

Études de suivi des potagers aux alentours de l'usine Alma



CENTRE DE RECHERCHE
ET DE DÉVELOPPEMENT
EN AGRICULTURE

CENTRE DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

**Impact des émissions atmosphériques
de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants**

**...un outil essentiel
pour
l'agriculture !**



**Impact des émissions atmosphériques
de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants**

Rapport final

Réalisé par

Le Centre de recherche et de développement en agriculture

Décembre 2004



**CENTRE DE RECHERCHE
ET DE DÉVELOPPEMENT
EN AGRICULTURE**

CENTRE DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

640, rue Côté ouest, Alma, (Québec) G8B 7S8
Téléphone : (418) 480-3300 • Télécopieur : (418) 480-3306
Courrier électronique : crda@digicom.qc.ca





Réalisé par le Centre de recherche et de développement en agriculture

Coordination

Richard Wieland, agr.

Recherche et rédaction

Anne Guilbert, ing, M.Sc., Centre de recherche et de développement en agriculture
Antoine Bédard, agr., Consultants Agrios

Révision linguistique

Édith Paradis



Table des matières

Table des matières.....	4
Liste des tableaux.....	5
Liste des figures.....	5
1. Introduction.....	6
2. Mandat.....	7
3. Objectifs.....	7
4. Méthodologie.....	8
4.1. Recherche d'information.....	8
4.2. Inventaire et sélection des potagers.....	8
4.3. Sélection des potagers.....	8
4.4. Échantillonnage et analyses de laboratoire.....	9
4.4.1. Date et type d'échantillonnage.....	9
4.4.2. Méthode d'échantillonnage.....	10
4.4.3. Analyses de laboratoire.....	10
5. Résultats.....	11
5.1. Recherche d'information.....	11
5.2. Inventaire et sélection des potagers.....	11
5.3. Analyses de sol.....	14
5.3.1. Analyses standard.....	14
5.3.2. Analyses des fluorures.....	15
5.3.3. Analyse des HAP.....	23
5.4. Analyses des plantes.....	28
5.4.1. Fluorures totaux.....	28
5.4.2. HAP totaux.....	32
6. Conclusion.....	37
Annexe 1. Revue de la littérature sur les fluorures.....	39
Annexe 2. Revue de la littérature sur les HAP.....	1
Annexe 3. Questionnaire relatif aux potagers sélectionnés.....	1
Annexe 4. Lettre explicative du laboratoire Éco-Santé.....	42
Annexe 5. Inventaire des potagers.....	43
Annexe 6. Résultats des tests statistiques.....	44



Liste des tableaux

Tableau 1. Fiche d'échantillonnage pour les analyses des légumes, été 2000-2002	9
Tableau 2. Fiche d'échantillonnage pour les analyses de sol 2000-2003	10
Tableau 3. Liste des potagers sélectionnés.....	11
Tableau 4. Analyses de sol standard, été 2000, 2001 et 2002.....	14
Tableau 5. Concentration en fluorures disponibles dans les sols des sites échantillonnés, été 2000, 2001 et 2002.	16
Tableau 6. Concentration en fluorures extractibles à l'eau dans les sols des sites échantillonnés, été 2001 et 2002.	20
Tableau 7. Concentration en fluorures extractibles à l'eau dans les sols des sites échantillonnés, été 2002.	22
Tableau 8. Concentration en fluorures disponibles et extractibles dans les sols des sites échantillonnés et leur témoin, septembre 2001.	23
Tableau 9. Grille des critères génériques pour les HAP dans les sols.....	24
Tableau 10. Concentration en HAP totaux dans les sols des sites échantillonnés, été 2000 à 2002.....	25
Tableau 11. Description des échantillons ne respectant pas le critère A du MENV, pour les HAP, 2000-2003.	27
Tableau 12. Concentrations en fluorures totaux dans les haricots, été 2000 à 2002.....	28
Tableau 13. Concentrations en fluorures totaux dans les carottes, été 2000 à 2002	29
Tableau 14. Concentrations en fluorures totaux dans la laitue, été 2000 à 2002	30
Tableau 15. Concentrations en fluorures totaux dans les tomates, été 2000 à 2002	31
Tableau 16. Concentrations en HAP totaux dans les haricots, été 2000 à 2002	32
Tableau 17. Concentrations en HAP totaux dans les carottes, été 2000 à 2002.....	33
Tableau 18. Concentrations en HAP totaux dans la laitue, été 2000 à 2002.....	34
Tableau 19. Concentrations en HAP totaux dans les tomates non lavées, été 2000 à 2002	35
Tableau 20. Concentrations en HAP totaux dans les tomates lavées, été 2000 à 2002	36

Liste des figures

Figure 1. Inventaire des potagers dans un rayon de 3 km de l'Usine Alma	12
Figure 2. Potagers sélectionnés pour l'échantillonnage aux environs de l'Usine Alma.....	13
Figure 3. Concentrations des fluorures disponibles (mg/kg) dans les sols, été 2000-2002	17
Figure 4. Concentrations des fluorures extractibles (mg/kg) dans les sols, été 2001 et 2002	21
Figure 5. Concentrations en HAP totaux (mg/kg) dans les sols, été 2000	26



1. Introduction

L'opération d'une aluminerie peut émettre des fluorures et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'environnement. Lors de la commission du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement qui a siégé dans la région, certains citoyens d'Alma ont exprimé leur inquiétude en regard de l'innocuité des légumes produits dans leurs potagers. Ces citoyens ont donc demandé à Alcan métal primaire de s'assurer que leurs potagers ne seraient pas contaminés par les émissions atmosphériques.

Suite à ces préoccupations, Alcan métal primaire a demandé l'expertise du Centre de recherche et de développement en agriculture afin de piloter une étude. L'objectif de celle-ci, sur une période de trois ans (2000-2003), était d'analyser les légumes produits et les sols des potagers situés à proximité de l'Usine Alma.

Le présent document fait suite aux rapports d'étape présentés au printemps 2001 et 2002. Il se veut un bilan des activités qui ont eu lieu durant toute la durée du projet. Les résultats des échantillonnages de la campagne 2000, 2001 et 2002 seront présentés, puis comparés. Il faut se rappeler que les premiers résultats (été 2000) correspondent à l'année témoin, car l'aluminerie n'était pas encore en opération. Il sera donc intéressant de voir si les résultats ont varié suite au démarrage de l'usine.

En terminant, notez que ce rapport final est présenté plus tard que prévu à l'échéancier initial, et ce, en raison des délais encourus pour l'analyse des échantillons.



2. Mandat

Le Centre de recherche et de développement en agriculture a été mandaté par Alcan métal primaire pour mesurer les concentrations en fluorures et en HAP dans le sol et dans les légumes des potagers situés à proximité de la nouvelle aluminerie.

3. Objectifs

L'objectif général est d'évaluer les sols et les récoltes des potagers situés à proximité de l'usine au cours des saisons de croissance 2000, 2001 et 2002.

Les objectifs spécifiques sont :

- de répertorier et de cartographier tous les potagers situés dans un rayon d'environ 3 kilomètres de l'aluminerie;
- d'évaluer la teneur en fluorures et en HAP des récoltes de légumes de douze potagers situés dans un rayon de 3 kilomètres de l'aluminerie durant les saisons de croissance 2000, 2001 et 2002;
- d'analyser les sols (analyses de sols standards, fluorures et HAP) de douze potagers situés dans un rayon de 3 kilomètres de l'aluminerie durant les saisons de croissance 2000, 2001 et 2002.



4. Méthodologie

4.1. Recherche d'information

Afin de connaître le comportement des fluorures (annexe 1) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (annexe 2) dans l'environnement, une recherche d'information a été effectuée. Celle-ci a permis d'approfondir certains aspects, tels les sources de pollution, la mobilité de ces polluants dans l'air et dans le sol, les modes d'absorption par les plantes et les normes en vigueur.

4.2. Inventaire et sélection des potagers

La deuxième partie du projet consistait à inventorier tous les potagers situés dans un rayon de 3 kilomètres de l'Usine Alma. Tous les résidents situés à l'intérieur de ce périmètre ont été contactés par téléphone. Les entrevues téléphoniques se sont déroulées au printemps 2000. Un bref questionnaire leur était alors administré.

Afin d'obtenir une représentation visuelle des potagers répertoriés, une mission de géopositionnement a été effectuée. En effet, une équipe s'est rendue sur le terrain pour déterminer la position exacte des potagers à l'aide d'un « GPS ». Ces positions ont ensuite été transférées sur une carte géographique détaillée, ce qui permet de visualiser l'ensemble des potagers situés à proximité de l'Usine Alma. Les résultats sont présentés à la section 5.2.

4.3. Sélection des potagers

Pour des raisons logistiques et économiques, il était impossible de procéder à l'analyse de tous les potagers situés à proximité de l'usine. De concert avec le client (Alcan métal primaire), il a été convenu de retenir douze potagers pour procéder à des échantillonnages et des analyses. Les critères de sélection étaient les suivants :

- pérennité du potager pour les trois années de l'étude;
- position géographique du potager;
- présence de carottes, de laitue, de haricots et de tomates;
- dimensions;
- réceptivité des gens face au projet.

Le questionnaire utilisé lors de l'entrevue téléphonique a permis d'effectuer une présélection des potagers. Par la suite, douze des potagers sélectionnés ont été retenus, de façon à obtenir une distribution spatiale la plus uniforme possible autour de l'usine.

Suite à la sélection, les propriétaires des douze potagers ont été rencontrés individuellement. Un questionnaire leur était alors administré (annexe 3). Celui-ci a permis de recueillir des informations quant aux pratiques culturales, aux produits utilisés, aux dates de récolte, aux appréhensions et aux disponibilités des gens.



4.4. Échantillonnage et analyses de laboratoire

4.4.1. Date et type d'échantillonnage

L'un des objectifs de ce projet était de mesurer la quantité de fluorures et de HAP que les légumes des potagers, situés près de l'Usine Alma, pouvaient contenir. Comme les échantillons doivent être représentatifs de la réalité, il fallait attendre que la maturité ait été atteinte avant de récolter les échantillons. De cette façon, les échantillons prélevés représentent exactement ce que les gens consomment. Un contact téléphonique a permis de connaître la maturité des potagers et, donc, la date d'échantillonnage. Les types d'échantillons prélevés dans les potagers ainsi que la date de prélèvement des légumes sont présentés au tableau 1.

Tableau 1. Fiche d'échantillonnage pour les analyses des légumes, été 2000-2002

Type d'échantillon	Paramètres analysés	Nombre d'échantillons	Date d'échantillonnage
Tomates lavées	Fluorures totaux HAP totaux	12	Août - septembre
Tomates non lavées	Fluorures totaux HAP totaux	12	Août - septembre
Carottes lavées	Fluorures totaux HAP totaux	12	Août - septembre
Laitues lavées	Fluorures totaux HAP totaux	12	Juillet
Haricots lavés	Fluorures totaux HAP totaux	12	Août - septembre

Au niveau des sols, certaines modifications ont été apportées en cours de projet. En 2001, suite à une rencontre avec MM. Gaston Charest et Réналd Violette d'Alcan, il a été convenu d'ajouter un échantillonnage de sol pour les trois sites présentant les concentrations en fluorures les plus élevées. Ces échantillonnages ont eu lieu à proximité des jardins concernés et ont servi en quelque sorte de témoin afin de valider les résultats de l'année 2000. Le tableau 2 présente les éléments qui ont été analysés dans les sols. Il faut noter qu'une analyse des fluorures extractibles au niveau des sols a aussi été ajoutée, à la demande de M. Gaston Charest. Cette dernière permet de caractériser davantage les fluorures présents. Cette analyse n'a pas requis d'échantillonnage supplémentaire, car elle a été effectuée à l'aide des mêmes échantillons de sol.



Tableau 2. Fiche d'échantillonnage pour les analyses de sol 2000-2003

Paramètre analysé	Année d'échantillonnage	Nombre d'échantillons	Date d'échantillonnage
Fluorures disponibles	2000-2002	12	septembre*
Fluorures extractibles	2001-2002	12	septembre
Fluorures disponibles (témoin)	2001	3	septembre
Fluorures extractibles (témoin)	2001	3	septembre
HAP totaux	2000-2002	12	septembre
Analyses standards	2000-2002	12	juin

* En 2000, un échantillon a été prélevé en juin également pour l'analyse des fluorures disponibles.

4.4.2. Méthode d'échantillonnage

Les échantillons de sol ont été prélevés de façon aléatoire, à l'aide d'une tarière, dans les 15 premiers centimètres de sol. Tous les échantillons étaient ensuite placés dans des contenants identifiés avant d'être envoyés au laboratoire. Les contenants ont été choisis de manière à ne pas contaminer les échantillons (contenants stériles).

En ce qui concerne les légumes, ils ont été prélevés aléatoirement sur les différentes parties de la plante, de façon à avoir un échantillon le plus représentatif possible. Ils étaient ensuite placés dans des contenants stériles puis envoyés vers le laboratoire pour l'analyse.

4.4.3. Analyses de laboratoire

Toutes les analyses ont été effectuées au laboratoire Éco-Santé (Jonquière), excepté les analyses de sol standard (azote, phosphore et potassium), qui ont été traitées chez Agri-Direct (Longueuil). Les méthodes d'analyse pour les fluorures et les HAP, officiellement recommandées par Alcan, ont été utilisées. Celles-ci sont compatibles avec les normes établies par le ministère de l'Environnement du Québec.

Certains problèmes ont été rencontrés par le laboratoire Éco-Santé lors des analyses. Une lettre faisant état de la situation est jointe à l'annexe 4.

Selon les spécifications du tableau 1, il a été déterminé que les légumes allaient être lavés de manière à représenter la réalité le plus justement possible. Effectivement, les gens ont l'habitude de laver leurs légumes avant de les manger. Ainsi, les carottes, la laitue, les tomates et les haricots ont été lavés avant d'être analysés. Par contre, comme il arrive que les tomates ne soient pas lavées avant d'être mangées, un échantillon de ce légume a été analysé sans procéder à l'étape du lavage.

Le lavage a été effectué au laboratoire, à l'aide d'une brosse spécifique, de manière à ne pas contaminer les échantillons.



5. Résultats

5.1. Recherche d'information

La recherche d'information sur le comportement des fluorures dans l'environnement est présentée à l'annexe 1, alors que celle sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) est présentée à l'annexe 2.

5.2. Inventaire et sélection des potagers

La figure 1 présente la position des 166 potagers inventoriés dans un rayon de 3 kilomètres autour de l'usine. L'annexe 5 présente la liste complète des coordonnées des propriétaires de ces potagers. Parmi ces derniers, douze ont été sélectionnés. Un seul changement a eu lieu en cours de projet. En effet, M^{me} Lynda Gervais, habitant sur le chemin du Lac Sophie, a déménagé après la saison 2000. La nouvelle propriétaire, M^{me} Nancy Mercier, a accepté de cultiver le potager afin de poursuivre le projet. Il y a donc eu un changement d'identité, mais le jardin est demeuré intact. Les coordonnées complètes et révisées sont présentées au tableau 3. La position de ces potagers est illustrée à la figure 2.

Tableau 3. Liste des potagers sélectionnés

Numéro de potager	Nom	Adresse	Téléphone
3	Bouchard, Johanne	2875, rang Scott	669-1163
8	Simard, Roger	640, av. Tremblay	668-8251
9	Harvey, Marcel	2815, rang Melançon	668-3140
10	Simard, Marcel	3035, rang Melançon	668-8917
13	Mercier, Nancy	4205, ch. du Lac Sophie	662-9746
14	Vézina, Étienne	3775, rang Melançon	662-2618
17	Tremblay, France	1000, ch. de la Baie Boudreault N	669-0988
20	Scullion, Russell	4145, ch. des Treize	668-5587
23	Gagnon, Vincent	3665, baie des Vingt-deux	662-9193
24	Harvey, Jean-Eudes	3070, ch. des Fauvettes	668-2611
26	Richard, Denise	2295, ch. de La Rive	662-5616
27	Lajoie, Lucie	1761, ch. de La Rive	668-4919



Figure 1. Inventaire des potagers dans un rayon de 3 km de l'Usine Alma

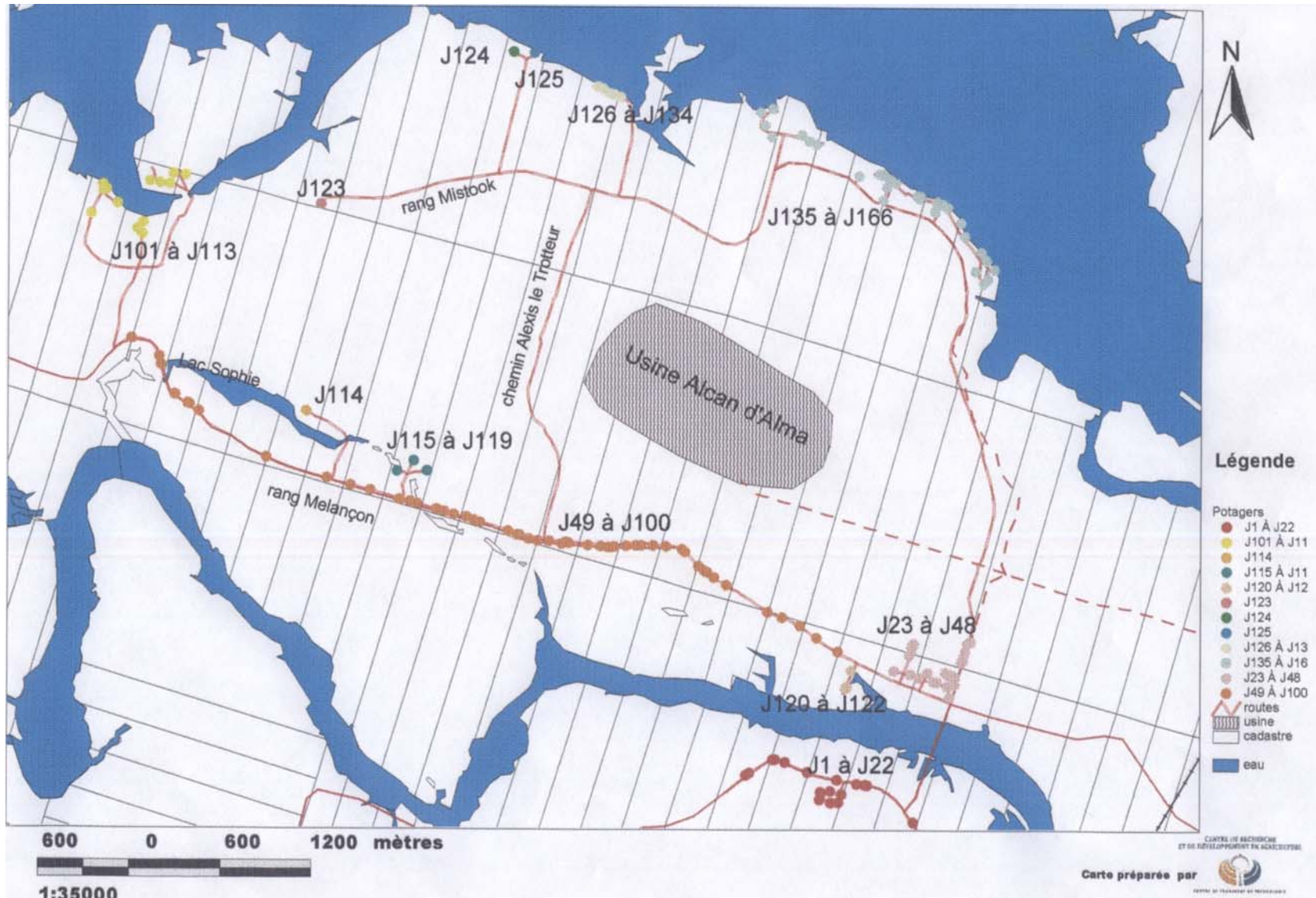
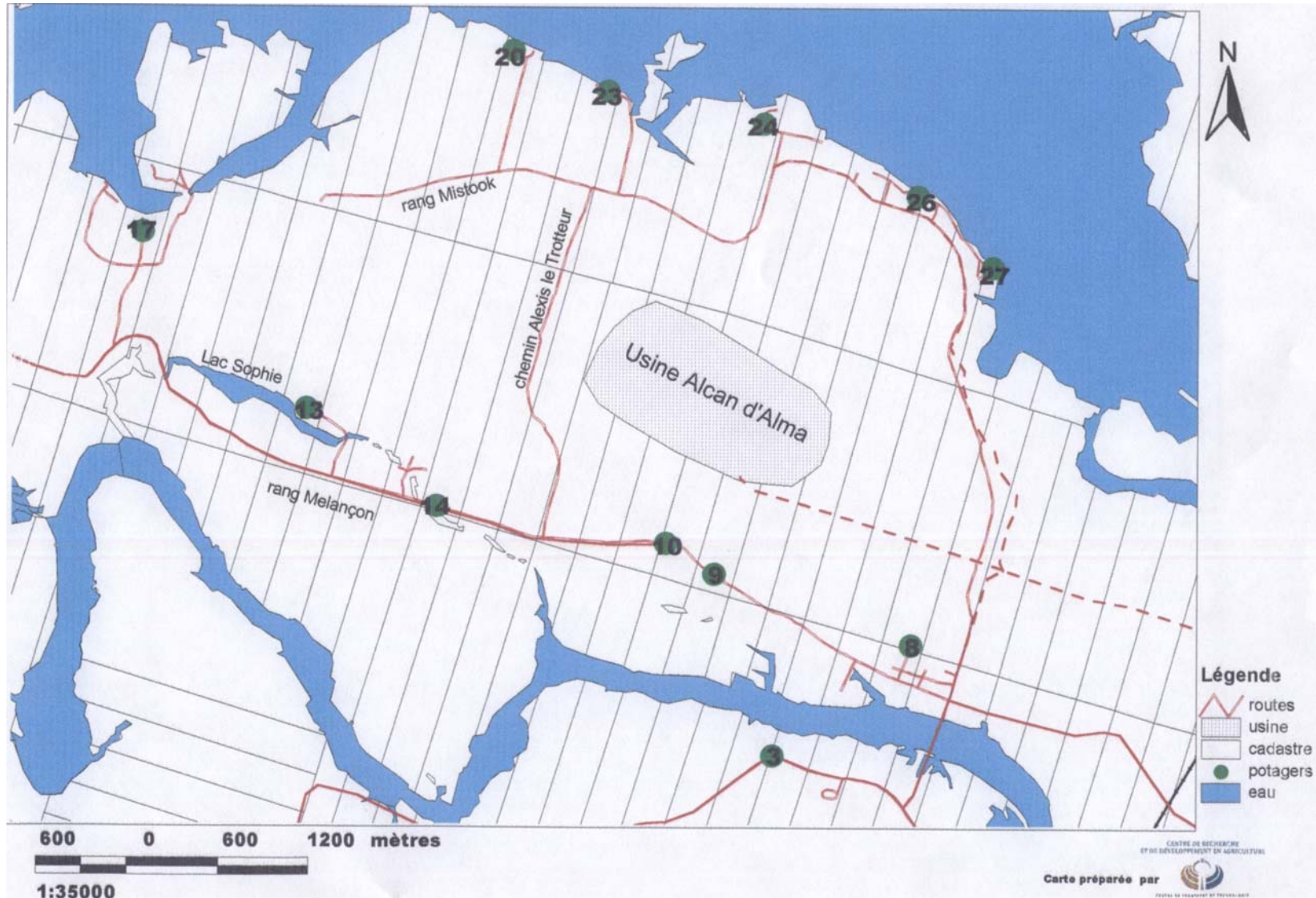




Figure 2. Potagers sélectionnés pour l'échantillonnage aux environs de l'Usine Alma





5.3. Analyses de sol

5.3.1. Analyses standard

Le tableau 4 présente les résultats des analyses de sol standard pour les saisons 2000 à 2002 de chaque potager.

Tableau 4. Analyses de sol standard, été 2000, 2001 et 2002

Potager	Année	pH (eau)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Al (ppm)	Saturation en P - P/Al (%)	CEC estimée (meq/100 g)	Matière organique (%)
3	2000	7,4	404	471	295	10 400	1 250	14,5	24,9	5,9
	2001	7,3	265	409	238	9 300	1 330	8,9	22,1	5,6
	2002	7,2	348	339	192	8 430	1 500	10,3	19,9	6,3
8	2000	6,1	135	349	377	5 230	1 030	5,8	21,8	20,2
	2001	6,0	135	189	393	6 270	1 210	5,0	26,5	16,7
	2002	6,4	131	217	531	7 610	1 330	4,4	28,2	21,5
9	2000	5,9	104	498	249	2 980	1 640	2,8	18,0	8,0
	2001	5,9	99	596	253	3 440	1 740	2,6	21,0	7,7
	2002	6,0	164	687	307	4 200	1 900	3,9	23,0	7,9
10	2000	6,3	314	266	236	4 230	1 500	9,3	16,9	6,4
	2001	6,6	255	254	275	5 390	1 530	7,4	17,8	7,0
	2002	6,6	359	237	301	5 840	1 880	8,5	18,9	6,6
13	2000	6,7	61	153	298	5 790	727	3,8	17,8	14,8
	2001	7,0	59	125	416	8 720	858	3,1	22,0	16,2
	2002	7,9	120	505	1 065	11 100	894	6,0	29,4	14,6
14	2000	7,0	503	1 240	588	6 230	1 230	18,3	18,4	8,8
	2001	6,9	483	999	627	8 060	1 240	17,4	23,3	8,3
	2002	6,9	434	1 010	616	8 400	1 400	13,8	24,0	8,2
17	2000	7,4	421	980	1 150	10 200	1 170	16,1	28,2	12,9
	2001	8,6	422	5 500	2 460	25 800	766	24,6	73,1	13,4
	2002	8,3	466	3 860	4 450	34 000	753	27,7	96,8	15,7
20	2000	7,1	140	921	405	6 060	1 460	4,3	16,1	8,5
	2001	7,1	114	1 090	480	9 160	1 410	3,6	23,5	10,7
	2002	7,1	130	930	479	8 110	1 580	3,7	21,0	10,3
23	2000	7,0	560	860	501	7 530	1 290	19,4	20,5	9,6
	2001	7,1	579	1 120	570	8 380	1 270	20,3	22,1	9,2
	2002	7,2	635	748	521	8 610	1 430	19,8	22,0	8,5
24	2000	5,9	60	706	313	4 170	1 570	1,7	23,0	19,7
	2001	6,3	63	2 030	702	5 550	1 490	4,8	28,0	15,0
	2002	6,0	103	1 390	911	10 900	2 820	1,6	42,9	22,3
26	2000	6,4	58	448	227	3 920	1 580	1,6	16,4	6,1
	2001	6,7	75	435	273	6 650	1 470	2,3	20,0	7,1
	2002	7,0	92	481	324	8 350	1 510	2,7	21,3	7,9
27	2000	5,2	245	87	228	3 140	1 520	7,2	15,2	15,3
	2001	5,4	179	138	232	3 890	1 570	5,1	25,0	11,9
	2002	5,5	263	139	386	5 060	1 660	7,1	28,2	16,0



Généralement, les résultats d'analyse standard concordent d'une année à l'autre. Entre 2000 et 2001, un seul site a connu de grandes variations au niveau de l'analyse, soit le potager numéro 17. Les variations les plus impressionnantes se situent au niveau du pH (de 7,4 à 8,6), de la concentration en potassium (980 à 5 500 kg/ha) et de la concentration en calcium (10 200 à 25 800 kg/ha). Ces variations s'expliquent par le fait que les propriétaires ont épandu une bonne quantité de cendres de bois, à l'automne et au printemps. Ces cendres sont très riches en calcium et en potassium, ce qui a eu comme effet d'augmenter considérablement la concentration de ces éléments, ainsi que le pH du sol.

Entre 2001 et 2002, ce sont les potagers 13, 17 et 24 qui ont subi d'importantes variations. Les différences sont surtout au niveau du pH, de la concentration en potassium, en magnésium et en calcium. Les hausses subites sont dues à l'apport de fertilisants ou d'amendements (composts, engrais chimiques, cendres de bois, etc.), tandis que les baisses subites suivent une année où il y a eu une hausse importante. Le principe est simple, lorsqu'une importante quantité de fertilisant ou d'amendement est apportée au sol, ce dernier voit sa composition varier rapidement. Toutefois, ces changements peuvent être de courte durée, car le sol n'est pas en mesure de retenir une telle quantité d'éléments. Une fraction de ces éléments est donc perdue, emportée avec l'eau qui circule sur ou dans le sol.

En général, les jardins sont excessivement riches en éléments minéraux et le taux de matières organiques est très élevé. Les pH sont souvent trop élevés. Toutes ces caractéristiques proviennent de l'utilisation abondante de composts domestiques, de cendre de bois ou de fertilisants chimiques et sont le propre des potagers.

5.3.2. Analyses des fluorures

Il existe plusieurs méthodes permettant d'extraire les fluorures du sol. Chaque méthode a sa propre efficacité et permet d'extraire une quantité différente de fluorures. Lors de ce projet, deux méthodes d'extraction ont été utilisées. Les fluorures seront donc divisés en deux catégories, ceux disponibles et ceux extractibles.

Les fluorures disponibles représentent la portion qu'il est possible d'extraire à partir d'une distillation en milieu acide. La méthode utilisée par le Laboratoire Éco-Santé est la suivante : ESM-17 (distillation et électrode spécifique). Il s'agit d'une distillation suivie d'un dosage avec électrode à ions spécifiques. Cette méthode permet d'extraire une bonne partie des fluorures présents dans le sol, mais ne représente pas tout à fait la concentration en fluorures totaux du sol. En effet, certains fluorures très fortement fixés au sol ne sont extraits qu'à partir d'une fusion.

