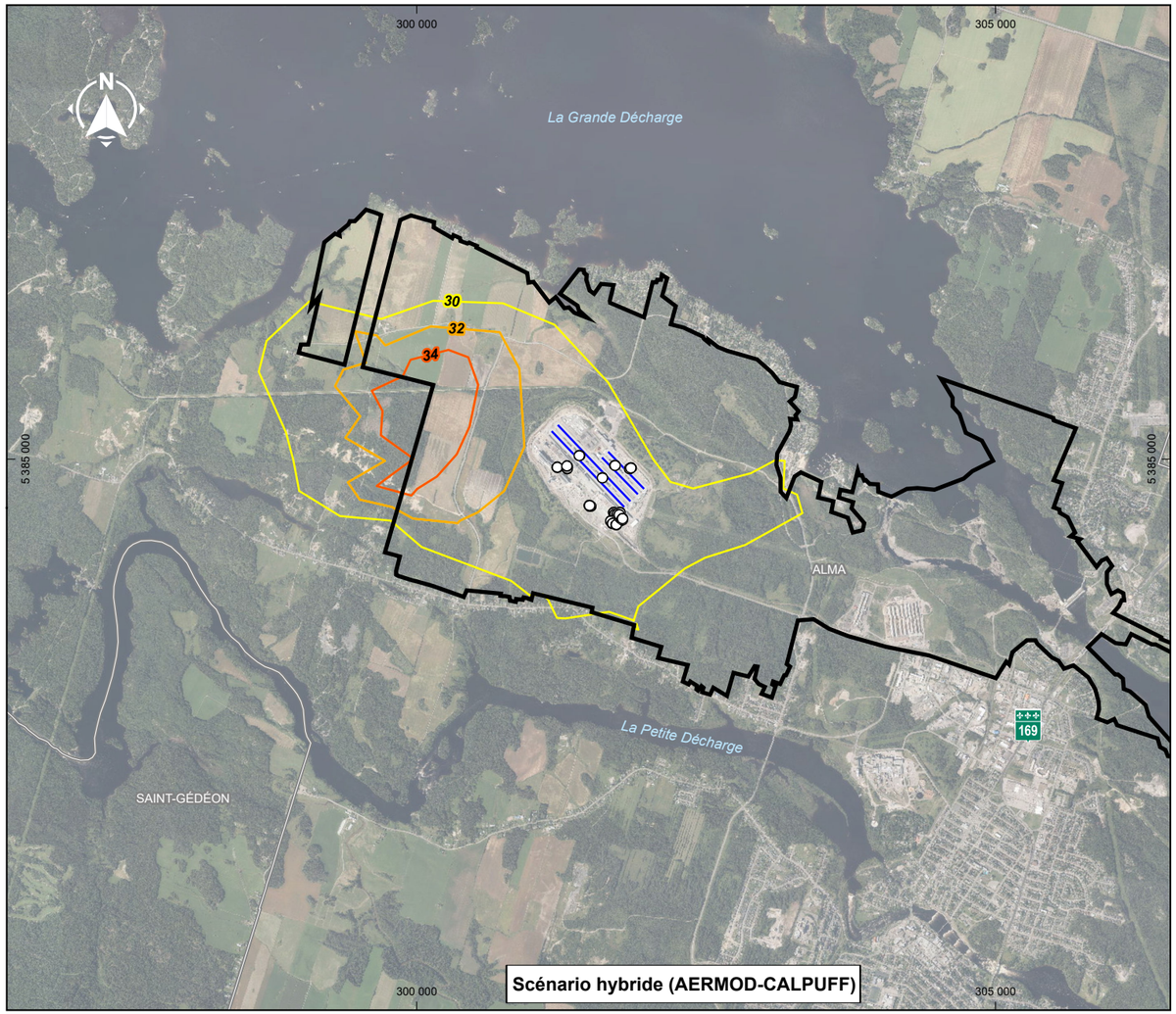
CONÇU PAR : S. Bergeron-Fortier, CPI OIQ No 5039404

DESSINÉ PAR : A. Monnard

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

Fichier : 3749009_003000_4E_D09_0017_R00_D13.mxd





Limite de propriété

Évent linéaire de toit

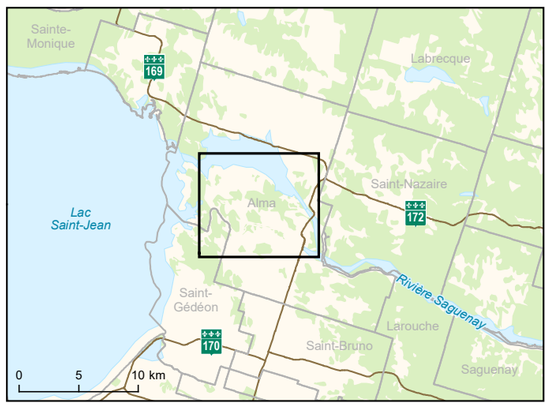
Source pontuelle

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 : 42.8 µg/m³
Concentration maximale scénario hybride : 35.5 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



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

2025-03-28

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_R00_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	
		N° projet Tt : 711-50666	
N° doc. client : N/A	Récupération de poussières coke sous-calcinées Usine Alma	Secteur : 5201 Atelier de pâte crue	
		Lot : N/A	
N° projet client : P-1835108		Date : 2025-02-28	Révision : 00

Sujet : Estimation du taux d'émission évent de silo

Émis par :	Nicolas Perron, ing.	2025-03-01 Nicolas Perron ing. oiq #5009515	2025-02-28
	Membre n° 5009515	Signature	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.

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 pas disponible localement. Or, l'estimation ci-dessous est basée sur une hypothèse de charge de poussière potentielle qui est estimée selon le pourcentage volatile obtenu lors d'un test réalisé en 2012 pour un projet similaire à l'usine Grande-Baie (UGB).

Après calcul, le taux d'émission à l'atmosphère estimé est de 7.92 mg/m3.

Tonnage camion-citerne			35000	kg	Moyenne de remplissage							
Temps pour déchargement			90	min	Moyenne							
Débit			23333	kg/hr								
Pourcentage volatile			0,89	%	Selon test réalisé par Geochemical Testing en 2012 pour le projet à UGB							
Charge de poussière potentielle			207,67	kg/hr	Hypothèse							
Efficacité du média de filtration primaire			73	%	Efficacité des sacs de l'évent pour particules 1,0 à 3,0 um							
Efficacité du média de filtration secondaire			99,982	%	Efficacité du filtre HEPA pour particule 2,5 um							
Débit de l'unité de dépoussiérage			750	CFM	Évent de silo							
Débit en métrique			1274,26	m3/hr								
kg/hr	207,67	X	27	=	56,07	kg/hr						
		% émission (sac)										
kg/hr	56,07	X	0,018	=	0,0100926	kg/hr	10092,6	mg/hr				
		% émission (filtre HEPA)										
				mg/hr	10092,6	/	1274,26	=	**7,92**	**mg/m3**		
							débit métrique		**Taux d'émission à l'atmosphère estimé**			

ANNEXE A – RÉSULTAT TEST POURCENTAGE VOLATILE DE PSC

GEOCHEMICAL TESTING
Environmental and Energy Analysis
2005 N. Center Ave.
Somerset, PA 15501
814/443-1671
814/445-6666
FAX: 814/445-6729

COAL ANALYSIS REPORT

Client: FIKE CORPORATION

Sampled by: Stuart Johnson

Sampling Date: 08/14/2012

Analyzed on: 08/16/2012

Description: Pet Coke

LAB NO. 12-C051900

	Dry
Volatile Matter..D3175-02..	0.89
	0.89

Robert L. Stull
Director of Coal Services

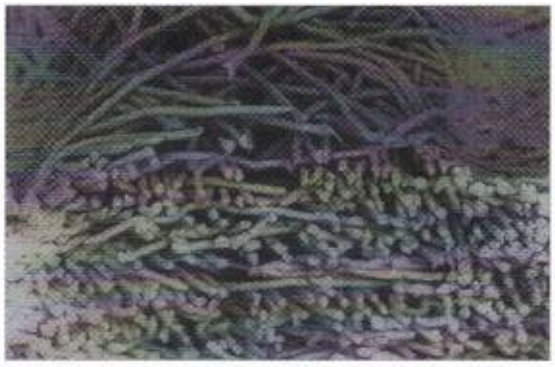
ACCREDITED IN ACCORDANCE WITH nelac
I.D. 68-00366 PA DEP

ANNEXE B – FICHE TECHNIQUE SAC ÉVENT DE SILO

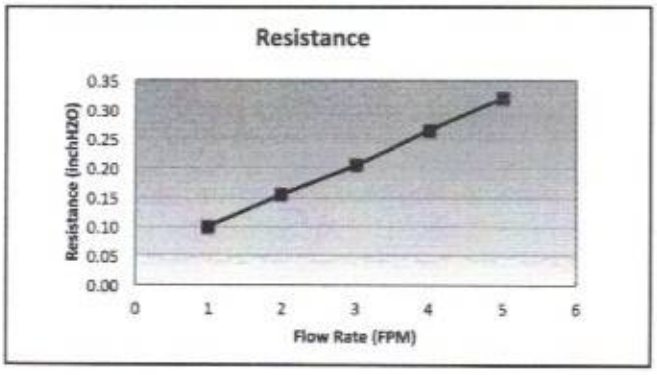
Pleatco
FILTRATION

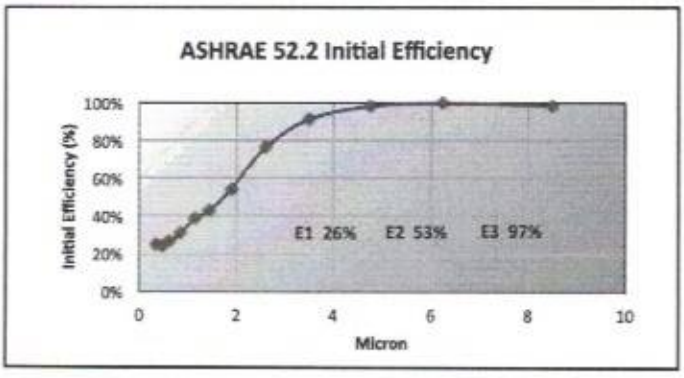
SynBond™ Media 501B

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 • Cement • Carbon Black • Minerals • Pharmaceutical • Foundry • Welding Fumes – dry *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 Engineered Filters | TVS Filters

ANNEXE C – FICHE TECHNIQUE 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.

