

Campagne quinquennale de mesure des concentrations de métaux dans l'air ambiant au Québec

2021

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction de la surveillance de la qualité de l'air et du climat du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830

1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/reenseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Référence à citer

FOUCREAU, Marc-André (2024). *Campagne quinquennale de mesure des concentrations de métaux dans l'air ambiant au Québec*. Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction de la surveillance de la qualité de l'air et du climat, 55 p. + 18 annexes, [En ligne], [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air.htm>].

Dépôt légal – 2024

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-550-98315-6 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2024

Équipe de réalisation

Rédaction	Marc-André Foucreault ¹ , B. Sc. biochimie
Collaboration	Frédéric Bouffard ² , M. Sc. Daniel Busque ¹ , biologiste, M. Sc. Fanny Eyboulet ² , biologiste, Ph. D Catherine Gagnon ¹ , B. Sc. chimie Antony Laberge ¹ , chimiste, M. Sc., MBA Jorge Moneris ¹ , biologiste, M. Sc.
Cartographie	Simon Magnan ³ , M. Sc.

1. Direction de la surveillance de la qualité de l'air et du climat, Direction principale de la qualité de l'air et du climat.
2. Direction principale de la qualité de l'air et du climat.
3. Direction principale de la qualité des milieux aquatiques.

Résumé

Ce rapport fait état des concentrations de métaux dans l'air ambiant au Québec en 2021. Il fait suite à une première campagne d'échantillonnage des métaux dans l'air ambiant visant à mesurer les concentrations de 31 métaux dans différents milieux caractéristiques du Québec. De nouvelles campagnes d'échantillonnage seront ensuite réalisées tous les cinq ans afin d'observer leur évolution dans le temps.

Les analyses réalisées dans ce rapport montrent que les concentrations de métaux dans l'air ambiant sont généralement faibles. Un nombre élevé de résultats sont inférieurs aux limites de détection et il n'y a aucun dépassement des normes et des critères, à l'exception de 12 dépassements de la norme quotidienne du nickel à la station Québec – Vieux-Limoilou. Ces seuls dépassements sont attribuables des activités de transbordement au port de Québec. Les éléments les plus fréquemment détectés sont le cuivre, le baryum, le manganèse et le fer, tandis que l'argent, le béryllium, le bismuth, le bore, l'étain, le lithium, le strontium, le tellure, le thallium, l'uranium et le vanadium ne sont jamais ou très rarement détectés.

L'échantillonnage et l'analyse de métaux simultanés dans les particules totales et dans les particules plus fines (ayant un diamètre de 10 µm et moins) à quatre stations permettent d'évaluer les relations entre les concentrations de métaux entre les deux grosseurs de diamètre de particules. Les résultats indiquent que ce sont les mêmes métaux qui se retrouvent dans la fraction plus fine et dans la fraction plus grossière des particules. De plus, les concentrations de métaux dans les particules respirables (PM₁₀) sont approximativement la moitié de celles dans les particules en suspension totales (PST).

Les analyses démontrent aussi que les métaux sont détectés plus fréquemment et que leurs concentrations sont plus élevées aux stations situées en milieu urbain qu'aux stations situées en milieu rural ou forestier.

Les métaux qui sont les plus fréquemment détectés, tant en milieu urbain qu'en milieu rural ou forestier, sont associés entre autres à l'érosion éolienne des sols ainsi qu'à la remise en suspension de poussière de rue, comme les abrasifs et les sels de déglacage.