Les fluorures extractibles représentent, quant à eux, la fraction qu'il est possible d'extraire avec une simple lixiviation à l'eau. La méthode utilisée par le Laboratoire Éco-Santé est la suivante : ESM-17 (extraction à l'eau et électrode spécifique). C'est donc la partie des fluorures qui peut être potentiellement solubilisée dans la solution du sol et, donc, qui est facilement assimilable



par les plantes ou encore lessivable. Cette fraction est généralement beaucoup moins importante que celle représentée par les fluorures disponibles.

A. Fluorures disponibles

Le tableau 5 et la figure 3 présentent les concentrations en fluorures disponibles des sites échantillonnés à l'été 2000, 2001 et 2002.

Tableau 5. Concentration en fluorures disponibles dans les sols des sites échantillonnés, été 2000, 2001 et 2002

Numéro de potager	Fluorures disponibles (mg/kg) juil-00	Fluorures disponibles (mg/kg) sept-00	Fluorures disponibles (mg/kg) sept-01	Fluorures disponibles (mg/kg) sept-02
3	265	258	270	280
8	232	246	279	255
9	527	541	497	528
10	351	359	337	300
13	191	216	222	235
14	205	287	229	237
17	155	174	181	150
20	497	474	506	561
23	312	329	357	328
24	258	324	331	325
26	395	393	347	402
27	235	227	182	215
Moyenne	301,9	319,0	311,5	318,0
Écart-type	119,0	109,0	107,9	123,7

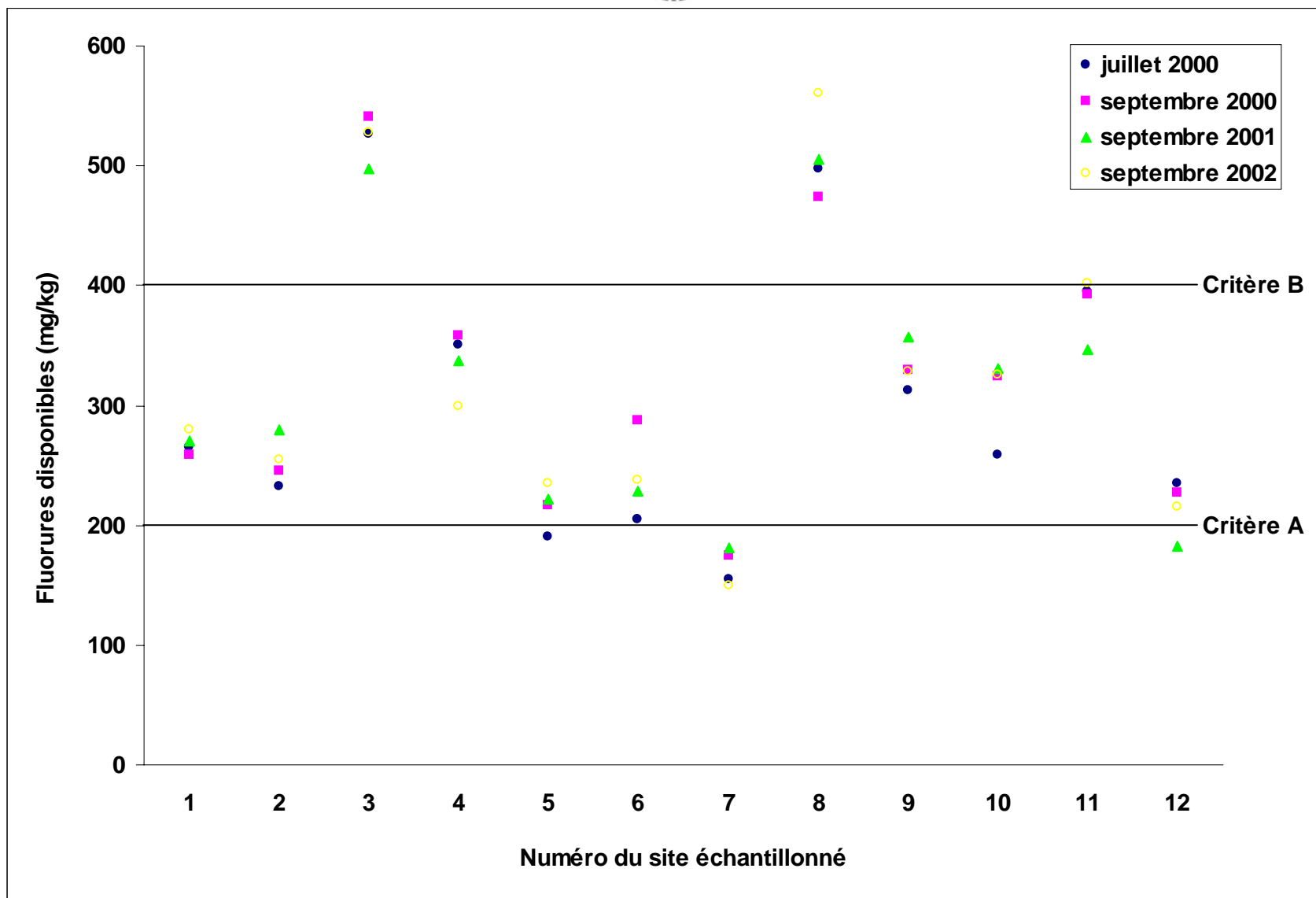


Figure 3. Concentrations des fluorures disponibles (mg/kg) dans les sols, été 2000-2002



Par rapport à l'année 2000 (année témoin), les résultats de l'année 2001 sont variables. Six sites sur douze (50 %) montrent une concentration en fluorures disponibles supérieure aux résultats précédents, tandis que quatre d'entre eux montrent une concentration inférieure (33 %). Les deux autres sites (17 %) affichent une concentration se situant entre les deux résultats mesurés à l'année 2000. Bien que la moitié des sites présente davantage de fluorures, il n'en demeure pas moins que la moyenne des concentrations en fluorures, en septembre 2001, est inférieure à celle de septembre 2000 (voir tableau 5).

À l'année 2002, sept sites sur douze (58 %) montrent une concentration en fluorures disponibles supérieure aux résultats de l'année 2001, tandis que quatre d'entre eux affichent une concentration supérieure aux deux années précédentes (2000 et 2001). La moyenne des concentrations est légèrement supérieure à celle de l'année précédente, sans toutefois être très différente. Par rapport à l'année témoin, la moyenne des concentrations est presque identique. Il n'y a donc pas de tendance claire au niveau d'une augmentation ou d'une diminution des concentrations en fluorures disponibles dans le temps. Pour l'instant, les résultats sont plutôt stables d'une année à l'autre. Pour confirmer cette tendance, le test statistique sur les données paires (test bilatéral) indique qu'il n'y a pas de différence significative (à un niveau de confiance de 95 %) entre les séries d'analyses des années 2000, 2001 et 2002 (annexe 6).

Le ministère de l'Environnement du Québec a établi des critères génériques pour les sols dans sa *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Pour les fluorures disponibles, ces critères sont les suivants :

CRITÈRE DE SOL Fluorures disponibles (mg/kg de matière sèche)		
A	B	C
200	400	2000

Le ministère de l'Environnement du Québec prévoit trois niveaux de critères génériques pour plusieurs substances. Les niveaux (A, B et C) sont définis comme suit :

Niveau A : Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification pour les paramètres organiques. La limite de quantification est définie comme la concentration minimale qui peut être **quantifiée** à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie.

Niveau B : Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation résidentielle, récréative et institutionnelle. Sont également inclus les terrains à vocation commerciale situés dans un secteur résidentiel. L'usage institutionnel regroupe les utilisations telles que les hôpitaux, les écoles et les garderies. L'usage récréatif regroupe un grand nombre de cas possibles qui présentent différentes sensibilités.



Ainsi, les usages sensibles, comme les terrains de jeu, devront être gérés en fonction du niveau B. Pour leur part, les usages récréatifs, considérés moins sensibles, comme les pistes cyclables peuvent être associés au niveau C.

Niveau C : Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation commerciale, non situés dans un secteur résidentiel, et pour des terrains à usage industriel.

Les critères spécifiques pour l'usage agricole n'ont pas été intégrés dans cette grille, mais pourront être ajoutés ultérieurement. Cependant, sur une base intérimaire, il est recommandé que toute réutilisation d'un terrain pour des fins agricoles se fasse sur des sols propres, c'est-à-dire qui respectent le niveau A de la grille de critères. Dans le cas où les sols ne respectent pas ce niveau, il faut prouver que les concentrations retrouvées sur le terrain sont sécuritaires pour un usage agricole (ministère de l'Environnement du Québec, 2000).

Le seuil maximal de fluorures disponibles dans les sols, en zone résidentielle, est donc de 400 mg/kg. Au-delà de cette valeur, le sol est considéré contaminé. Dans un second temps, le ministère de l'Environnement du Québec suggère que tout usage des terres à des fins agricoles devrait respecter le critère A, soit un maximum de 200 mg/kg de fluorures disponibles. Selon ce critère, en 2002, onze potagers sur douze (92 %) dépasseraient le seuil fixé.

Ces critères sont délicats à interpréter, car certains sols non contaminés, situés dans des régions sans gisement naturel de phosphate ou de fluorures, ont des concentrations en fluorures disponibles variant de 20 à 1 000 mg/kg. Par contre, dans la majorité des cas, ces fluorures sont fixés aux particules du sol et la seule façon de les libérer est de les soumettre à un environnement très acide ou très alcalin. Ces fluorures ne posent donc pas un réel problème environnemental.

Comme mentionné précédemment, la méthode d'extraction par distillation en milieu acide permet de récupérer la majorité des fluorures présents dans le sol, qu'il s'agisse de fluorures naturels ou de fluorures découlant de l'activité humaine. Il est donc difficile, par cette analyse, de quantifier le degré de contamination d'un sol. En effet, bien que certains fluorures apparaissent à l'analyse, il n'en demeure pas moins qu'ils ne peuvent pas facilement entrer dans la solution du sol.

Les potagers étant une vocation agricole, le ministère de l'Environnement du Québec demande de prouver que l'utilisation du sol est sécuritaire. L'analyse des fluorures extractibles à l'eau et des fluorures contenus dans les végétaux permettra de préciser davantage le degré de contamination.

B. Fluorures extractibles à l'eau

Pour les années 2001 et 2002, une analyse des fluorures extractibles à l'eau a été ajoutée. Celle-ci représente la partie des fluorures du sol qu'il est possible d'extraire à l'aide d'une lixiviation à l'eau. Cette analyse est plus représentative des fluorures qui peuvent circuler dans



la solution du sol et, donc, qui sont réellement assimilables par les plantes par rapport aux fluorures disponibles qui sont parfois fortement fixés aux particules du sol et non disponibles pour les plantes. Le tableau 6 et la figure 4 présentent les concentrations de fluorures extractibles dans les sols, à l'été 2001 et 2002.

Tableau 6. Concentration en fluorures extractibles à l'eau dans les sols des sites échantillonnés, été 2001 et 2002

Numéro de potager	Fluorures extractibles à l'eau été 2001 (mg/kg)	Fluorures extractibles à l'eau été 2002 (mg/kg)
3	1,6	2,9
8	0,9	1,1
9	0,6	1,4
10	0,9	1,8
13	0,4	3,5
14	1,0	1,9
17	1,3	1,7
20	0,9	2,0
23	0,9	1,7
24	0,5	1,3
26	0,8	1,6
27	0,9	1,2
Moyenne	0,9	1,8
Écart-type	0,3	0,7

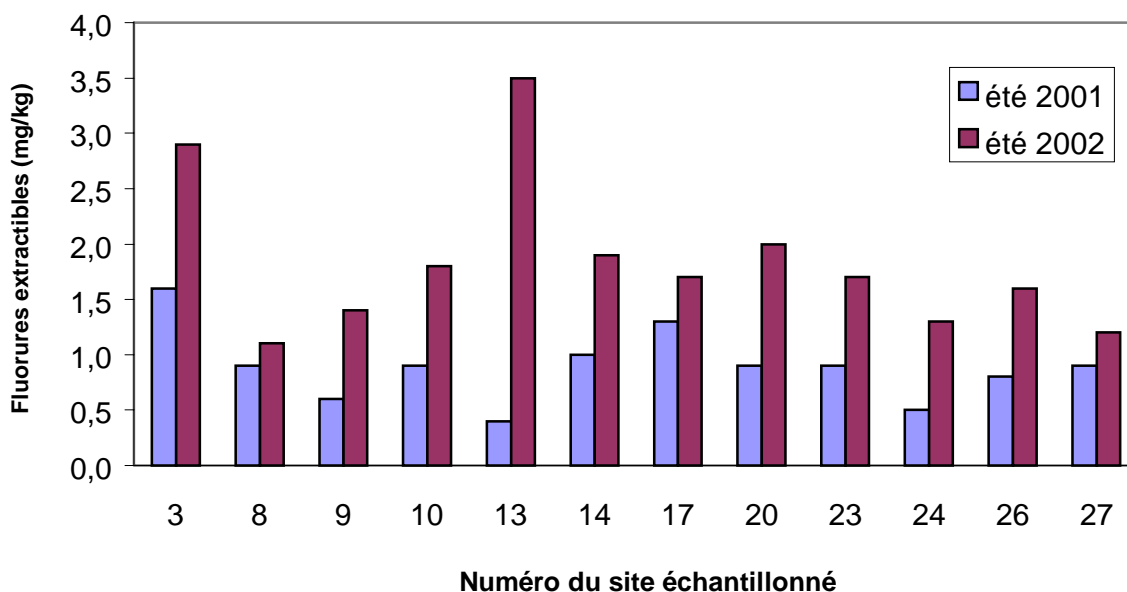


Figure 4. Concentrations des fluorures extractibles (mg/kg) dans les sols, été 2001 et 2002

Premièrement, ces résultats démontrent que les fluorures présents sont très peu extractibles. En effet, la moyenne des concentrations en fluorures disponibles est de plus de 300 mg/kg de sol, alors que moins de 2 mg/kg sont extractibles à l'eau.

Au niveau de la tendance, il est possible de remarquer qu'en 2002, tous les sites ont une concentration en fluorures extractibles supérieure à celle obtenue en 2001. La moyenne des concentrations a doublé, passant de 0,9 mg/kg à 1,8 mg/kg. La plus importante différence a été obtenue pour le site 13 qui est passé de 0,4 à 3,5 mg/kg. Le test statistique sur les données paires indique qu'il y a une différence significative, avec un niveau de confiance de 95 %, entre les données de l'année 2001 et celles de l'année 2002 (annexe 6). Il serait intéressant de suivre l'évolution des concentrations en fluorures extractibles pour les prochaines années, afin de voir si la tendance se maintient.

Afin d'avoir une base de comparaison, la norme pour les fluorures dans l'eau potable est fixée à 1,5 mg/L. Le tableau suivant présente les résultats selon cette unité de mesure.



Tableau 7. Concentration en fluorures extractibles à l'eau dans les sols des sites échantillonnés, été 2002

Numéro de potager	Fluorures extractibles à l'eau, été 2002 (mg/L)
3	0,574
8	0,215
9	0,263
10	0,342
13	0,658
14	0,361
17	0,318
20	0,378
23	0,336
24	0,238
26	0,304
27	0,203
Moyenne	0,349
Écart-type	0,138

Seuls les résultats de l'année 2002 sont disponibles sous cette forme. Il est possible de remarquer que tous les résultats sont situés en dessous de la norme pour les fluorures dans l'eau potable, bien que cette comparaison soit à titre purement indicatif. Les résultats du tableau 7 sont obtenus de la façon suivante : la quantité de fluorures présente dans l'eau (en mg) est divisée par la quantité d'eau (en litre) utilisée pour lixivier le sol à échantillonner. La même quantité de sol et d'eau a été utilisée pour chaque potager.

C. Échantillons témoins

Afin de vérifier l'étendue des résultats, trois échantillons supplémentaires ont été pris, durant la saison 2001, pour les trois potagers affichant les concentrations en fluorures disponibles les plus élevées. Ceux-ci ont été prélevés de façon similaire aux précédents, soit sur le gazon à proximité des potagers. Ils permettront de voir si les concentrations en fluorures sont les mêmes dans les potagers que dans les environs. Ces résultats sont présentés au tableau 8.



Tableau 8. Concentration en fluorures disponibles et extractibles dans les sols des sites échantillonnés et leur témoin, septembre 2001

Numéro de potager <i>Localisation</i>	Fluorures extractibles (mg/kg) <i>Potager</i>	Fluorures extractibles (mg/kg) <i>Gazon</i>	Fluorures disponibles (mg/kg) <i>Potager</i>	Fluorures disponibles (mg/kg) <i>Gazon</i>
9	0,6	1,0	497	471
20	0,9	0,7	506	496
26	0,8	0,6	347	360
Moyenne	0,8	0,8	450	442
Écart-type	0,2	0,2	89	72

Les résultats du tableau 8 montrent que les concentrations en fluorures retrouvées dans les potagers correspondent aux concentrations présentes dans les environs. Autrement dit, les pratiques culturales à l'intérieur des potagers n'influencent pas les concentrations en fluorures qui s'y trouvent. C'est du moins le cas pour les potagers ayant les numéros 9, 20 et 26. Il y a de fortes probabilités que cela soit le cas pour l'ensemble des potagers.

À la suite des résultats obtenus, ces analyses n'ont pas été répétées à l'année 2002.

5.3.3. Analyse des HAP

En ce qui concerne les HAP, le ministère de l'Environnement du Québec a établi une grille de critères génériques pour les sols et pour les eaux souterraines. Ces critères servent à évaluer l'ampleur d'une contamination et sont présentés au tableau suivant.



Tableau 9. Grille des critères génériques pour les HAP dans les sols

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	CRITÈRES DE SOL mg/kg de matière sèche (ppm)		
	A	B	C
Acénaphène	0,1	10	100
Acénaphylène	0,1	10	100
Anthracène	0,1	10	100
Benzo (a) anthracène	0,1	1	10
Benzo (a) pyrène	0,1	1	10
Benzo (b + j + k) fluoranthène	0,1	1	10
Benzo (c) phénanthrène	0,1	1	10
Benzo (g,h,i) pérylène	0,1	1	10
Chrysène	0,1	1	10
Dibenzo (a,h) anthracène	0,1	1	10
Dibenzo (a,i) pyrène	0,1	1	10
Dibenzo (a,h) pyrène	0,1	1	10
Dibenzo (a,l) pyrène	0,1	1	10
Diméthyl-7,12 Benzo (a) anthracène	0,1	1	10
Fluoranthène	0,1	10	100
Fluorène	0,1	10	100
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0,1	1	10
Méthyl-3 cholanthrène	0,1	1	10
Naphtalène	0,1	5	50
Phénanthrène	0,1	5	50
Pyrène	0,1	10	100
Méthyl naphtalènes (chacun)	0,1	1	10

Source : Ministère de l'Environnement du Québec, 2003

http://www.menv.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/annexe_2_tableau_1.htm

Le seuil maximal dans les sols pour une utilisation agricole doit être inférieur au critère A. Ce dernier correspond à la limite de quantification et se situe à 0,1 mg/kg pour **chacun** des HAP. Le critère B, limite maximale acceptable en zone résidentielle, varie de 1 à 10 mg/kg pour **chacun** des HAP. Au-delà de cette valeur, le sol est considéré contaminé.

Le tableau 10 et la figure 5 présentent les concentrations en HAP **totaux** des sites échantillonnés, à l'été 2000, 2001 et 2002. La méthode utilisée pour les analyses est la méthode ESM-38, extraction au dichlorométhane et quantification par GC/MS.



Tableau 10. Concentration en HAP totaux dans les sols des sites échantillonnés, été 2000 à 2002

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) juillet 2000	HAP totaux (mg/kg) septembre 2001	HAP totaux (mg/kg) septembre 2002
3	0,58	0,55	0,79
8	0,73	0,85	1,15
9	0,55	0,59	0,80
10	0,56	0,70	0,79
13	0,65	0,75	0,98
14	0,56	0,65	0,75
17	0,59	0,75	0,90
20	0,59	0,66	0,95
23	0,58	0,57	0,82
24	0,63	0,69	0,83
26	0,55	0,59	0,84
27	0,65	0,67	0,75
Moyenne	0,60	0,67	0,86
Écart-type	0,05	0,09	0,12

Il est à noter que, pour fin de calcul, la valeur considérée pour calculer la somme et la moyenne est la moitié de la limite de détection. Dans le cas des HAP dans les sols, la grande majorité des valeurs se trouvait sous la limite de détection. À titre d'exemple, une valeur $< 0,05$ mg/kg s'est vue attribuer une valeur de 0,025 mg/kg pour le calcul des HAP totaux et celui de la moyenne.

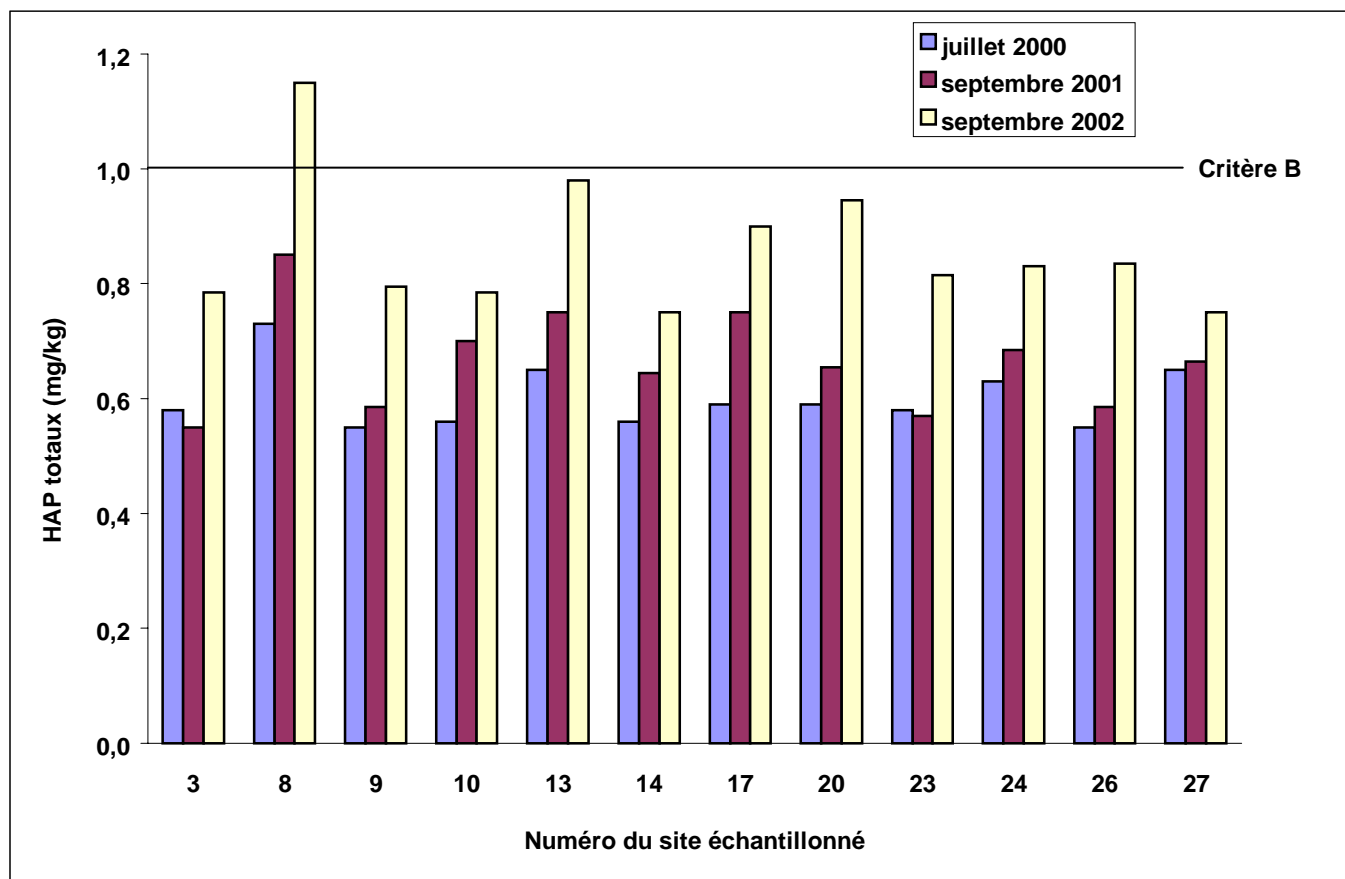


Figure 5. Concentrations en HAP totaux (mg/kg) dans les sols, été 2000

Premièrement, il faut mentionner que la grande majorité des HAP pris individuellement ne dépassait pas le seuil de détection établi par le laboratoire. En effet, selon les potagers, de 80 à 100 % des 20 HAP analysés n'atteignait pas ce seuil. Toutefois, pour des fins de calcul, il a été convenu d'utiliser la moitié de la limite de détection comme valeur attribuée lorsque le HAP ne dépassait pas la limite pour calculer la somme des HAP.

Il est possible de constater que pour chaque potager, à l'exception du potager 8 en 2002, la **somme** des concentrations de tous les HAP est inférieure au critère B, bien que ce critère soit établi pour **un seul** HAP.

Les concentrations obtenues à l'été 2001 (un an après le démarrage de l'usine) sont légèrement supérieures à celles de l'été 2000 (avant le démarrage de l'usine). Effectivement, la moyenne des HAP totaux est passée de 0,60 mg/kg à 0,67 mg/kg (tableau 3). À l'été 2002, les concentrations ont augmenté par rapport à l'année 2001, avec une moyenne de 0,86 mg/kg. Le test statistique sur les données paires indique une différence significative, avec un niveau de confiance de 95 %, entre les trois années (annexe 6). Néanmoins, ces concentrations sont



faibles, compte tenu que le seuil de quantification établi par le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) se situe à 0,1 mg/kg.

La grande majorité des HAP respecte le critère A (0,1 mg/kg). Toutefois, certaines exceptions sont présentées au tableau suivant.

Tableau 11. Description des échantillons ne respectant pas le critère A du MENV, pour les HAP, 2000-2003

Potager	HAP	Année	Valeur
8	Naphtalène	2000	0,18
		2001	0,12
		2002	0,23
	Dibenzo (a,i) pyrène	2001	0,11
	Dibenzo (a, l) pyrène	2001	0,11
	2-Méthylnaphtalène	2002	0,18
13	Naphtalène	2000	0,10
		2001	0,14
		2002	0,15
	Dibenzo (a,i) pyrène	2001	0,11
	2-Méthylnaphtalène	2002	0,12
14	Naphtalène	2001	0,11
17	Naphtalène	2001	0,16
		2002	0,11
20	Naphtalène	2001	0,10
		2002	0,16
	2-Méthylnaphtalène	2002	0,11
24	Naphtalène	2000	0,13
		2001	0,14
		2002	0,10
27	Naphtalène	2000	0,15
		2001	0,11

Pour les quatre HAP présentés au tableau 11, les concentrations sont bien en dessous du seuil représentant le critère B (tableau 9) et juste au-dessus du seuil représentant le critère A (0,1 mg/kg).

En fonction des années, il y a quatre analyses de HAP qui excèdent le critère A en 2000, dix en 2001 et huit en 2002, pour un total de 22. Il n'est pas évident de démontrer que le démarrage de l'usine a eu un impact majeur sur la concentration en HAP des potagers. En effet, 50 % des analyses (11 sur 22) qui ne respectent pas le critère A se situent sur deux potagers (8 et 13). Or, ces deux potagers sont situés dans un secteur différent. Il est donc possible que des actions locales soient responsables de la présence de HAP dans ces deux potagers (ex. : fumée de BBQ, feu de bois, etc.). Par ailleurs, 16 des 22 valeurs présentées au tableau 11 concernent le



naphtalène. Or, selon A. Pichard, de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), environ 89 % du naphtalène présent dans l'environnement provient de combustions incomplètes (pyrolyse), principalement du chauffage domestique au bois.

L'analyse des végétaux permettra de préciser davantage le degré de contamination par les HAP provenant de l'atmosphère et de voir s'il y a une corrélation entre les HAP dans les végétaux et les sols.

5.4. Analyses des plantes

Pour les concentrations en fluorures totaux et HAP dans les légumes, il n'a pas été possible d'effectuer le test statistique sur les données paires, compte tenu des données manquantes dans certains cas.

5.4.1. Fluorures totaux

Les tableaux 13 à 16 présentent les résultats des analyses de fluorures totaux réalisées respectivement sur les haricots, les carottes, la laitue et les tomates. La mention (n.d.) signifie que la donnée est non disponible. Lorsque la valeur est accompagnée du signe (<), cela correspond à la limite de détection du laboratoire. Dans ces cas, comme la valeur réelle se situe sous cette limite de détection, la moitié de cette dernière a été considérée pour des fins de calcul. À titre d'exemple, une valeur < 15 mg/kg se verra attribuer une valeur de 7,5 mg/kg pour le calcul de la moyenne.

A. Haricots

Le tableau 12 présente les concentrations en fluorures totaux dans les haricots.

Tableau 12. Concentrations en fluorures totaux dans les haricots, été 2000 à 2002

Numéro de potager	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2000	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2001	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2002
3	24	<11	12
8	10	14	(n.d.)
9	18	<15	<20
10	25	<15	<20
13	30	41	<11
14	35	<15	<20
17	61	<11	<11
20	40	<11	<20
23	35	<15	<11
24	19	<11	19
26	(n.d.)	(n.d.)	(n.d.)
27	34	<15	<20
Moyenne	30,1	9,9	9,8
Écart-type	13,6	10,4	4,0



En 2001, seulement deux échantillons de haricots ont obtenu des valeurs à l'analyse, les autres se situant sous la limite de détection. Cela veut dire que la plupart des échantillons de haricots présentent des concentrations en fluorures totaux de moins de 15 mg/kg. Donc, en 2001, 82 % des échantillons (9 sur 11) présentent une concentration en fluorures totaux inférieure à celle obtenue en 2000. Seulement 18 % des échantillons (2 sur 11) présentent une concentration supérieure à celle de l'année témoin (année 2000).