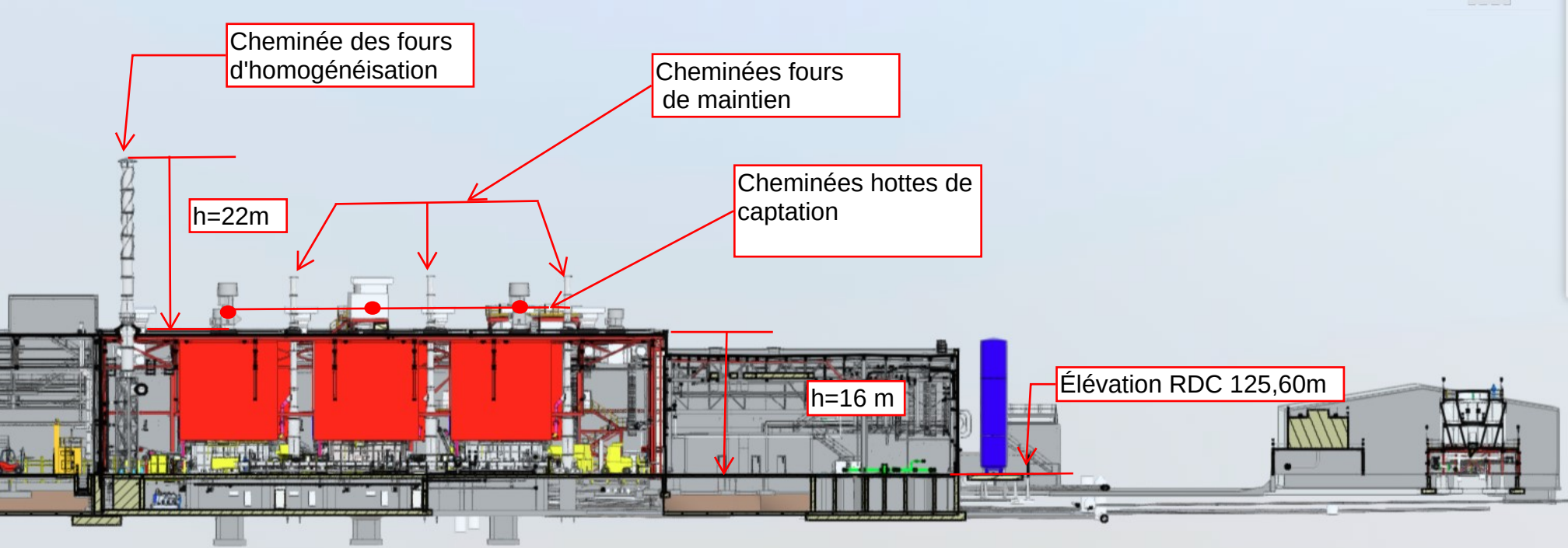
L'augmentation du débit d'air capté aux cuves (+1,24 %) entraînera une réduction de 2,2 % des émissions fugitives moyennes de contaminants dans le secteur de l'électrolyse, et par conséquent des émissions atmosphériques des lanterneaux.

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


Cheminée des fours d'homogénéisation
Cheminées fours de maintien
Cheminées hottes de captation
h=22m
h=16 m
Élévation RDC 125,60m

Préparé par : Nicolas Rioux, ing.
Conseiller senior - Efficacité énergétique
Date dernière mise à jour : 2025-03-24

Nicolas Rioux ing. #5007350

RioTinto

Synthèse - Calculs émissions de GES supplémentaires
Projet billettes Alma (agrandissement de l'usine)

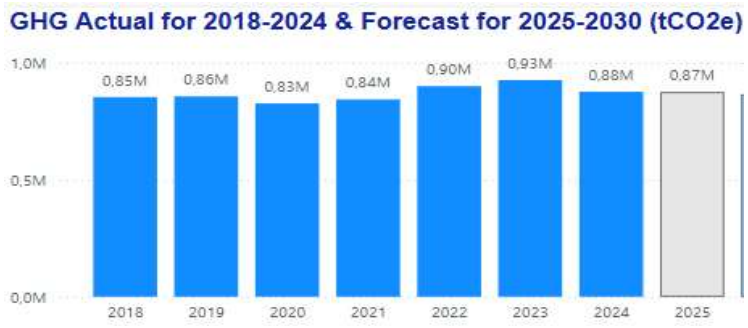
Équipements / sources d'émissions	Type d'émission	Combustible	Volume de combustible prévu	Quantité de GES [tCO_2eq/an]
Fours de maintien (3)	Combustion	Gaz naturel	3 198 733 m^3/an	6 043 t/an
Fours d'homogénéisation (3)	Combustion	Gaz naturel	4 366 271 m^3/an	8 249 t/an
Fours de préchauffage	Combustion	Gaz naturel	106 268 m^3/an	201 t/an
Systèmes CVCA (5 unités de ventilation et 9 aérothermes)	Combustion	Gaz naturel	496 944 m^3/an	939 t/an

Total	**8 168 216 m^3/an**	**15 432 t/an**

Émissions actuelles - Total usine Alma : 900 000 t/an (environ, dépend de l'année)

Augmentation approximative - Projet billettes : 1,7%

Émissions 2018-2024 - Alma :
Source : PowerBI - RTA ATL DecarbSteerco



Mesures d'efficacité énergétique prévues :

Mesure	Économies annuelles gaz naturel	Économies annuelles GES
Brûleurs régénératifs Fours de maintien (3)	1 066 244 m^3/an	2 014 t/an
Brûleurs auto-récupératifs Fours d'homogénéisation (3)	431 829 m^3/an	816 t/an

Total	1 498 073 m^3/an	2 830 t/an

Émissions totales du projet - Sans mesures d'efficacité énerg. : 18 263 t/an

Économies des mesures :	**15%**

Préparé par : Nicolas Rioux, ing.
Conseiller senior - Efficacité énergétique
Date dernière mise à jour : 2025-03-24

RioTinto

Calculs détaillés

Paramètres généraux :

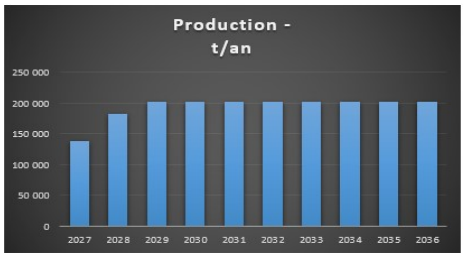
Facteur conversion gaz naturel : 37,89 MJ/m^3 (Source : Transition Énergétique Qc)
Facteur d'émission gaz nat : 1889,32 g CO_2 eq/m^3 (Source : Transition Énergétique Qc) Facteurs d'émission et de conversion

Production prévue :

Production prévue : 202 000 t/an

Voici les projections pour l'instant :

Année	Production - t/an
2027	138 000
2028	183 000
2029	202 000
2030	202 000
2031	202 000
2032	202 000
2033	202 000
2034	202 000
2035	202 000
2036	202 000



Fours de maintien (Batch) :

Nous avons opté pour des brûleurs de type régénératifs, soit plus efficaces que des brûleurs standards.
Des demandes de subvention ont été conclues, et sont encore en cours de processus, relativement à cette mesure, auprès d'Énergir (programme implantation de mesure efficace) et du MELCCFP (Programme ÉcoPerformance, volet implantation standard). Pour fins d'obtention de ces 2 subventions, nous avons donc de la documentation détaillée décrivant ces 2 mesures et calculs pour démontrer les économies d'énergie projetées.

Conso unitaire sans regen : 800 MJ/t
Économies regen : 25% 200 MJ/t
Conso unitaire prévue (efficace) : 600 MJ/t
Conso prévue (efficace) : 3 198 733 m^3/an 6 043 t CO_2 eq/an
Économies brûleurs régénératifs : 1 066 244 m^3/an 2 014 t CO_2 eq/an

Fours d'homogénéisation :

Nous avons opté pour des brûleurs de type auto-récupératifs, soit plus efficaces que des brûleurs standards.
Des demandes de subvention ont été conclues, et sont encore en cours de processus, relativement à cette mesure, auprès d'Énergir (programme implantation de mesure efficace) et du MELCCFP (Programme ÉcoPerformance, volet implantation standard). Pour fins d'obtention de ces 2 subventions, nous avons donc de la documentation détaillée décrivant ces 2 mesures et calculs pour démontrer les économies d'énergie projetées.

Conso unitaire sans récup : 900 MJ/t
Économies brûleurs auto-récupératifs : 9% 81 MJ/t
Conso unitaire prévue (efficace) : 819 MJ/t
Conso prévue (efficace) : 4 366 271 m^3/an 8 249 t CO_2 eq/an
Économies brûleurs auto-récupératifs : 431 829 m^3/an 816 t CO_2 eq/an

---

Four de préchauffage :

Il s'agit d'un four existant relocalisé dans le cadre du projet.
106 268 m^3/an, voir calcul Sabrina

Unités CVCA :

Un mandat d'étude a été octroyé à WSP, en 2023, afin d'évaluer certaines pistes d'efficacité énergétique. Les consommations projetées associées aux systèmes CVCA ont été évaluées dans le cadre de cette étude.

MUA-1 :	101 354 m^3/an, voir calcul Jim Baude (WSP)	191 t CO_2 eq/an
MUA-2 :	101 354 m^3/an, voir calcul Jim Baude (WSP)	191 t CO_2 eq/an
MUA-3 :	101 354 m^3/an, voir calcul Jim Baude (WSP)	191 t CO_2 eq/an
MUA-4 :	101 354 m^3/an, voir calcul Jim Baude (WSP)	191 t CO_2 eq/an
MUA-5 :	74 332 m^3/an, voir calcul Jim Baude (WSP)	140 t CO_2 eq/an
Aérothermes 1 à 9 :	17 196 m^3/an, voir calcul Jim Baude (WSP)	32 t CO_2 eq/an
Total CVCA :	**496 944 m^3/an**	939 t CO_2 eq/an

Intrants divers :

Liste des équipements, mais données pas à jour :

Nom	Modification	Débit (Nm3/hr)	Puissance totale installée (KW)	Combustible	Consommation gaz naturel (Mm3)	Diametre cheminée (mm)	Elevation cheminée	Température (oC)	Vitesse (m/s)	Acronyme sur dessin	Coordonnées géographiques	
											X	Y
Cheminée du four de maintien 1	Nouveau	6500	8500	Gaz naturel	1,33	810	160800	750	13,1	CFR1	301729,1293	5384510,37
Cheminée du four de maintien 2	Nouveau	6500	8500	Gaz naturel	1,33	810	160800	750	13,1	CFR2	301739,5706	5384503,168
Cheminée du four de maintien 3	Nouveau	6500	8500	Gaz naturel	1,33	810	160800	750	13,1	CFR3	301758,6206	5384480,63
Cheminée du four d'homogeneisation 1	Nouveau	5800	8340	Gaz naturel	2,67	1800	145600	585	2,0	CFH1	301698,2242	5384541,57
Cheminée du four d'homogeneisation 2	Nouveau	5800	8340	Gaz naturel	2,67	1800	145600	585	2,0	CFH2	301710,3227	5384529,37
Cheminée du four d'homogeneisation 3	Nouveau	5800	8340	Gaz naturel	2,67	1800	145600	585	2,0	CFH3	301723,8482	5384515,73
Cheminée du Refroidisseur de billette 1a	Nouveau	93 700	0	S.O.	S.O.	2700	158150	305	9,6	CRB1a	301707,2126	5384538,311
Cheminée du Refroidisseur de billette 1b	Nouveau	93 700	0	S.O.	S.O.	2700	158150	305	9,6	CRB1b	301710,4338	5384535,243
Cheminée du Refroidisseur de billette 2a	Nouveau	93 700	0	S.O.	S.O.	2700	158150	305	9,6	CRB2a	301720,5892	5384524,822
Cheminée du Refroidisseur de billette 2b	Nouveau	93 700	0	S.O.	S.O.	2700	158150	305	9,6	CRB2b	301723,8103	5384521,753
Dépoussiéreur Salle écume	Relocatisation	44067	0	S.O.	S.O.	865	143037	120	30,0	DSE	301757,7414	5384538,762
Four de préchauffage	Relocatisation	2124	620	Gaz naturel	0,52	356	154 340	200	10,3	CFP	301786,0474	5384490,301
Évacuation vapeur puits	Nouveau	35000	0	S.O.	S.O.	900	158150	80	19,8	EVP	301750,6739	5384472,787
Capotin 1 - ventilateur de toit	Nouveau	86400	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C1	301741,9734	5384535,586
Capotin 2 - ventilateur de toit	Nouveau	69840	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C2	301748,0993	5384529,025
Capotin 3 - ventilateur de toit	Nouveau	86400	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C3	301754,5115	5384522,841
Capotin 4 - ventilateur de toit	Nouveau	86400	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C4	301770,0099	5384507,327
Capotin 5 - ventilateur de toit	Nouveau	69840	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C5	301776,1301	5384500,754
Capotin 6 - ventilateur de toit	Nouveau	69840	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C6	301682,1801	5384481,635
Capotin 7 - ventilateur de toit	Nouveau	69840	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C7	301685,5043	5384478,299
Capotin 8 - ventilateur de toit	Nouveau	69840	0	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	35	S.O.	C8	301698,1042	5384465,552
Unité HVAC 1	Nouveau	35000	700	Gaz naturel	0,17	S.O.	S.O.	30	S.O.	MAU1	301712,3254	5384495,077
Unité HVAC 2	Nouveau	35000	700	Gaz naturel	0,17	S.O.	S.O.	30	S.O.	MAU2	301729,3723	5384477,884
Unité HVAC 3	Nouveau	35000	700	Gaz naturel	0,17	S.O.	S.O.	30	S.O.	MAU3	301746,3778	5384460,73
Unité HVAC 4	Nouveau	35000	700	Gaz naturel	0,17	S.O.	S.O.	30	S.O.	MAU4	301740,1801	5384522,512
Unité HVAC 5	Nouveau	35000	700	Gaz naturel	0,17	S.O.	S.O.	30	S.O.	MAU5	301774,204	5384488,19