Table des matières

Résumé.....	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures.....	vii
Glossaire.....	viii
1. Introduction.....	1
2. Méthodologie.....	2
2.1 Nomenclature et présentation des données.....	5
2.2 L'analyse et l'interprétation des concentrations faibles sous les limites de détection.....	5
2.3 Comparaison aux normes et critères d'air ambiant.....	5
2.4 Indicateur de relation entre les concentrations de métaux.....	5
3. Résultats.....	6
3.1 Fréquence de détection et statistique descriptive.....	6
3.2 Variation des concentrations de métaux entre le milieu urbain et le milieu rural ou forestier ..	10
3.3 Variations annuelles des concentrations de métaux.....	14
3.4 Relation entre les concentrations de métaux échantillonnés dans les PM ₁₀ et dans les PST	18
3.5 Comparaison des concentrations de métaux avec les normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère.....	20
3.6 Corrélation entre les métaux.....	24
4. Conclusion.....	26
Références bibliographiques.....	27
Annexes.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1	Liste des métaux analysés	2
Tableau 2	Description des stations de mesure de la qualité de l'air	3
Tableau 3	Fréquence des résultats au-dessus de la limite de détection pour chaque élément pour l'ensemble des stations	6
Tableau 4	Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés dans les PM ₁₀	8
Tableau 5	Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés dans les PST	9
Tableau 6	Concentrations moyennes de métaux dans les PM ₁₀ et les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières dont la fréquence de détection est supérieure à 20 %	12
Tableau 7	Pente de régression linéaire et coefficient de détermination de la relation entre la concentration de certains métaux dans les PM ₁₀ et dans les PST	19
Tableau 8	Liste des normes et critères relatifs aux métaux mesurés dans le cadre de cette étude....	21
Tableau 9	Concentration annuelle ou quotidienne la plus élevée mesurée pour chacun des métaux normés	22
Tableau 10	Concentration annuelle, quotidienne ou horaire extrapolée la plus élevée pour chacun des métaux ayant un critère établi	23
Tableau 11	Dépassements de la norme quotidienne de 0,014 µg/m ³ pour le nickel dans les PM ₁₀ à la station Québec – Vieux-Limoilou en 2021	23

Liste des figures

Figure 1	Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air sélectionnées pour ce projet.....	4
Figure 2	Proportion d'échantillons au-dessus de la limite de détection des métaux dans les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières.....	10
Figure 3	Proportion d'échantillons au-dessus de la limite de détection de certains métaux dans les PM ₁₀ aux stations urbaines et à une station rurale ou forestière	11
Figure 4	Ratios des concentrations urbaines sur les concentrations rurales ou forestières de certains éléments dans les PM ₁₀ et les PST	13
Figure 5	Ratios des concentrations moyennes mensuelles sur les concentrations moyennes annuelles des métaux associés à l'érosion éolienne mesurées aux stations rurales ou forestières dans les PST.....	14
Figure 6	Ratios des concentrations moyennes mensuelles sur les moyennes annuelles des métaux associés à l'érosion aérienne et aux abrasifs mesurées aux stations urbaines dans les PST	15
Figure 7	Concentrations moyennes mensuelles de sodium mesurées dans les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières.....	16
Figure 8	Ratios des concentrations mensuelles moyennes sur les moyennes annuelles d'antimoine et de zinc mesurées aux stations urbaines dans les PST.....	17
Figure 9	Relation entre les concentrations de PM ₁₀ et PST à toutes les stations	18
Figure 10	Coefficient de corrélation de Spearman pour certains métaux mesurés dans les PM ₁₀	24
Figure 11	Coefficient de corrélation de Spearman pour certains métaux mesurés dans les PST	25

Glossaire

LD	limite de détection
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MELCCFP	ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
µg/m³	microgrammes par mètre cube
µm	micromètre
Métaux	Les acronymes des métaux présentés dans ce document sont ceux des éléments du tableau périodique : l'aluminium (Al), l'argent (Ag), l'arsenic (As), le bore (B), le baryum (Ba), le béryllium (Be), le bismuth (Bi), le calcium (Ca), le cadmium (Cd), le cobalt (Co), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le lithium (Li), le potassium (K), le magnésium (Mg), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), le sodium (Na), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'antimoine (Sb), le sélénium (Se), l'étain (Sn), le strontium (Sr), le tellure (Te), le thallium (Tl), le titane (Ti), l'uranium (U), le vanadium (V) et le zinc (Zn).
PM₁₀	particules respirables ou particules de diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 10 µm
PST	particules en suspension totales
RSQAQ	Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
Station urbaine	station de mesure de la qualité de l'air située dans un milieu urbanisé à densité de population relativement forte
Station rurale	station de mesure de la qualité de l'air dont l'environnement immédiat de la station est majoritairement occupé par des champs ou des activités agricoles et qui est située dans un milieu non urbain à densité de population faible
Station forestière	station de mesure de la qualité de l'air dont l'environnement immédiat de la station est majoritairement occupé par la forêt et qui est située dans un milieu non urbain à densité de population très faible