À l'année 2002, seulement deux échantillons avaient aussi une concentration de fluorures en quantité suffisante pour être détectée. En utilisant la moitié de la limite de détection comme valeur attribuée, on obtient une moyenne de moins de 10 mg/kg pour les années 2001 et 2002.

Il est possible d'affirmer que le démarrage de l'usine n'a causé aucune augmentation apparente des fluorures dans les haricots, et ce, pour les années 2001 et 2002.

B. Carottes

Le tableau qui suit présente les résultats en fluorures totaux dans les carottes.

Tableau 13. Concentrations en fluorures totaux dans les carottes, été 2000 à 2002

Numéro de potager	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2000	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2001	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2002
3	16	<11	<12
8	21	<16	<11
9	<20	<25	<11
10	<21	<14	<12
13	<20	(n.d.)	(n.d.)
14	<22	<11	(n.d.)
17	<20	<14	<12
20	<22	18	<12
23	72	<11	<11
24	<21	<11	<20
26	<20	<14	<12
27	<56	<25	<12
Moyenne	17,7	8,5	6,3
Écart-type	18,1	4,1	1,3

Pour les carottes, une seule donnée se situe au-delà de la limite de détection pour la campagne d'échantillonnage 2001, comparativement à trois pour l'année témoin. Pour l'année 2002, aucun échantillon n'a dépassé le seuil de détection. Lorsque l'on utilise la moitié de la limite de détection comme valeur attribuée, on obtient des moyennes à l'année 2001 et 2002 inférieures à l'année témoin.



Il est donc possible d'affirmer que le démarrage de l'usine n'a causé aucune augmentation apparente de fluorures dans les carottes, durant les saisons 2001 et 2002.

C. Laitue

Le tableau qui suit présente les résultats en fluorures totaux dans la laitue.

Tableau 14. Concentrations en fluorures totaux dans la laitue, été 2000 à 2002

Numéro de potager	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2000	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2001	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2002
3	6	<13	<15
8	11	<13	<15
9	8	<15	<15
10	133	<13	25
13	8	<15	<20
14	56	<13	16
17	5	22	<15
20	10	<13	17
23	9	21	40
24	10	<13	<15
26	34	<13	<15
27	7	104	<11
Moyenne	24,8	17,3	13,2
Écart-type	37,3	27,9	10,2

Encore une fois, à l'année 2001 et 2002 la plupart des échantillons de laitue montrent une concentration en fluorures totaux inférieure au seuil de détection. En 2001, les trois échantillons ayant obtenu des valeurs présentent des concentrations supérieures à celles obtenues lors de l'année témoin. Seul le site 27 présente une concentration anormale, soit 104 mg/kg. Selon Haidouti et coll. (1993), cette concentration correspond à une zone légèrement contaminée. Par contre, lors de l'année témoin, une concentration de 133 mg/kg avait été rapportée sur le site 10, alors qu'en 2001 la concentration n'a pas été détectée. Il est donc difficile d'attribuer la hausse de concentration sur le site 27 au démarrage de l'usine. D'ailleurs, en considérant la moitié de la limite de détection comme valeur attribuée pour calculer la moyenne annuelle, on obtient des valeurs en 2001 et 2002 inférieures à la moyenne de 2000.

Il est donc possible d'affirmer que le démarrage de l'usine n'a pas causé d'augmentation de fluorures dans la laitue des potagers avoisinants.



D. Tomates

Le tableau suivant présente les résultats en fluorures totaux dans les tomates.

Tableau 15. Concentrations en fluorures totaux dans les tomates, été 2000 à 2002

Numéro de potager	Fluorures totaux (mg/kg) Tomates non lavées Année 2000	Fluorures totaux (mg/kg) Tomates lavées Année 2000	Fluorures totaux (mg/kg) Tomates non lavées Année 2001	Fluorures totaux (mg/kg) Tomates lavées Année 2001	Fluorures totaux (mg/kg) Tomates non lavées Année 2002	Fluorures totaux (mg/kg) Tomates lavées Année 2002
3	<22	<56	<25	<16	<19	<19
8	<10	10	37	<16	<20	<20
9	121	<21	<16	14	<17	<17
10	<20	<56	29	(n.d.)	<19	<19
13	<21	<22	<11	<25	<17	<17
14	396	<56	<25	<16	(n.d.)	(n.d.)
17	23	<56	<16	<16	<17	<17
20	1045	<56	<14	<14	<17	<17
23	<10	<10	15	<25	<17	<17
24	<10	51	29	<11	26	<17
26	<10	<10	26	<25	<19	31
27	270	<10	<11	<16	<19	<19
Moyenne	158,9	19,8	16,3	9,5	13,2	11,0
Écart-type	306,7	14,2	11,0	2,8	10,2	6,7

La moyenne des concentrations en fluorures totaux est inférieure pour les tomates lavées, en comparaison avec celles non lavées. Ceci suggère que le nettoyage permet d'éliminer une partie des fluorures présents à la surface des légumes.

Les données de l'année 2000 sont extrêmement difficiles à interpréter, compte tenu de l'écart important entre les différents échantillons. À titre d'exemple, le site 20 présente une concentration de plus de 1 000 mg/kg, ce qui correspond à un site hautement contaminé. Par contre, il a été impossible de quantifier la concentration en fluorures sur ce même site, lorsque les légumes ont été lavés. L'hypothèse d'une contamination est retenue, de même que celle d'une erreur d'analyse.

À l'année 2001, cinq échantillons ont présenté une concentration en fluorures supérieure à la limite de détection du laboratoire pour les tomates non lavées, contre un seul pour les tomates lavées. Ceci suggère que le lavage a permis d'enlever une partie des fluorures présents à la surface du légume. Comparativement à l'année 2000, la moyenne des concentrations est fortement inférieure, en raison des valeurs très élevées obtenues en 2000.

À l'année 2002, seulement un échantillon a présenté une concentration en fluorures supérieure à la limite de détection du laboratoire, et ce, pour les tomates lavées et non lavées.



En considérant la moitié de la limite de détection comme valeur attribuée pour calculer la moyenne annuelle, on obtient des valeurs en 2001 et 2002 inférieures à la moyenne de 2000.

Compte tenu de ce fait, il est possible d'affirmer que le démarrage de l'usine n'a pas causé d'augmentation de la concentration en fluorures totaux dans les tomates. Également, il semblerait que le lavage permet de réduire la quantité de fluorures présente à la surface des légumes.

5.4.2. HAP totaux

Les tableaux 17 à 20 présentent les résultats des analyses de HAP totaux réalisées respectivement sur les haricots, les carottes, la laitue et les tomates. La mention (n.d.) signifie que la donnée est non disponible. Les HAP totaux ont été calculés en faisant la somme de 17 HAP individuels. Dans plusieurs cas, les HAP individuels montraient une concentration inférieure à la limite de détection du laboratoire. Dans ces cas, la moitié de la limite de détection a été considérée pour des fins de calcul.

A. Haricots

Le tableau 16 présente les concentrations en HAP totaux dans les haricots.

Tableau 16. Concentrations en HAP totaux dans les haricots, été 2000 à 2002

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) Année 2000	HAP totaux (mg/kg) Année 2001	HAP totaux (mg/kg) Année 2002
3	0,046	0,018	0,069
8	0,052	0,045	(n.d)
9	0,036	0,012	0,066
10	0,038	0,026	0,063
13	0,024	0,026	0,117
14	0,022	0,012	0,060
17	0,348	0,020	0,099
20	0,046	0,020	0,182
23	0,065	0,018	0,207
24	0,057	0,033	0,079
26	(n.d.)	(n.d.)	(n.d.)
27	0,025	0,028	0,210
Moyenne	0,069	0,023	0,115
Écart-type	0,093	0,010	0,061

À l'année 2001, deux sites présentent une concentration en HAP totaux supérieure à l'année témoin, soit les sites 13 et 27. La majorité des haricots échantillonnés présente une concentration inférieure à l'année précédente. La moyenne des concentrations pour l'ensemble des potagers reflète bien ce phénomène, avec une valeur à l'année 2001 de trois fois inférieure à la moyenne de l'année 2000.



À l'année 2002, les concentrations en HAP totaux dans les haricots sont supérieures aux deux années précédentes, et ce, pour l'ensemble des sites. Une seule exception apparaît, alors que le site 17 présente une concentration inférieure à l'année témoin, mais supérieure à l'année 2001. La moyenne des HAP totaux dans les haricots a presque doublé par rapport à l'année 2000 et est cinq fois supérieure à l'année 2001.

Bien que la différence soit importante entre la moyenne des concentrations obtenues lors des trois années, il est difficile d'attribuer la hausse de concentration aux activités de l'Usine Alma. En effet, l'année de démarrage (2001) présente une moyenne de cinq fois inférieure à l'année 2002. Nous n'avons pas de référence pour des haricots commerciaux, mais nous verrons plus loin, en comparant avec d'autres légumes, que les concentrations obtenues demeurent relativement faibles.

B. Carottes

Le tableau 17 présente les concentrations en HAP totaux dans les carottes.

Tableau 17. Concentrations en HAP totaux dans les carottes, été 2000 à 2002

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) Année 2000	HAP totaux (mg/kg) Année 2001	HAP totaux (mg/kg) Année 2002
3	0,032	0,014	0,038
8	0,028	0,016	0,042
9	0,036	0,013	0,082
10	0,029	0,032	0,046
13	0,044	0,030	(n.d.)
14	0,022	0,023	(n.d.)
17	0,036	0,057	0,071
20	0,029	0,024	0,182
23	0,028	0,017	0,051
24	0,063	0,037	0,022
26	0,062	0,024	0,066
27	0,065	0,022	0,132
Moyenne	0,040	0,026	0,073
Écart-type	0,015	0,012	0,049

En 2001, trois sites présentent une concentration supérieure à celle obtenue lors de l'année témoin (sites 10, 14 et 17). La majorité des autres sites présentent une concentration en HAP totaux inférieure à celle obtenue lors de l'année témoin. En 2001, la moyenne des concentrations pour l'ensemble des potagers a diminué de près de 50 % par rapport à l'année 2000.

Toutefois, à l'année 2002, les concentrations moyennes en HAP totaux ont presque doublé par rapport à l'année témoin, comme dans le cas des haricots (tableau 17). Encore une fois, il est



difficile de déterminer la contribution de l'aluminerie, compte tenu que l'année 2001 présente des résultats inférieurs à l'année témoin.

En comparant avec des légumes obtenues commercialement, les carottes présentes dans nos épiceries montrent des concentrations en HAP totaux de 0,064 mg/kg, ce qui est de l'ordre de grandeur de la concentration obtenue, en moyenne, lors de l'année 2002.

C. Laitue

Le tableau 18 présente les concentrations en HAP totaux dans la laitue.

Tableau 18. Concentrations en HAP totaux dans la laitue, été 2000 à 2002

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) Année 2000	HAP totaux (mg/kg) Année 2001	HAP totaux (mg/kg) Année 2002
3	0,082	0,208	0,126
8	0,230	0,059	0,235
9	0,031	0,049	0,038
10	0,031	0,016	0,086
13	0,538	0,049	0,423
14	0,154	0,030	0,176
17	0,136	0,121	0,165
20	0,169	0,022	0,111
23	0,078	0,032	0,141
24	0,088	0,060	0,275
26	0,089	0,257	0,125
27	0,159	0,104	0,169
Moyenne	0,149	0,084	0,172
Écart-type	0,136	0,077	0,101

En 2001, les sites 8, 10, 13, 14, 17, 20, 23, 24 et 27 présentent des concentrations inférieures par rapport à l'année témoin. Par contre, certains sites présentent des concentrations supérieures à celles obtenues à l'année 2000. Davantage de sites présentent une concentration inférieure à l'année témoin, la moyenne des concentrations étant environ deux fois plus basse en 2001 qu'en 2000.

Les concentrations en HAP totaux présentes à l'année 2002 correspondent à celles obtenues lors de l'année témoin (2000). Bien que les références soient peu nombreuses, des niveaux de HAP totaux se situant entre 0,01 et 0,09 mg/kg ont été recensés dans des laitues poussant en zone industrielle ou dans le centre de grandes villes (annexe 2). Il est donc possible de conclure que les niveaux obtenus lors des trois années de ce projet correspondent à des contaminations typiques.



La laitue est la plante qui semble accumuler le plus de HAP. Lors des trois années d'échantillonnage, c'est dans la laitue que les plus fortes concentrations ont été observées. Les sources de HAP étant variées et multiples, il est difficile de quantifier l'apport provenant d'une source en particulier. Néanmoins, le démarrage de l'usine n'a pas semblé créer d'augmentation au niveau de la concentration dans les feuilles de laitue.

D. Tomates

Les tableaux 19 et 20 présentent les concentrations en HAP totaux dans les tomates.

Tableau 19. Concentrations en HAP totaux dans les tomates non lavées, été 2000 à 2002

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) <i>Tomates non lavées</i> Année 2000	HAP totaux (mg/kg) <i>Tomates non lavées</i> Année 2001	HAP totaux (mg/kg) <i>Tomates non lavées</i> Année 2002
3	0,027	0,025	(n.d.)
8	0,035	0,023	0,033
9	0,031	0,013	0,072
10	(n.d.)	0,017	0,022
13	0,018	0,017	0,029
14	0,021	0,011	(n.d.)
17	0,043	0,016	0,031
20	(n.d.)	0,012	0,020
23	0,043	(n.d.)	0,086
24	0,021	(n.d.)	0,029
26	0,028	0,026	0,059
27	(n.d.)	(n.d.)	0,034
Moyenne	0,030	0,018	0,041
Écart-type	0,009	0,006	0,023



Tableau 20. Concentrations en HAP totaux dans les tomates lavées, été 2000 à 2002

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) <i>Tomates lavées</i> Année 2000	HAP totaux (mg/kg) <i>Tomates lavées</i> Année 2001	HAP totaux (mg/kg) <i>Tomates lavées</i> Année 2002
3	0,014	0,015	0,033
8	0,015	0,019	0,084
9	(n.d.)	0,020	0,020
10	0,017	0,034	0,088
13	0,029	0,013	0,122
14	0,022	0,009	(n.d.)
17	0,021	0,020	0,076
20	0,034	0,012	0,049
23	0,037	0,038	0,116
24	0,045	0,015	0,038
26	0,029	0,022	0,042
27	0,022	0,012	(n.d.)
Moyenne	0,026	0,019	0,067
Écart-type	0,010	0,009	0,035

Premièrement, le lavage des légumes n'a pas permis de réduire la présence de HAP. Les tomates de l'année 2001 présentent une concentration en HAP totaux légèrement inférieure à l'année témoin, et ce, pour des légumes lavés et non lavés. Pour l'année 2002, les concentrations sont légèrement supérieures pour les légumes non lavés et presque trois fois supérieures pour les légumes lavés, et ce, par rapport à l'année témoin.

Tout comme pour les trois autres types de légumes, la moyenne des concentrations en HAP totaux pour l'année 2002 est supérieure aux deux autres années. À la lumière de ces résultats, il est possible d'affirmer que les légumes ont été exposés à davantage de HAP lors de l'année 2002 que par les deux années précédentes. Il est néanmoins difficile de déterminer la source d'exposition responsable de cette augmentation.

En comparant avec des légumes d'épicerie, ces derniers montrent des concentrations en HAP totaux de 0,039 mg/kg pour des légumes lavés et de 0,049 mg/kg pour des légumes non lavés, ce qui correspond aux concentrations obtenus en 2002. Comme il se peut que les légumes commerciaux aient été produits près d'une source de HAP, les divers HAP ont été vérifiés. Or, il appert que les deux principaux HAP contribuant au niveau de la concentration en HAP totaux sont le naphthalène et l'acénaphène, et ce, pour les légumes commerciaux comme pour les légumes analysés lors de ce projet.

Il est donc possible de conclure que les légumes produits aux alentours de l'Usine Alma présentent des concentrations en HAP totaux comparables à celles des légumes commerciaux.



6. Conclusion

Ce projet s'est échelonné sur une période de trois ans et a permis de vérifier l'impact du démarrage de l'Usine Alma sur la concentration en fluorures et en HAP dans les potagers avoisinants. Une première série d'échantillonnage a eu lieu, à l'année 2000, afin de dresser un portrait initial de la situation. En effet, les données de l'année 2000 ont été récoltées avant le démarrage de l'Usine Alma. Les résultats de la campagne d'échantillonnage 2001 ont permis d'avoir un premier regard sur l'impact du démarrage de l'usine et les résultats de l'année 2002 ont permis de vérifier la tendance.

Au niveau des fluorures disponibles dans les sols, il n'y a pas de différence significative, au niveau de confiance de 95 %, entre les résultats avant et après le démarrage de l'aluminerie (annexe 6). Bien que 92 % des potagers dépassent le critère A établi par le ministère de l'Environnement du Québec, le démarrage de l'aluminerie n'a pas causé d'augmentation au niveau des fluorures disponibles dans les sols des potagers.

Afin de vérifier le niveau de contamination, une analyse des fluorures extractibles a été effectuée pour les années 2001 et 2002. Les résultats démontrent que les fluorures présents dans les sols sont très peu extractibles. Toutefois, en 2002, la fraction extractible a doublé par rapport à l'année 2001.

Concernant les HAP totaux dans les sols, les concentrations moyennes ont augmenté avec le temps, avec des valeurs pour les années 2001 et 2002 supérieures à l'année témoin. Il est difficile de déterminer avec précision la source de HAP responsable de cette augmentation. Il faut également réaliser que les concentrations observées sont relativement faibles lorsque comparées aux normes établies par le ministère de l'Environnement du Québec.

En ce qui a trait aux fluorures dans les plantes, les résultats de l'année 2001 et 2002 sont généralement inférieurs à ceux de l'année témoin. Ces résultats suggèrent que le démarrage de l'usine n'a pas causé d'augmentation de la concentration en fluorures dans les légumes des potagers avoisinants. Au niveau des HAP, la tendance est généralisée. En effet, l'année 2001 a présenté des moyennes en HAP totaux inférieures aux moyennes obtenues lors de l'année témoin, et ce, pour tous les légumes. Par contre, à l'année 2002, les moyennes étaient égales ou supérieures à l'année témoin. Également, la laitue a accumulé davantage de HAP que les autres légumes, et ce, pour les trois années d'échantillonnage.

Les légumes ont été exposés à davantage de HAP lors de l'année 2002 que par les deux années précédentes. Il est néanmoins difficile de déterminer la source d'émission responsable de cette augmentation. Il serait intéressant d'obtenir un portrait détaillé des HAP produits par l'aluminerie, afin d'analyser la contribution potentielle quant à leur présence sur les légumes situés à proximité.



Au niveau du degré de contamination par les HAP totaux, les légumes produits aux alentours de l'Usine Alma présentent des concentrations comparables à celles des légumes commerciaux.

À la lumière des résultats, il ne semble pas y avoir de corrélation entre les concentrations en fluorures et en HAP dans le sol des potagers et la concentration en fluorures et HAP dans les plantes qui y poussent. En effet, les potagers présentant les plus fortes concentrations en fluorures et HAP dans les sols ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui présentent les plus fortes concentrations en fluorures et en HAP dans les légumes. Cette observation correspond à la littérature, à savoir que les fluorures et HAP présents dans les plantes proviennent principalement des dépôts atmosphériques et non de prélèvements par les racines.

D'un point de vue général, en comparaison avec l'année témoin, il ne semble pas y avoir eu d'augmentation majeure de polluants lors du démarrage de l'Usine Alma. En comparant les niveaux de contamination présents en 2001 et 2002 avec l'année 2000, il faut garder à l'esprit qu'il existe d'autres sources de production de fluorures et de HAP pouvant être responsables de la présence de ces polluants à l'année 2000, telle que l'ancienne aluminerie d'Isle-Maligne, qui a cessé ses opérations en mars 2000. Toutefois, comme les plantes prélèvent très peu de HAP et de fluorures dans les sols, seuls les fluorures et HAP retrouvés dans les sols peuvent être en partie attribuables à des sources antérieures au démarrage de l'Usine Alma. À l'inverse, les concentrations présentes dans les plantes à partir de l'année 2001 ne peuvent être attribuables aux activités antérieures. Également, les potagers présentant les plus fortes concentrations sont distribués tout autour de l'Usine Alma, laissant supposer que l'orientation n'influence pas l'accumulation de ces deux types de polluant.

Il serait donc pertinent de mener une campagne d'échantillonnage, à l'été 2005, afin de suivre l'évolution des concentrations en fluorures et en HAP. Cette campagne d'échantillonnage pourrait être considérablement réduite et servir d'indicateur. À titre d'exemple, comme la laitue est la plante qui accumule le plus de HAP, il ne serait pas nécessaire d'échantillonner les autres légumes.



Annexe 1. Revue de la littérature sur les fluorures



Table des matières

1. Fluorures	2
1.1. Forme des émissions	2
1.2. Sources et quantités émises annuellement	3
1.2.1. Sources naturelles	3
1.2.2. Sources anthropiques	3
1.3. Normes	5
1.4. Fluorures dans les sols	5
1.4.1. Quantités présentes dans les sols	5
1.4.2. Solubilité	8
1.4.3. Profil de distribution	8
1.4.4. Effet sur l'aluminium et le fer	9
1.4.5. Effet sur le pH	10
1.4.6. L'adsorption et la désorption	10
1.4.7. Fluorures totaux et fluorures disponibles	11
1.4.8. Accumulation et mouvements dans les sols	11
1.4.9. Effets sur la flore microbienne du sol et l'humus	12
1.5. Fluorures dans les végétaux	12
1.5.1. Quantité de fluorures dans les végétaux	13
1.5.2. Accumulation dans les plantes	15
1.5.3. Modes d'absorption	15
2. Références bibliographiques	16

Liste des tableaux

Tableau 1. Estimation des émissions anthropiques de fluorures inorganiques dans l'environnement canadien (Environnement Canada, 1993)	4
Tableau 2. Grille de critères génériques pour les sols en mg/kg (ppm) de matière sèche (MENV., 1998)	5
Tableau 3. Concentration naturelle de fluorures dans différents sols (Polomski et coll. 1982)	7
Tableau 4. Concentration de fluorures en zones contaminées dans différents sols à proximité de sources émettrices (Polomski et coll. 1982)	8
Tableau 5. Concentrations en fluorures inorganiques dans les différentes denrées alimentaires (mg/kg)	13



1. Fluorures

Plusieurs études rapportent des concentrations élevées en fluorures dans les plantes et dans les sols, près des sources industrielles d'émissions. Elles rapportent également des dommages sur la végétation.

Les fluorures s'accumulent dans les sols. Arnesen et coll. (1995) ont démontré que la pollution par les fluorures dans les sols a pu être retracée jusqu'à 30 km d'une aluminerie, située en Norvège. Il est à noter que les émissions, sous forme de poussières, sont transportées sur de plus courtes distances que les émissions gazeuses. Une large proportion des poussières se dépose sur la végétation et sur les sols à proximité de la source. La solubilité de la poussière va probablement déterminer son effet sur l'environnement.

1.1. Forme des émissions

À cause de leur forte réactivité, les fluorures ne sont pas présents à l'état élémentaire dans la nature. Ils se retrouvent plutôt sous formes inorganiques. Les mesures de fluorures dans les échantillons environnementaux sont généralement limitées à la détection des anions libres (F⁻), ce qui limite, par conséquent, l'aptitude à distinguer les différentes espèces chimiques. La méthode analytique la plus communément utilisée, pour mesurer les anions libres, est celle de l'électrode sélective pour l'ion fluorure (ESIF). Normalement, les limites de détection sont dans les plages de 0,05 à 20 mg/kg.

L'évaluation, par Santé Canada, de la toxicité des fluorures inorganiques, pour l'environnement, a porté principalement sur le fluorure d'hydrogène, le fluorure de calcium, le fluorure de sodium et l'hexafluorure de soufre.

Le fluorure de sodium est utilisé pour la "fluoration" de l'eau potable, comme agent de conservation dans certaines colles, pour la production de verre et d'émaux et comme fondant pour la production de l'acier et de l'aluminium. L'utilisation de fluorure de sodium, en tant qu'insecticide et agent de conservation du bois au Canada, a également été consignée.

Le fluorure de calcium est utilisé comme fondant pour la production de l'acier, du verre et des émaux et comme matière première pour la production de l'acide fluorhydrique et du fluor d'hydrogène anhydre. Les fluorures de calcium sont également utilisés comme électrolytes (fondus) pour la séparation de l'oxygène et de l'alumine au cours de la production d'aluminium.

Il existe un autre important minéral de calcium et de fluor, il s'agit de la fluorapatite, qui est utilisée comme source de phosphate dans l'industrie des fertilisants.



1.2. Sources et quantités émises annuellement

1.2.1. Sources naturelles

Certains fluorures sont présents naturellement dans la roche et dans le sol et sont libérés dans l'environnement sous l'effet de l'altération climatique et de l'activité volcanique. Des fluorures inorganiques sont libérés naturellement dans l'environnement par :

- la météorisation des minéraux;
- les émissions volcaniques;
- les aérosols marins.

Les évaluations des rejets mondiaux annuels de fluorures d'hydrogène de source volcanique varient entre 60 000 et 6 000 000 tonnes. Chaque année, environ 20 000 tonnes de fluorures peuvent être libérées à partir d'aérosols marins. Cependant, il n'y a pas de recherches qui ont permis de trouver des données portant sur les émissions de fluorures inorganiques dans l'environnement canadien.

1.2.2. Sources anthropiques

L'ajout de fluorures dans les sols peut provenir de l'application de fertilisants, d'insecticides, de fumiers et de lisiers. Des résidus industriels, telles les cendres de cimenterie, appliqués en quantité suffisante pour neutraliser l'acidité du sol, peuvent également être une source de fluorures. Les dépôts atmosphériques provenant de l'activité industrielle, cimenteries et alumineries, peuvent également augmenter la concentration de fluorures disponibles dans le sol.

Il existe différentes sources anthropiques de fluorures. Ce sont principalement :

- la fusion de l'aluminium;
- la production d'acier;
- la production de fertilisants à base de phosphates;
- la fabrication de verre et d'émaux;
- la fabrication de briques et de céramiques;
- la production de colles et d'adhésifs;
- les pesticides contenant des fluorures;
- la fluoration de l'eau potable.

Le tableau 1 présente une estimation des émissions de fluorures anthropiques dans l'environnement canadien.



Tableau 1. Estimation des émissions anthropiques de fluorures inorganiques dans l'environnement canadien (Environnement Canada, 1993)

Secteur	Émissions annuelles (en tonnes) ¹			
	Air	Eau	Terre	Total ²
Raffineries de pétrole	24	100,1	783,7	907,8 (4 %)
Fabriqueur d'engrais phosphatés	107,6	10 959	74,7	11 141,4 (48 %)
Producteurs d'acier	238,9	253,5	429,6	922 (4%)
Producteurs primaires d'aluminium	4 063,4	306,7	NS³	4 370,1 (19 %)
Produits à base d'argile	24,9	NS	NS	24,9 (0,1 %)
Fabriqueur de produits chimiques	305,3	1 362,4	3 077,2	4 744,9 (20 %)
Services publics consommant du charbon	543,1	555,3	NS	1 098,4 (5 %)
Producteurs primaires de cuivre et de nickel	26,4	3,6	185,9	215,9 (0,9 %)
Producteurs de magnésium	100	NS	NS	100 (0,4 %)
Autres		0,69	2,4	3,1 (0,01 %)
Total	5 433,6 (23 %)	13 541,4 (58 %)	4 553,5 (19 %)	23 528,5

¹ Certaines valeurs pourraient être sous-estimées.

² Les nombres entre parenthèses s'appliquent à la proportion de fluorure inorganique totale émise par secteur ou par milieu.

³ NS = Non signalé.

Environ 23 500 tonnes de fluorures d'origine anthropique sont rejetées dans l'environnement canadien, chaque année, par la production d'engrais phosphatés, par les alumineries et par la fabrication de produits chimiques. Cette quantité ne comprend pas le fluorure ajouté à l'eau potable.

L'observation du tableau 1 permet de constater que l'industrie de l'aluminium est une des principales sources de fluorures inorganiques dans l'atmosphère, du fait de l'utilisation d'un fondant fluoré, la cryolithe (Na_3AlF_6) lors de l'électrolyse de l'aluminium. En effet, les émissions annuelles des alumineries représentent 75 % des émissions aériennes totales.



1.3. Normes

Selon le ministère de l'Environnement du Québec, le seuil maximal de fluorures disponibles dans les sols, en zone résidentielle, est de 400 mg/kg. Au-delà de cette valeur, le sol est considéré contaminé (tableau 2).

Tableau 2. Grille de critères génériques pour les sols en mg/kg (ppm) de matière sèche (MENV., 1998)

	A	B	C
Fluorures disponibles (F ⁻)	200	400	2000

Le critère A représente les teneurs de fond pour les substances inorganiques et les limites de quantification pour les substances organiques. Le critère B représente la concentration maximale admissible en zone résidentielle, alors que le critère C représente la concentration maximale admissible en zone industrielle.

1.4. Fluorures dans les sols

Il existe très peu de données sur l'importance relative des différentes voies de déposition des fluorures de l'atmosphère sur et dans le sol. Les dépôts secs, les dépôts humides (dus à la pluie) ainsi que la décomposition des plantes contaminées aux fluorures peuvent contribuer à l'accumulation des fluorures dans le sol.