Intrant, Jim Baude de WSP, analyse énergétique, meeting du 2023-04-18 :

Scénario de référence

	Consommation de gaz naturel pour le chauffage (m^3)							Consommation d'électricité pour les ventilateurs (kWh)										
Mois	MUA-1	MUA-2	MUA-3	MUA-4	MUA-5	AE-1@9	Total	MUA-1	MUA-2	MUA-3	MUA-4	MUA-5	UTAN-1	UTAN-2	VE-01	VE-02	VE-03	Total
Janvier	20,061	20,061	20,061	20,061	12,516	6,139	98,897	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Février	15,454	15,454	15,454	15,454	9,916	3,729	75,462	5,314	5,314	5,314	5,314	2,794	3,499	3,499	6,672	6,672	5,617	50,008
Mars	14,903	14,903	14,903	14,903	9,828	2,923	72,365	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Avril	8,504	8,504	8,504	8,504	6,425	361	40,800	5,693	5,693	5,693	5,693	2,994	3,749	3,749	7,149	7,149	6,018	53,580
Mai	3,941	3,941	3,941	3,941	3,968	1	19,734	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Juin	1,310	1,310	1,310	1,310	2,049	0	7,287	5,693	5,693	5,693	5,693	2,994	3,749	3,749	7,149	7,149	6,018	53,580
Juillet	711	711	711	711	1,465	0	4,308	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Août	752	752	752	752	1,751	0	4,761	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Septembre	2,392	2,392	2,392	2,392	2,936	0	12,506	5,693	5,693	5,693	5,693	2,994	3,749	3,749	7,149	7,149	6,018	53,580
Octobre	6,358	6,358	6,358	6,358	5,368	31	30,830	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Novembre	10,728	10,728	10,728	10,728	7,586	650	51,148	5,693	5,693	5,693	5,693	2,994	3,749	3,749	7,149	7,149	6,018	53,580
Décembre	16,240	16,240	16,240	16,240	10,525	3,361	78,846	5,883	5,883	5,883	5,883	3,094	3,874	3,874	7,387	7,387	6,219	55,367
Année	**101,354**	**101,354**	**101,354**	**101,354**	**74,332**	**17,196**	**496,944**	**69,268**	**69,268**	**69,268**	**69,268**	**36,424**	**45,613**	**45,613**	**86,976**	**86,976**	**73,223**	**651,896**

Intrants Jessica Turcotte, Conseillère environnement, 2025-02-19 :

Cible AUR	70%	%
Recouvrement	92,2	%
Production nette	202 000	tm
Production brute	219 089	tm
Four de préparation sans Regen	800	MJ/t
Réduction regen	25	%
Four de préparation avec Regen	600	MJ/t
Four d'homo	900	MJ/t
Consommation annuel homo	197 180 043	MJ
Consommation annuel batch	131 453 362	MJ
Conversion MJ en m^3	38	-
Consommation annuel homo	5 188 949	m^3
Consommation annuel batch	3 459 299	m^3

Cible AUR	70%	%
Recouvrement	92,2	%
Production nette	180 000	tm
Production brute	195 228	tm
Four de préparation sans Regen	800	MJ/t
Réduction regen	25	%
Four de préparation avec Regen	600	MJ/t
Four d'homo	900	MJ/t
Consommation annuel homo	175 704 989	MJ
Consommation annuel batch	117 136 659	MJ
Conversion MJ en m^3	38	-
Consommation annuel homo	4 623 816	m^3
Consommation annuel batch	3 082 544	m^3

Pour le four de préchauffage, je suis d'accord avec les hypothèses de Philippe. Il n'aura pas vraiment de différence entre les deux scénarios et le taux d'utilisation sera augmenté entre 75% et 85%

Année	Moyenne temps opération sur 24h [h]	Moyenne de débit de gaz en opération [m3/h]	Consommation annuelle de gaz [m3]	Utilisation de l'actif sur 24h [%]	Consommation estimée à 75% d'utilisation [m3]	Consommation estimée à 85% d'utilisation [m3]	Consommation estimée à 100% d'utilisation [m3]
2020	12	10	46883	50%	70325	79701	93766
2021	9	10	40764	38%	81528	92398	108704
2022	10	10	44516	42%	80129	90813	106838
2023	9	10	40102	38%	80204	90898	106939
2024	12	12	57547	50%	86321	97830	115094
Moyenne	10,4	10,4	45962	43%	79701	90328	106268

Pour la génération des écumes, j'ai regardé le courriel de Frédéric Thivierge et tout est ok pour moi aussi. Le seul point que je mentionnerais est que nous prévoyons avoir un meilleur recouvrement au CBA 92,2% CBA vs 89,7% Arvida. Ceci aura pour effet de diminuer le nombre de fournée pour la même production nette donc un peu moins de génération d'écume. Les données sont donc le pire scénario soit d'avoir un recouvrement équivalent qu'Arvida. Cependant, l'impact sur la différence entre les deux scénarios est négligeable.

Basé sur le taux de génération des écumes de Arvida (MOY 1,44% Net 2024), utilisons 1,50%.

202 000mt x 1,5% = 3 030mt écumes
180 000mt x 1,5% = 2 700mt écumes

Rio Tinto Company
1955 blvd Mellon, Jonquière, CP 1250
Saguenay, Québec, G7S 4K8, Canada

ÉTUDE – PLAN DE PROJET

Requérant :	Nicolas Rioux, ing.
Titre du projet :	Centre de billettes - Brûleurs régénératifs
Site du projet :	Usine d'Alma
Version du document :	00

Rédigé par : Nicolas Rioux, ing.	Nicolas Rioux ing. #5007350
Date : 2023-03-01	Signature de l'ingénieur

Table des matières

1. Description de l'entreprise 3
2. Titre et lieu du projet 3
3. Description détaillée du projet 3
4. Conditions avant le projet 3
5. Description du processus de réduction énergétique 4
6. Bilan des réductions annuelles énergétiques 5
7. Détermination des risques pouvant avoir une incidence sur les réductions énergétiques du projet 6
8. Rôles, responsabilités et coordonnées des intervenants dans le projet 7
9. Renseignements démontrant que le projet répond aux critères d'admissibilité du programme 7
10. Calendrier du projet indiquant les dates importantes et les activités prévues 9

1. Description de l'entreprise

Le siège social mondial du groupe Rio Tinto Aluminium est situé à Montréal. Au Québec, en Colombie-Britannique et en Islande, nous exploitons une raffinerie d'alumine, un réseau de centrales hydroélectriques et des alumineries dont l'empreinte carbone se situe parmi les plus faibles au monde.

Rio Tinto opère 5 alumineries au Saguenay Lac-Saint-Jean qui produisent différents produits : lingots, billettes, câbles, gueuses.
L'Usine Alma de la division RTA est l'une des plus grandes productrices d'Aluminium en Amérique du Nord. Elle produit environ 475 000 tonnes de métal chaud par année.

2. Titre et lieu du projet

Titre : Centre de billettes - Brûleurs régénératifs
Lieu : Usine Alma (300, rue des Pins Ouest, Alma, G8B 5W2)

3. Description détaillée du projet

Dans son ensemble, le projet global consiste en la construction d'un nouveau centre de coulée de billettes d'aluminium. Il s'agit d'un agrandissement de l'usine d'Alma, un investissement d'environ 240 M$. Le but de ce nouveau centre est de produire annuellement 202 000 tonnes métriques de billettes d'aluminium à faible teneur en carbone.

Ce nouveau centre comprendra entre-autres trois (3) nouveaux fours de maintien et trois (3) nouveaux fours d'homogénéisation, tous fonctionnant au gaz naturel.

L'objet de la présente demande d'aide financière consiste en **l'achat de brûleurs de type régénératifs, pour les trois (3) nouveaux fours de maintien**. Ceux-ci sont beaucoup plus coûteux que des brûleurs conventionnels, mais sont beaucoup plus efficaces énergétiquement. Les brûleurs régénératifs utilisent une partie de l'énergie perdue dans les gaz de combustion pour préchauffer l'air de combustion des brûleurs. Voir l'article 5 de la présente section pour les détails.

4. Conditions avant le projet

Le présent projet constitue un agrandissement. Il s'agit de nouveaux équipements.

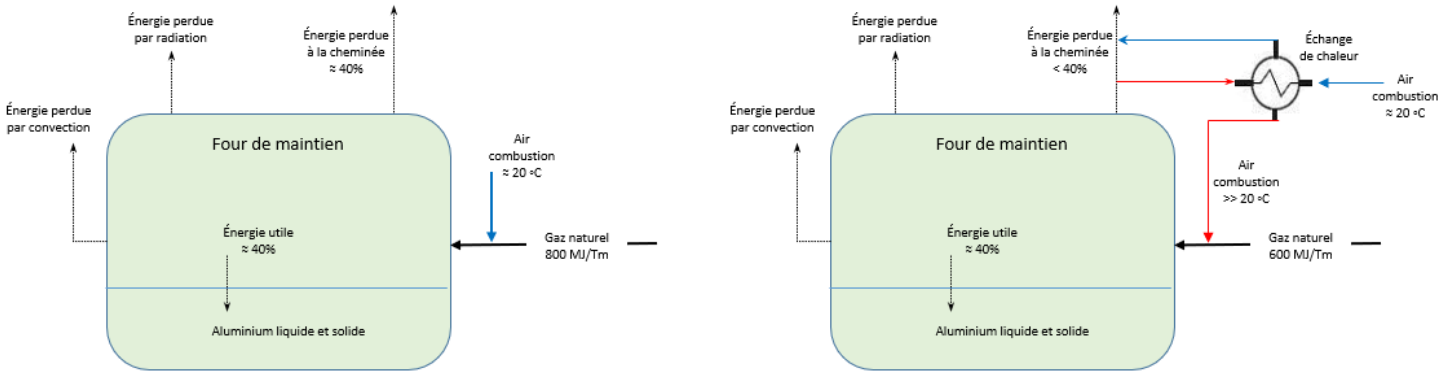
Le cas de référence, qui servira de base pour déterminer les économies énergétiques, sera le scénario considérant des fours de maintien munis de brûleurs conventionnels.

5. Description du processus de réduction énergétique

Le schéma de gauche de la figure #1 constitue notre scénario de référence, c'est-à-dire l'installation d'un four muni de brûleurs conventionnels. Le combustible applicable est du gaz naturel.