1. Introduction

Dans l'air ambiant, les métaux présents sous forme particulaire ne représentent généralement qu'une fraction minime du poids des particules. Naturellement, les métaux dans l'air proviennent de l'érosion éolienne du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêt et des particules de sel marin. Les sources anthropiques de métaux sont les industries, notamment les minières et les usines de traitement des métaux, la combustion de combustible fossile et l'incinération de déchets (Nriagu, 1989). À ces sources anthropiques s'ajoute la remise en suspension de poussière qui provient des abrasifs et des sels de déglacage épandus sur les routes en hiver. Les effets sur la santé diffèrent pour chacun des métaux et de leur concentration dans l'air. Les effets des métaux varient de l'irritation des voies respiratoires, d'impact sur le développement ou encore, pour certains, sont cancérigènes (OMS, 2023a, 2023b; Gouvernement du Canada, 2023a, 2023b; INERIS, 2005).

En 2021, le Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec a mis en place une campagne d'échantillonnage afin d'améliorer les connaissances sur les concentrations de métaux dans l'air ambiant au Québec. Cette campagne, qui sera répétée tous les cinq ans, vise à documenter les concentrations de métaux dans l'air de différents milieux caractéristiques du Québec, mais aussi à suivre leur évolution à long terme.

Ce rapport de la première campagne quinquennale de mesure des concentrations de métaux dans l'air ambiant au Québec vise à répondre aux objectifs suivants :

- Établir un portrait des concentrations de métaux dans différents milieux caractéristiques du Québec;
- Évaluer s'il existe des différences de concentration de métaux entre les milieux urbains et les milieux ruraux ou forestiers;
- Évaluer s'il existe des relations entre les concentrations de différents métaux;
- Établir les proportions de métaux présents dans les différentes fractions des particules;
- Comparer les concentrations de métaux aux normes applicables du règlement sur l'assainissement de l'atmosphère et aux critères québécois de qualité de l'atmosphère.

2. Méthodologie

Les 31 métaux étudiés lors de cette première campagne de mesure quinquennale des concentrations de métaux dans l'air ambiant au Québec se retrouvent dans le tableau 1. La concentration de chacun de ces métaux a été analysée dans les particules en suspension totales (PST) à toutes les stations et dans les particules respirables (PM₁₀) à certaines stations. Les PST sont des aérosols dont le diamètre est inférieur à 100 micromètres (µm) environ, tandis que les PM₁₀ sont des particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm.

Tableau 1 Liste des métaux analysés

Métal	Symbole	Métal	Symbole	Métal	Symbole
Aluminium	Al	Cobalt	Co	Sélénium	Se
Antimoine	Sb	Cuivre	Cu	Sodium	Na
Argent	Ag	Étain	Sn	Strontium	Sr
Arsenic	As	Fer	Fe	Tellure	Te
Baryum	Ba	Lithium	Li	Thallium	Tl
Béryllium	Be	Magnésium	Mg	Titane	Ti
Bismuth	Bi	Manganèse	Mn	Uranium	U
Bore	B	Molybdène	Mo	Vanadium	V
Cadmium	Cd	Nickel	Ni	Zinc	Zn
Calcium	Ca	Plomb	Pb		
Chrome	Cr	Potassium	K		

Pour cette analyse, neuf stations de mesure du réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) ont été sélectionnées. Les détails de ces stations se trouvent dans le tableau 2. Ces stations ont été choisies pour avoir une vue d'ensemble des concentrations des métaux dans l'air ambiant au Québec. Ensemble, elles sont représentatives de la majorité des milieux rencontrés au Québec. Ainsi, en plus des stations situées en milieu urbain, certaines sont situées en milieu forestier ou agricole. Elles sont également réparties sur le territoire du sud de l'Estrie jusqu'au Nord-du-Québec et de l'ouest de l'Outaouais jusqu'au Bas-Saint-Laurent. La localisation des stations se trouve à la figure 1. De ces stations, seule la station Québec – Vieux-Limoilou fait un suivi régulier des concentrations de métaux. Un suivi des métaux a été ajouté spécifiquement pour cette campagne d'échantillonnage pour l'ensemble des autres stations.