De plus, il est très probable que les faibles quantités de fluorures apportées au sol seraient rendues indisponibles pour les plantes. L'halogène y est engagé dans des composés peu solubles, avec des éléments pour lesquels il a de fortes affinités, comme le calcium.

1.4.1. Quantités présentes dans les sols

Les techniques d'extraction des fluorures varient grandement d'une étude à l'autre, ceci rend difficile la comparaison des différentes données publiées.

Le fluorure est un constituant naturel de la plupart des types de sol. Les concentrations varient de 20 à 1 000 ppm dans les régions sans gisement naturel de phosphate ou de fluorures et s'élèvent à plusieurs milliers de ppm dans les sols minéraux comportant des gisements de fluorures.

Selon le Gouvernement du Canada (1993), les teneurs en fluorures inorganiques dans les sols ambiants du Canada varient de 300 à 700 ppm. La concentration moyenne de fluorures inorganiques dans les échantillons de référence de sol de la Commission canadienne de pédologie (CCP), prélevés à une profondeur de 0 à 130 cm, étaient de 309 ppm; la concentration moyenne de tous les fluorures inorganiques dans les échantillons de sol de la CCP, prélevés à la surface (profondeur 0 à 15 cm), étaient de 160 ppm.



Le tableau 3 présente différentes valeurs de concentrations naturelles en fluorures des sols. Il présente les fluorures totaux et extraits à l'eau (disponibles).



Tableau 3. Concentration naturelle de fluorures dans différents sols (Polomski et coll. 1982)

Types de sol	Localisation	Concentration en fluorures	
		Totaux (mg/kg)	Extraits à l'eau (mg/kg)
Sable	Hollande (Haren)	42	0,6
Variés (forêt)	Canada (Terre-Neuve)	6-11	1,0-2,7
Argile légère	Suisse (Liebefeld)	166	12,0
Calcaires	Suisse (Schitterwald)	228	11,0
Loam	Hollande (Oosterbroek)	414	10,7
Argile lourde	Suède	41-622	5,3-20,3
Variés	États-Unis (Illinois)	80-3 650	--
Variés	États-Unis (Pennsylvanie)	377	0,4

Selon une étude menée par Sterckeman et coll. (1996) et réalisée autour d'une nouvelle aluminerie dans le nord de la France, les teneurs en fluorures des sols échantillonnés varient de 120 à 250 mg/kg. Elles sont conformes à ce qui se retrouve dans les sols normaux. Les valeurs s'étalent de 100 à 300 mg/kg, ce qui s'explique par les minéraux fluorés contenus dans le sol. Toujours selon l'étude de Sterckeman et coll. (1996), il n'y a pas de différence de teneur en fluorures dans les sols avant et après le démarrage de l'usine étudiée. La variabilité, liée à l'échantillonnage et à l'analyse, masque totalement toute variation qui pourrait être due à l'apport de fluorures par les retombées atmosphériques.

De Cormis (1975) cite des teneurs d'environ 300 à 900 mg/kg et plus dans les argiles. Les teneurs observées varient en reflétant l'hétérogénéité de la roche parentale et probablement, de la teneur des sols en argile. Également, il ne faut pas exclure l'enrichissement du sol dû aux apports d'engrais phosphatés.

Par ailleurs, selon l'étude menée par Haidouti et coll. (1993), à proximité d'une aluminerie, en Grèce, les niveaux de fluorures dans les sols de la zone témoin se situaient entre 95,3 et 108,6 ppm. Alors que, dans la zone sévèrement touchée, ils se situaient entre 297,6 et 823,5 ppm

Le tableau 4 présente différentes valeurs de concentration en fluorures des sols, en zones contaminées. Il présente les fluorures totaux et extraits à l'eau (disponibles).



Tableau 4. Concentration de fluorures en zones contaminées dans différents sols à proximité de sources émettrices (Polomski et coll. 1982)

Types de sol	Localisation	Concentration en fluorures	
		Totaux (mg/kg)	Extraits à l'eau (mg/kg)
Variés (forêt)	Canada (Terre-Neuve)	1138-1915	9,7-60,2
Calcaires	Suisse (Wallis)	440-1110	17,0-294,0
Variés	Suisse (Rheindelden)	270-1490	66,0-106,4
Loam argileux	États-Unis (Ohio)	311-364	
Calcaires	Argentine		120
Variés (forêt)	États-Unis (Montana)	330-1747	15,6-704,0

L'accumulation de fluorures atmosphériques dans les sols est très lente, et ce, même dans les régions fortement polluées aux fluorures. Une pollution atmosphérique de fluorures, sur plusieurs dizaines d'années, peut augmenter le niveau de fluorures extraits à l'eau dans les sols.

1.4.2. Solubilité

La solubilisation des fluorures à partir des minéraux peut être augmentée par la présence de matières échangeuses d'ions (par exemple, les argiles de type bentonite et l'acide humique). Une fois qu'ils sont dissous, les fluorures inorganiques restent en solution dans des conditions de faible pH et de faible dureté ainsi qu'en présence de matières échangeuses d'ions.

Les poussières émises par une aluminerie sont assez solubles et les fluorures présents vont réagir grandement avec les composantes du sol. La solubilité des fluorures diminue avec l'augmentation du pH. La partie soluble de la poussière est principalement constituée de fluorures, d'aluminium et de sodium. La solubilité et le lessivage des fluorures provenant de la poussière sont relativement élevés dans les sables (quartz) et l'humus. Par contre, les fluorures sont fortement retenus dans les sols minéraux (podzol, horizon B) contenant une concentration relativement élevée en oxydes/hydroxydes d'aluminium et de fer.

1.4.3. Profil de distribution

Dans les sols plus acides, les concentrations de fluorures sont beaucoup plus fortes dans les horizons inférieurs (horizons B et C) que dans l'horizon A. La faible affinité des fluorures pour les matières organiques entraîne leur percolation des horizons superficiels plus acides vers les minerais et les limons argileux des horizons alcalins plus profonds. Ce profil de distribution n'est observé ni dans les sols alcalins, ni dans les sols salins.

La rétention accrue des fluorures dans l'horizon B, par rapport à l'horizon A, peut être due à une plus grande concentration en oxydes/hydroxydes d'aluminium et de fer solubles, à une précipitation du CaF_2 ou à une plus faible solubilisation de la poussière déposée et contenant



des fluorures. La rétention accrue de l'horizon B est également due au pH relativement élevé de cet horizon et à son faible contenu en matière organique (Arnesen et Krogstad, 1998).

1.4.4. Effet sur l'aluminium et le fer

La pollution par les fluorures peut amener des changements dans la chimie des sols et dans la solution du sol, plus particulièrement pour le pH et l'aluminium.

Un site où les sols possèdent une concentration élevée en aluminium devrait être privilégié pour l'implantation d'une aluminerie. Les résultats de l'étude de Simard et Lafrance (1996) montrent également l'importance de préserver les horizons A et B intègres car ils agissent comme tampon lors d'addition de fluorures, en restreignant leur lessivage.

Également, les résultats de nombreuses études (Flühler et coll., 1982) ont indiqué que les sols riches en carbonates de calcium ou en hydroxydes d'aluminium amorphes peuvent lier les fluorures en formant des complexes insolubles de fluorures de calcium ou de fluorhydrate d'aluminium, ce qui limite leur percolation dans le sol et leur absorption par les plantes. En effet, les fluorures dans la solution du sol ont une forte affinité avec l'aluminium et le déplacent des particules de sol vers la solution du sol. Le fer contribue également à la fixation des fluorures, alors que le phosphate du sol peut contribuer à augmenter la mobilité des fluorures inorganiques.

Selon Arnesen (1998), l'ajout de fluorures dans des échantillons de sol entraîne une augmentation du pH, de la concentration en matière organique, de l'aluminium et du fer dans la solution du sol. Une diminution de la solubilité du potassium est observée dans certains échantillons de sol amendés en fluorures. En effet, les résultats de cette étude démontrent que la pollution des sols par les fluorures provoque une rupture des oxydes/hydroxydes d'aluminium et de fer et qu'elle solubilise la matière organique dans le sol. Par conséquent, ceci peut influencer la disponibilité potentielle d'éléments toxiques pour les microorganismes et les racines des plantes.

Les changements dans la chimie des sols peuvent influencer la disponibilité et le lessivage des nutriments des plantes et des éléments potentiellement toxiques comme l'aluminium et les métaux lourds. Une augmentation de l'absorption de l'aluminium par les plantes, dans les sols contaminés aux fluorures, a été observée dans quelques études. La rupture des hydroxydes d'aluminium et de fer et des composés organo-métalliques peut affecter la capacité d'échange cationique du sol et donc la disponibilité des nutriments et des éléments toxiques. Les métaux lourds sont fortement associés avec les oxydes/hydroxydes d'aluminium et de fer et avec la matière organique. Par conséquent, étant donné que l'ajout de fluorures augmente la solubilité de l'aluminium, du fer et de matière organique, il peut également mener à une augmentation de la solubilité des métaux lourds, ce qui augmente leur biodisponibilité.



Une plus grande concentration de l'aluminium dans les sols plus pollués aux fluorures peut dépendre de 2 raisons principales :

- 1- l'aluminium se dépose avec les fluorures dans la poussière émise;
- 2- la contamination en fluorures peut solubiliser l'aluminium du sol.

1.4.5. Effet sur le pH

Il y a augmentation du pH après l'ajout de fluorures, ce qui est probablement dû au déplacement des ions OH^- des sites d'adsorption ou des oxydes/hydroxydes d'aluminium, vers la solution du sol.

Différents phénomènes de désorption retirent les fluorures disponibles de la solution du sol. Un des phénomènes prédominants semble être celui qui régit la compétition entre les fluorures et le groupe OH^- appartenant à des hydroxydes d'aluminium. À des concentrations élevées en fluorures, le groupe OH^- des argiles est remplacé par les fluorures et par le fait même il y a libération d'aluminium et de fer, ce qui contribue à augmenter le pH.

Le pH affecte la solubilité des fluorures et par conséquent leur biodisponibilité dépendent du pH. L'acidification du sol accroît la solubilité des fluorures alors que l'alcalinisation la diminue. L'absorption de fluorures par les plantes tend à diminuer avec le chaulage. Les sols cultivés ont habituellement une concentration en sels plus élevée que les sols forestiers et donc ils sont plus susceptibles au lessivage et à l'absorption des fluorures par les plantes.

Dans les sols où le pH est inférieur à 6, ce sont les complexes Al-F qui dominent dans la solution du sol, alors qu'aux pH supérieurs à 6 c'est l'ion libre qui prédomine. Lorsque le pH diminue sous 5,6, il y a une augmentation de la concentration des fluorures disponibles pour les plantes. Sous un pH de 4, l'absorption par les plantes diminue étant donné la formation de complexes liant les fluorures et l'aluminium.

1.4.6. L'adsorption et la désorption

Actuellement, il existe peu de données sur la capacité d'adsorption et de désorption des fluorures dans les sols. Cependant, des études précédentes ont démontré que les sols acides retiennent une quantité beaucoup plus grande de fluorures que les sols alcalins. L'adsorption des fluorures augmente également lorsque le sol est argileux ou qu'il contient un taux élevé de matière organique. Par contre, la majorité des études ont été réalisées à la surface du sol et il existe peu de données sur la rétention des fluorures dans les horizons B et C. L'adsorption maximale apparaît aux pH compris entre 4,8 et 5,5. Le lessivage du sol, vers les eaux souterraines et de surface, est hautement relié à la présence et à l'épaisseur de l'horizon B et aussi probablement des couches sous-jacentes. Les sols peuvent accumuler des quantités relativement importantes de fluorures.



L'accumulation, à la surface du sol, de quantités élevées de fluorures solubles conserve ou augmente la disponibilité des fluorures pour les plantes et les organismes du sol. Le lessivage du sol, vers les eaux souterraines ou de surface, va être hautement dépendant du degré de pollution et de la présence ou de l'épaisseur de l'horizon B. Plus l'horizon B est épais, plus les fluorures sont fixés de façon permanente, et par conséquent, moins les risques de pollution des eaux souterraines sont élevés.

Une hystérèse est observée dans les sols calcaires entre la courbe d'adsorption et la courbe de désorption des fluorures. Par contre, ce phénomène n'est pas observé dans les sols acides. Lorsqu'il y a ajout de fluorures dans le sol, l'équilibre entre l'adsorption et la désorption est atteint beaucoup plus rapidement dans les sols acides que dans les sols calcaires. Le contenu en magnésium échangeable explique la plus large proportion des variations dans la désorption des fluorures. En effet, les horizons du sous-sol des argiles, avec un taux de magnésium échangeable élevé, vont libérer les fluorures récemment ajoutés plus facilement que les horizons podzoliques.

1.4.7. Fluorures totaux et fluorures disponibles

À l'intérieur d'un même profil de sol, la concentration en fluorures totaux est relativement constante, alors que la fraction des fluorures extraits à l'eau augmente significativement avec la profondeur.

Les silicates, plus spécifiquement les micas et les "amphiboles", contiennent des quantités appréciables de fluorures, mais sont très résistants à la désagrégation. Ceci a pour conséquence que les sols ayant une forte teneur en mica et en argile possèdent une concentration totale en fluorures élevée.

Dans les régions où la roche mère a une composition minéralogique hétérogène, les fluorures totaux sont un piètre indicateur de la contamination, car une accumulation substantielle peut être masquée par la composition du sol minéral. Cependant, les fluorures atmosphériques peuvent augmenter la fraction des fluorures extraits à l'eau.

1.4.8. Accumulation et mouvements dans les sols

La rétention des fluorures dans le sol dépend du type de sol, elle est faible dans les sols organiques et forte dans les horizons minéraux contenant des oxydes/hydroxydes d'aluminium.

Les mouvements des fluorures et leur taux d'accumulation dans le sol dépendent des interactions complexes entre les phases liquides et solides. Le mouvement d'une substance hautement réactive, comme les fluorures, dépend de divers processus et des différentes propriétés du sol. Le niveau d'accumulation des fluorures dans le sol dépend, non seulement de l'apport atmosphérique, mais aussi de son taux de translocation à travers le profil du sol. Les études portant sur le transport des fluorures dans le sol sont rares.



Selon les études menées, en laboratoire, par Polomski et coll. (1982) les flux à l'entrée et à la sortie de la zone racinaire sont comparables en grandeur. À ces taux de gain et de perte, l'accumulation, voir la contamination, se fait très lentement. Selon l'exposition du sol aux fluorures, cela peut prendre des années, même des décades avant d'atteindre les taux d'accumulation observés.

Dans les sols non contaminés, les fluorures s'accumulent, tout d'abord, dans la couche de surface. Un lessivage relativement important survient dans les sables. Le lessivage maximum est observé dans l'humus. L'horizon B d'un podzol a retenu presque tous les fluorures ajoutés. Une pollution, à long terme, augmente le niveau de fluorures dans le sol. Les fluorures atmosphériques ne s'accumulent pas uniquement dans la couche de surface, mais peuvent être déplacés au travers de la zone racinaire, et ce, même dans les sols calcaires. Le profil de distribution final des fluorures dans le sol dépend du site et des conditions de sol. Là où il y a une industrie qui émet des fluorures dans l'atmosphère, les effets directs (les retombées) causent plus de dommages que les effets indirects résultant de l'accumulation dans les sols.

1.4.9. Effets sur la flore microbienne du sol et l'humus

La pollution par les fluorures peut réduire l'activité microbienne du sol. Les émissions de fluorures peuvent causer des changements dans la couche d'humus (dans sa décomposition). La baisse du taux de décomposition de l'humus peut éventuellement causer une déficience dans les éléments majeurs du sol.

Beyer et coll. (1987) ont observé que l'humus, près de l'usine, était plus lourd et avait une proportion de particules fines plus élevée que les échantillons recueillis loin de l'usine. L'explication probable est que les fluorures sont toxiques pour les organismes qui décomposent la matière organique. Les fluorures réduisent l'activité des microorganismes du sol. Les changements observés dans l'humus sont importants car ils affectent l'écosystème en entier.

1.5. Fluorures dans les végétaux

Selon Sterckeman et coll. (1996) les feuilles de végétaux peuvent accumuler le polluant dans ou sur leurs organes végétatifs, de façon proportionnelle à la pollution atmosphérique. L'analyse des végétaux permet d'apprécier l'importance de cette pollution. Dans la zone agricole, les teneurs en fluorures dans les feuilles sont nettement supérieures à celles des stations de référence et à celles avant le démarrage de l'usine. La teneur en fluorures des végétaux dépend de la capacité à les capter, de facteurs génétiques et des conditions du milieu.

Toujours dans cette étude, les teneurs en fluorures augmentent nettement après le démarrage des activités de l'usine. La répartition spatiale de la pollution est influencée par les vents dominants. La pollution décroît de façon exponentielle en s'éloignant de la source. Elle est détectée jusqu'à 9 km de l'usine et c'est dans un rayon de 3 à 4 km qu'elle est la plus élevée. La toxicité et l'absorption des fluorures par les plantes semblent provenir presque entièrement des



dépôts "courants" plutôt que des fluorures accumulés dans le sol et dans l'humus. Étant donné que la disponibilité biologique des fluorures peut varier grandement, il est difficile de spécifier une concentration minimum qui pourrait être considérée toxique.

1.5.1. Quantité de fluorures dans les végétaux

Toute la végétation et pratiquement tous les aliments contiennent au moins des traces de fluorures. Les aliments qui en contiennent les plus fortes concentrations sont les poissons, les crustacés, les viandes et le thé.

Les fruits et les légumes consommés par l'homme ont une teneur de l'ordre de 0,1 à 0,4 mg/kg. Certains (radis, épinard) en contiennent davantage (0,4 à 0,8 mg/kg). La teneur en fluorures des aliments peut être modifiée compte tenu des procédés industriels ou domestiques mis en œuvre pour leur traitement, leur préparation ou leur cuisson.

Les informations récentes sur les concentrations en fluorures inorganiques dans les denrées consommées au Canada sont limitées à une seule étude portant sur une vaste gamme d'aliments (frais et cuits). Le tableau 5 présente ces concentrations.

Tableau 5. Concentrations en fluorures inorganiques dans les différentes denrées alimentaires (mg/kg)

Denrées	Concentrations (mg/kg)
Produits laitiers	0,1 à 0,8
Produits céréaliers	0,12 à 1,02
Fruits	0,01 à 0,58
Légumes	0,1 à 0,68
Viandes, poissons et œufs	0,04 à 4,57
Noix et légumineuses	0,11 à 0,35
Matières grasses	0,05 à 0,13
Aliments à base de sucre	0,02 à 0,86
Soupes	0,41 à 0,84
Thé	4,97
Poissons (en conserve et les coquillages)	4,57
Crustacés (frais ou congelés)	3,36

Les concentrations de fluorures totaux dans les denrées alimentaires, non lavées ou non traitées, cultivées dans le voisinage de sources industrielles de fluorures inorganiques, au Japon et au Royaume-Uni, ont atteint des valeurs jusqu'à 100 fois supérieures aux teneurs observées dans les mêmes denrées alimentaires cultivées dans d'autres secteurs (non exposés au milieu industriel). L'absorption quotidienne estimée de fluorures inorganiques est faible, ce qui est dû



au traitement ou au lavage des produits alimentaires avant leur consommation (Gouvernement du Canada, 1993).

La quantité de fluorures absorbés par les plantes dépend de la forme sous laquelle ils existent. Sous forme gazeuse, ils passent directement au travers des stomates des plantes, alors que sous forme particulaire, ils se déposent à la surface des feuilles. Par la suite, ils peuvent être enlevés par lessivage, s'ils sont solubles, et ainsi causer moins de dommages aux plantes.

Selon Thompson et coll., (1979) la santé des gens vivant à proximité de sources émettrices n'est pas affectée. La végétation est davantage sensible aux émissions de fluorures que les êtres humains. Les critères établis pour la qualité de l'air, afin de protéger la végétation, sont plus bas que ceux requis pour la santé humaine. Les légumes cultivés dans les environs d'usines émettrices de fluorures ne présentent généralement pas de danger pour la santé, exceptés dans des cas de consommation excessive, où une légère fluorose dentaire a été observée chez certains enfants.

Toujours selon l'étude de Thompson et coll. (1979), menée à proximité d'une usine produisant du phosphore (Terre-Neuve), la concentration moyenne de fluorures dans la végétation se situe entre 281 ppm (dans les secteurs sévèrement endommagés) et 44 ppm (dans les secteurs légèrement endommagés). Le niveau de fluorures dans la zone de contrôle est de seulement 7 ppm. La quantité extrêmement élevée de calcium à proximité de l'usine indique que les retombées de poussières contribuent significativement à augmenter les concentrations en fluorures totaux dans l'humus.

Par ailleurs, selon l'étude menée par Haidouti et coll. (1993) les niveaux de fluorures dans les végétaux de la zone témoin se situaient entre 8,2 et 15,4 ppm. Dans la zone sévèrement touchée, ils se situaient entre 257,2 et 621,2 ppm et dans une zone légèrement touchée, ils se situaient entre 64,1 et 144,3 ppm.

La teneur moyenne en fluorures inorganiques dans diverses plantes échantillonnées à moins de 6 km d'une aluminerie de Bécancour variait de 2,7 ppm (fraise) à 4,5 ppm (chou chinois). Les concentrations moyennes de fluorures inorganiques d'ensilage prélevé jusqu'à 7 km de 6 alumineries du Québec variaient de 6,1 à 14,4 ppm en 1990 et de 5,3 à 17,4 en 1991. (Gouvernement du Canada, 1993)

Selon une étude d'Environnement Canada (1978), les concentrations en fluorures dans les petits fruits des aires contaminées variaient de 4,0 ppm pour l'airelle à 106,2 ppm pour le framboisier. Les concentrations respectives dans les feuillages étaient de 14,1 et 990,1 ppm. Les concentrations en fluorures des petits fruits des aires de contrôle variaient de 1,9 ppm pour l'airelle à 11,7 ppm pour le quatre-temps. Les concentrations respectives dans le feuillage étaient de 8,1 et de 14,8 ppm.



1.5.2. Accumulation dans les plantes

Les plantes terrestres peuvent accumuler les fluorures provenant du dépôt des particules atmosphériques ou par absorption à partir du sol. Une concentration élevée en fluorures dans les sols contribue, de façon significative, à l'accumulation dans la plante. L'environnement géochimique exerce une influence sur la concentration en fluorures des aliments. Le sol qui nourrit les plantes et les lieux d'alimentation des animaux sont des sources de variation.

Les fluorures tendent à s'accumuler dans les parois cellulaires des plantes. Généralement, la concentration de fluorures dans l'écorce et dans les rameaux des plantes est faible comparativement à celle retrouvée dans les feuilles. L'accumulation des fluorures dans les feuilles est proportionnelle, de façon linéaire, à la durée de l'exposition aux fluorures. La vitesse de déposition et l'accumulation des fluorures dans la végétation dépend des facteurs environnementaux, tels la vitesse du vent et l'humidité.

Suite à la déposition des fluorures sur la plante, ceux-ci peuvent être lessivés, évaporés et possiblement transloqués hors de la feuille. Par conséquent, l'accumulation nette est généralement moindre que l'absorption totale.

Les résultats disponibles limités indiquent qu'il n'y a pas de bioconcentration des fluorures inorganiques dans les chaînes alimentaires aquatiques ou terrestres.

Les fluorures sont phytotoxiques et s'accumulent dans les plantes. Ils sont aussi toxiques dans l'alimentation animale lorsque les végétaux ont des concentrations élevées en fluorures.

1.5.3. Modes d'absorption

Les complexes Al-F ont une constante de stabilité relativement élevée et ils sont présents dans les sols pollués et non pollués. L'absorption et la toxicité de l'aluminium et des fluorures dans les plantes dépendent de la forme dans laquelle ils sont présents, mais la disponibilité pour les plantes et la toxicité du complexe Al-F ne sont pas bien connus. L'absorption des fluorures par les plantes peut se faire plus facilement sous la forme du complexe Al-F que par les ions fluorures disponibles dans la solution (Takmaz-Nisancioglu et Davison (1988) dans Arnesen (1998)).

Les effets dommageables, à faible concentration, des fluorures atmosphériques sur les plantes sont reliés à l'absorption et à l'accumulation des fluorures, principalement dans les feuilles. L'absorption par les plantes dépend de la concentration et de la composition des fluorures dans l'air ambiant et dans la durée de l'exposition. Elle dépend également de la structure végétale, de l'espèce et des conditions de croissance.



2. Références bibliographiques

Aluminerie de Bécancour inc. Une végétation en santé. [En ligne].

http://www.abi.qc.ca/Rap_Env/html/vegetation.html (page consultée le 16 novembre 2000).

Santé Canada. 1999. Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail. Direction de l'Hygiène du milieu. Avril 1999. 7 p.

Association de l'aluminium du Canada. 1997. L'industrie canadienne de l'aluminium et l'environnement. [En ligne]. <http://www.aia.aluminium.qc.ca>

Union québécoise pour la conservation de la nature. Polluants vedettes, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). [En ligne].

http://ecoroute.uqcn.qc.ca/envir/sante/4_pv3.htm (page consultée le 7 décembre 2000).

Arnesen, A. K. M. 1998. Effect of fluoride pollution on pH and soil solubility of Al, Fe, Ca, Mg K and organic matter in soil from Ardal (Western Norway). *Water, air and soil pollution*. Vol. 103. P. 375-388.

Arnesen, A. K. M. et T. Krogstad. 1998. Sorption and desorption of fluoride in soil polluted from the aluminium smelter at Ardal in western Norway. *Water, air and soil pollution*. Vol. 103. No. 1-4. Avril 1998. P. 357-373.

Arnesen, A.K.M. 1997. Atmospheric pollutants and trace gases – Fluoride solubility in dust emission from an aluminium smelter. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 26. Novembre – décembre 1997. p. 1564-1570.

Beyer, W.N., W.J. Fleming et D. Swineford. 1987. Changes in litter near an aluminium reduction plant. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 16. No. 3. P. 246-250.

De Cormis, L. 1975. La pollution atmosphérique fluorée (Notes sommaires). *Pollution atmosphérique*, No. 65. 4p.

Edwards, N.T. 1983. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's) in the terrestrial environment – A review. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 12. No.4. Octobre – Novembre 1983. P. 427-441.

Elrashidi, M.A. et W.L. Lindsay. 1985. Solubility relationship of fluorine minerals in soils. *Soil Science Society of America journal*. Vol. 49. p. 1133-1136.



Flühler, H., J. Polomski et P. Blaser. 1982. Retention and movement of fluoride in soils. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 11, no.3. p. 461-468.

Gouvernement du Canada. 1993. Fluorures inorganiques / Gouvernement du Canada, Environnement Canada, Santé Canada. Loi canadienne sur la protection de l'environnement, liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation. Fluorures inorganiques. No doc. : En40-215/32F. 77 p.

Haidouti, C., A. Chronopoulou et J. Chronopoulos. 1993. Effects of fluoride emissions from industry on the fluoride concentration of soils and vegetation. *Biochemicals systematics and ecology*. Mars 1993. Vol. 21 (2). p. 195-208.

Horner, J.M. et J.N.B. Bell. 1995. Effects of fluoride and acidity on early plant growth. *Agriculture Ecosystems & Environment*. Vol. 52. P. 205-211.

Horntvedt, R. 1997. Accumulation of airborne fluoride in forest trees and vegetation. *European journal of forest pathology*. Vol. 27. P. 73-82

Kögel-Knabner, I., K.U. Totsche et B. Raber. 2000. Desorption of polycyclic aromatic hydrocarbons from soil in the presence of dissolved organic matter : effect of solution composition and aging. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 29. Mai – juin 2000. p. 906-916.

McClenahan, J.R. 1976. Distribution of soil fluorides near an airborne fluoride source. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 5, no.4. p. 472-475.

Ministère de l'Environnement du Québec. 1998. Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.

Peek, D. C. et V.V. Volk. 1985. Fluoride sorption and desorption in soils. *Soil Science Society of America journal*. Vol. 49. p. 583-586.

Polomski, J., H. Flühler et P. Blaser. Accumulation of airborne fluoride in soils. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 11, no.3. p. 457-461.

Sidhu, S.S. 1978. Fluoride in berries from fluoride contaminated areas. Information report / Newfoundland Forest Research Centre. Information report N-X-164.

Simard, R.R., P. Lafrance. 1996. Fluoride sorption and desorption indices in Quebec soils. *Communications in soil science and plant analysis*. Vol. 27 No. 3-4. pp. 853-866.



Sterckeman, T., S. Lebeau, R. Paul et N. Proix. 1996. Évaluation et suivi de la pollution atmosphérique fluorée dans une région d'agriculture périurbaine. *Agrosol*. Vol. 9. Décembre 1996. No. 2. pp. 58-68.

Supharungsun, S. et M. Wainwright. 1982. Determination, distribution and adsorption of fluoride in atmospheric-polluted soils. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. Vol. 28. pp. 632-636.

Thompson, L. K., S.S. Sidhu et B.A. Roberts. 1979. Fluoride accumulations in soil and vegetation in the vicinity of a phosphorus plant. *Environmental pollution*. Vol. 18. pp. 221-234.

Thrane, K.E. 1987. Deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the surroundings of primary aluminium industry. *Water, air and soil pollution*. Vol. 33. No. 3-4. Avril 1987. pp. 385-393.