La réduction énergétique se fera en installant un four ayant un brûleur régénératif, c'est-à-dire un brûleur qui préchauffera l'air de combustion. Celle-ci étant préchauffée avec l'énergie qui serait perdue dans les gaz de combustion, l'énergie requise pour amener l'air des brûleurs à la température de combustion du gaz naturel se trouve donc réduite (voir les figures #1 et #2). Par conséquent, la quantité de gaz naturel pour respecter la consigne de température du four est réduite elle aussi, ce qui constitue l'avantage de la technologie.

FIGURE #1 : Représentation simplifiée du gain énergétique (à droite) par rapport au scénario de référence (à gauche)



Nous parlons d'un brûleur régénératif, mais en réalité, il s'agit de deux brûleurs qui fonctionnent en alternance; celui au repos servant de sortie des gaz de combustion. Ces derniers réchauffent une masse thermique qui redonnera sa chaleur une fois que le brûleur redeviendra actif.

FIGURE #2 : Représentation des flux d'un brûleur régénératif et du jeu de valves pour faire l'alternance pour la technologie Fives

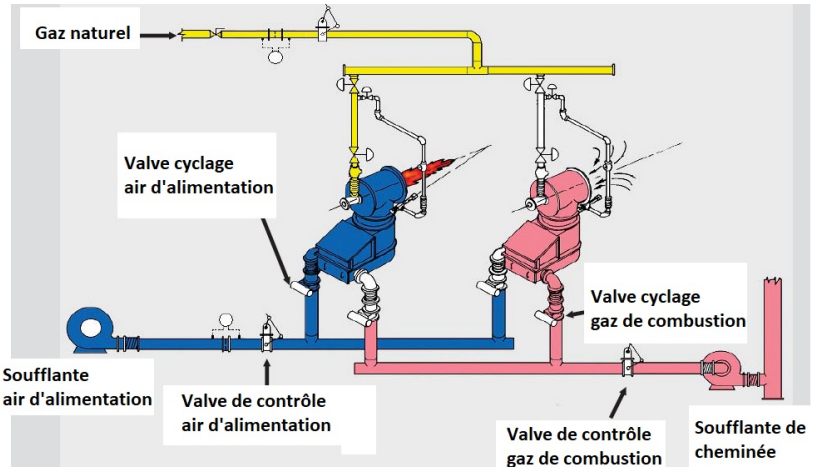


FIGURE #3 : Représentation du principe

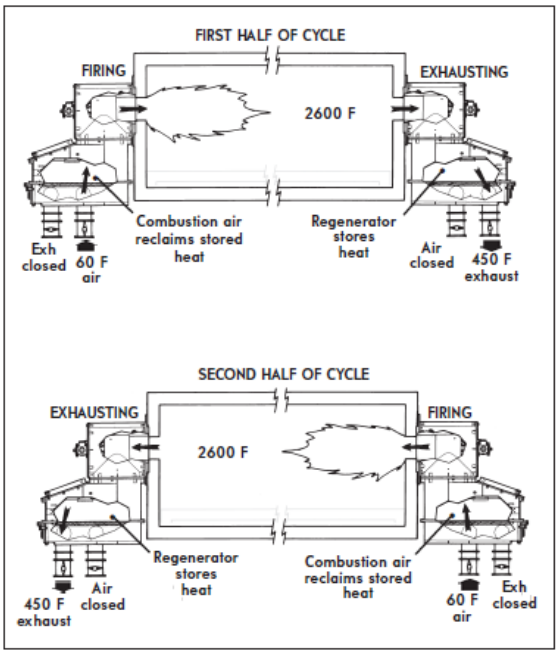
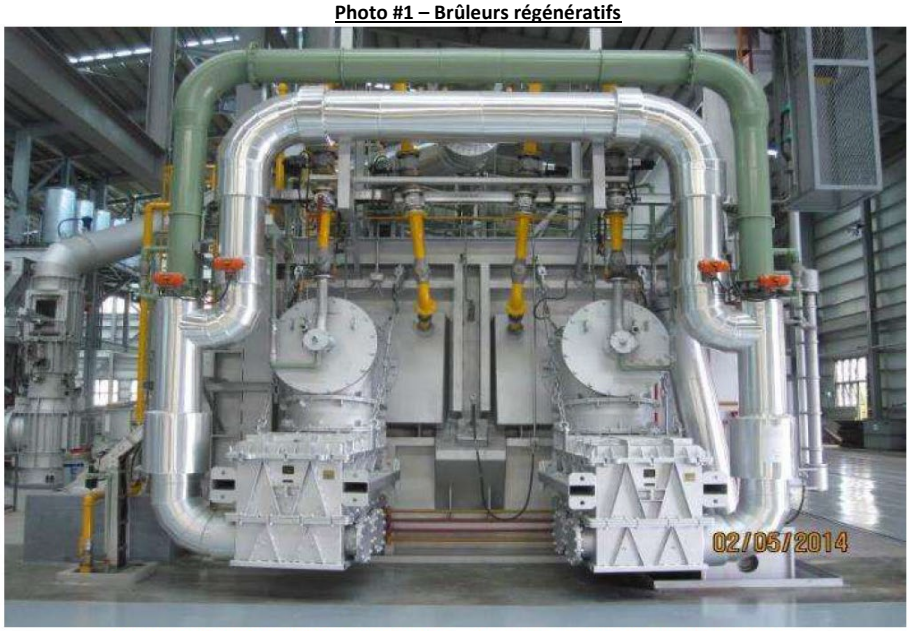


Photo #1 – Brûleurs régénératifs



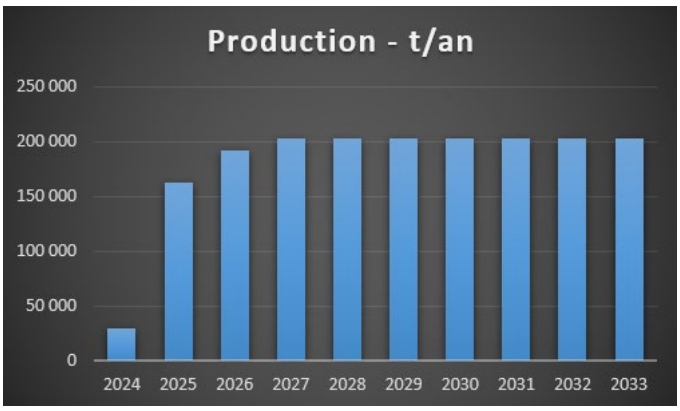
MELTING HOLDING FURNACE – Regenerative Burner System

6. Bilan des réductions annuelles énergétiques

Selon la littérature et en fonction des paramètres d'opération anticipés, nos experts à l'interne ont évalué que nous pouvons nous attendre à une réduction de gaz naturel d'environ **25%** pour l'utilisation de la technologie régénérative, dans le cas des fours de maintien. Au niveau du cas de référence (brûleurs conventionnels), nous avons évalué la consommation énergétique applicable à 800 MJ/t produit (selon les données de référence de l'usine Arvida considérant les années de référence applicables). Considérant une économie de **200 MJ/t**, nous estimons donc la consommation à 600 MJ/t pour des fours munis de brûleurs régénératifs. Avec les facteurs normés de 37,89 MJ/m^3, on parle donc d'économies énergétiques applicables de **5,278 m^3/t d'aluminium produit**.

Pour l'instant, la capacité de production est estimée à 202 000 Tm/an. Selon nos projections, cette production devrait cependant être atteinte en 2027. Pendant les trois (3) premières années, suite au démarrage du projet, le niveau de production projeté augmentera selon une rampe présentée dans le graphique et tableau plus bas.

GRAPHIQUE #1 : Production annuelle d'aluminium projetée



Lorsque la capacité de production cible sera atteinte, nous estimons donc les économies énergétiques à **1 066 244 m^3/an.**

7. Détermination des risques pouvant avoir une incidence sur les réductions énergétiques du projet

Les éléments suivants peuvent avoir une conséquence négative sur le gain final :

	Variable	Effet
1	Le mode d'opération fait en sorte que la performance des brûleurs régénératifs est moindre que prévue (< 25%)	Diminution des gains relatifs (< 25%) et absolus (< 1 793 tCO_2e/an)
2	La production d'aluminium réelle (t/an) est inférieure par rapport aux projections.	Pas de changement des gains relatifs (= 25%) mais diminution des gains absolus (< 1 793 tCO_2e/an).
3	Efficacité de référence différente de celle estimée (800 MJ/Tm) parce que le fait d'utiliser une capacité différente de sa capacité maximale aurait un effet sur son efficacité lorsqu'on l'opère de manière conventionnelle	Si elle est moins élevée (< 800 MJ/Tm) : Pas de changement des gains relatifs (= 25%) mais diminution des gains absolus (< 1 793 tCO_2e/an)

8. Rôles, responsabilités et coordonnées des intervenants dans le projet

Nom	Rôle	Responsabilité	Coordonnées
Sébastien Ross	Directeur Exécutif, Opérations Atlantique	Commanditaire du projet	581-447-1777 sebastien.ross@riotinto.com
David Gagnon	Directeur technique, Coulée	Responsable technique, choix de technologie	418 818 3162 david.Gagnon1@riotinto.com
Keven Gagné	Chef de service, Centre de Coulée Alma	Propriétaire, chef opérationnel	418 718-8119 keven.gagne@riotinto.com
Pascal Bejjani	Chef de projet	Responsable ingénierie	418 818 6279 pascal.bejjani@riotinto.com
Tony Houde	Chef de service projet billettes	Gestionnaire équipe opération	418 812-1589 tony.houde@riotinto.com
Jonathan Allard	Surveillant procédé coulée Alma	Responsable suivi procédé	418 818-7311 jonathan.allard@riotinto.com
Vincent Goutière	Chef de programme recyclage et refonte	Conseiller du centre de recherche	418 818-8630 vincent.goutiere@riotinto.com
Nicolas Rioux	Conseiller sénior Efficacité Énergétique	Personne contact auprès de TEQ	418-590-5324 nicolas.rioux@riotinto.com

9. Renseignements démontrant que le projet répond aux critères d'admissibilité du programme

Voici les détails démontrant les calculs d'admissibilité ainsi que les aides financières applicables :

Calculs rentabilité et subventions :

Diminution de gaz naturel	1 066 244	m^3/an, voir courriel plus bas
Coût gaz naturel	0,3945	$/$m^3$ (voir onglet analyse tarifaire)
Économie gaz naturel	420 667	$/an
Facteur GES gaz naturel	1 889	g CO_2 eq/m^3
Diminution GES gaz naturel	2 014	Tm/an
Coût du projet	250 000 000	$
Surcoût du projet pour être plus efficace	2 689 014	$
PRI simple	6,4	années (doit être en 1 et 20 ans)
Taux aide financière	1,00	$/$m^3$ (voir tableau plus bas)
Aide maximale du programme	1 000 000	alternative 1
Aide maximale selon Capex	1 344 507	alternative 2, 50% du Capex
Aide maximale selon réduction GN	1 066 244	alternative 3, au taux ci-dessus
Montant subvention Énergir	**1 000 000**	moins élevé des 3 alternatives
	37%	
Subventions totales maximum TEQ + Énergir	**1 896 503**	$ (TEQ+Énergir, considérant maximum 75 % des coûts)
PRI incluant subventions totales	2,117	années

Au niveau des économies énergétiques annuelles, comme la production sera en démarrage au courant des trois (3) premières années, nous avons considéré la production cible atteinte. Cette méthodologie de calcul nous a été confirmée par vos représentants du programme.

Le surcoût du projet qui fut considéré, est la différence de coûts (fourniture et installation) entre des brûleurs de type régénératifs et des brûleurs de type conventionnels.