Tableau 2 Description des stations de mesure de la qualité de l'air

Station (numéro de station)	Milieu	Fraction des particules échantillonnées	Description
Auclair (01810)	Forestier	PST	Milieu forestier à l'est du Québec. Signal de fond représentatif de l'ensemble du Québec, positionné en aval des principales sources d'émission et des plus grands centres de population, dans l'axe des vents dominants.
Gatineau - Hull (07002)	Urbain	PST, PM10	Milieu urbain densément peuplé, représentatif des villes de Gatineau et d'Ottawa.
La Patrie (05810)	Forestier	PST	Station forestière la plus au sud du Québec. Signal provenant du sud du Québec ainsi qu'une partie du nord-est des États-Unis.
Mont-St-Michel (07200)	Forestier	PST	Milieu forestier caractéristique du nord du Saint-Laurent, dans le Bouclier canadien.
Québec – Vieux-Limoilou (03006)	Urbain	PST, PM10	Milieu urbain densément peuplé influencé par différentes sources d'émissions.
Radisson (10200)	Nordique	PST	Station représentative des milieux nordiques du Québec.
Saguenay – UQAC (02022)	Urbain	PST, PM10	Milieu urbain moyennement densément peuplé.
Saint-Zéphirin-de-Courval (04711)	Agricole	PST, PM10	Milieu agricole représentatif de la vallée du Saint-Laurent.
Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine (04048)	Urbain	PST	Milieu urbain situé dans la vallée du Saint-Laurent.



Figure 1 Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air sélectionnées pour ce projet

Aucune station n'a été sélectionnée sur l'île de Montréal, car celle-ci dispose de son propre réseau de surveillance de la qualité de l'air et effectue déjà un suivi régulier des concentrations de métaux, les données pouvant être consultées sur le portail de [DonnéesQuébec.ca](https://donneesquebec.ca) (Ville de Montréal, 2024).

La mesure des concentrations des métaux dans l'air ambiant est réalisée de façon séquentielle, c'est-à-dire qu'un échantillonnage d'air est réalisé pendant une période de 24 heures un jour sur six; ainsi la journée échantillonnée varie chaque semaine. Cette campagne de suivi des métaux s'est déroulée du 4 janvier 2021 au 30 décembre 2021 et suivait le même calendrier d'échantillonnage que celui du RSQAQ (annexe A). Initialement prévue en 2020, cette campagne a été reportée en 2021, conséquence de la pandémie de COVID-19. Les données ayant servi à la rédaction de cette analyse peuvent être consultées et téléchargées sur le portail de [DonnéesQuébec.ca](https://donneesquebec.ca) (MELCCFP, 2023a).

L'échantillonnage se fait à l'aide d'un appareil de type haut débit (Hi-Vol), qui filtre l'air ambiant à l'aide d'un filtre en quartz. C'est le même appareil qui est utilisé pour l'échantillonnage des PST et des PM₁₀, à la seule différence que, pour l'analyse des PM₁₀, une tête sélective est ajoutée à l'échantillonneur ne laissant passer que les particules plus petites que 10 µm.

Après l'échantillonnage, le filtre est envoyé en laboratoire pour y être pesé et pour que le dosage des métaux puisse y être effectué à l'aide d'un spectromètre de masse à source ionisante au plasma d'argon (ICP-MS) (CEAEQ, 2023).

2.1 Nomenclature et présentation des données

Afin de simplifier la présentation et la comparaison des résultats, toutes les concentrations présentées dans ce rapport sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Également, la différenciation entre les éléments métalliques et métalloïdes a été ignorée, afin d'alléger le texte. Ainsi, dans ce document, le terme « métal » fait référence aux éléments tant métalliques que métalloïdes. De la même façon, le terme « stations » fait référence aux stations de mesure de la qualité de l'air du RSQAQ et le terme « milieu » fait référence au type d'environnement immédiat dans lequel la station est située (urbain, forestier ou rural).

2.2 L'analyse et l'interprétation des concentrations faibles sous les limites de détection

La limite de détection (LD) d'une méthode est la plus basse concentration d'un composé analysé dans une matrice réelle qui, lorsqu'il subit toutes les étapes d'une méthode complète, y compris les extractions chimiques et le prétraitement, produit un signal détectable avec une fiabilité définie statistiquement différente de celui qui est produit par un « blanc » dans les mêmes conditions (CEAEQ, 2021). Dans ce rapport, la valeur numérique qui est attribuée aux résultats sous la LD est la moitié de ladite LD. Si cette méthode est à la fois simple et rapide, elle nécessite d'être prudent lors de l'interprétation des résultats, particulièrement lorsque la majorité des résultats sont sous la LD. Premièrement, cette manière de faire assume que les résultats sous la LD sont distribués uniformément dans l'intervalle de zéro à la valeur de la LD, ce qui est impossible à vérifier et peut induire un biais à la hausse ou à la baisse. Deuxièmement, lorsque la majorité des résultats se situent sous la LD, les concentrations moyennes calculées reposent davantage sur la valeur de la LD que des concentrations réellement quantifiées.