Annexe 2. Revue de la littérature sur les HAP



Table des matières

1. Définition et sources	2
1.1. Sources naturelles	3
1.2. Sources anthropiques	3
2. Cycle	5
2.1. Présence dans le règne animal	5
2.2. Présence dans le règne végétal	6
3. Normes et concentrations	7
3.1. Eau	7
3.2. Air	7
3.3. Sol	7
3.4. Végétation	8
4. Conclusion	10
5. Références bibliographiques	11

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des HAP les plus fréquemment analysés	2
Tableau 2. Concentrations endogènes typiques et maximales recensées, en HAP dans les sols	7
Tableau 3. Concentrations endogènes typiques et maximales recensées, en HAP dans la végétation	8
Tableau 4. Concentrations en HAP totaux et en benzo(a)pyrène en fonction des sources	9



1. Définition et sources

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont un groupe de composés chimiques qui se forment lors de la combustion incomplète du charbon, de l'huile, de l'essence, de déchets et d'autres substances organiques. Il existe une centaine de composés de HAP différents. Parmi eux figurent le benzo(a)pyrène (le plus étudié pour sa toxicité) et le fluoranthène (le plus répandu dans l'environnement).

La multiplicité des sources fait que les HAP sont présents dans l'air, dans l'eau et dans les sols. Leur concentration est généralement très faible et varie fortement dans le temps et dans l'espace

En vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE), les HAP figurent sur la liste des substances toxiques pour l'environnement. De plus, cinq d'entre eux sont jugés toxiques pour la santé humaine (Santé Canada, 1996). Le tableau qui suit présente les HAP faisant l'objet d'analyses, dont ceux qui sont jugés toxiques pour la santé humaine.

Tableau 1. Liste des HAP les plus fréquemment analysés

Naphtalène
Acénaphtalène
Acénaphtène
Fluorène
Phénanthrène
Anthracène
Fluoranthène
Pyrène
Benzo(c)phénanthrène
Anthracène
Chrysène
Benzo(b)fluoranthène*
Benzo(j)fluoranthène*
Benzo(k)fluoranthène*
7,12 Diméthylbenzo(a)anthracène
Benzo(a)pyrène*
3-Méthylcholanthrène
Indéno(1,2,3-cd)pyrène*
Dibenzo(a,h)anthracène
Benzo(g,h,i)pérylène
Dibenzo(a,l)pyrène
Dibenzo(a,i)pyrène
Dibenzo(a,h)pyrène

* HAP jugés toxiques pour la santé humaine



Les HAP peuvent être produits par l'homme ou se produire naturellement. Ils se retrouvent partout dans l'environnement. La plupart des HAP ne se retrouvent pas seul, mais plutôt en association de deux ou plus. Les HAP ne brûlent pas facilement et ils peuvent demeurer dans l'environnement des mois, voire des années.

Les HAP sont constitués d'une chaîne de (trois ou plus) benzènes (linéaires, angulaires ou imbriqués) et ils contiennent uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène. Ils sont formés lorsque certaines substances sont soumises à de hautes températures ou peuvent être synthétisés par certaines plantes ou bactéries.

1.1. Sources naturelles

Voici quelques exemples de sources naturelles de HAP :

- synthèse par les plantes;
- formation lors de la conversion naturelle de la biomasse en huile;
- activité volcanique;
- incendies de forêts.

Tous ces exemples sont des "contributeurs" aux niveaux présents naturellement. Selon une publication d'Environnement Canada et de Santé Canada, parue en 1994, les incendies de forêts constituent la plus importante source de HAP au Canada, avec 47 % des émissions atmosphériques totales répertoriées. Les alumineries constitueraient la deuxième principale source, avec 21 % des émissions.

1.2. Sources anthropiques

L'une des plus importantes sources industrielles de HAP est la production d'aluminium par électrolyse. Des recherches ont montrées que d'importantes concentrations de HAP sont présentes dans l'air ambiant, la végétation et la surface du sol à proximité des industries primaires d'aluminium (Thrane, 1986).

Andelman et Suess (1980) ont fait une revue de la littérature sur l'origine des HAP et leur transfert dans l'environnement en mettant l'emphase sur l'environnement aquatique. Cette revue démontre que la plupart des HAP proviennent de la pyrolyse à haute température de différents matériaux organiques présents dans la nature (par exemple le charbon). Les principales sources dans l'eau incluent les différents dérivés du charbon, le goudron, les boues d'épuration. Tous ces produits constituent des sources potentielles de HAP pour la végétation terrestre (principalement les boues d'épuration utilisées comme amendement de sol comme fertilisant). Par contre, la principale source de contamination des sols par les HAP est le dépôt provenant des émissions atmosphériques.



La combustion fossile et les avions sont une source importante de benzo(a)pyrène. Par conséquent, la végétation et les sols, près des aéroports, contiennent des concentrations relativement élevées de HAP. En Californie, les moteurs à combustion interne et les automobiles ont été identifiés comme une source majeure de HAP.

Une autre source potentielle de contamination : les produits pétroliers appliqués sur la végétation pour le contrôle des ravageurs.

Au Québec, environ 2 500 tonnes de HAP sont produites à chaque année (UQCN, 2000). Les principales sources sont les suivantes :

- alumineries : 1 300 t/an;
- chauffage résidentiel au bois : 400 t/an;
- combustions industrielles des déchets de bois : 250 t/an;
- combustion d'huile : 112 t/an;
- industries chimiques.

Les HAP sont le résultat de la combustion incomplète de composés carbonés; les incendies de forêts et la combustion du bois sont les sources les plus importantes de HAP. Dans l'industrie de l'aluminium, les émissions de HAP résultent de la cuisson du brai contenu dans les anodes utilisées pour l'électrolyse. Ce sont les usines utilisant la technologie Söderberg à goujons horizontaux qui émettent des quantités significatives de HAP. Les usines Söderberg à goujons verticaux ont des émissions de HAP nettement plus faibles (Association de l'aluminium du Canada, 2000).

Dans l'environnement, nous sommes exposés aux HAP qui sont liés à la poussière provenant de l'échappement des véhicules automobiles, des routes d'asphalte, du charbon, du brûlage de résidus agricoles, des sites de déchets.

Les HAP sont également présents dans la fumée de cigarette, la fumée de cheminée, le bois traité au créosote, les céréales, les grains, la farine, les légumes, les fruits, la viande, les breuvages. Les aliments cultivés dans des sols ou de l'air contaminés peuvent contenir des HAP. La cuisson à haute température et sur le grill augmente la quantité de HAP dans les aliments. Le niveau de HAP dans une diète typique aux États-Unis est de moins de 2 ppb (partie par milliard).

Pour la plupart des gens, l'exposition maximale a lieu sur le lieu de travail. Les HAP sont présents dans l'industrie du charbon, du bitume et de l'asphalte, les fumoirs, les alumineries, les incinérateurs et dans l'industrie du pétrole.



2. Cycle

À l'exception de certains composés plus légers qui se volatilisent à partir de l'eau ou du sol, les HAP sont relativement non volatils et peu solubles dans l'eau. Dans l'atmosphère, ils se trouvent principalement adsorbés sur des matières particulaires pouvant être éliminées par dépôt sec ou humide dans l'eau ou le sol. Les HAP rejetés dans le sol sont adsorbés sur les matières particulaires et sont, soit lentement dégradés par l'activité microbienne ou transportés par l'écoulement superficiel avec les matières sur lesquelles ils sont adsorbés.

L'atmosphère est le principal milieu de transport des HAP. Ceux-ci sont principalement associés à des matières particulaires en suspension. Les matières particulaires atmosphériques et les HAP qui y sont adsorbés peuvent être transportés sur de grandes distances avant d'être éliminés dans l'atmosphère par dépôt sec ou humide pour passer dans l'eau ou dans le sol, ou par des transformations chimiques.

En plus des dépôts directs au sol, les HAP peuvent être déposés sur les plantes ou absorbés par celles-ci; ils peuvent également être séparés par la pluie, par oxydation ou par dépôt au sol à la suite de la décomposition de la plante.

Les HAP sont éliminés des sols par volatilisation et par activité microbienne; l'importance de celles-ci dépend de plusieurs facteurs comme la température, le type de sol, la présence d'autres contaminants et la contamination antérieure. Les HAP à faible masse moléculaire se volatilisent plus rapidement que les HAP à masse moléculaire élevée.

2.1. Présence dans le règne animal

Très liposolubles, ces micropolluants ont tendance, après ingestion ou inhalation, à gagner les tissus riches en lipides. Les organismes supérieurs (animaux vertébrés) sont capables de métaboliser les HAP. La bioconcentration ne concerne donc que les organismes dits "inférieurs", incapables de dégrader ces hydrocarbures (Agence de l'eau Seine-Normandie, 2000).

Des recherches récentes démontrent la possibilité qu'il y ait une accumulation de HAP dans la chaîne alimentaire. La plupart des recherches portent sur le benzo(a)pyrène, car il est reconnu comme cancérigène.

En matière de toxicité aiguë ou chronique, les données concernant les HAP demeurent rares. L'exposition des hommes vis-à-vis des HAP reste avant tout liée aux pratiques culinaires (cuisson, fumaison) et au tabagisme. La présence des HAP dans l'environnement ne représente qu'une très faible part de cette exposition, soit moins de 4 %.



2.2. Présence dans le règne végétal

Selon Environnement Canada (1994), les plantes absorbent plus de HAP de l'atmosphère que du sol. Par conséquent, les plantes à larges feuilles contiennent généralement plus de HAP que celles à feuilles étroites. La surface extérieure des plantes, comme l'écorce des fruits, contient plus de HAP que les structures internes. Après l'absorption, il y a peu de transfert ou de déplacement des HAP à l'intérieur de la plante, bien que cela soit possible. Durmishidze et coll. (1974) ont montré un mouvement de HAP des feuilles vers les racines ainsi que des racines vers les feuilles.

Par ailleurs, les HAP peuvent se concentrer davantage dans certains tissus végétaux plutôt que d'autres. Siegfried (1975) a trouvé plus de benzo(a)pyrène dans la partie supérieure des carottes et de la laitue que dans les racines des plantes cultivées en zone contaminée.

Le taux d'absorption (quantité/unité de temps) des HAP dépend de plusieurs facteurs, incluant la concentration en HAP et les espèces des plantes. Parmi les autres facteurs qui influencent le taux d'assimilation des plantes, il y a la nature du substrat dans lequel la plante croît, la solubilité des HAP, la phase (vapeur ou particule) et le poids moléculaire.

Muller (1976) mentionne une assimilation plus grande de benzo(a)pyrène par les carottes et les radis cultivés dans le sable plutôt qu'un sol avec compost.

Wang et Meresz (1981) mentionnent que la végétation récoltée près des sources connues absorbe plus facilement les HAP de faible poids moléculaire que les HAP avec des poids moléculaires élevés.

En 1986, Vogt *et al.* ont conclu qu'il y avait plus de HAP à la surface des sols près des usines de production d'aluminium que, par exemple, près des routes où le trafic routier est dense (Thrane, 1986).



3. Normes et concentrations

La concentration des HAP dans l'air, l'eau, le sol et la végétation varie en fonction de la distance des sources d'émission.

3.1. Eau

Depuis 1978, Santé Canada (1999) a déterminé qu'il n'était pas nécessaire d'établir une valeur numérique pour certains paramètres chimiques et physiques, dont les HAP. Par contre, le benzo(a)pyrène fait exception. Sa concentration maximale acceptable dans l'eau est de 0,01 µg/L (Santé Canada, 1999). Le niveau des HAP dans l'eau potable se situe habituellement entre 0,004 et 0,024 µg/L.

3.2. Air

Les teneurs extérieures mesurées varient de 0,1 à 61 µg/m³ dans les régions urbaines et de 0,01 à 1,9 µg/m³ dans les régions rurales (Edwards, 1983).

3.3. Sol

Il y a peu d'études quantifiant la concentration de HAP dans les sols et la végétation à différentes distances d'une source connue. La plupart portent sur la concentration dans le sol ou dans la végétation, mais pas sur les deux simultanément.

Tableau 2. Concentrations endogènes typiques et maximales recensées, en HAP dans les sols.

Composé	Concentration endogène (µg/kg)	Concentration typique (µg/kg)	Concentration maximale connue (µg/kg)
<i>Benzo(a)pyrène</i>	1 à 3	100 à 1 000	100 000
<i>Somme des HAP</i>	1 à 10	1 000 à 10 000	300 000

La concentration endogène (naturellement présente) typique de HAP dans les sols se situe entre 1 et 10 µg/kg et est due principalement, aux incendies de prairies et de forêts. La concentration maximale rapportée en HAP totaux est de 300 000 µg/kg dans un sol près d'une autoroute, en Suisse.

Shabad et coll. (1971) suggèrent que la concentration endogène de benzo(a)pyrène dans le sol est de 1 à 3 µg/kg et ne dépasse jamais 10 µg/kg. Habituellement, la concentration totale en HAP (somme de 5 à 20 HAP) est d'environ dix fois supérieure à la concentration en benzo(a)pyrène. La concentration typique de benzo(a)pyrène dans les sols se situe entre 100 et 1000 µg/kg. Des valeurs dépassant 100 000 µg/kg de benzo(a)pyrène ont été rapportées, et ce, proches de sources connues.



3.4. Végétation

La concentration endogène typique de HAP dans la végétation est de 10 à 20 µg/kg et est principalement due à la synthèse de la plante.

Tableau 3. Concentrations endogènes typiques et maximales recensées, en HAP dans la végétation

Composé	Concentration endogène (µg/kg)	Concentration typique (µg/kg)	Concentration maximale connue (µg/kg)
<i>Benzo(a)pyrène</i>	10 à 20	1 à 10	150
<i>Somme des HAP</i>	10 à 20	20 à 1 000	25 000

La concentration maximale de HAP observée dans la végétation poussant près d'une source est de 25 000 µg/kg, mais les valeurs typiques se trouvent plus entre 20 et 1000 µg/kg. La concentration en benzo(a)pyrène dans la végétation se situe entre 0,1 et 150 µg/kg (Edwards, 1983).

Généralement, la concentration en HAP dans la végétation est inférieure à celle du sol où elle a poussé. Le ratio de concentration (végétation/sol) se situe entre 0,002 et 0,33 pour le benzo(a)pyrène. La concentration de benzo(a)pyrène dans la végétation se situe entre 0,1 et 150 µg/kg, avec des concentrations typiques de 1 à 10 µg/kg (Edwards, 1983).

Wang et Meresz (1981) ont analysé des oignons, des betteraves, des tomates et les sols pour 17 HAP, incluant le benzo(a)pyrène. La contamination se trouvait principalement dans la pelure. Leur ratio de concentration végétation/sol se situait entre 0,0001 et 0,0085 pour le benzo(a)pyrène et entre 0,001 et 0,183 pour les HAP totaux.

Des expériences de laboratoire ont démontré que les plantes peuvent concentrer les HAP. Le lavage de la végétation contaminée avec des HAP n'enlève pas plus de 25 % de la contamination.

Graf et Diehl (1966) suggèrent que les plantes ont une concentration endogène de benzo(a)pyrène d'environ 10 à 20 µg/kg. Il apparaît que les concentrations en benzo(a)pyrène et en HAP totaux sont plus élevées dans les huiles extraites des plantes que dans les tissus des plantes. Ce fait peut avoir des implications importantes pour certaines cultures poussant près des sources et destinées à la consommation humaine et pouvant contenir des concentrations importantes en huile.



Le tableau 4 présente divers résultats d'analyses en fonction des sources.

Tableau 4. Concentrations en HAP totaux et en benzo(a)pyrène en fonction des sources

Source	Concentration en HAP totaux (µg/kg)	Concentration en benzo(a)pyrène (µg/kg)
<i>Suisse, loin des industries</i> Laitue	-	12
<i>Suisse, loin des industries</i> Épinards	-	20
<i>Allemagne, près des industries</i> Laitue	-	150
<i>Allemagne, en périphérie de la ville</i> Laitue	-	23
<i>Finlande, en forêt</i> Laitue	Traces	-
<i>Finlande, centre ville de Helsinki</i> Laitue	86	-
<i>Suède, près d'une fonderie d'aluminium (<1,5 m)</i> Laitue	654	12,4
<i>Suède, près des industries</i> Laitue	13	0,1
<i>Canada, près d'une autoroute</i> Tomates	0,95	0,01
<i>Canada, près d'une autoroute</i> Sol	1 109	86,6



4. Conclusion

Selon Edwards (1983) quelques conclusions peuvent être avancées :

- 1) La végétation et les sols près des sources connues de HAP sont plus contaminés que leurs équivalents éloignés.
- 2) La concentration de HAP est généralement plus élevée à la surface des plantes, dans la pelure des fruits, que dans les tissus internes.
- 3) La concentration des HAP est généralement plus élevée dans les parties aériennes de la plante que dans les parties souterraines.
- 4) Les plantes avec des feuilles larges contiennent plus de HAP que les plantes à feuilles minces, ce qui indique une corrélation possible entre la surface foliaire et l'absorption directe de l'atmosphère.
- 5) La plupart de la contamination de la végétation provient de dépôts atmosphériques directs.
- 6) Le lavage à l'eau des légumes contaminés n'est pas une méthode très efficace pour enlever les HAP.
- 7) Certaines plantes peuvent absorber les HAP par les racines ou les feuilles et peuvent les déplacer à différentes parties.
- 8) Le taux d'assimilation dépend de la concentration en HAP, de la solubilité, de la phase (vapeur ou particule), de la grosseur des molécules, du substrat ou de l'espèce.
- 9) Les HAP peuvent se concentrer dans certaines parties de la plante.
- 10) Certains HAP peuvent être catabolisés par les plantes.

En résumé, la dégradation de la plupart des HAP n'est pas bien comprise. Les HAP dans les sols peuvent être assimilés par les plantes, dégradés par les microorganismes du sol ou s'accumuler à des niveaux relativement élevés dans le sol.



5. Références bibliographiques

Agence de l'eau Seine-Normandie. *Le point sur... les hydrocarbures aromatiques polycycliques*. <http://www.61.com/fiches/ecol/97ecol3.htm> (consulté le 12 juillet 2000)

Andelman, J.B., Suess, M.J. 1980. Polynuclear aromatic hydrocarbons in the water environment. Bull. WHO 43. Pp 479-508.

Association de l'aluminium du Canada. *L'industrie canadienne de l'aluminium et l'environnement*. <http://aia.aluminium.gc.ca/environnement/environnement.html> (consulté le 19 octobre 2000)

Durmishidze, S.V., Devdorian, T.V., Kavataradze, L.K., Kuartskhava, L.Sh. 1974. Assimilation and conversion of 3,4-benzopyrene by plants under sterile conditions. Nauk SSSR 218 (6). Pp 1368-1471.

Edwards, N.T. 1983. *Polycyclic aromatic hydrocarbons in the terrestrial environment – A review*. Journal of environmental quality. Vol. 12, oct-déc., No 4, pp 427-441.

Environnement Canada, Santé Canada. 1994. *Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation. Hydrocarbures aromatiques polycycliques*. 24 pages.

Graf, W. Diehl, H. 1966. Concerning the naturally caused normal level of carcinogenic polycyclic aromatics and its cause. Arch. Hyg. 150 (4). Pp 49-59.

Muller, V.H. 1976. Uptake of 3,4-benzopyrene by food plants from artificially enriched substrates. Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd. 6. Pp 685-695.

Santé Canada. 1996. *Concentrations/doses journalières admissibles/doses tumorigènes des substances d'intérêt prioritaire calculées en fonction de critères sanitaires*. Direction de l'hygiène du milieu. Direction générale de la protection de la santé. 16 pages.

Santé Canada. 1999. *Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Direction de l'hygiène et du milieu. 5 pages

Shabad, L.M., Cohan, Y.L., Il'nitsky, A.P., Khesina, A.Ya., Shcherbak, N.P., Smirnov, G.A. 1971. The carcinogenic hydrocarbon benzo(a)pyrene in the soil. J. Natl. Cancer Inst. 47(6). Pp 1179-1191.

Siegfried, R. 1975. Effect of garbage compost on the 3,4-benzopyrene content of carrots and head lettuce. Naturwissenschaften 62: 300.



Thrane, K. E. 1986. *Deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons in the surroundings of primary aluminium industry*. Norwegian Institute for air research. Pp 384-393.

Union québécoise pour la conservation de la nature. *Les hydrocarbures aromatiques polycycliques*. http://ecoroute.uqcn.qc.ca/envir/sante/4_pv3.htm (consulté le 12 juillet 2000)

Wang, D.T., Meresz, O. 1981. Occurrence and potential uptake of polynuclear aromatic hydrocarbons of highway traffic origin by proximally grown food crops. Sixth Int. Symp. On PAH. Battelle Columbus Lab., Columbus, Ohio.



Annexe 3. Questionnaire relatif aux potagers sélectionnés



PROGRAMME D'ANALYSE DES POTAGERS EN COLLABORATION AVEC L'USINE ALCAN INTERNATIONAL LIMITÉ D'ALMA

6. IDENTIFICATION

Nom : _____

Adresse : _____

Ville : _____

Code postal : _____

Téléphone : maison _____

Travail _____

7. QUESTIONNAIRE

Depuis combien de temps avez-vous un potager ? _____

Avez-vous l'intention de cultiver votre potager pour les trois prochaines années ? _____

Quelles sont les variétés de légumes que vous cultivez ? _____

En général, dans quelle proportion cultivez-vous chaque légume ? _____

Utilisez-vous des fertilisants ? oui _____ non _____



Si oui, le(s)quel(s) ?

- minéraux : _____
- organiques : _____
- autres : _____

Quelle(s) quantité(s) de fertilisant appliquez-vous dans votre potager ?

- minéraux : _____
- organiques : _____
- autres : _____

Utilisez-vous des pesticides ? oui _____ non _____

Si oui, le(s)quel(s) ?

- herbicides : oui _____ non _____
nom : _____

- insecticides : oui _____ non _____
nom : _____

- autres : _____

Quelle quantité de pesticides appliquez-vous ?

- herbicides : _____ dose(s) : _____

- insecticides : _____ dose(s) : _____

- autres : _____

Êtes-vous intéressé à participer au projet pour les trois prochaines années (2000 –2001-2002)

? oui non _____ _____

Acceptez-vous qu'un(e) technicien(ne) du Centre de recherche et de développement en agriculture préenne des échantillons de sol et de vos récoltes pour les trois années du projet ?

oui non _____ _____

Superficie du potager : _____

Notes



Je m'engage à collaborer et à fournir toutes les informations requises pour la réalisation du projet pour les trois prochaines années (2000-2001-2002).

Signature _____ Date _____



Annexe 4. Lettre explicative du laboratoire Éco-Santé



Jonquière le 18 décembre 2001

Centre de recherche et de développement en agriculture
640, rue Côté Ouest
Alma (Québec)
G8B 7S8

À l'attention de M. Antoine Bédard

Objet : Évaluation des potagers aux alentours de l'aluminerie Alcan
N/Dossier : ES-20066

Monsieur,

La présente se veut un compte-rendu des problèmes rencontrés dans la réalisation du mandat causant par l'effet même un certain retard dans la campagne de 2000.

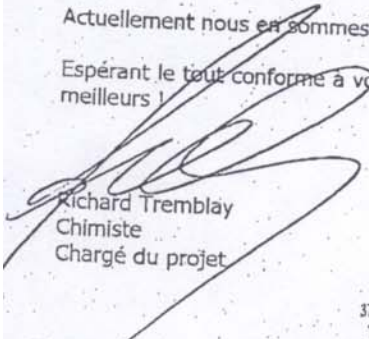
La méthode de référence 1293F-96 préconise l'utilisation d'un auto-analyseur pour l'analyse des extraits obtenus par fusion des échantillons. Dans le but de réaliser ces analyses sans l'utilisation d'un auto-analyseur, le Laboratoire Éco-Santé a procédé à quelques modifications de la méthode afin d'utiliser les techniques d'analyse du fluorure appliquées au laboratoire. Par contre, il se présente des problèmes analytiques dû à la matrice. L'utilisation de l'auto-analyseur muni d'un système de distillation en continue s'avère la seule technique analytique applicable.

Lors de notre rencontre du 26 juin dernier, nous avons discuté avec Monsieur Gaston Charest (Alcan) de la problématique rencontrée dans le traitement analytique des échantillons car le Laboratoire Éco-Santé ne possède pas ce type d'équipement. Nous avons communiqué avec d'autres laboratoires afin de vérifier la possibilité de sous-traiter l'étape d'analyse mais aucun d'entre eux ne possède ce type d'équipement ou leur équipement n'est pas configuré pour ce genre d'analyse.

Tel qu'il nous a été proposé par M. Gaston Charest, le Laboratoire Éco-Santé a procédé au traitement des échantillons et a soumis au laboratoire de l'usine les extraits obtenus. Afin de s'assurer de l'intégrité des résultats, le Laboratoire Éco-Santé a expédié qu'un aliquot des extraits, préalablement identifié et d'une façon qu'il est impossible d'effectuer une traçabilité tant qu'à la nature et la provenance de l'échantillon. De plus, des éléments d'assurance et de contrôle de la qualité ont été intégrés avec ces échantillons afin de vérifier l'exactitude des résultats.

Actuellement nous en sommes déjà depuis quelques semaines à attendre ces résultats.

Espérant le tout conforme à vos attentes, veuillez agréer Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs !


Richard Tremblay
Chimiste
Chargé du projet

3791, St-Félix, case postale 23001, Jonquière (Québec) G7X 9Z8
Téléphone: (418) 542-2464 Télécopieur: (418) 542-4712
795C, rue Houssart, Cap-de-la-Madeleine (Québec) G8T 9C1
Téléphone: (819) 373-7063 Télécopieur: (819) 373-6753



19/12 01 MR 13:26 FAX 4185424712



Annexe 5. Inventaire des potagers



Coordonnées des propriétaires de potagers
aux environs de l'usine Alcan International Limitée d'Alma

# inventaire	Nom	Numéro	Rue	Téléphone	# Potager
J1	D. Jean	1845	Scott	480-3250	
J2	Michel Hudon	1905	Scott	668-6784	
J3	André Gagné	1910	Scott	662-7363	
J4	André Duschêne	1955	Scott	662-2640	
J5	Germain Allard	1995	Scott	662-7557	
J6	Christian Albert	2600	Scott	662-9534	
J7	Lévis Fortin	2637	Scott	668-7071	
J8	Alain Desbiens	2630	Scott	662-4037	
J9	Denis Audet	2669	Scott	668-7382	
J10	M. Brassard	2685	Scott	662-8307	
J11	F. Bouchard	2780	Scott	668-8197	
J12	L. Bergeron	2820	Scott	662-9371	
J13	Yvon Harvey	2860	Scott	662-4815	
J14	J. Bouchard	2875	Scott	669-1163	3
J15	Luc Fortin	2896	Scott	668-3180	
J16	Gilbert Jomphe	2900	Scott	668-5991	
J17	Laurier Portvin	255	Elzéar	662-2927	
J18	Martin Tremblay	280	Elzéar	662-5630	
J19	C. Tremblay	2720	Falardeau	662-4182	
J20	Castule Tremblay	2750	Falardeau	662-5088	
J21	Claude Daoust	2765	Beauchamps	662-6908	
J22	Carl Guerin	2725	Beauchamps	668-5012	
J23	Jean M. Pelletier	1805	St-Jean Ouest	662-2902	
J24	Gérald Rathé	1810	St-Jean Ouest	668-3578	
J25	Denis Gauthier	1860	St-Jean Ouest	668-4074	
J26	Roger Tremblay	1870	St-Jean Ouest	668-2003	
J27	R. Simard	1943	St-Jean Ouest	662-2401	
J28	C. Naud	1970	St-Jean Ouest	662-1038	
J29	Charlotte Lavoie	2050	St-Jean Ouest	662-5727	
J30	Marcel Thivierge	610	Av. Tremblay	668-7709	
J31	Roger Simard	640	Av. Tremblay	668-8251	8
J32	Gilles Boudreault	650	Av. Tremblay	668-5130	
J33	Gabriel Cauchon	660	Av. Tremblay	668-6780	
J34	Robert Gagnon	661	Av. Tremblay	668-3676	
J35	Yvan Jean	570	Av. Thivierge	662-9320	
J36	Réjean Thibeault	1801	Morel	480-1150	
J37	Rémi Rathé	1810	Morel	668-8240	
J38	Sylvain Lebel	1811	Morel	662-3515	
J39	Pierre Leblanc	1820	Morel	668-4601	
J40	G. Bouchard	1831	Morel	662-6570	
J41	Georges Lessard	731	Av. Boudreault Nord	668-7002	
J42	Michel Thivierge	721	Av. Boudreault Nord	668-2119	
J43	Mario Boudreault	691	Av. Boudreault Nord	668-0264	
J44	Réjean Champagne	681	Av. Boudreault Nord	662-6068	
J45	Jean M. Ratté	661	Av. Boudreault Nord	662-5931	
J46	Roland Voisine	650	Av. Boudreault Nord	662-3969	
J47	Raynald Garneau	571	Av. Boudreault Nord	662-6386	
J48	Nicol Simard	516	Av. Boudreault Nord	662-9948	
J49	Jeannot Harvey	2270	Rg Melançon	668-4472	
J50	Luc Côté	2365	Rg Melançon	668-2870	
J51	Nathalie Thivierge	2425	Rg Melançon	662-8301	
J52	Léon Lavoie	2500	Rg Melançon	662-9243	