Au niveau des coûts énergétiques associés au gaz naturel, il faut noter qu'il y a eu des fluctuations tarifaires relativement importantes au cours des dernières années, et ce notamment en raison des circonstances géopolitiques que nous vivons encore actuellement. Dans ce contexte, nous avons pris le tarif moyen réel des trois (3) dernières années, projeté les tarifs futurs selon un taux d'inflation de 4 % pour les 10 premières années du projet, et avons considéré la moyenne de ces 10 années pour déterminer le tarif applicable. Celui-ci a donc été établit à 0,3945 $/m^3. Voici les détails des calculs de l'évaluation tarifaire :

Évaluation tarifaire :

	Données historiques réelles				
Item	**2020**	**2021**	**2022**	**Moyenne 2020-2022**	
Consommation m^3	29 549 883	30 173 376	35 883 868	31 869 042	
Coût total autre (transp., distr., équil., autres) - $	1 897 753 $	2 392 757 $	2 983 786 $	2 424 765 $	24%
Coûts SPEDE	1 236 487 $	1 359 280 $	2 399 503 $	1 665 090 $	17%
Coûts molécule	2 694 021 $	5 052 257 $	9 775 014 $	5 840 431 $	59%
Coûts total incluant SPEDE	5 828 260 $	8 804 295 $	15 158 302 $	9 930 286 $	100%
Tarif autres - $/m^3	0,064 $	0,079 $	0,083 $	0,076 $	
Tarif total incluant SPEDE	0,197 $	0,292 $	0,422 $	**0,304 $**	

Taux d'inflation considéré : **4,0%**

ALM	**Tarif estimés - $/m^3, considérant taux d'inflation**										
Item	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**
Tarif total	0,316 $	0,329 $	0,342 $	0,355 $	0,370 $	0,384 $	0,400 $	0,416 $	0,432 $	0,450 $	0,468 $

Moyenne 10 prochaines années : **0,3794 $**

Moyenne 2024-2033 : **0,3945 $**

Coût total autre (transp., distr., équil., autres) - $	24%	**0,0963 $**
Coûts SPEDE	17%	**0,0662 $**
Coûts molécule	59%	**0,2320 $**
Total		**0,3945 $**

Selon tous ces calculs, la subvention maximum du programme Implantation de mesures efficaces d'Énergir est de **1 000 000 $**, représentant 37 % des coûts admissibles. À titre informatif, selon ces mêmes paramètres et les modalités du du volet Implantation du programme d'ÉcoPerformance, où une demande est également en processus, l'aide financière maximum potentielle provenant de cet organisme serait de 896 503 $. En fonction du critère d'aide financière maximum de 75 % des coûts et de l'aide projetée d'ÉcoPerformance, le total des subventions pour les deux (2) organismes (TEQ + Énergir) est donc de 1 896 503 $.

10. Calendrier du projet indiquant les dates importantes et les activités prévues

Tel que mentionné précédemment à l'item #3, le projet global dans son ensemble consiste en la construction d'un nouveau centre de coulée de billettes d'aluminium, qui inclut notamment l'implantation de trois (3) nouveaux fours de maintien.

Voici l'échéancier global du projet dans son ensemble (pas juste l'objet de la présente demande d'aide financière). Nous avons ciblé en gras les items visant la présente demande :

Étape	Date
Commande des fours auprès du fournisseur	**Mars 2023**
Début des travaux de construction du bâtiment (travaux civil/structure en premier lieu)	Mars 2023
Fin des travaux d'érection du bâtiment	Décembre 2023
Arrivée des équipements principaux (fours, etc.)	**Mars 2024**
Travaux mécanique / électricité associés aux fours	**Mars à octobre 2024**
VPO (vérifications pré-opérationnelles)	**Octobre à décembre 2024**

Note :

Le projet est réalisé via plusieurs contrats d'ingénierie et de travaux distincts (lots de travaux). La commande des équipements industriels et l'installation est donc un contrat indépendant par exemple des travaux de construction du bâtiment, travaux de mécanique/électricité, etc. Il ne s'agit donc pas d'un seul contrat octroyé à un seul entrepreneur général.

Rio Tinto Company
1955 blvd Mellon, Jonquière, CP 1250
Saguenay, Québec, G7S 4K8, Canada

ÉTUDE – PLAN DE PROJET

Requérant :	Nicolas Rioux, ing.
Titre du projet :	Centre de billettes – Fours d'homogénéisation
Site du projet :	Usine d'Alma
Version du document :	00

Rédigé par : Nicolas Rioux, ing.	Nicolas Rioux ing. #5007350
Date : 2025-03-05	Signature de l'ingénieur

Table des matières

1. Description de l'entreprise 3
2. Titre et lieu du projet 3
3. Description détaillée du projet 3
4. Conditions avant le projet 3
5. Description du processus de réduction énergétique 4
6. Bilan des réductions annuelles énergétiques 4
7. Détermination des risques pouvant avoir une incidence sur les réductions énergétiques du projet 6
8. Rôles, responsabilités et coordonnées des intervenants dans le projet 6
9. Renseignements démontrant que le projet répond aux critères d'admissibilité du programme 7
10. Calendrier du projet indiquant les dates importantes et les activités prévues 9

Liste des figures :

Figure 1 - Coupe d'un brûleur auto-récupératif 4
Figure 2 - Table – Gains d'efficacité – Brûleur auto-récupératif 4
Figure 3 - Production annuelle d'aluminium projetée 5

Liste des tableaux :

Tableau 1 - Production annuelle d'aluminium projetée 5
Tableau 2 - Tarif Gaz naturel réel 2024 8
Tableau 3 - Tarif gaz naturel - Ajusté sur 10 ans 8

1. Description de l'entreprise

Le siège social mondial du groupe Rio Tinto Aluminium est situé à Montréal. Au Québec, en Colombie-Britannique et en Islande, nous exploitons une raffinerie d'alumine, un réseau de centrales hydroélectriques et des alumineries dont l'empreinte carbone se situe parmi les plus faibles au monde.

Rio Tinto opère 5 alumineries au Saguenay Lac-Saint-Jean qui produisent différents produits : lingots, billettes, câbles, gueuses.

L'Usine Alma de la division RTA est l'une des plus grandes productrices d'Aluminium en Amérique du Nord. Elle produit environ 480 000 tonnes de métal chaud par année.

2. Titre et lieu du projet

Titre : Centre de billettes – Fours d'homogénéisation

Lieu : Usine Alma (300, rue des Pins Ouest, Alma, G8B 5W2)

3. Description détaillée du projet

Dans son ensemble, le projet global consiste en la construction d'un nouveau centre de coulée de billettes d'aluminium. Il s'agit d'un agrandissement de l'usine d'Alma, un investissement d'environ 240 M$. Le but de ce nouveau centre est de produire annuellement 202 000 tonnes métriques de billettes d'aluminium à faible teneur en carbone.

Ce nouveau centre comprendra entre-autres trois (3) nouveaux fours de maintien et trois (3) nouveaux fours d'homogénéisation, tous fonctionnant au gaz naturel.

L'objet de la présente demande d'aide financière consiste en **l'achat de brûleurs de type auto-récupératifs (BAR), pour les trois (3) nouveaux fours d'homogénéisation**. Ceux-ci sont beaucoup plus coûteux que des brûleurs conventionnels, mais sont plus efficaces énergétiquement. Les brûleurs auto-récupératifs utilisent une partie de l'énergie perdue dans les gaz de combustion pour préchauffer l'air de combustion des brûleurs. Voir l'article 5 de la présente section pour les détails.

Les fours d'homogénéisation consistent à traiter les billettes d'aluminium, afin de s'assurer que les éléments précipitants soient uniformément répartis, créant ainsi une structure interne uniforme et un produit en aluminium de haute qualité, plus facile à usiner et à travailler. Dans le four, la pièce d'aluminium solide est chauffée à une température très proche de son point de fusion, pendant plusieurs heures, puis par la suite lentement refroidie, ce qui homogénéise le métal.

4. Conditions avant le projet

Le présent projet constitue un agrandissement. Il s'agit de nouveaux équipements.

Le cas de référence, qui servira de base pour déterminer les économies énergétiques, sera le scénario considérant des fours munis de brûleurs conventionnels.

5. Description du processus de réduction énergétique

Les brûleurs auto-récupératifs (BAR) ont trois ports : gaz, air de combustion et produits de combustion d'échappement (POC). Les POC produits sont tirés dans la cavité d'extraction du brûleur à une certaine température (ex : 650 °C). Par un système d'échangeur de chaleur qui se trouve dans le brûleur, entre la chambre d'air de combustion et la chambre de POC, l'air de combustion est préchauffé. Par conséquent, la quantité de gaz naturel pour respecter la consigne de température du four est réduite elle aussi, ce qui constitue l'avantage de la technologie. Moins de gaz signifie aussi moins de GES pour la même production de l'équipement.

Voir la figure plus bas.

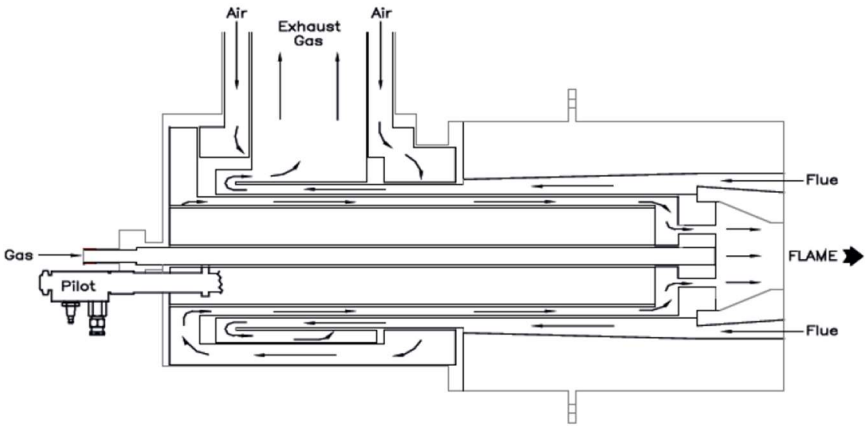


Figure 1 - Coupe d'un brûleur auto-récupératif

6. Bilan des réductions annuelles énergétiques

Selon nos experts à l'interne, pour des fours d'homogénéisation munis de brûleurs standards, ceux-ci estiment une consommation de gaz naturel de 900 MJ/t d'aluminium produit.

Selon le fournisseur des fours, si nous comparons une combustion qui utilise de l'air ambiante (20 °C) à une combustion qui utilise de l'air préchauffée (150 °C), dans un four qui est à 650 °C, les gains seraient de **9 %**, selon la table plus bas (référence : North American Combustion Handbook 3rd Edition, Volume 1). Cela représente des gains de **81 MJ/t** d'aluminium produit considérant la consommation de référence mentionnée précédemment. Avec les facteurs normés de 37,89 MJ/m^3 et 1 889.32 gCO_2e/m3, on parle donc d'économies énergétiques applicables de **2,138 m^3/t d'aluminium produit** et des économies de GES de **4 038,93 gCO_2e/t d'aluminium produit**.