2.3 Comparaison aux normes et critères d'air ambiant

Les concentrations des métaux ont été comparées aux normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère. Les critères sont des seuils de référence utilisés par le Ministère lors d'une évaluation ou de la délivrance d'un acte administratif en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE). Une norme de qualité de l'atmosphère est la concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant lorsque celui-ci est inscrit dans un règlement tel que le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) (MELCCFP, 2023b).

2.4 Indicateur de relation entre les concentrations de métaux

Pour évaluer la relation entre les concentrations de différents métaux, les corrélations de Spearman ont été utilisées pour ce rapport. La corrélation de Spearman permet de déterminer s'il existe une bonne relation entre les données de deux méthodes. Il s'agit d'une corrélation par rang entre deux séries de données, qui est plus robuste aux données extrêmes que les corrélations de Pearson par exemple. Les analyses de corrélation de Spearman ont été réalisées avec le logiciel R et le progiciel (*package*) Hmisc (Harrel et Dupont, 2022). Une valeur de rho de Spearman positive signifie une corrélation positive entre deux variables. Plus la valeur de rho de Spearman se rapproche de 1, plus la relation est bonne entre les données.

3. Résultats

3.1 Fréquence de détection et statistique descriptive

Dans le cadre de cette analyse, le nombre important de résultats inférieurs aux limites de détection pour certains métaux ainsi que la façon d'interpréter mathématiquement ces résultats peuvent influencer substantiellement les calculs les plus simples, tels que la moyenne. De ce fait, avant de s'intéresser aux concentrations des métaux, il importe d'analyser la fréquence à laquelle les métaux sont détectés. Le tableau 3 présente la fréquence de détection pour chacun des éléments pour les neuf stations de cette analyse, autant dans les PM₁₀ que dans les PST.

Tableau 3 Fréquence des résultats au-dessus de la limite de détection pour chaque élément pour l'ensemble des stations

Élément	PM ₁₀ >LD (n)	PM ₁₀ total (n)	PM ₁₀ > LD (%)	PST >LD (n)	PST total (n)	PST > LD (%)
Aluminium	172	297	57,9	201	471	42,7
Antimoine	80	297	26,9	85	471	18,0
Argent	0	50	0,0	1	124	0,8
Arsenic	93	297	31,3	117	471	24,8
Baryum	279	297	93,9	368	471	78,1
Béryllium	0	297	0,0	2	471	0,4
Bismuth	0	297	0,0	0	471	0,0
Bore	2	154	1,3	0	413	0,0
Cadmium	102	297	34,3	127	471	27,0
Calcium	175	297	58,9	217	471	46,1
Chrome	14	297	4,7	22	471	4,7
Cobalt	85	297	28,6	139	471	29,5
Cuivre	296	297	99,7	470	471	99,8
Étain	6	297	2,0	8	471	1,7
Fer	214	297	72,1	262	471	55,6
Lithium	0	154	0,0	1	413	0,2
Magnésium	10	154	6,5	67	413	16,2
Manganèse	260	297	87,5	358	471	76,0
Molybdène	3	154	1,9	37	413	9,0
Nickel	33	297	11,1	40	471	8,5
Plomb	128	297	43,1	165	471	35,0
Potassium	94	154	61,0	255	413	61,7
Sélénium	39	297	13,1	57	471	12,1
Sodium	30	154	19,5	95	413	23,0
Strontium	0	154	0,0	1	413	0,2
Tellure	0	297	0,0	0	471	0,0
Thallium	0	297	0,0	0	471	0,0
Titane	57	154	37,0	156	413	37,8
Uranium	0	154	0,0	0	413	0,0
Vanadium	2	297	0,7	2	471	0,4
Zinc	106	297	35,7	88	471	18,7

n : nombre de résultats

Les fréquences de détection varient de 0 % à plus de 99 % selon les métaux, mais la majorité des résultats sont sous la LD (tableau 3). Les éléments les plus fréquemment détectés sont le cuivre, le baryum, le manganèse et le fer, tandis que l'argent, le béryllium, le bismuth, le bore, l'étain, le lithium, le strontium, le tellure, le thallium, l'uranium et le vanadium ne sont jamais détectés ou le sont très rarement.