J53	Robert Lavoie	2570	Rg Melançon	662-6771	
J54	Jean G. Bouchard	2770	Rg Melançon	668-7312	
J55	Marcel Harvey	2815	Rg Melançon	668-3140	9
J56	Réal Boivin	2825	Rg Melançon	662-3317	
J57	Denise Harvey	2845	Rg Melançon	668-3837	
J58	François Harvey	2865	Rg Melançon	662-5531	
J59	André Vandal	2925	Rg Melançon	668-3093	
J60	Guy Gagnon	2965	Rg Melançon	662-7685	
J61	Marcel Simard	3035	Rg Melançon	668-8917	10
J62	Jean Harvey	3075	Rg Melançon	662-9766	
J63	Ghislain Boudreault	3050	Rg Melançon	662-2639	
J64	C.H. Boudreault	3090	Rg Melançon	662-3121	
J65	Marc Morel	3120	Rg Melançon	668-7580	
J66	Jocelyn Maltais	3175	Rg Melançon	668-4367	
J67	Luc Racine	3179	Rg Melançon	662-6686	
J68	Gilles Cauchon	3180	Rg Melançon	668-6570	
J69	Réjean Harvey	3205	Rg Melançon	662-4047	
J70	Majorique Bergeron	3275	Rg Melançon	662-6974	
J71	Daniel Guérin	3330	Rg Melançon	668-6333	
J72	Magella Girard	3340	Rg Melançon	668-3476	
J73	Réginald Harvey	3341	Rg Melançon	668-7444	
J74	Norbert Harvey	3355	Rg Melançon	662-6308	
J75	Jean Fradette	3440	Rg Melançon	662-9471	
J76	Jos Fradette	3474	Rg Melançon	662-5535	
J77	Nicol Fradette	3490	Rg Melançon	668-2876	
J78	Carl Lacroix	3495	Rg Melançon	662-0421	
J79	Yvan Fleury	3530	Rg Melançon	662-3575	
J80	Bernard Plourde	3635	Rg Melançon	662-3214	
J81	Christian Simard	3646	Rg Melançon	662-5844	
J82	Stéphane Deschamps	3695	Rg Melançon	669-0407	
J83	Rémi Girard	3715	Rg Melançon	668-8578	
J84	J. Tremblay	3755	Rg Melançon	668-8881	
J85	Rosairé Fradette	3775	Rg Melançon	662-2618	14
J86	Germain Thivierge	3825	Rg Melançon	668-8291	
J87	L. Lebel	3830	Rg Melançon	662-8283	
J88	Georges Minier	3860	Rg Melançon	662-7094	
J89	Clément Minier	4035	Rg Melançon	668-2597	
J90	M. Minier	4100	Rg Melançon	668-2257	
J91	Gaston Boily	4148	Rg Melançon	668-2869	
J92	L. Morin	4495	Rg Melançon	668-4676	
J93	Jacques Simard	4615	Rg Melançon	668-7204	
J94	Jocelyn Simard	4635	Rg Melançon	662-3244	
J95	Christian Girard	4675	Rg Melançon	662-3908	
J96	Lucienne Lerho	4850	Rg Melançon	668-2839	
J97	Jocelyn Gagnon	4880	Rg Melançon	668-7471	
J98	Alain Lebel	5295	Rg Melançon	668-9282	
J99	Jeannot Lebel	5660	Rg Melançon	669-1887	
J100	Joris Lebel	5835	Rg Melançon	668-3021	
J101	Jacques Guay	1000	Ch de la Baie Boudreault	669-0988	17
J102	Martin Lapierre	1010	Ch. de la Baie Boudreault	662-5283	
J103	Roméo St-Pierre	1200	Ch. de la Baie Boudreault	668-5697	
J104	Vital Noel	2003	Ch. de la Baie Boudreault	668-5609	
J105	Robert Tremblay	2195	Ch. de la Baie Boudreault	668-4328	
J106	Marie Guay	2220	Ch. de la Baie Boudreault	668-2595	
J107	R. Vaillancourt	2175	Ch. de la Baie Boudreault	480-3106	
J108	Clément Morel	2250	Ch. de la Baie Boudreault	668-8473	
J109	Johanne Boivin	820	Ch. de la Baie Boudreault	668-7878	



J110	Denis Ouellet	685	Ch. de la Baie Boudreault	662-5969	
J111	Omer Boudreault	705	Ch. de la Baie Boudreault	668-3833	
J112	Hélène Lalancette	755	Ch. de la Baie Boudreault	662-2641	
J113	J. L. Bolduc	750	Ch. de la Baie Boudreault	668-3838	
J114	Alain Gagnon	4205	Ch du lac Sophie	662-7432	13
J115	Marie Lapointe	625	Ch. Beauséjour	668-8702	
J116	Fernand Tremblay	3805	Ch. du Canal	668-3556	
J117	Jean Simard	3825	Ch. du Canal	668-5880	
J118	H. L. Bergeron	3895	Ch du Bon Air	668-2867	
J119	Jean Gagnon	3900	Ch du Bon Air	668-3998	
J120	Dany Lavoie	440	Av. St-Aimé Nord	668-3365	
J121	Roger Gauthier	380	Av. St-Aimé Nord	662-9298	
J122	Bruno Imbeault	391	Av. St-Aimé Nord	668-0290	
J123	Manon Turcotte	4915	Ch. du rang Mistook	668-5037	
J124	Russel Scullion	4145	Ch des Treize	668-5587	20
J125	S. Turcotte	4085	Ch. des Treize	480-2046	
J126	Stephen Richardson	3615	Ch. Des Vingt-Deux	668-5600	
J127	Bernard Gagnon	3645	Ch. Des Vingt-Deux	668-5560	
J128	Robert Claveau	3655	Ch. Des Vingt-Deux	662-6254	
J129	Vincent Gagnon	3665	Ch des Vingt-Deux	662-9193	23
J130	Jean Bouchard	3685	Ch. Des Vingt-Deux	668-5941	
J131	Gracien Ménard	3695	Ch. Des Vingt-Deux	662-9580	
J132	Fernand Jean	3705	Ch. Des Vingt-Deux	662-5025	
J133	F. Jean	3715	Ch. Des Vingt-Deux	668-6624	
J134	Nicol Jean	3660	Ch. Des Vingt-Deux	662-9866	
J135	P. Harvey	3065	Des Hirondelles	662-5492	
J136	J. E. Harvey	3070	Ch des Fauvettes	668-2611	24
J137	Hervey Tremblay	3050	Des Grives	480-2045	
J138	Maurice Martin	3115	Des Grives	662-9148	
J139	Nicol Gagné	2221	9e avenue	668-5708	
J140	Gérald Simard	2005	7e avenue	668-3896	
J141	Reynald Lavoie	2051	7e avenue	668-3944	
J142	Chantale Fortin	2053	4e avenue	480-4000	
J143	Claude Garneau	2040	4e avenue	668-3694	
J144	Raoul Godin	2515	Ch. de la Rive	662-5683	
J145	André Boudreault	2490	Ch. de la Rive	662-3160	
J146	Carol Damours	2450	Ch. de la Rive	662-6914	
J147	Martin Fradette	2370	Ch. de la Rive	668-8965	
J148	Denise Richard	2295	Ch. de la Rive	662-5616	26
J149	Alain Richard	2280	Ch. de la Rive	668-3665	
J150	Laurier Genest	2325	Ch. de la Rive	662-6343	
J151	Christian Fortin	2215	Ch. de la Rive	668-7388	
J152	Louise Moffat	2185	Ch. de la Rive	662-5192	
J153	M. Turcotte	2165	Ch. de la Rive	668-8296	
J154	Ghislain Moffat	2075	Ch. de la Rive	668-8012	
J155	Carol Girard	2040	Ch. de la Rive	662-5208	
J156	Léonce Harvey	1935	Ch. de la Rive	668-5988	
J157	Lise Collard	1875	Ch. de la Rive	662-6341	
J158	Claude Tremblay	1870	Ch. de la Rive	668-4945	
J159	I. Campeau	1801	Ch. de la Rive	668-7086	
J160	Y. Lajoie	1771	Ch. de la Rive	668-3432	27
J161	Serge Gagon	1741	Ch. de la Rive	668-6344	
J162	B. Larouche	1750	Ch. de la Rive	668-3279	
J163	Gaston Harvey	2805	Ch. de la Rive	662-6782	
J164	Johanne Martel	2845	Ch. de la Rive	668-4031	
J165	Yvon Ouellet	2905	Ch. de la Rive	668-5026	
J166	Gilbert Lapointe	2695	Ch. de la Rive	662-7822	



Annexe 6. Résultats des tests statistiques

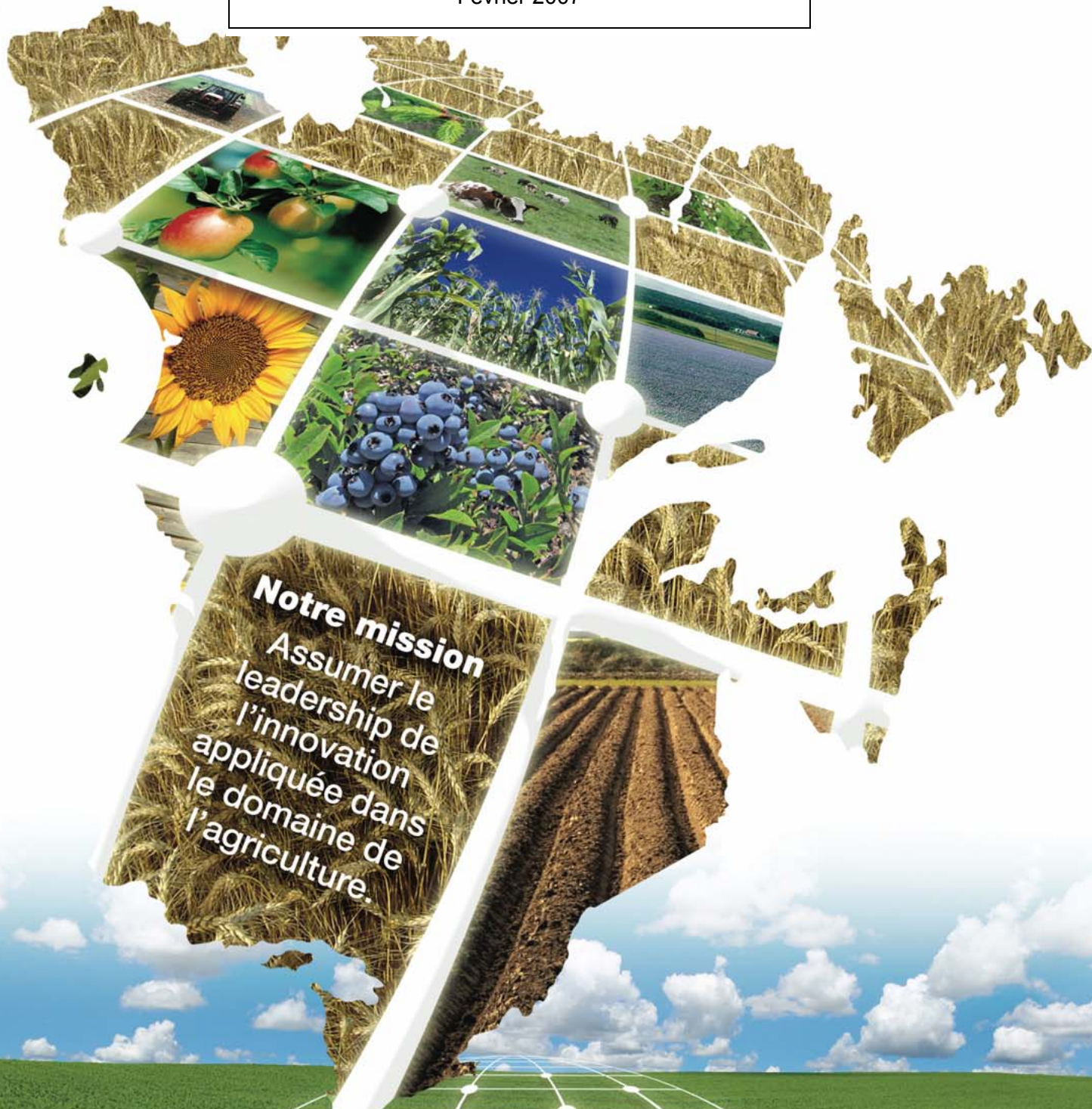


Type d'échantillon	Série de données à comparer	Valeur de t_{table} à 95 % de confiance	Valeur t calculée	Différence significative
Sol	Fluorures disponibles juillet 2000 vs sept. 2000	2,201	1,967	Non
Sol	Fluorures disponibles sept. 2000 vs sept. 2001	2,201	0,741	Non
Sol	Fluorures disponibles sept. 2000 vs sept. 2002	2,201	0,084	Non
Sol	Fluorures disponibles sept. 2001 vs sept. 2002	2,201	0,654	Non
Sol	Fluorures extractibles sept. 2001 vs sept. 2002	2,201	4,401	Oui
Sol	HAP totaux juillet 2000 vs sept. 2001	2,201	3,76	Oui
Sol	HAP totaux juillet 2000 vs sept. 2002	2,201	10,38	Oui
Sol	HAP totaux sept. 2001 vs sept. 2002	2,201	8,72	Oui

**Suivi des impacts des émissions atmosphériques de
l'Usine Alma sur les potagers avoisinants**

Rapport final

Février 2007



**Suivi des impacts des émissions atmosphériques
de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants**

Rapport final

Réalisé par
Agrinova

Présenté à
Monsieur Philippe Thibeault
Alcan–Usine Alma

Février 2007



Réalisé par Agrinova

Coordination

Anne Guilbert, ing., M. Sc.

Chef de service – recherche et développement

Réalisation, recherche et rédaction

Antoine Bédard, agr.

Chargé de projet

Révision linguistique

Édith Paradis

Adjointe administrative



TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	5
2. Objectif	5
2.1. Objectif principal	5
2.2. Objectifs spécifiques.....	5
3. Méthodologie.....	6
4. Liste des potagers participants.....	7
5. Résultats.....	9
5.1. Analyse des sols.....	9
5.1.1. Fluorures disponibles.....	9
5.1.2. Fluorures extractibles	11
5.1.3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	14
5.2. Analyse de la laitue.....	17
5.2.1. Fluorures totaux.....	17
5.2.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	18
5.3. Portrait des HAP	19
6. Conclusion.....	22
7. Recommandations.....	23
8. Références bibliographiques	24
Annexe 1. Certificats d'analyse	25



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Liste des participants au projet pour l'année 2006	7
Tableau 2.	Concentration en fluorures disponibles dans les sols des sites échantillonnés, années 2000, 2001 et 2002	11
Tableau 3.	Concentration en fluorures extractibles à l'eau dans les sols des sites échantillonnés, années 2001, 2002 et 2006	13
Tableau 4.	Grille des critères génériques pour les HAP dans les sols	15
Tableau 5.	Concentration en HAP totaux dans les sols des sites échantillonnés, années 2000 à 2002 et 2006	16
Tableau 6.	Concentrations en fluorures totaux dans la laitue, années 2000 à 2002 et 2006 ...	17
Tableau 7.	Concentrations en HAP totaux dans la laitue, années 2000 à 2002 et 2006.....	18
Tableau 8.	Principaux HAP lors de la combustion du bois résidentiel, de l'essence et du diesel	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Localisation des potagers témoins	8
Figure 2.	Fluorures disponibles dans les sols, années 2000 à 2002 et 2006	10
Figure 3.	Fluorures extractibles dans les sols, années 2001, 2002 et 2006	12
Figure 4.	Proportion des HAP émis par l'usine et trouvés dans les sols des potagers avoisinants et des sites témoins, année 2006	19
Figure 5.	Proportion des HAP émis par l'usine et trouvés dans la laitue des potagers avoisinants et celles des sites témoins, année 2006	21



1. INTRODUCTION

La réalisation du projet *Impact des émissions atmosphériques de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants*¹ a permis de mesurer les concentrations en fluorures et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sols et les légumes des potagers avoisinants l'usine. Cette étude a permis de tirer certaines conclusions pour lesquelles un suivi était nécessaire.

En effet, les concentrations en fluorures extractibles au niveau des sols, sans être alarmantes, ont doublé entre 2001 et 2002. Il fallait assurer un suivi pour évaluer si cette tendance se maintiendrait ou si les concentrations en fluorures extractibles se stabiliseraient. Les fluorures extractibles sont ceux qui peuvent se retrouver facilement dans la solution du sol. Ils constituent donc une source de contamination potentielle.

Toujours en ce qui concerne les sols, l'étude de Agrinova² a permis de constater que les HAP dans les sols augmentaient dans le temps. Il était donc pertinent de valider si cette tendance se maintiendrait. De plus, étant donné que la présence de l'aluminerie ne constitue pas la seule source potentielle d'émission de HAP dans l'environnement, il fallait tenter de valider s'il y avait correspondance entre les HAP émis dans l'environnement par l'Usine Alma et les HAP mesurés dans les sols des potagers.

Pour les HAP et les fluorures mesurés dans les légumes, il n'a pas été possible de conclure que le démarrage de l'usine ait contribué à augmenter les concentrations. Cependant, la laitue semble être le légume qui ait accumulé le plus de ces contaminants. Il était donc approprié de continuer à évaluer les teneurs en fluorures et en HAP dans ce légume, à titre d'indicateur.

2. OBJECTIF

2.1. Objectif principal

Poursuivre le suivi des impacts des émissions atmosphériques de fluorures et de HAP sur les sols et les légumes des potagers avoisinant l'Usine Alma.

2.2. Objectifs spécifiques

- Effectuer le suivi de la concentration de fluorures disponibles et extractibles dans les sols de douze potagers.
- Effectuer le suivi de la concentration en HAP dans les sols de douze potagers.
- Établir la contribution potentielle de l'aluminerie quant à la présence de HAP dans les sols et les légumes des potagers avoisinants l'Usine Alma.
- Effectuer le suivi des concentrations en fluorures et en HAP dans la laitue à titre d'indicateur pour les douze potagers.

¹ Guilbert, A, et A. Bédard. 2004. Impact des émissions atmosphériques de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants. Rapport final. Centre de recherche et de développement en agriculture (CRDA). 45 p.

² Le Centre de recherche et de développement en agriculture a changé de nom pour Agrinova. Ce changement est en vigueur depuis le 6 octobre 2006.



3. MÉTHODOLOGIE

Voici les étapes de réalisation du projet :

ÉTAPE 1 : Contacter les propriétaires des potagers

Dans un premier temps, il était nécessaire de contacter les douze propriétaires des potagers ayant fait l'objet de l'étude *Impact des émissions atmosphériques de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants* pour s'assurer de leur collaboration et de la possibilité d'échantillonner à nouveau les sols et les légumes de leur potager.

ÉTAPE 2 : Effectuer l'échantillonnage

L'échantillonnage des sols s'est fait à l'été 2006. Les paramètres mesurés étaient les fluorures disponibles, les fluorures extractibles et les HAP totaux. Il y a également eu un échantillonnage de laitue. Celui-ci s'est fait en juillet 2006.

Des échantillons de laitue et des sols correspondants ont été prélevés sur trois sites à l'extérieur du périmètre de l'usine. Ces échantillons ont été analysés et serviront d'éléments de comparaison.

ÉTAPE 3 : Procéder aux analyses de laboratoire

Les échantillons prélevés ont été envoyés au laboratoire pour analyse. Les analyses de HAP et de fluorures ont été réalisées par le laboratoire Biolab division Éco-Santé.

ÉTAPE 4 : Rechercher l'information sur les HAP

Afin d'établir la contribution potentielle de l'aluminerie quant à la présence de HAP dans les sols et les légumes des potagers avoisinants l'Usine Alma, une recherche d'information a été réalisée. Alcan a fourni l'information quant aux types de HAP produits par l'usine (profil de HAP). Les résultats des sites témoins, comparés avec les potagers avoisinants l'usine, permettront de voir si le profil de contaminants varie en fonction de la situation géographique.

ÉTAPE 5 et 6 : Analyser les résultats et rédiger le rapport final

Les données ont été compilées et se retrouvent dans ce rapport final.

ÉTAPE 7 : Présenter les résultats au client

Les données du rapport final seront présentées au client à l'aide d'une présentation PowerPoint.



4. LISTE DES POTAGERS PARTICIPANTS

Le tableau 1 présente les participants au projet alors que la figure 1 présente l'emplacement des trois potagers témoins.

Tableau 1. Liste des participants au projet pour l'année 2006

Numéro de potager	Nom	Adresse	Code postal	Téléphone
3	CEDAP ¹	2809, rang Scott	G8C 1A9	668-5221
8	Nouveau propriétaire ²	640, avenue Tremblay	G8B 5T5	668-8251
9	Harvey, Marcel	2815, rang Melançon	G8B 5V3	668-3140
10	Simard, Marcel	3035, rang Melançon	G8B 5V3	668-8917
13	Mercier, Nancy	4205, chemin du Lac Sophie	G8B 5V3	662-9746
14	Vézina, Étienne ³	3775, rang Melançon	G8B 5N1	662-2618
17	Tremblay, France	1000, chemin de la Baie Boudreault Nord	G8B 5V3	669-0988
20	Scullion, Russell	181, rue des Ormes Ouest	G8B 3V1	668-5587
23	Gagnon, Vincent	1115, rue Bourassa	G8B 2G9	662-9193
24	Cornut, Jean-Pierre ⁴	3070, chemin des Fauvettes	G8B 5V3	668-2611
26	Rioux, Clément ⁵	2525, chemin de la Rive	G8B 3V7	668-5920
27	Lajoie, Lucie	1761, chemin de la Rive	G8B 5V3	668-4919

¹ Potager n'existant plus (Johanne Bouchard). Nouveau potager situé à proximité.

² Nouveau propriétaire, anciennement Roger Simard. Potager inchangé.

³ Potager n'existant plus. Échantillonnage du sol seulement.

⁴ Nouveau propriétaire, anciennement Jean-Eudes Harvey. Potager inchangé.

⁵ Potager n'existant plus (Denise Richard). Nouveau potager situé à proximité.

Site témoin	Nom	Adresse	Code postal	Téléphone
1	Paradis, Audrey	614, rang 3, Hébertville	G8N 1M7	344-4192
2	Maraîcher Potvin	1030, 3 ^e rang Est, Lac-à-la-Croix	G0W 1W0	349-8125
3	Potager Grandmont	286, rue De Quen, Saint-Gédéon	G8B 1R1	345-2210



Figure 1. Localisation des potagers témoins



5. RÉSULTATS

La section qui suit présente les résultats pour les sols de même que pour la laitue. Tous les certificats d'analyses sont présentés à l'annexe 1.

5.1. Analyse des sols

À l'intérieur des sols, trois paramètres ont été analysés, soit les fluorures disponibles, les fluorures extractibles et les HAP.

5.1.1. Fluorures disponibles

Il existe plusieurs méthodes permettant d'extraire les fluorures du sol. Chaque méthode a sa propre efficacité et permet d'extraire une quantité différente de fluorures. Lors de ce projet, deux méthodes d'extraction ont été utilisées. Les fluorures seront donc divisés en deux catégories, ceux disponibles et ceux extractibles.

Les fluorures disponibles représentent la portion qu'il est possible d'extraire à partir d'une distillation en milieu acide. La méthode utilisée par le laboratoire Biolab division Éco-Santé est la suivante : SM 4500-F C (distillation et électrode spécifique). Il s'agit d'une distillation suivie d'un dosage avec électrode à ions spécifiques. Cette méthode permet d'extraire une bonne partie des fluorures présents dans le sol, mais ne représente pas tout à fait la concentration en fluorures totaux du sol. En effet, certains fluorures très fortement fixés au sol ne sont extraits qu'à partir d'une fusion.

La figure 2 présente les fluorures disponibles pour les années 2000 à 2006.

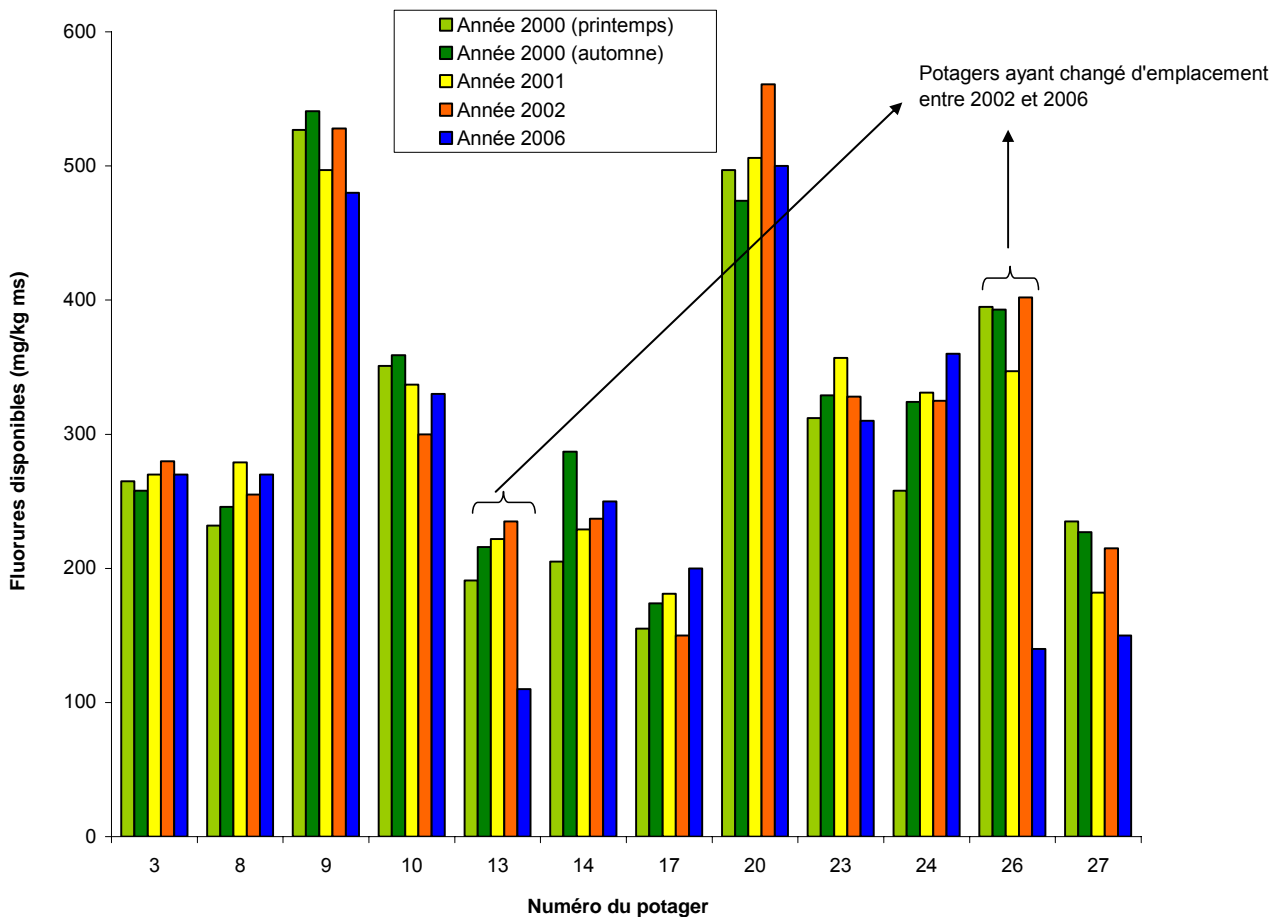


Figure 2. Fluorures disponibles dans les sols, années 2000 à 2002 et 2006

En observant la figure 2, il est possible de remarquer que les fluorures disponibles sont très stables dans le temps. En effet, seuls deux potagers montrent une variation importante et il s'agit de deux potagers ayant été relocalisés. Il est donc possible d'affirmer que les fluorures disponibles sont excessivement stables dans le temps et qu'aucune tendance n'apparaît depuis les cinq dernières années. Le même constat avait été fait entre 2000 et 2002, lors du premier projet de suivi des potagers.

Le tableau 2 présente les résultats pour l'ensemble des années suivies.



Tableau 2. Concentration en fluorures disponibles dans les sols des sites échantillonnés, années 2000, 2001 et 2002

Numéro de potager	Fluorures disponibles (mg/kg) Année 2000	Fluorures disponibles (mg/kg) Année 2001	Fluorures disponibles (mg/kg) Année 2002	Fluorures disponibles (mg/kg) Année 2006
3	258	270	280	270
8	246	279	255	270
9	541	497	528	480
10	359	337	300	330
13	216	222	235	110
14	287	229	237	250
17	174	181	150	200
20	474	506	561	500
23	329	357	328	310
24	324	331	325	360
26	393	347	402	140
27	227	182	215	150
Moyenne	319,0	311,5	318,0	280,8
Écart-type	109,0	107,9	123,7	124,7

Témoin 1				320
Témoin 2				270
Témoin 3				510
Moyenne				366,7
Écart-type				126,6

Le tableau 2 permet également de constater que les sites témoins ont présenté une concentration moyenne en fluorures disponibles supérieure à celle des campagnes de 2000, 2001, 2002 et 2006, bien que la différence ne soit pas significativement différente ($\alpha=0,05$). Compte tenu de ces résultats, il ne semble pas nécessaire de poursuivre le suivi des fluorures disponibles dans le futur.

5.1.2. Fluorures extractibles

Les fluorures extractibles représentent la fraction qu'il est possible d'extraire avec une simple lixiviation à l'eau. La méthode utilisée par le laboratoire Biolab division Éco-Santé est la suivante : MA 300-F1.1. (extraction à l'eau et électrode spécifique). C'est donc la partie des fluorures qui peut être potentiellement solubilisée dans la solution du sol et, donc, qui est facilement assimilable par les plantes ou encore lessivable. Cette fraction est généralement beaucoup moins importante que celle représentée par les fluorures disponibles.

La figure 3 présente les fluorures extractibles pour les années 2001, 2002 et 2006.