Table 3.16a. **Fuel savings resulting from use of preheated air with natural gas and 10% excess air.** These figures are for evaluating a proposed change to preheated air--not for determining system capacity. Read captions for Tables 3.16b and c.

t_f, Furnace gas exit temperature, F \ % Fuel saved	t_a, Combustion air temperature, F: 400	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
700	7.91	12.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
800	8.15	12.48	14.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900	8.41	12.86	14.96	16.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	8.68	13.26	15.41	17.48	19.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1100	8.98	13.69	15.70	18.02	20.06	22.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	9.30	14.16	16.43	18.61	20.69	22.70	24.62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1300	9.66	14.66	17.00	19.24	21.38	23.43	25.39	27.27	—	—	—	—	—	—	—	—
1400	10.04	15.21	17.62	19.92	22.11	24.21	26.22	28.14	29.98	—	—	—	—	—	—	—
1500	10.46	15.81	18.29	20.66	22.91	25.06	27.11	29.07	30.95	32.74	—	—	—	—	—	—
1600	10.93	16.47	19.03	21.46	23.78	25.98	28.08	30.08	31.99	33.82	35.56	—	—	—	—	—
1700	11.44	17.19	19.83	22.34	24.72	26.98	29.13	31.18	33.12	34.98	36.75	38.44	—	—	—	—
1800	12.00	17.98	20.72	23.31	25.76	28.08	30.28	32.37	34.35	36.24	38.03	39.75	41.38	—	—	—
1900	12.64	18.87	21.70	24.38	26.90	29.28	31.53	33.67	35.69	37.61	39.43	41.16	42.81	44.38	—	—
2000	13.35	19.85	22.79	25.56	28.16	30.60	32.91	35.09	37.15	39.10	40.94	42.70	44.36	45.94	47.45	—
2100	14.16	20.76	24.02	26.88	29.56	32.07	34.43	36.66	38.75	40.73	42.60	44.37	46.05	47.64	49.15	50.59
2200	15.09	22.21	25.40	28.36	31.12	33.71	36.12	38.39	40.53	42.53	44.42	46.21	47.89	49.49	51.00	52.44
2300	16.15	23.65	26.96	30.04	32.89	35.54	38.02	40.33	42.50	44.53	46.44	48.23	49.92	51.52	53.03	54.46
2400	17.41	25.31	28.77	31.96	34.90	37.63	40.16	42.51	44.70	46.75	48.67	50.47	52.17	53.76	55.26	56.67
2500	18.90	27.25	30.87	34.18	37.22	40.01	42.59	44.98	47.20	49.26	51.19	52.98	54.67	56.24	57.73	59.12
2600	20.71	29.57	33.36	36.79	39.92	42.78	45.40	47.82	50.05	52.11	54.03	55.81	57.48	59.03	60.48	61.85

Figure 2 - Table – Gains d'efficacité – Brûleur auto-récupératif

Pour l'instant, la capacité de production est estimée à 202 000 Tm/an. Selon nos projections, cette production devrait cependant être atteinte en 2029. Pendant les deux (2) premières années, suite au démarrage du projet, le niveau de production projeté augmentera selon une rampe présentée dans le graphique et tableau plus bas.

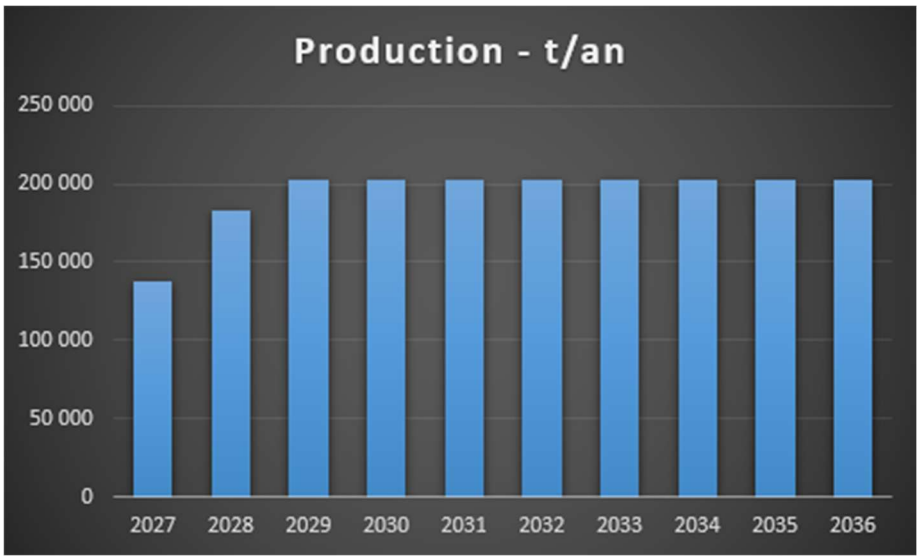


Figure 3 - Production annuelle d'aluminium projetée

En 2029, lorsque l'usine aura atteint le niveau de production cible, soit 202 000 t/an, les économies annuelles du projet seront de 431 829 m^3/an, soit 816 tCO_2e/an. De 2027 à 2036, nous estimons que les économies totales seront de 4 140 855 m^3 et 7 823 tCO_2e, ce qui représente des économies moyennes annuelles de **414 086 m^3/an** et **782 tCO_2e/an**. Voici le détail des calculs :

Tableau 1 - Production annuelle d'aluminium projetée

Année	Production - t/an	Économies - m^3/an	Économies - tCO2/an
2027	138 000	295 012	557
2028	183 000	391 211	739
2029	202 000	431 829	816
2030	202 000	431 829	816
2031	202 000	431 829	816
2032	202 000	431 829	816
2033	202 000	431 829	816
2034	202 000	431 829	816
2035	202 000	431 829	816
2036	202 000	431 829	816
Total 10 ans	1 937 000	4 140 855	7 823
Moyenne annuelle 10 ans	193 700	**414 086**	782

7. Détermination des risques pouvant avoir une incidence sur les réductions énergétiques du projet

Les éléments suivants peuvent avoir une conséquence négative sur le gain final :

	Variable	Effet
1	Le mode d'opération fait en sorte que la performance des brûleurs auto-récupératifs est moindre que prévue (< 9%)	Diminution des gains relatifs (< 9%) et absolus (< 782 tCO_2e/an)
2	La production d'aluminium réelle (t/an) est inférieure par rapport aux projections.	Pas de changement des gains relatifs (= 9%) mais diminution des gains absolus (< 782 tCO_2e/an).
3	Efficacité de référence différente de celle estimée (900 MJ/Tm) parce que le fait d'utiliser une capacité différente de sa capacité maximale aurait un effet sur son efficacité lorsqu'on l'opère de manière conventionnelle	Si elle est moins élevée (< 900 MJ/Tm) : Pas de changement des gains relatifs (= 9%) mais diminution des gains absolus (< 782 tCO_2e/an)

8. Rôles, responsabilités et coordonnées des intervenants dans le projet

Nom	Rôle	Responsabilité	Coordonnées
Sébastien Ross	Directeur Exécutif, Opérations Atlantique	Commanditaire du projet	581-447-1777 sebastien.ross@riotinto.com
David Gagnon	Directeur technique, Coulée	Responsable technique, choix de technologie	418 818 3162 david.Gagnon1@riotinto.com
Pascal Bejjani	Chef de projet	Responsable ingénierie	418 818 6279 pascal.bejjani@riotinto.com
Tony Houde	Chef de service projet billettes	Gestionnaire équipe opération	418 812-1589 tony.houde@riotinto.com
Jonathan Allard	Surveillant procédé coulée Alma	Responsable suivi procédé	418 818-7311 jonathan.allard@riotinto.com
Sabrina Guy	Conseillère principale coulée	Conseillère technique	418 718-8852 sabrina.guy@riotinto.com
Nicolas Rioux	Conseiller sénior Efficacité Énergétique	Personne contact auprès de TEQ	418-590-5324 nicolas.rioux@riotinto.com

9. Renseignements démontrant que le projet répond aux critères d'admissibilité du programme

Voici les détails démontrant les calculs d'admissibilité ainsi que les aides financières applicables :

Calculs rentabilité et subventions :

	Diminution de gaz naturel	
Diminution de gaz naturel	431 829	m^3/an
Coût gaz naturel	0,34	$/$m^3$ (incluant SPEDE, voir analyse tarif)
Économie gaz naturel	145 366	$/an
Facteur GES gaz naturel	1 889	g CO_2 eq/m^3
Diminution GES gaz naturel	816	Tm/an
Surcoût du projet pour être plus efficace	1 701 181	$
PRI simple	11,7	années (doit être en 1 et 20 ans)
Taux aide financière	1,00	$/$m^3$ (voir tableau plus bas)
Aide maximale du programme	1 000 000	Maximum 1 M$
Aide maximale selon Capex	850 591	50% du Capex
Aide maximale selon réduction GN	431 829	$/$m^3$ économisé
Montant subvention Énergir	**431 829**	moins élevé des 3 alternatives
	25,4%	
Économies GES		Si économies $ GES de plus applicables
PRI incluant subv. et GES	8,732	années

Au niveau des économies énergétiques annuelles, comme la production sera en démarrage au courant des trois (3) premières années, nous avons considéré la production moyenne d'aluminium projetée des 10 premières années du projet. Cette méthodologie de calcul nous a été confirmée par vos représentants du programme ÉcoPerformance.

Le surcoût du projet qui fut considéré, est la différence de coûts (fourniture, installation et autres travaux requis) entre des brûleurs efficaces et des brûleurs de type conventionnels.

Au niveau des coûts énergétiques associés au gaz naturel, nous avons pris le tarif moyen réel de la dernière année (total janvier à décembre 2024), projeté les tarifs futurs selon un taux d'inflation de 4 % pour les 10 premières années du projet, et avons considéré la moyenne de ces 10 années pour déterminer le tarif applicable. En sus de ces coûts, nous avons considéré le dernier tarif SPEDE en vigueur (décembre 2024). Voici les détails des calculs de l'évaluation tarifaire :

Tableau 2 - Tarif Gaz naturel réel 2024

Item	Unité	2024 (Jan-Déc)
Volume GN indiqué sur la facture Énergir	m^3	36 020 794
Frais de socialisation GNR	$CA	12 445
Transport	$CA	1 093 598
Équilibrage	$CA	621 973
Autres	$CA	37 775
Distribution	$CA	1 307 004
Coût total autre (transp., distr., équil., autres)	$CA	3 072 795
Coût SPEDE	$CA	2 773 184
Coûts molécule	$CA	3 718 864
Coût total incluant SPEDE	$CA	9 564 843
Tarif total autre (transp., distr., équil., autres)	$CA/$m^3$	0,085
Tarif total excluant SPEDE	**$CA/$m^3$**	**0,189**
Tarif total excluant SPEDE	$CA/GJ	4,976
Tarif total incluant SPEDE	$CA/$m^3$	0,266

Tableau 3 - Tarif gaz naturel - Ajusté sur 10 ans

Taux d'inflation considéré : 4,0%

ALM	Tarif estimés - $/$m^3$, considérant taux d'inflation												
Item	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Tarif total sans SPEDE	0,189 $	0,196 $	0,204 $	0,212 $	0,221 $	0,229 $	0,239 $	0,248 $	0,258 $	0,268 $	0,279 $	0,290 $	0,302 $

Moyenne 10 premières années : **0,2546 $**

Coûts SPEDE le plus à jour : 0,0820 $/m3, selon facture 2024-12 d'Énergir
43,3965 $CA/t CO2

Tarif total considéré : 0,3366 $ $CA/m3

Selon tous ces calculs, la subvention du programme Implantation de mesures efficaces d'Énergir est de **431 829 $**, représentant ±25 % des coûts admissibles.

Une demande est également en processus auprès de Transition Énergétique Québec, où le montant calculé s'avère être de 391 170 $, représentant ±23 % des coûts admissibles. La somme des deux (2) demandes d'aides financières est donc de 822 999 $ (±48 % des coûts admissibles), ne dépassant pas 75 % des coûts maximum admissibles.

10. Calendrier du projet indiquant les dates importantes et les activités prévues

Tel que mentionné précédemment à l'item #3, le projet global dans son ensemble consiste en la construction d'un nouveau centre de coulée de billettes d'aluminium, qui inclut notamment l'implantation de trois (3) nouveaux fours d'homogénéisation.