Plusieurs éléments sont plus fréquemment détectés dans les PM₁₀ que dans les PST (tableau 3). Bien que cette situation puisse sembler aberrante, car les PM₁₀ ne sont qu'une fraction des PST, elle s'explique par le fait que les PM₁₀ n'ont pas été mesurés à toutes les stations. D'abord, les PM₁₀ ont été mesurées dans une proportion plus importante de stations urbaines (3) que de station rurale (1). À l'opposé, la proportion de stations urbaines (4) pour lesquelles les PST ont été mesurées est semblable à celle des stations rurales ou forestières (5). Sachant que les concentrations de métaux sont plus faibles dans les stations rurales, cela explique pourquoi la fréquence de détection des PST est parfois inférieure à celle des PM₁₀ (section 3.2). De plus, la station urbaine de Québec – Vieux-Limoilou échantillonne les PM₁₀ tous les deux jours contrairement à tous les six jours pour le reste des stations, augmentant encore davantage le nombre de mesures urbaines.

Le tableau 4 présente les statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurées dans les PM₁₀ de l'ensemble des quatre stations et le tableau 5 présente les statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurées dans les PST aux neuf stations. Ces tableaux montrent la distribution des concentrations dans les différents centiles et la moyenne est calculée en remplaçant les résultats sous la limite de détection par la moitié de celle-ci (LD/2). Les statistiques descriptives pour chacun des métaux ainsi que pour chacune des stations peuvent être consultées en annexe (annexes B1 à B13).

Tableau 4 Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés dans les PM₁₀

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1329	297	0,1	57,9	0,1229	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,2
Antimoine	0,0009	297	0,001	26,9	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,008
*Argent	0,0005	50	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0009	297	0,001	31,3	0,0009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,009
Baryum	0,0084	297	0,001	93,9	0,0083	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,006	0,01	0,017	0,021	0,03	0,04	0,078
*Béryllium	0,0001	297	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
*Bismuth	0,0025	297	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
*Bore	0,1019	154	0,2	1,3	0,0180	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3
Cadmium	0,0002	297	0,0002	34,3	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0003	0,0005	0,0008	0,001	0,0042
Calcium	1,2557	297	0,5	58,9	1,6757	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	1,6	2,8	4,2	7	8,5	15,6
*Chrome	0,0017	297	0,003	4,7	0,0013	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	0,01	0,015
Cobalt	0,0003	297	0,0002	28,6	0,0010	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0003	0,0007	0,0032	0,0069	0,0113
Cuivre	0,1192	297	0,002	99,7	0,0840	<0,002	0,037	0,041	0,058	0,098	0,155	0,234	0,283	0,352	0,429	0,606
*Étain	0,0016	297	0,003	2,0	0,0019	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,003	0,034
Fer	0,2790	297	0,1	72,1	0,3204	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,4	2,1	2,3
*Lithium	0,0025	154	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
*Magnésium	0,1162	154	0,2	6,5	0,0820	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3	0,7	0,8
Manganèse	0,0082	297	0,002	87,5	0,0088	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	0,01	0,017	0,021	0,034	0,043	0,094
*Molybdène	0,0005	154	0,001	1,9	0,0003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,003
*Nickel	0,0060	297	0,003	11,1	0,0273	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,012	0,079	0,203	0,282
Plomb	0,0024	297	0,002	43,1	0,0032	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,005	0,006	0,009	0,012	0,044
Potassium	0,0948	154	0,06	61,0	0,1324	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	0,09	0,15	0,25	0,63	0,86	0,88
*Sélénium	0,0003	297	0,0005	13,1	0,0002	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0007	0,0009	0,001	0,002
*Sodium	0,3727	154	0,4	19,5	0,7594	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	0,9	1,5	2,2	8,9
*Strontium	0,0300	154	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
*Tellure	0,0025	297	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
*Thallium	0,0025	297	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0059	154	0,005	37,0	0,0077	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	0,012	0,016	0,024	0,032	0,077
*Uranium	0,0005	154	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Vanadium	0,0035	297	0,007	0,7	0,0004	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,01
Zinc	0,0804	297	0,06	35,7	0,1168	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,16	0,34	0,52	0,67	0,98

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale; * : éléments dont les concentrations sont sous la LD quatre fois sur cinq et plus.