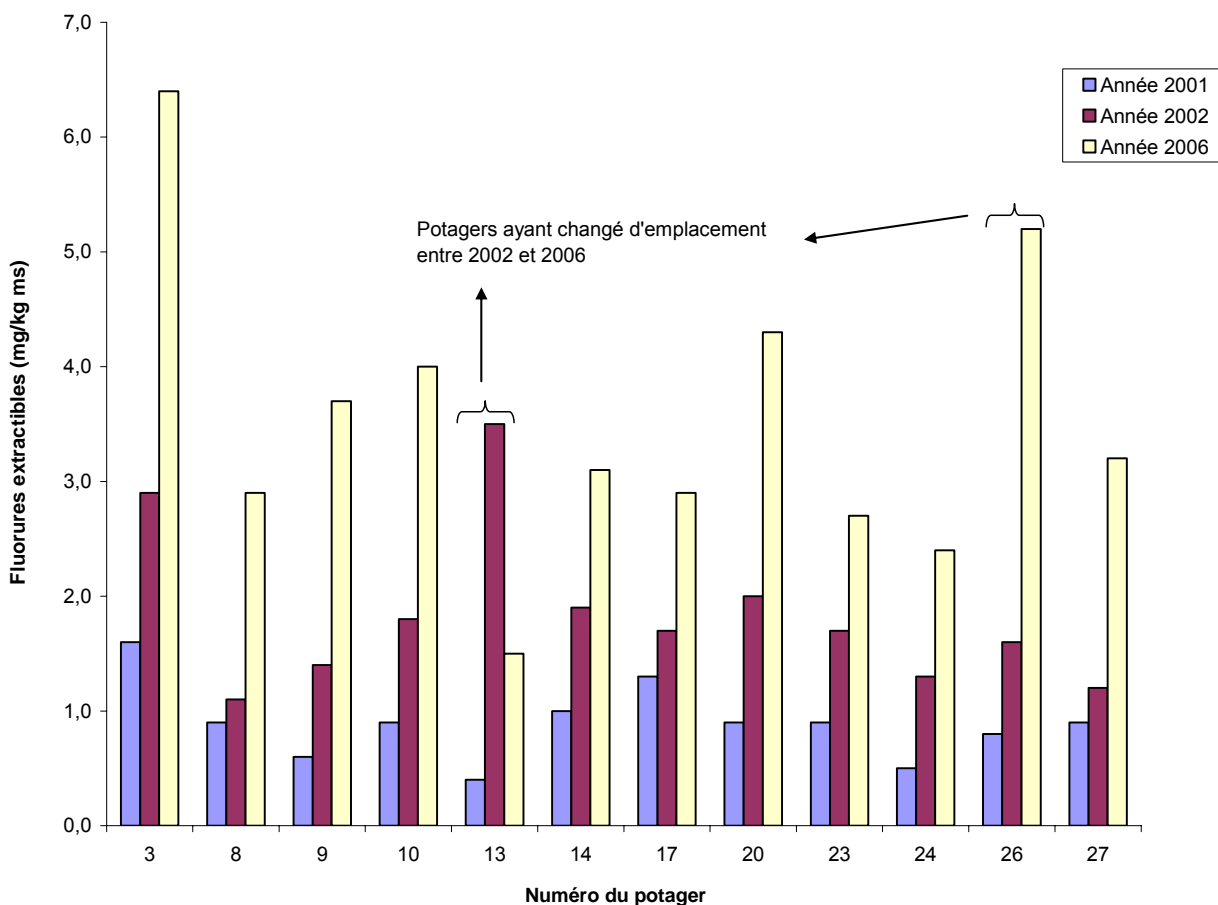


Figure 3. Fluorures extractibles dans les sols, années 2001, 2002 et 2006

Contrairement aux fluorures disponibles, les fluorures extractibles ont tendance à augmenter avec le temps. Un seul potager montre une concentration inférieure en 2006 par rapport aux années 2001 et 2002, mais ce dernier a été relocalisé dans l'intervalle de temps. Un test statistique a permis de déterminer qu'il existe une différence significative entre la moyenne des trois années ($\alpha=0,05$).

En 2006, des échantillons ont été prélevés à l'extérieur du rayon de l'aluminerie, soit à Hébertville, Lac-à-la-Croix et Saint-Gédéon. Le tableau 3 présente les résultats pour les fluorures extractibles retrouvés sur ces trois sites témoins de même que pour les potagers.



Tableau 3. Concentration en fluorures extractibles à l'eau dans les sols des sites échantillonnés, années 2001, 2002 et 2006

Numéro de potager	Fluorures extractibles à l'eau, année 2001 (mg/kg)	Fluorures extractibles à l'eau, année 2002 (mg/kg)	Fluorures extractibles à l'eau, année 2006 (mg/kg)
3	1,6	2,9	6,4
8	0,9	1,1	2,9
9	0,6	1,4	3,7
10	0,9	1,8	4
13	0,4	3,5	1,5
14	1,0	1,9	3,1
17	1,3	1,7	2,9
20	0,9	2,0	4,3
23	0,9	1,7	2,7
24	0,5	1,3	2,4
26	0,8	1,6	5,2
27	0,9	1,2	3,2
Moyenne	0,9	1,8	3,5
Écart-type	0,3	0,7	1,3

Témoin 1			1,5
Témoin 2			3,5
Témoin 3			3,4
Moyenne			2,8
Écart-type			1,1

Bien que les fluorures extractibles aient augmenté de façon significative dans le temps, il n'existe pas de différence significative entre les données des potagers avoisinants et celles des sites témoins pour l'année 2006 ($\alpha=0,05$). Cela signifie que les sols échantillonnés à l'extérieur du périmètre de l'Usine Alma présentent des concentrations similaires à ceux des potagers avoisinant l'usine.

Ce constat est difficile à interpréter. Le fait qu'il existe une différence significative entre la moyenne des fluorures extractibles des années 2001, 2002 et 2006 suggère qu'une source d'émission de fluorures est responsable de cette augmentation dans le temps. Toutefois, si l'on regarde exclusivement l'année 2006, les sites témoins présentent une concentration similaire aux potagers avoisinant l'usine, ce qui suggère que les sols échantillonnés sont soumis à des sources d'émission de fluorures équivalentes, peu importe leur provenance.



Arnesen et coll.³ ont démontré que la pollution par les fluorures dans les sols a pu être retracée jusqu'à 30 km d'une aluminerie située en Norvège. Il est à noter que les émissions, sous forme de poussières, sont transportées sur de plus courtes distances que les émissions gazeuses. Bien qu'il y ait une possibilité que les fluorures retrouvés sur les sites témoins proviennent de l'Usine Alma, cette hypothèse est peu probable, compte tenu de la distance importante (>20 km). Compte tenu des niveaux de fluorures extractibles observés sur les sites témoins, il est tout à fait probable que ces concentrations proviennent principalement de sources naturelles. En effet, selon Polomski et coll.⁴, les concentrations naturelles en fluorures extractibles dans différents types de sols varient de 0,6 à 20,3 mg/kg.

En résumé, les potagers avoisinants l'Usine Alma ont vu leur concentration en fluorures extractibles augmenter significativement au cours des années de suivi. Toutefois, bien que cette augmentation soit significative, les concentrations demeurent relativement faibles, avec des valeurs équivalentes à celles retrouvées dans des sols naturels. Pour confirmer les résultats, des échantillons pourraient être prélevés sur des sites encore plus éloignés de l'usine. Il serait également important de suivre l'évolution des fluorures extractibles dans le temps, à titre d'indicateur, pour voir si la tendance se maintient.

5.1.3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

En ce qui concerne les HAP, le ministère de l'Environnement du Québec a établi une grille de critères génériques pour les sols et pour les eaux souterraines. Ces critères servent à évaluer l'ampleur d'une contamination et sont présentés au tableau 4.

³ Arnesen, A. K. M. et T. Krogstad. 1998. Sorption and desorption of fluoride in soil polluted from the aluminium smelter at Ardal in western Norway. *Water, air and soil pollution*. Vol. 103. No. 1-4. Avril 1998. P. 357-373.

⁴ Polomski, J., H. Flühler et P. Blaser. 1982. Accumulation of airborne fluoride in soils. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 11, no.3. p. 457-461.



Tableau 4. Grille des critères génériques pour les HAP dans les sols⁵

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	CRITÈRES DE SOL mg/kg de matière sèche (ppm)		
	A	B	C
Acénaphène	0,1	10	100
Acénaphylène	0,1	10	100
Anthracène	0,1	10	100
Benzo (a) anthracène	0,1	1	10
Benzo (a) pyrène	0,1	1	10
Benzo (b + j + k) fluoranthène	0,1	1	10
Benzo (c) phénanthrène	0,1	1	10
Benzo (g,h,i) pérylène	0,1	1	10
Chrysène	0,1	1	10
Dibenzo (a,h) anthracène	0,1	1	10
Dibenzo (a,i) pyrène	0,1	1	10
Dibenzo (a,h) pyrène	0,1	1	10
Dibenzo (a,l) pyrène	0,1	1	10
Diméthyl-7,12 Benzo (a) anthracène	0,1	1	10
Fluoranthène	0,1	10	100
Fluorène	0,1	10	100
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0,1	1	10
Méthyl-3 cholanthrène	0,1	1	10
Naphtalène	0,1	5	50
Phénanthrène	0,1	5	50
Pyrène	0,1	10	100
Méthyl naphtalènes (chacun)	0,1	1	10

Le seuil maximal dans les sols pour une utilisation agricole doit être inférieur au critère A. Ce dernier correspond à la limite de quantification et se situe à 0,1 mg/kg pour **chacun** des HAP. Le critère B, limite maximale acceptable en zone résidentielle, varie de 1 à 10 mg/kg pour **chacun** des HAP. Au-delà de cette valeur, le sol est considéré contaminé. Pour l'ensemble des potagers avoisinants et des sites témoins échantillonnés, aucun des 23 HAP analysés ne dépasse le critère A.

⁵ Source : Ministère de l'Environnement du Québec, 2003
http://www.menv.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/annexe_2_tableau_1.htm



Le tableau 5 présente les concentrations en HAP **totaux** des sites échantillonnés en 2000, 2001, 2002 et 2006. La méthode utilisée pour les analyses est la méthode Alcan 1293F-96, soit extraction au dichlorométhane et quantification par GC/MS.

Tableau 5. Concentration en HAP totaux dans les sols des sites échantillonnés, années 2000 à 2002 et 2006

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) année 2000	HAP totaux (mg/kg) année 2001	HAP totaux (mg/kg) année 2002	HAP totaux (mg/kg) année 2006
3	0,58	0,55	0,79	0,27
8	0,73	0,85	1,15	0,29
9	0,55	0,59	0,80	0,19
10	0,56	0,70	0,79	0,375
13	0,65	0,75	0,98	0,145
14	0,56	0,65	0,75	0,185
17	0,59	0,75	0,90	0,28
20	0,59	0,66	0,95	0,16
23	0,58	0,57	0,82	0,15
24	0,63	0,69	0,83	0,27
26	0,55	0,59	0,84	0,15
27	0,65	0,67	0,75	0,375
Moyenne	0,60	0,67	0,86	0,24
Écart-type	0,05	0,09	0,12	0,08

Témoin 1				0,28
Témoin 2				0,145
Témoin 3				0,15
Moyenne				0,19
Écart-type				0,08

Le tableau 5 permet de constater que les HAP totaux ont diminué depuis la dernière campagne d'échantillonnage. En effet, la moyenne de 2006 est inférieure à celle des années 2000 à 2002. Les résultats des échantillons témoins indiquent que les sols des potagers situés à proximité de l'usine ne contiennent pas plus de HAP que les sols éloignés de l'usine. Le test de Student⁶ a permis de confirmer qu'en 2006, il n'existe pas de différence significative entre les potagers avoisinants et les sites témoins ($\alpha=0,05$).

À la lumière de ces résultats, il ne semble pas nécessaire de poursuivre le suivi de ce paramètre actuellement.

⁶ Test statistique qui sert de comparaison d'une moyenne observée avec une valeur « attendue ».



5.2. Analyse de la laitue

Deux paramètres se trouvant à l'intérieur de la laitue ont été analysés, soit les fluorures totaux et les HAP.

5.2.1. Fluorures totaux

Le tableau 6 présente les concentrations en fluorures totaux dans la laitue, pour les deux campagnes d'échantillonnage.

Tableau 6. Concentrations en fluorures totaux dans la laitue, années 2000 à 2002 et 2006

Numéro de potager	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2000	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2001	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2002	Fluorures totaux (mg/kg) Année 2006
3	6	7,5	7,5	270*
8	11	7,5	7,5	7,5
9	8	7,5	7,5	7,5
10	133	7,5	25	34
13	8	7,5	7,5	400*
14	56	7,5	16	-
17	5	22	7,5	260*
20	10	7,5	17	60*
23	9	21	40	7,5
24	10	7,5	7,5	7,5
26	34	7,5	7,5	540*
27	7	104	7,5	7,5
Moyenne	24,8	17,9	13,2	11,9
Écart-type	37,3	27,7	10,2	10,8

Témoin 1				7,5
Témoin 2				7,5
Témoin 3				57*
Moyenne				7,5
Écart-type				0

* Ces données ne sont pas considérées, car une contamination est suspectée lors des manipulations par le laboratoire.

Plusieurs analyses ont dû être éliminées, en raison de l'absence de cohérence. En effet, suite à une discussion avec le chimiste du laboratoire Biolab division Éco-Santé, celui-ci a confirmé qu'il suspectait une contamination de quelques échantillons lors du processus d'extraction. Il a été impossible de faire une reprise d'analyse, car la quantité de matériel séché était insuffisante.

En excluant les données erronées, le tableau 6 permet de constater que la moyenne des fluorures totaux présents dans la laitue n'a pas augmenté depuis la dernière campagne d'échantillonnage. Un test statistique a permis de confirmer qu'il n'existait pas de différence



significative entre les moyennes des différentes années de même qu'entre la moyenne des potagers situés à proximité de l'usine et ceux des sites témoins de 2006 ($\alpha=0,05$).

La présence de fluorures sur la laitue est probablement variable en fonction du moment de l'échantillonnage. En effet, comme les fluorures se déposent sur la végétation, les précipitations permettent un certain lessivage. En 2006, les échantillons de laitue ont été prélevés le 13 juillet. Une pluie abondante s'est produite le 10 juillet. Il est probable que cette pluie ait lessivé une partie des fluorures présents sur les feuilles de laitue. Néanmoins, il s'agit d'une hypothèse qui pourrait être vérifiée par des échantillonnages planifiés en fonction de la météorologie.

5.2.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Le tableau qui suit présente les concentrations en HAP dans la laitue, pour les années 2000 à 2002 et 2006.

Tableau 7. Concentrations en HAP totaux dans la laitue, années 2000 à 2002 et 2006

Numéro de potager	HAP totaux (mg/kg) Année 2000	HAP totaux (mg/kg) Année 2001	HAP totaux (mg/kg) Année 2002	HAP totaux (mg/kg) Année 2006
3	0,082	0,208	0,126	0,191
8	0,230	0,059	0,235	-
9	0,031	0,049	0,038	0,079
10	0,031	0,016	0,086	0,092
13	0,538	0,049	0,423	0,004
14	0,154	0,030	0,176	-
17	0,136	0,121	0,165	0,085
20	0,169	0,022	0,111	0,095
23	0,078	0,032	0,141	0,116
24	0,088	0,060	0,275	0,230
26	0,089	0,257	0,125	0,178
27	0,159	0,104	0,169	0,299
Moyenne	0,149	0,084	0,172	0,137
Écart-type	0,136	0,077	0,101	0,086

Témoin 1				-
Témoin 2				0,310
Témoin 3				0,118
Moyenne				0,214
Écart-type				0,135



Le tableau 7 permet de constater que la moyenne des HAP totaux en 2006 n'est pas plus élevée que la moyenne des années précédentes. Un test statistique a permis de vérifier qu'il n'y avait pas de différence significative entre les moyennes des quatre années de même qu'entre la moyenne de 2006 des potagers avoisinants l'usine et celle des sites témoins ($\alpha=0,05$).

5.3. Portrait des HAP

Comme il existe plusieurs types de HAP dans l'environnement, il était intéressant de voir quels étaient ceux que l'on retrouvait dans les sols et les potagers échantillonnés, par rapport à ceux émis par l'Usine Alma. Un bilan des émissions de HAP de l'usine pour l'année 2005 a été fourni. Ce dernier a permis de tracer un portrait des principaux HAP émis lors des opérations de l'usine. Bien que ce bilan ait été compilé à partir des émissions de 2005 de l'usine, il est fort probable que les proportions soient approximativement les mêmes en 2006. La figure 4 permet de comparer ce portrait (en proportion émise) avec le portrait des HAP retrouvés dans les sols des potagers et des sites témoins échantillonnés (toujours en proportion).

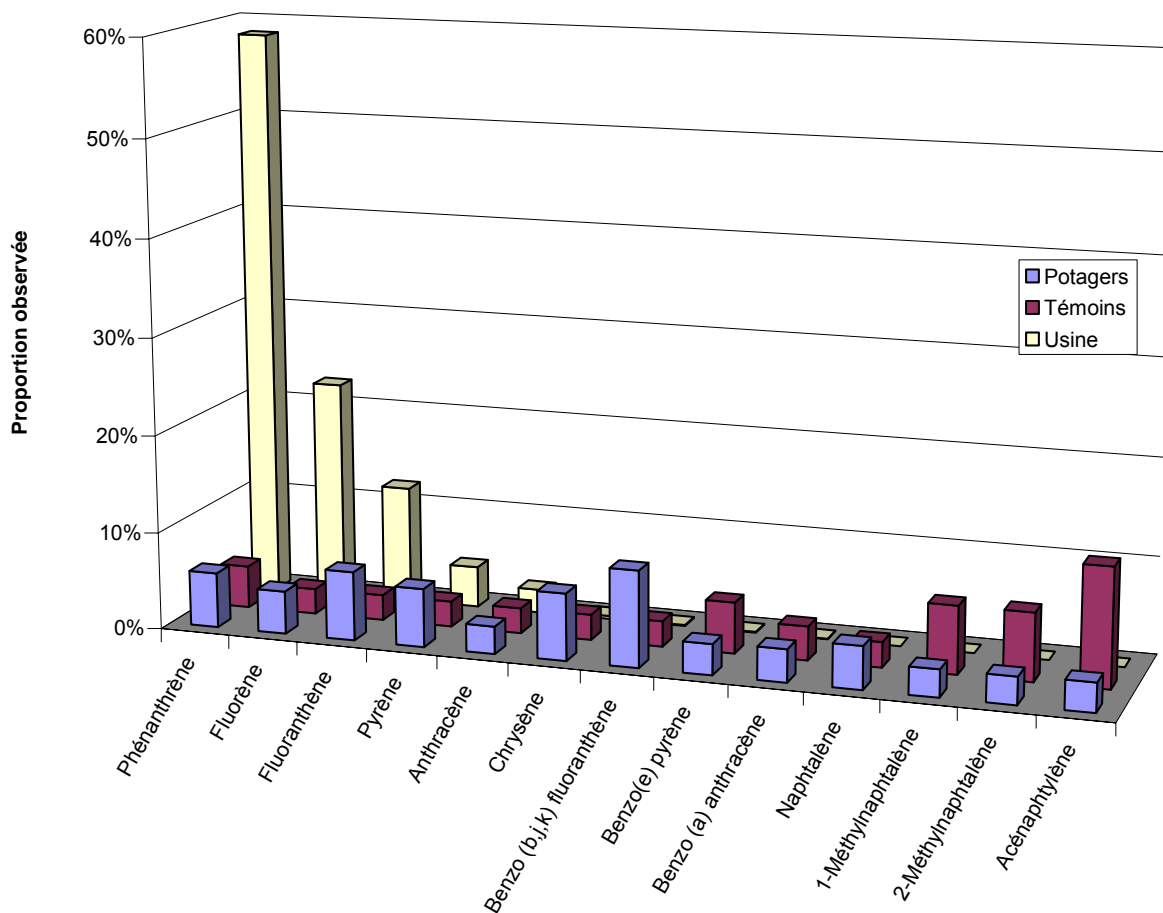


Figure 4. Proportion des HAP émis par l'usine et trouvés dans les sols des potagers avoisinants et des sites témoins, année 2006



La figure 4 permet de constater que bien qu'il n'existe pas de différence significative entre les HAP totaux des sols des potagers situés à proximité et des sites témoins échantillonnés (comme vu au point 5.1.3), la proportion des HAP qui contribuent au total n'est pas la même. En effet, les échantillons témoins présentent une proportion plus grande de 1-méthylnaphtalène, 2-méthylnaphtalène et d'acénaphthylène, trois HAP qui ne sont pas présents dans le portrait des émissions de l'usine. Il est donc fort probable que l'usine ait peu ou pas d'influence sur les HAP trouvés dans les échantillons témoins. Il faut aussi noter que le naphtalène et l'acénaphthylène sont les deux principaux HAP émis par la combustion du bois pour le chauffage résidentiel^{7,8}. Le tableau 8 présente les principaux HAP émis lors de la combustion du bois résidentiel, du diesel et par l'échappement des voitures à essence.

Tableau 8. Principaux HAP émis lors de la combustion du bois résidentiel, de l'essence et du diesel

Source d'émission	Principaux HAP
Combustion du bois résidentiel ⁸	Naphtalène Acénaphthylène Phénanthrène Pyrène Fluorène Fluoranthène Benzo(a)anthracène
Échappement des voitures ⁷	Benzo(g,h,i)pérylène Pyrène
Diesel ⁷	Acénaphthène Fluorène Phénanthrène

Lorsque l'on compare la moyenne des cinq premiers HAP de la figure 4 (soit les cinq principaux émis par l'usine) entre les potagers avoisinants et les échantillons témoins, un test statistique permet de confirmer qu'il n'existe aucune différence significative entre les deux groupes ($\alpha=0,05$). C'est donc dire que les principaux HAP émis par l'usine ne sont pas plus concentrés dans les sols à proximité de l'usine (potagers) que dans les sols des sites témoins (Hébertville, Saint-Gédéon et Lac-à-la-Croix). La figure 5 illustre le portrait des principaux HAP trouvés dans la laitue.

⁷ U.S. Department of Health and human services. 1995. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf>

⁸ Eastern research group. 2001. Residential wood combustion. U.S. Environmental Protection Agency. Vol. III Chapitre 2. Janvier 2001. 40 p. http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume03/iii02_apr2001.pdf

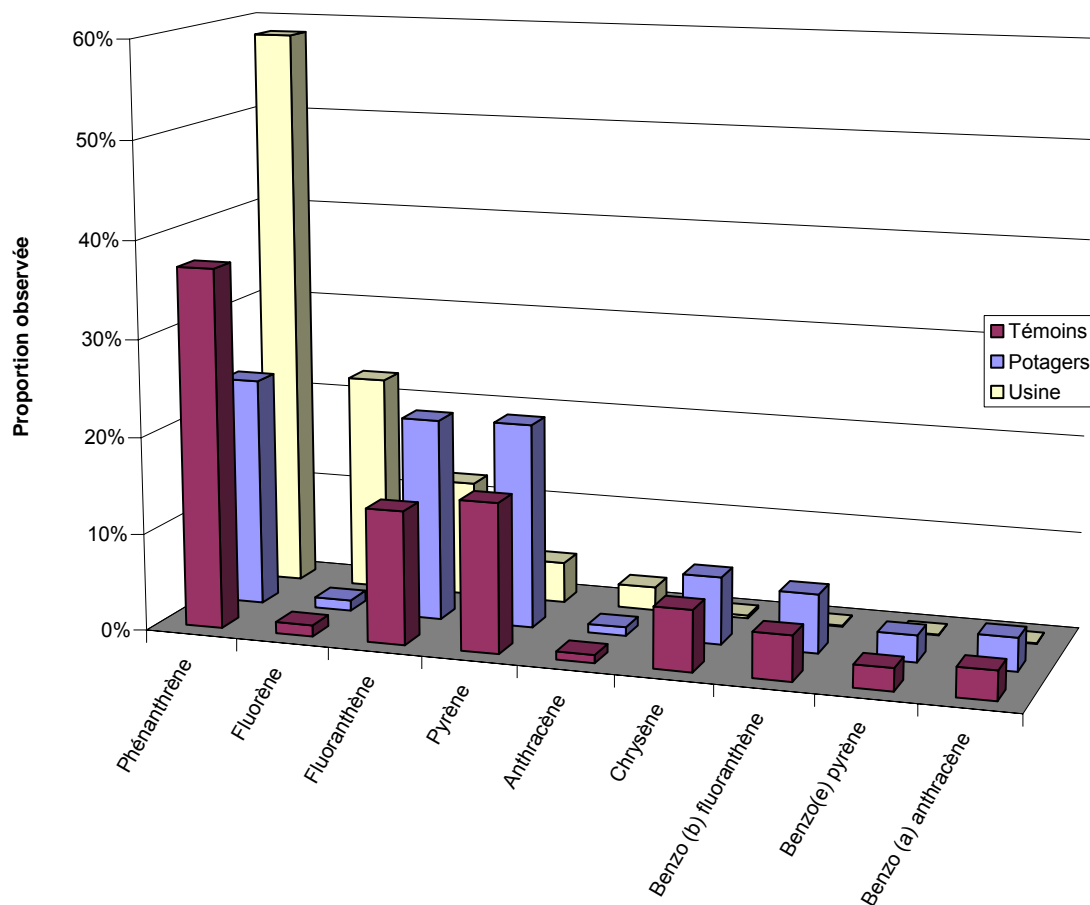


Figure 5. Proportion des HAP émis par l'usine et trouvés dans la laitue des potagers avoisinants et celles des sites témoins, année 2006

Tout d'abord, la figure 5 permet de constater que le portrait des HAP dans la laitue est similaire pour les potagers avoisinants et que celui provenant des sites témoins. Un test statistique a permis de confirmer qu'il n'existait pas de différence significative entre les moyennes des principaux HAP trouvés dans les potagers avoisinants et les sites témoins. C'est donc dire que les émissions de HAP de l'Usine Alma n'ont pas plus d'influence sur les laitues des potagers avoisinants que sur les laitues des sites témoins éloignés.

En comparant le portrait des différents HAP, on remarque que trois des quatre principaux HAP émis par l'usine correspondent avec les trois principaux HAP trouvés dans la laitue. Il est possible que certaines sources de contamination soient les mêmes, comme elles peuvent être différentes. En effet, dans le cas des laitues, comme pour les sols, on retrouve les mêmes HAP que les principaux HAP émis lors de la combustion du bois résidentiel, soit le phénanthrène, le pyrène et le fluoranthène. Comme les HAP peuvent être transportés sur de grandes distances, on ne peut pas écarter totalement la possibilité que l'Usine Alma ait contribué à la présence de HAP dans les laitues des sites témoins. Malgré cette possibilité, il faut garder à l'esprit que les HAP totaux retrouvés sont présents à de faibles concentrations.



6. CONCLUSION

La campagne d'échantillonnage de 2006 a permis d'analyser les fluorures et les HAP dans les sols et la laitue des potagers avoisinants l'Usine Alma. Également, en 2006, des échantillons témoins ont été prélevés dans trois municipalités éloignées de l'usine, soit à Saint-Gédéon, Hébertville et Lac-à-la-Croix.

Les résultats d'analyses des potagers avoisinants l'usine ont été comparés avec ceux des sites témoins, de même qu'avec les résultats de la précédente campagne d'échantillonnage qui avait eu lieu durant les années 2000, 2001 et 2002. Ces comparaisons ont permis d'effectuer les constats suivants :

Sol

- Les fluorures disponibles dans les sols sont très stables dans le temps et aucune différence significative n'a été observée entre les sites témoins et les potagers avoisinants;
- Les fluorures extractibles dans les sols ont augmenté significativement au cours des années de suivi. Toutefois, bien que cette augmentation soit significative, les concentrations demeurent relativement faibles, avec des valeurs équivalentes à celles trouvées dans des sols naturels. De plus, il n'y a pas de différence significative entre les données des potagers avoisinants et celles des sites témoins pour l'année 2006;
- Les HAP dans les sols des potagers respectent le critère A du ministère de l'Environnement, et ce, pour les 23 HAP analysés. Également, il n'y a aucune différence significative entre la moyenne des HAP trouvés dans les sols des potagers avoisinants et ceux dans les sols témoins.

Laitue

- Concernant les fluorures totaux dans la laitue, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des différentes années de même qu'entre la moyenne de 2006 et le témoin de 2006;
- Au niveau des HAP totaux dans la laitue, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des quatre années de même qu'entre la moyenne de 2006 des potagers avoisinants et celle des échantillons témoins.

C'est donc dire que tous les paramètres analysés (fluorures disponibles et extractibles dans les sols, fluorures totaux dans la laitue et HAP dans les sols et la laitue) sont statistiquement équivalents pour les potagers avoisinants et les sites témoins. Autrement dit, les sols et la laitue situés dans les potagers de Saint-Gédéon, Hébertville et Lac-à-la-Croix ne sont pas plus contaminés que ceux situés dans les potagers avoisinants l'Usine Alma.

Au niveau du portrait des HAP, les émissions de l'Usine Alma n'ont pas plus d'influences sur les sols et les laitues des potagers avoisinants que sur ceux des sites témoins éloignés. De plus, la proportion des HAP contribuant au total n'est pas la même en ce qui concerne les émissions de l'usine et les concentrations retrouvées dans les potagers avoisinants et dans les sites témoins.



7. RECOMMANDATIONS

Comme les données recueillies en 2006 ne sont pas inquiétantes, il est recommandé de faire un suivi minimal pour l'année 2007 ou d'attendre à l'année 2008 avant de prendre quelques échantillons à titre d'indicateur. Le suivi ne semble pas nécessaire dans le cas des fluorures disponibles dans les sols, ni dans le cas des HAP dans les sols. La campagne pourrait se résumer à un échantillonnage réduit des sols pour analyser uniquement les fluorures extractibles et d'un échantillonnage réduit de la laitue afin de déterminer la constance des résultats dans le cas des HAP et des fluorures totaux.