Voici l'échéancier global du projet, soit les items visant la présente demande :

Étape	Date
Commande des fours auprès du fournisseur	**Mars 2025**
Fin de fabrication des fours	**Août 2025**
Travaux mécanique / électricité associés aux fours d'homogénéisation	**Sept 2025 à sept 2026**
Fin VPO (vérifications pré-opérationnelles)	**Octobre 2026**
Début opération	**Fin-janvier 2027**

Note :

Le projet est réalisé via plusieurs contrats d'ingénierie et de travaux distincts (lots de travaux). La commande des équipements industriels et l'installation est donc un contrat indépendant par exemple des travaux de construction du bâtiment, travaux de mécanique/électricité, etc. Il ne s'agit donc pas d'un seul contrat octroyé à un seul entrepreneur général.

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.

Mars 2025

N/Réf. : 24-12-05-SD – R01

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.

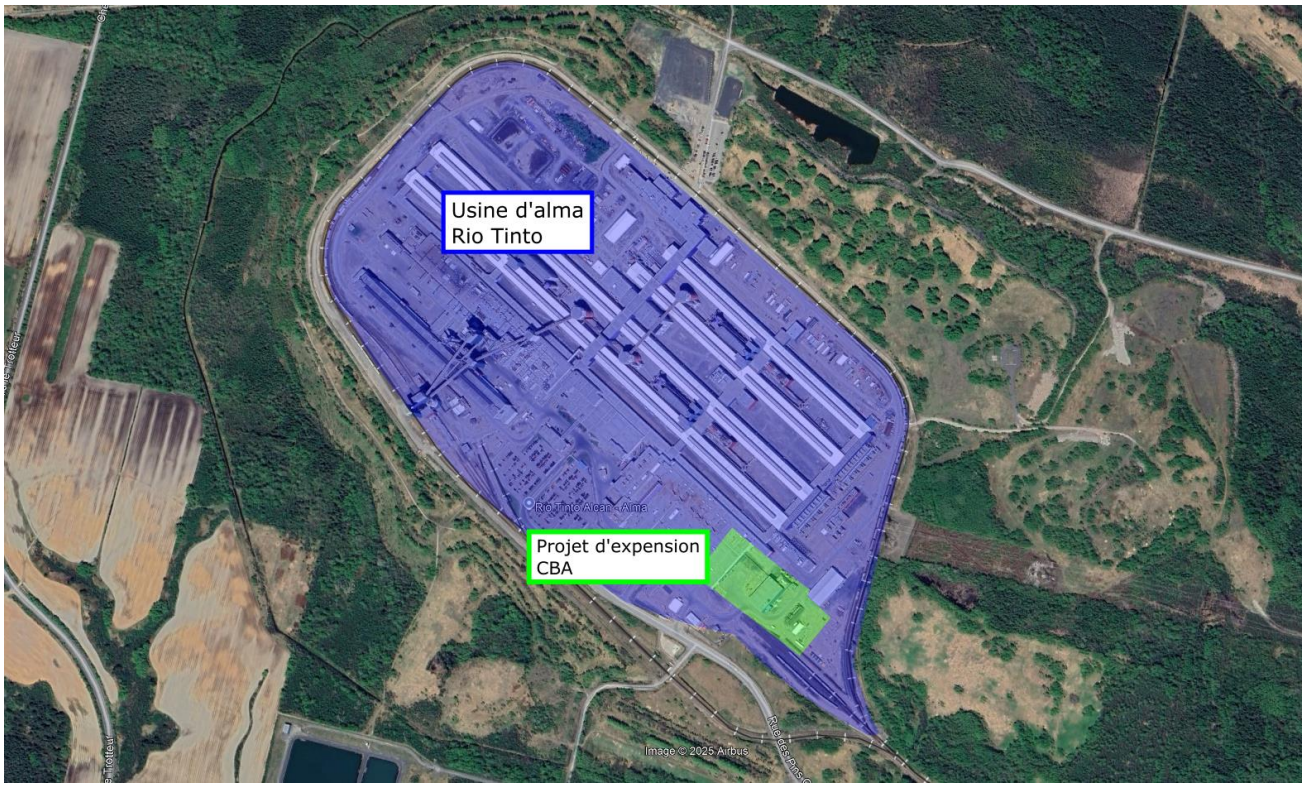


Figure 1: Localisation du projet d'expansion CBA (source : Google Earth)

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 sur l'environnement de 1997[2].

La contribution maximale de l'usine a été établie grâce aux limites de bruit décrites dans la note d'instruction 98-01 et des relevés sonores de bruit ambiant effectués en 1996 avant la construction de l'Usine d'Alma. Le Tableau 3 présente les niveaux Lar,12h (bruit ambiant) des 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	50	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.

[2] Climat sonore après l'implantation de l'usine Alma d'Alcan Métal Primaire – Rapport final, Décembre 2002, SNC-Lavalin

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 (3x);
- Tour d'eau (4x);
- Refroidisseur à billettes (2 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.

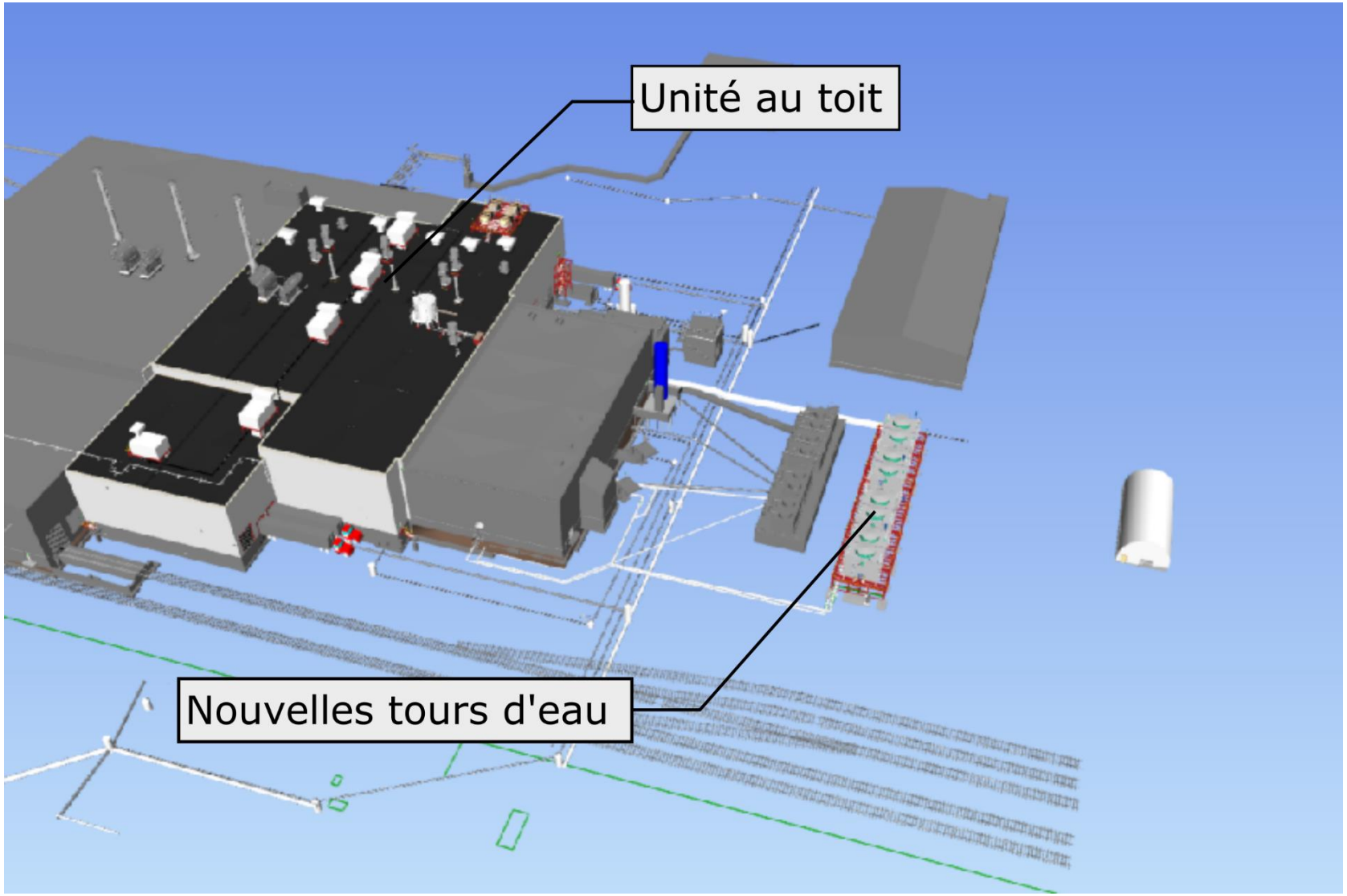


Figure 4 : Localisation des différentes sources sur le toit de l'usine et des tours d'eau (vue globale)

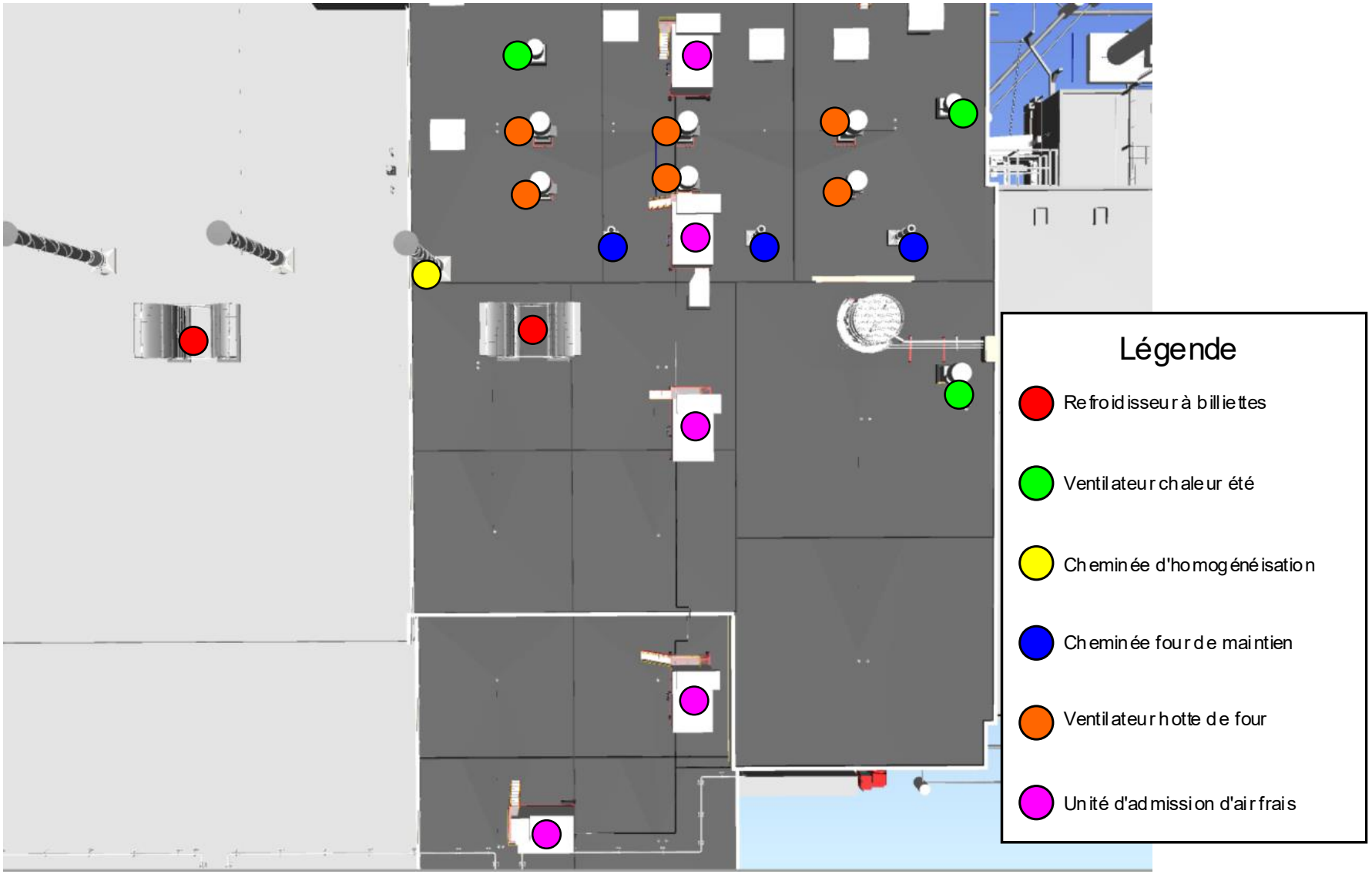


Figure 5 : Localisation des différentes sources sur le toit de l'usine (vue rapprochée)

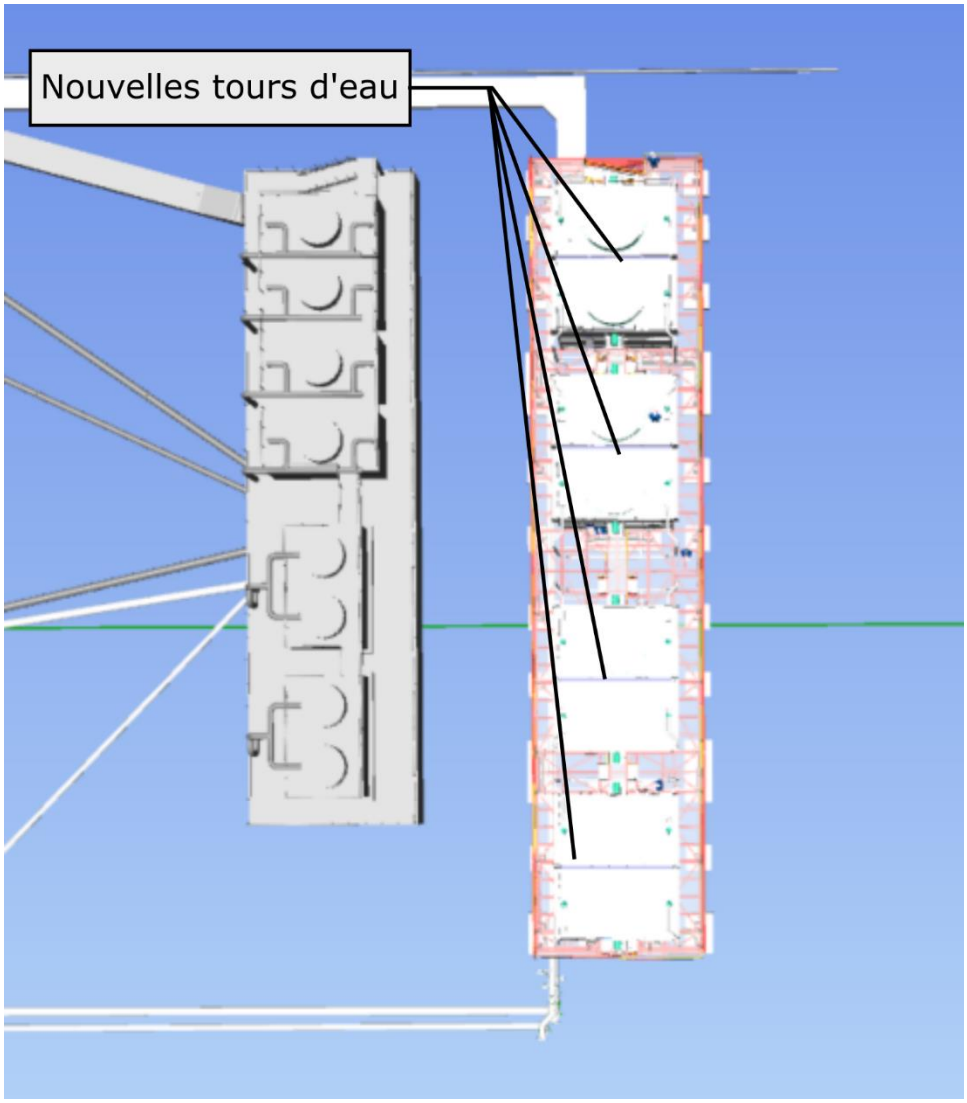


Figure 6 : Présentation des nouvelles tours d'eau (vue rapprochée)

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. Notez que, afin de limiter le bruit, un maximum de trois tours (soit 6 cellules) fonctionnera simultanément, avec une vitesse ne dépassant pas 68 % de leur capacité maximale.

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*	94	80	80	81	82	84	89	90	27
Cheminée du four de maintien	86	57	66	75	80	82	80	75	70
Évacuateur de hotte de four*	86	73	72	74	74	75	81	82	19
Évacuateur chaleur été*	86	73	72	74	74	75	81	82	19
Cheminée du four d'homogénéisation*	87	35	68	83	85	71	69	62	60
Unité d'admission d'air frais	93	72	88	91	73	67	59	57	36

* 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)
		Niveau sonore mesuré [dBA]	Différence [dB]	
P1	24	40	16	Oui
P2	30	40	10	Oui
P6	21	40	19	Oui
P7	22	40	18	Oui

Observation :

- Selon les résultats des simulations, le projet n'augmentera pas le bruit ambiant aux points d'évaluation, car l'écart entre la contribution sonore des nouveaux équipements et le bruit ambiant actuel est égal ou supérieur à 10 dB à l'ensemble des points.

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,** il est considéré que l'impact sonore de **l'ajout des nouveaux équipements sera négligeable** dans la communauté.

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

Le niveau sonore pour chacun des ventilateurs est montré dans le fichier attaché (Size 54 à 848 RPM).

Directivity/Reflection is a hemispherical radiation (Q = 2); Distance is 1 m.
At 1 m, the estimated sound pressure level:

1. outside the fan due to an open inlet OR outlet is 93 dBA.
2. housing radiated noise when inlet and outlet are ducted away from listening point is 83 dBA.

Nous avons 6 entrées ouvertes (double inlet), 2 par ventilateur. La sortie (outlet) des ventilateurs est connecté à un conduit donc pas de bruit généré à l'extérieur provenant de la sortie.

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

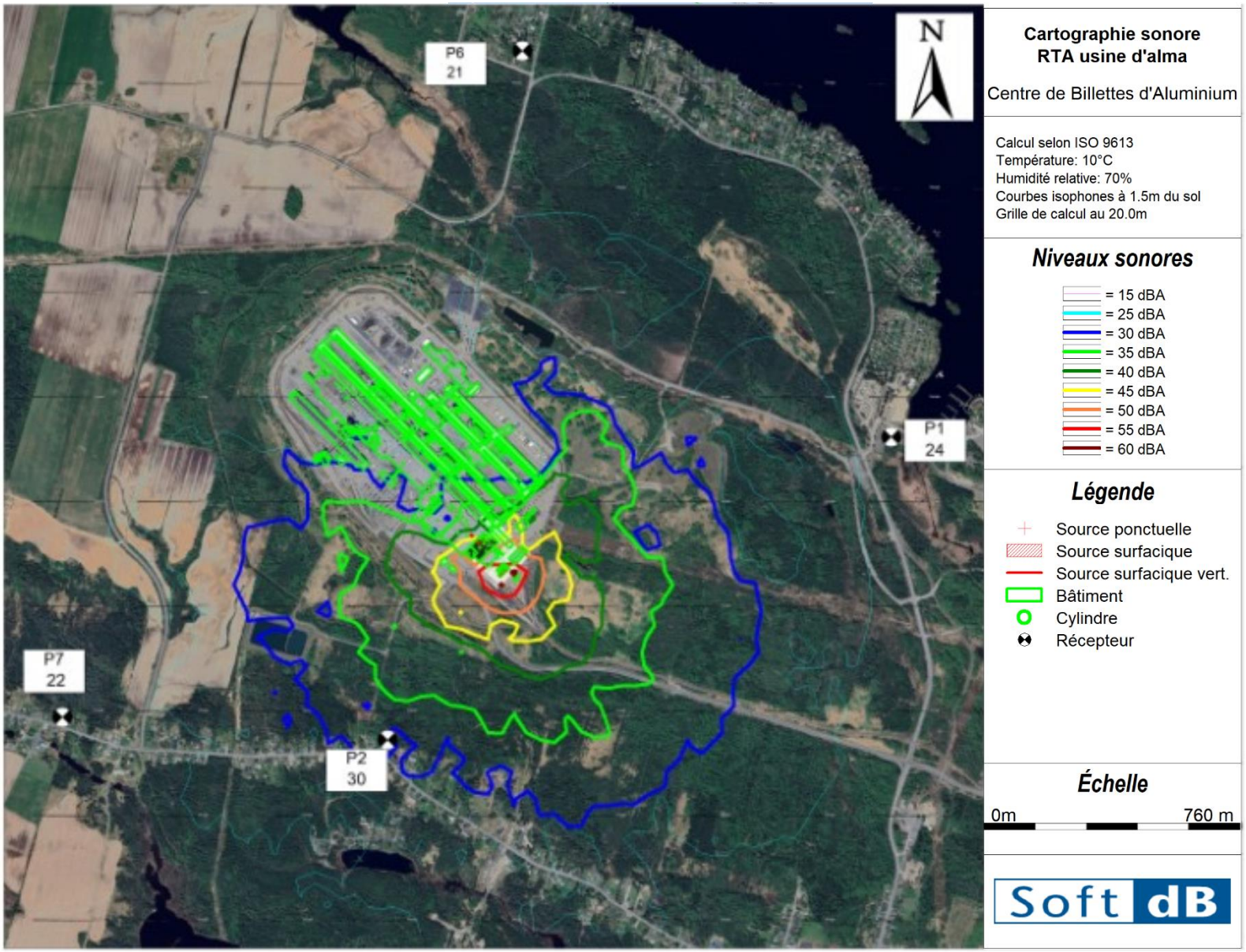


Figure 7 : Cartographie sonore – Usine d'alma – Projet CBA

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	23	7	12	18	18	17	11	-	-
	Unité d'admission d'air frais	15	-	10	13	-	-	-	-	-
	Refroidisseur à billettes	10	4	4	4	2	2	-	-	-
	Cheminée four de maintient	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hotte de four	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Évacuateur d'été	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cheminée d'homogénéisation	4	-	-	0,7	1	-	-	-	-
P2	Tours de refroidissement	29	14	18	23	24	23	18	-	-
	Unité d'admission d'air frais	21	1	17	19	-	-	-	-	-
	Refroidisseur à billettes	20	11	11	12	12	12	12	-	-
	Cheminée four de maintient	10	-	-	3	6	5	-	-	-
	Hotte de four	12	5	4	5	3	2	3	-	-
	Évacuateur d'été	8	2	0	1	-	-	-	-	-
	Cheminée d'homogénéisation	9	-	-	5	6	-	-	-	-
P3	Tours de refroidissement	20	4	9	15	14	13	5	-	20
	Unité d'admission d'air frais	13	-	8	10	-	-	-	-	13
	Refroidisseur à billettes	8	2	1	1	-	-	-	-	8
	Cheminée four de maintient	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hotte de four	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Évacuateur d'été	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cheminée d'homogénéisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	Tours de refroidissement	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Unité d'admission d'air frais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Refroidisseur à billettes	17	1	6	12	12	11	3	-	17
	Cheminée four de maintient	8	-	-	2	3	2	-	-	8
	Hotte de four	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Évacuateur d'été	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cheminée d'homogénéisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-