Les sites témoins de 2006 étant situés dans un périmètre accessible par les fluorures et les HAP en terme de pollution atmosphérique, il serait intéressant d'effectuer un échantillonnage témoin dans un lieu éloigné (exemple : Girardville ou Saint-Eugène) afin de déterminer la contribution de l'usine en terme de HAP et de fluorures à l'extérieur du périmètre immédiat.



8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Arnesen, A. K. M. et T. Krogstad. 1998. Sorption and desorption of fluoride in soil polluted from the aluminium smelter at Ardal in western Norway. *Water, air and soil pollution*. Vol. 103. No. 1-4. Avril 1998. P. 357-373.

Eastern research group. 2001. Residential wood combustion. Préparé pour Area Sources Committee of the Emission Inventory Improvement Program and for Charles Mann of the Air Pollution Prevention and Control Division, U.S. Environmental Protection Agency. Vol. III Chapitre 2. Janvier 2001. 40 p.

http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume03/iii02_apr2001.pdf

Guilbert, A, et A. Bédard. 2004. Impact des émissions atmosphériques de l'Usine Alma sur les potagers avoisinants. Rapport final. Centre de recherche et de développement en agriculture (CRDA). 45 p.

Ministère de l'Environnement du Québec, 2003.

http://www.menv.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/annexe_2_tableau_1.htm

Polomski, J., H. Flühler et P. Blaser. 1982. Accumulation of airborne fluoride in soils. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 11, no.3. p. 457-461.

U.S. Department of Health and human services. 1995. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf>



**ANNEXE 1.
CERTIFICATS D'ANALYSE**

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 239266
Certificat de pré. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065821

Votre référence: **A** Simard

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		4.0	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		330	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		24	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		0.04	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		0.05	mg/kg ms	
	Pyrène		0.04	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		0.02	mg/kg ms	
	Chrysène		0.03	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		0.05	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TN: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de pré-l. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

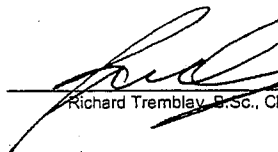
Échantillon: 1065821

Benzo (e) pyrène	0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	0.02	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	----
D10-Acénaphène%	85	%
D10-Phénanthrène%	89	%
D12-Chrysène%	81	%
D12-Pérylène%	69	%
D8-Naphtalène%	57	%

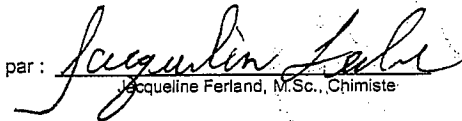
Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
QC-108
CHIMISTE
QUÉBEC

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: **239266**
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065822

Votre référence: J P Cornut

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		2.4	mg/kg m.s.	
BCEF--03	≠ Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		360	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		36	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.02	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.02	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.04	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.02	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 3 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300

Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

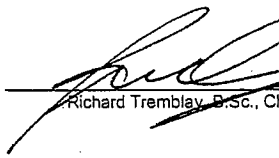
Échantillon: 1065822

Benzo (e) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.02	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.02	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.02	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	----
D10-Acénaphène%	65	%
D10-Phénanthrène%	63	%
D12-Chrysène%	52	%
D12-Perylène%	45	%
D8-Naphtalène%	53	%

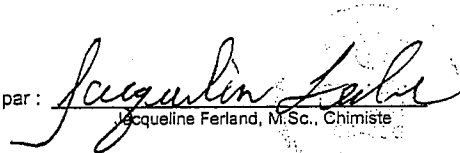
Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
90-108
QUÉBEC

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 4 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065824

Votre référence: C. Rioux

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		5.2	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		140	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		17	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.01	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.01	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8
Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de pré. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065824

Table with 4 columns: Compound name, Concentration, and Units. Rows include Benzo (e) pyrène, Benzo (a) pyrène, 3-méthylcholanthrène, Indéno (1,2,3-cd) pyrène, Dibenzo (a,h) anthracène, Benzo (g,h,i) pérylène, Dibenzo (a,l) pyrène, Dibenzo (a,i) pyrène, Dibenzo (a,h) pyrène, % DE RÉCUPÉRATION, D10-Acénaphène%, D10-Phénantrène%, D12-Chrysène%, D12-Perylène%, D8-Naphtalène%.

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par : [Signature] Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
Circular stamp: CHIMISTE 90-108 QUÉBEC

Approuvé par : [Signature] Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste
Circular stamp: CHIMISTE 90-108 QUÉBEC

ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine
À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet
Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300

Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de préél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065828

Votre référence: L. Lajoie

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		3.2	mg/kg m.s.	
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		150	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		33	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		0.03	mg/kg ms	
	2-Méthylaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1-Méthylaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphylène		0.01	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		0.05	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		0.05	mg/kg ms	
	Pyrène		0.04	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.04	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		0.05	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 7 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de pré-l. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement


Échantillon: 1065828

Benzo (e) pyrène	0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholantrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphène%	69	%
D10-Phénantrène%	75	%
D12-Chrysène%	68	%
D12-Pérylène%	59	%
D8-Naphtalène%	47	%


Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
90-108
CHIMISTE
QUÉBEC

Approuvé par :


Joëlle Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: **239266**
Certificat de pré. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065830
Votre référence: V. Gagnon
Nature de l'échantillon: Sol
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 2006-07-13
Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		2.7	mg/kg m.s.	
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		310	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		22	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphtène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.01	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.01	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065830

Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<	---
D10-Acénaphène%	78	%
D10-Phénanthrène%	87	%
D12-Chrysène%	76	%
D12-Pérylène%	67	%
D8-Naphtalène%	48	%

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Richard Tremblay, D.Sc., Chimiste
90-108
QUÉBEC

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8
Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 239266
Certificat de pré. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065833

Votre référence: CEDAP

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		6.4	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		270	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		35	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphtylène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.02	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.02	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.04	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.02	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 13 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

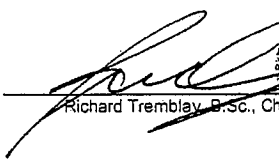
Échantillon: 1065833

Benzo (e) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.02	mg/kg ms
3-méthylcholantrène	<0.02	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.02	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphène%	75	%
D10-Phénanthrène%	87	%
D12-Chrysène%	78	%
D12-Pérylène%	75	%
D8-Naphtalène%	43	%

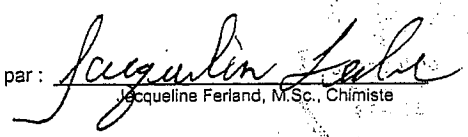
Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste 90-108

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8

Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065835
Votre référence: M. Harvey
Nature de l'échantillon: Sol
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 2006-07-13
Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		3.7	mg/kg m.s.	
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		480	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		24	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		0.02	mg/kg ms	
	Pyrène		0.02	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 15 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300

Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065835

Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholantrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	----
D10-Acénaphène%	63	%
D10-Phénanthrène%	79	%
D12-Chrysène%	62	%
D12-Pérylène%	47	%
D8-Naphtalène%	41	%

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Richard Tremblay
Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
90-108
CHIMISTE
QUÉBEC

Approuvé par :

Jacqueline Ferland
Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8

Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065836
Votre référence: N. Mercier
Nature de l'échantillon: Sol
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 2006-07-13
Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF-01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		1.5	mg/kg m.s.	
BCEF-03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		110	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		25	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.01	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065836

Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	----
D10-Acénaphène%	45	%
D10-Phénanthrène%	55	%
D12-Chrysène%	43	%
D12-Pérylène%	35	%
D8-Naphtalène%	33	%

Commentaires de l'échantillon: BDEHAP-02: Les pourcentages de récupération du naphtalène-D8 et du pérylène-D12 ne respectent pas le critère de 40 à 120 % cependant l'analyse est conforme. Les résultats ne sont pas corrigés en fonction du pourcentage de récupération obtenu.

BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste

Richard Tremblay

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 18 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065841
Votre référence: R. Scullion
Nature de l'échantillon: Sol
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 2006-07-13
Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		4.3	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		500	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		25	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.01	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065841

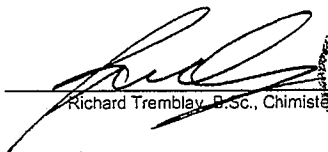
Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphthène%	61	%
D10-Phénanthrène%	79	%
D12-Chrysène%	59	%
D12-Pérylène%	48	%
D8-Naphtalène%	39	%

Commentaires de l'échantillon: BDEHAP-02: Le pourcentage de récupération du naphtalène-D8 ne respecte pas le critère de 40 à 120 % cependant l'analyse est conforme. Les résultats ne sont pas corrigés en fonction du pourcentage de récupération obtenu.

BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

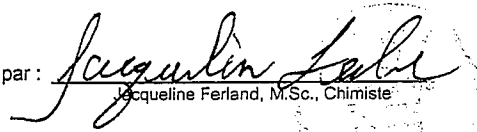
Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste



Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065843

Votre référence: E. Vézina

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		3.1	mg/kg m.s.	
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		250	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		31	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		0.02	mg/kg ms	
	Pyrène		0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.04	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-trailance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065843

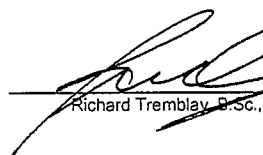
Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholantrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	---
D10-Acénaphène%	63	%
D10-Phénanthrène%	78	%
D12-Chrysène%	68	%
D12-Pérylène%	49	%
D8-Naphtalène%	24	%

Commentaires de l'échantillon: BDEHAP-02: Le pourcentage de récupération du naphtalène-D8 ne respecte pas le critère de 40 à 120 % cependant l'analyse est conforme. Les résultats ne sont pas corrigés en fonction du pourcentage de récupération obtenu.

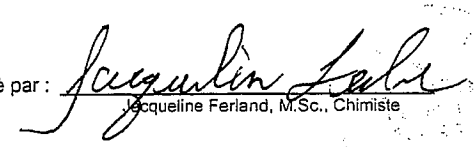
BCEF--03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
96-108
QUÉBEC

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 22 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065845
Votre référence: France Tremblay
Nature de l'échantillon: Sol
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 2006-07-13
Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		2.9	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		200	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		37	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		0.02	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.02	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.02	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.04	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.02	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
 M. Antoine Bédard
 640 Côté Ouest
 Alma, Québec
 G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
 Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
 Certificat de prél. : 25175
 Date du rapport: 2006-12-14
 Client: B09030827
 Site:
 Projet: B09030827-2
 Nom du Projet: Projet 1194
 Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065845

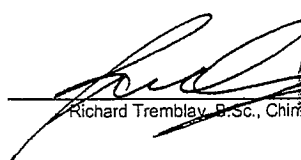

Benzo (e) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.02	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.02	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.02	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	----
D10-Acénaphène%	57	%
D10-Phénanthrène%	57	%
D12-Chrysène%	56	%
D12-Pérylène%	55	%
D8-Naphtalène%	38	%

Commentaires de l'échantillon: BDEHAP-02: Le pourcentage de récupération du naphtalène-D8 ne respecte pas le critère de 40 à 120 % cependant l'analyse est conforme. Les résultats ne sont pas corrigés en fonction du pourcentage de récupération obtenu.

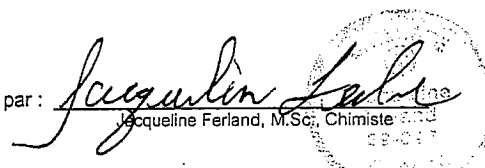

BCEF--03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


 Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste


Approuvé par :


 Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste


ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8

Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065846

Votre référence: Heberville

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-28

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		1.5	mg/kg m.s.	
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		320	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		14	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1- Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		0.03	mg/kg ms	
	Pyrène		0.03	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		0.04	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 25 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

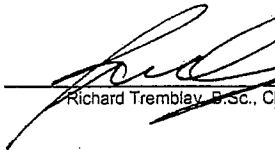
Échantillon: 1065846

Benzo (e) pyrène	0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	0.01	mg/kg ms
3-méthylcholantrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphthène%	59	%
D10-Phénantrène%	59	%
D12-Chrysène%	61	%
D12-Pérylène%	69	%
D8-Naphtalène%	52	%


Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
90-108
Québec

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste
61-015
Québec

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8

Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065848
Votre référence: Maraicher Potvin
Nature de l'échantillon: Sol
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: A.B.
Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 2006-07-27
Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		3.5	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		270	mg F/kg ms	
BCEMST-01.	% humidité				
	Résultat % humidité		9.8	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphthène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.01	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 27 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065848

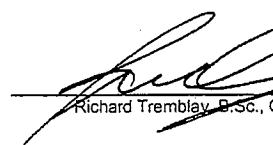
Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphène%	58	%
D10-Phénanthrène%	63	%
D12-Chrysène%	60	%
D12-Pérylène%	58	%
D8-Naphtalène%	31	%

Commentaires de l'échantillon: BDEHAP-02: Le pourcentage de récupération du naphtalène-D8 ne respecte pas le critère de 40 à 120 % cependant l'analyse est conforme. Les résultats ne sont pas corrigés en fonction du pourcentage de récupération obtenu.

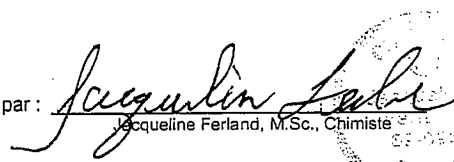
BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste 90-108

Approuvé par :


Joqueleine Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 28 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065850

Votre référence: Potager Grandmont

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A. B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-27

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		3.4	mg/kg m.s.	
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		510	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		17	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		0.01	mg/kg ms	
	2-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1-Méthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphylène		<0.01	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.01	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylnaphtalène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.02	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.01	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.01	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.01	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.03	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.01	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél.: 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement


Échantillon: 1065850

Benzo (e) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.01	mg/kg ms
3-méthylcholanthrène	<0.01	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.01	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.01	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.01	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphène%	59	%
D10-Phénantrène%	54	%
D12-Chrysène%	58	%
D12-Pérylène%	46	%
D8-Naphtalène%	45	%


Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
90-108
CHIMISTE

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8

Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: **239266**
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065831

Votre référence: A/Tremblay

Nature de l'échantillon: Sol

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: A.B.

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 2006-07-13

Date de réception: 2006-09-06

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--01	Fluorures disponibles				
	Fluorure disponible		2.9	mg/kg m.s.	
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		270	mg F/kg ms	
BCEMST-01	% humidité				
	Résultat % humidité		45	%	
BDEHAP-02	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	BD216			
	Naphtalène		0.02	mg/kg ms	
	2-Méthylaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1-Méthylaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	1,3-Diméthylaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphylène		<0.02	mg/kg ms	
	Acénaphène		<0.02	mg/kg ms	
	2,3,5-Triméthylaphtalène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluorène		<0.03	mg/kg ms	
	Phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Fluoranthène		<0.02	mg/kg ms	
	Pyrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (c) phénanthrène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (a) anthracène		<0.02	mg/kg ms	
	Chrysène		<0.02	mg/kg ms	
	Benzo (b,j,k) fluoranthène		<0.05	mg/kg ms	
	7,12-Diméthylbenzo(a)anthracène		<0.02	mg/kg ms	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 11 de 30

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480-3300
Fax: (418) 480-3306

Certificat: 239266
Certificat de prél. : 25175
Date du rapport: 2006-12-14
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065831

Benzo (e) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (a) pyrène	<0.02	mg/kg ms
3-méthylcholantrène	<0.02	mg/kg ms
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) anthracène	<0.02	mg/kg ms
Benzo (g,h,i) pérylène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,l) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,i) pyrène	<0.02	mg/kg ms
Dibenzo (a,h) pyrène	<0.02	mg/kg ms
% DE RÉCUPÉRATION	<>	-----
D10-Acénaphène%	68	%
D10-Phénantrène%	67	%
D12-Chrysène%	52	%
D12-Pérylène%	50	%
D8-Naphtalène%	50	%

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Fluorures totaux par distillation.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Richard Tremblay, B.Sc., Chimiste
90-108
CHIMISTE
QUÉBEC

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

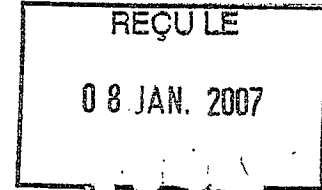


CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA



Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065756
Votre référence: R. Simard
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		34	mg F/kg ms	
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise		<>	----	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065756

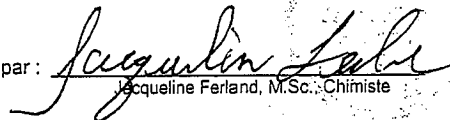
Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux
Naphthalène:<0.0003125
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:<0.0005
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:0.0004
Phénanthrène:0.016
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:0.018
Pyrène:0.022
Benz[a]anthracène:0.005
Chrysène:0.009
Benzo[e]pyrène:0.003
Benzo[j]fluoranthène:0.001
Benzo[b]fluoranthène:0.006
Pérylène:0.0005
Benzo[k]fluoranthène:0.002
Benzo[a]pyrène:0.003
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0002
Benzo[ghi]pérylène:0.002
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux:0.090

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 2 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065758
Votre référence: V. Gagnon
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		<15	mg F/kg ms	
BGEEEXPE05	Honoraire d'expertise		<>		

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél. : 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065758

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:<0.0003125
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalène:<0.0005
2-Methyl naphthalène:<0.0005
Fluorène:0.0007
Phénanthrène:0.021
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:0.022
Pyrène:0.027
Benz[a]anthracène:0.006
Chrysène:0.012
Benzo[e]pyrène:0.0037
Benzo[f]fluoranthène:0.001
Benzo[b]fluoranthène:0.008
Pérylène:0.0007
Benzo[k]fluoranthène:0.003
Benzo[a]pyrène:0.004
Dibenzo[a,i]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0004
Benzo[ghi]pérylène:0.003
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.115

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: 240142
Certificat de prél. : 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065764
Votre référence: Lac-à-la-Croix
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		<15	mg F/kg ms	
BGEEEXPE05	Honoraire d'expertise		<>	-----	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065764

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux
Naphthalène:0.0119
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:0.007
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:0.004
Phénanthrène:0.14
Anthracène:0.003
Fluoranthène:0.041
Pyrène:0.043
Benz[a]anthracène:0.008
Chrysène:0.016
Benzo[e]pyrène:0.006
Benzo[*h*]fluoranthène:<0.000125
Benzo[*b*]fluoranthène:0.012
Pérylène:0.001
Benzo[*k*]fluoranthène:0.003
Benzo[*a*]pyrène:0.005
Dibenzo[*a,l*]pyrène:<0.000025
Dibenz[*a,h*]anthracène:0.0006
Benzo[*ghi*]pérylène:0.004
Indéno[1,2,3-*cd*]pyrène:0.004
Dibenzo[*a,e*]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.306

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 6 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065765

Votre référence: L. Lajoie

Nature de l'échantillon: Laitue

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 7/13/2006

Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		<15	mg F/kg ms	
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise		<>		

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065765

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:<0.0003125
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:0.0010
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:0.0040
Phénanthrène:0.10
Anthracène:0.003
Fluoranthène:0.10
Pyrène:0.063
Benz[a]anthracène:<0.000075
Chrysène:<0.0001
Benzo[e]pyrène:0.004
Benzo[j]fluoranthène:0.001
Benzo[b]fluoranthène:0.009
Pérylène:0.001
Benzo[k]fluoranthène:0.003
Benzo[a]pyrène:0.004
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0004
Benzo[ghi]pérylène:0.003
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux:0.298.

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Jacqueline Ferland
Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300

Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065770
Votre référence: J.P. Comut
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		<15	mg F/kg ms	
BGEEEXPE05	Honoraire d'expertise				
	< >		< >	---	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 9 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065770

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux
Naphthalène:0.004
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Méthyl naphthalène:0.002
2-Méthyl naphthalène:<0.0005
Fluorène:0.002
Phénanthrène:0.043
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:0.037
Pyrène:0.046
Benz[a]anthracène:0.012
Chrysène:0.024
Benzo[e]pyrène:0.008
Benzo[j]fluoranthène:0.003
Benzo[b]fluoranthène:0.019
Pérylène:0.002
Benzo[k]fluoranthène:0.006
Benzo[a]pyrène:0.009
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.001
Benzo[ghi]pérylène:0.006
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.005
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.229

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 10 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300

Fax: (418) 480/3306

Certificat: **240142**
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065771

Votre référence: M. Harvey

Nature de l'échantillon: Laitue

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 7/13/2006

Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		<15	mg F/kg ms	
BGEEEXPE05	Honoraire d'expertise				
	<>		<>		

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065771

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96
Duplicata: <15 mg/kg

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:0.004
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:0.002
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:0.001
Phénanthrène:0.003
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:0.021
Pyrène:0.026
Benz[a]anthracène:<0.000075
Chrysène:<0.0001
Benzo[e]pyrène:0.003
Benzo[j]fluoranthène:0.001
Benzo[b]fluoranthène:0.007
Pérylène:0.0005
Benzo[k]fluoranthène:0.002
Benzo[a]pyrène:0.003
Dibenzo[a,h]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0003
Benzo[ghi]pérylène:0.002
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.078

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 12 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065772

Votre référence: CEDAP

Nature de l'échantillon: Laitue

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 7/13/2006

Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		270	mg F/kg ms	
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise				

< >

< >

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél. : 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065772

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96.
Une contamination des réactifs est suspectée.

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:0.004
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:0.002
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:0.004
Phénanthrène:0.074
Anthracène:0.003
Fluoranthène:0.028
Pyrène:0.031
Benz[a]anthracène:0.006
Chrysène:0.013
Benzo[e]pyrène:0.004
Benzo[j]fluoranthène:0.001
Benzo[b]fluoranthène:0.008
Pérylène:<0.000125
Benzo[k]fluoranthène:0.003
Benzo[a]pyrène:0.004
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0003
Benzo[ghi]pérylène:0.003
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.189

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300

Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065773

Votre référence: France Tremblay

Nature de l'échantillon: Laitue

Point d'échantillonnage: Voir référence

Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment

État de l'échantillon: Conforme

Date de prélèvement: 7/13/2006

Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		260	mg F/kg ms	
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise				
	<>		<>	----	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 15 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300

Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065773

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96.
Une contamination des réactifs est suspectée.

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène: 0.003
Acénaphthylène: <0.00125
Acénaphthène: <0.0001875
1-Méthyl naphthalène: 0.002
2-Méthyl naphthalène: <0.0005
Fluorène: 0.001
Phénanthrène: 0.022
Anthracène: <0.00125
Fluoranthène: 0.014
Pyrène: 0.018
Benz[a]anthracène: 0.003
Chrysène: 0.007
Benzo[e]pyrène: 0.002
Benzo[j]fluoranthène: 0.0008
Benzo[b]fluoranthène: 0.004
Pérylène: <0.000125
Benzo[k]fluoranthène: 0.001
Benzo[a]pyrène: 0.002
Dibenzo[a,l]pyrène: <0.000025
Dibenz[a,h]anthracène: 0.0002
Benzo[ghi]pérylène: 0.002
Indéno[1,2,3-cd]pyrène: 0.001
Dibenzo[a,e]fluoranthène: <0.000125
HAP totaux: 0.083

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Jacqueline Ferland
Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
 M. Antoine Bédard
 640 Côté Ouest
 Alma, Québec
 G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
 Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
 Certificat de prél.: 25174
 Date du rapport: 12/22/2006
 Client: B09030827
 Site:
 Projet: B09030827-2
 Nom du Projet: Projet 1194
 Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065774
 Votre référence: R. Scullion
 Nature de l'échantillon: Laitue
 Point d'échantillonnage: Voir référence
 Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
 État de l'échantillon: Conforme
 Date de prélèvement: 7/13/2006
 Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C	60	mg F/kg ms	
	Résultat				
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise		<>		

ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet
 Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
 Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065774

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96.
Une contamination des réactifs est suspectée.

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:0.005
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:0.001
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:0.0007
Phénanthrène:0.017
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:0.016
Pyrène:0.019
Benz[a]anthracène:0.005
Chrysène:0.010
Benzo[e]pyrène:0.003
Benzo[j]fluoranthène:0.001
Benzo[b]fluoranthène:0.007
Pérylène:<0.000125
Benzo[k]fluoranthène:0.002
Benzo[a]pyrène:0.003
Dibenzo[a,i]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0003
Benzo[ghi]pérylène:0.002
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.094

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 18 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065776
Votre référence: N. Mercier
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C	400	mg F/kg ms	
	Résultat				

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065776

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96.
Une contamination des réactifs est suspectée.


BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:<0.0003125
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Methyl naphthalene:<0.0005
2-Methyl naphthalene:<0.0005
Fluorène:<0.0003125
Phénanthrène:<0.00125
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:<0.0001
Pyrène:<0.0003125
Benz[a]anthracène:<0.000075
Chrysène:<0.0001
Benzo[e]pyrène:<0.000375
Benzo[j]fluoranthène:<0.000125
Benzo[b]fluoranthène:<0.0001875
Pérylène:<0.000125
Benzo[k]fluoranthène:<0.0000875
Benzo[a]pyrène:<0.0000625
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:<0.0000625
Benzo[ghi]pérylène:<0.0000625
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:<0.000125
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.0075

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Page 20 de 24

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300

Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065777
Votre référence: C. Rioux
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		540	mg F/kg ms	
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise				
	<>		<>	----	

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065777

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96.
Une contamination des réactifs est suspectée.


BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:0.003
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Méthyl naphthalène:0.002
2-Méthyl naphthalène:<0.0005
Fluorène:0.001
Phénanthrène:0.028
Anthracène:0.002
Fluoranthène:0.030
Pyrène:0.037
Benz[a]anthracène:0.010
Chrysène:0.020
Benzo[e]pyrène:0.007
Benzo[j]fluoranthène:0.003
Benzo[b]fluoranthène:0.015
Pérylène:0.001
Benzo[k]fluoranthène:0.004
Benzo[a]pyrène:0.006
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:0.0006
Benzo[ghi]pérylène:0.004
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.004
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.178

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :


Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TN: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



Division Éco-Santé

3791, rue St-Félix, Jonquière (Québec) G7X 9Z8
Tél. : (418) 542-2464 / 877 424-6522 / Téléc. : (418) 542-4712

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcañ Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Certificat: **240142**
Certificat de prél. : 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065782
Votre référence: St-Gédéon
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/27/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		57	mg F/kg ms	
BGEEXPE05	Honoraire d'expertise				
	<>		<>	----	

ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences
La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet
Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 240142
Certificat de prél. : 25174
Date du rapport: 12/22/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065782

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96.
Une contamination des réactifs est suspectée.
Duplicata: 104 mg/kg

BGEEXPE02: Hydrocarbures aromatiques polycycliques totaux

Naphthalène:0.010
Acénaphthylène:<0.00125
Acénaphthène:<0.0001875
1-Méthyl naphthalène:0.004
2-Méthyl naphthalène:<0.0005
Fluorène:0.001
Phénanthrène:0.019
Anthracène:<0.00125
Fluoranthène:0.018
Pyrène:0.023
Benz[a]anthracène:0.005
Chrysène:0.011
Benzo[e]pyrène:0.004
Benzo[j]fluoranthène:0.002
Benzo[b]fluoranthène:0.008
Pérylène:0.0008
Benzo[k]fluoranthène:0.002
Benzo[a]pyrène:0.004
Dibenzo[a,l]pyrène:<0.000025
Dibenz[a,h]anthracène:<0.0000625
Benzo[ghi]pérylène:0.003
Indéno[1,2,3-cd]pyrène:0.002
Dibenzo[a,e]fluoranthène:<0.000125
HAP totaux: 0.115

Les résultats sont exprimés en mg/kg base humide.
Voir FDT 3188.

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15
Les laboratoires à la mesure
de votre environnement

Cap-de-la-Madeleine • Saguenay • Joliette • Thetford Mines



REÇU LE
20 DEC. 2006

CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 239612
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/18/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065757
Votre référence: Hébertville
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

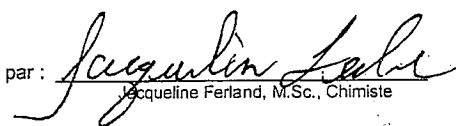
Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/28/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF--03	Fluorures	SM4500-F C	<15	mg F/kg ms	
	Résultat				

Commentaires de l'échantillon: BCEF--03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

Commentaires du CAO:

Approuvé par : 
Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance N/D: Non détecté TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL



CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

CRDA Suivi Alcan Alma
M. Antoine Bédard
640 Côté Ouest
Alma, Québec
G8B 7S8

Tél.: (418) 480/3300
Fax: (418) 480/3306

Certificat: 239612
Certificat de prél.: 25174
Date du rapport: 12/18/2006
Client: B09030827
Site:
Projet: B09030827-2
Nom du Projet: Projet 1194
Commande: NA

Données sur le prélèvement

Échantillon: 1065759
Votre référence: Av. Tremblay
Nature de l'échantillon: Laitue
Point d'échantillonnage: Voir référence
Prélevé par: Antoine Bédard

Matrice: Sédiment
État de l'échantillon: Conforme
Date de prélèvement: 7/13/2006
Date de réception: 9/6/2006

Résultats obtenus

Paramètres	Description	Méthodes	Résultats	Unités	Date d'analyse *
BCEF---03	Fluorures	SM4500-F C			
	Résultat		<15	mg F/kg ms	

Commentaires de l'échantillon: BCEF---03: Méthode de référence: ALCAN 1293F-96

Commentaires du CAO:

Approuvé par :

Jacqueline Ferland, M.Sc., Chimiste

ST: Sous-traitance

N/D: Non détecté

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

INT: Interférences

La première lettre de la méthode indique le nom de la division où les analyses ont été effectuées : A - Thetford Mines, B - Jonquière, C - Joliette, D - Cap-de-la-Madeleine

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyses chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du rapport pour les paramètres dont le délai analytique le permet

Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.

CONFIDENTIEL

F-13-03 / 2005-02-15

Les laboratoires à la mesure
de votre environnement