Tableau 5 Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1432	471	0,1	42,7	0,1767	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,5	0,666	0,9	2
*Antimoine	0,0008	471	0,001	18,0	0,0009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,009
*Argent	0,0005	124	0,001	0,8	0,0002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Arsenic	0,0008	471	0,001	24,8	0,0009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,012
Baryum	0,0070	471	0,001	78,1	0,0100	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,004	0,009	0,018	0,027	0,032	0,045	0,096
*Béryllium	0,0001	471	0,0002	0,4	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003
*Bismuth	0,0025	471	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
*Bore	0,1000	413	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0002	471	0,0002	27,0	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0005	0,0008	0,0012	0,0022	0,005
Calcium	1,5315	471	0,5	46,1	2,6406	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	4,4	6,2	9	13,2	28,9
*Chrome	0,0017	471	0,003	4,7	0,0010	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	0,007	0,011
Cobalt	0,0003	471	0,0002	29,5	0,0010	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0004	0,0006	0,0015	0,0019	0,0197
Cuivre	0,0752	471	0,002	99,8	0,0943	<0,002	0,013	0,017	0,029	0,048	0,081	0,154	0,241	0,314	0,558	0,967
*Étain	0,0015	471	0,003	1,7	0,0004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	0,008
Fer	0,2901	471	0,1	55,6	0,4332	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,4	0,7	1,07	1,8	2,3	3,37
*Lithium	0,0025	413	0,005	0,2	0,0001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
*Magnésium	0,1459	413	0,2	16,2	0,1496	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,4	0,5	0,642	1,5
Manganèse	0,0107	471	0,002	76,0	0,0189	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,006	0,012	0,023	0,037	0,058	0,075	0,253
*Molybdène	0,0006	413	0,001	9,0	0,0004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
*Nickel	0,0044	471	0,003	8,5	0,0285	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	0,021	0,058	0,521
Plomb	0,0026	471	0,002	35,0	0,0048	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,005	0,008	0,014	0,018	0,067
Potassium	0,1130	413	0,06	61,7	0,1413	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,08	0,133	0,211	0,31	0,58	0,831	1,36
*Sélénium	0,0003	471	0,0005	12,1	0,0004	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0006	0,0008	0,0011	0,0063
Sodium	0,4991	413	0,4	23,0	1,0945	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,1	1,8	3,3	3,58	15,4
*Strontium	0,0301	413	0,06	0,2	0,0017	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,065
*Tellure	0,0025	471	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
*Thallium	0,0025	471	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0075	413	0,005	37,8	0,0105	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	0,017	0,027	0,041	0,045	0,127
*Uranium	0,0005	413	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Vanadium	0,0035	471	0,007	0,4	0,0006	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,015
*Zinc	0,0649	471	0,06	18,7	0,1369	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,133	0,21	0,29	0,74	1,59

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale; * : éléments dont les concentrations sont sous la LD quatre fois sur cinq et plus.

3.2 Variation des concentrations de métaux entre le milieu urbain et le milieu rural ou forestier

Fréquence de détection

Les stations en milieu rural ou forestier étant situées loin des sources anthropiques de particules et de métaux, les métaux mesurés à ces stations proviennent davantage de l'érosion éolienne des sols ou des feux de forêt. Ces particules et les faibles concentrations de métaux qu'elles contiennent peuvent être mesurées partout sur le territoire. À ces particules en milieu urbain s'ajoutent d'autres sources anthropiques de métaux, comme l'industrie et la remise en suspension de poussières de rue. Conséquemment, les fréquences de détection et les concentrations des métaux mesurées aux stations urbaines sont plus élevées qu'en milieu rural ou forestier.

La figure 2 illustre la proportion de concentration au-dessus de la LD de certains métaux dans les PST pour les stations urbaines et pour les stations rurales et forestières. Les fréquences de détection sont systématiquement plus élevées pour les éléments en milieu urbain qu'en milieu rural ou forestier. Les ratios pour le béryllium, le bismuth, le lithium, le strontium, le tellure, le thallium, l'uranium et le vanadium ne sont pas présentés dans le graphique, car ces éléments ne sont jamais détectés ou très rarement⁴, mais peuvent être consultés à l'annexe C1.

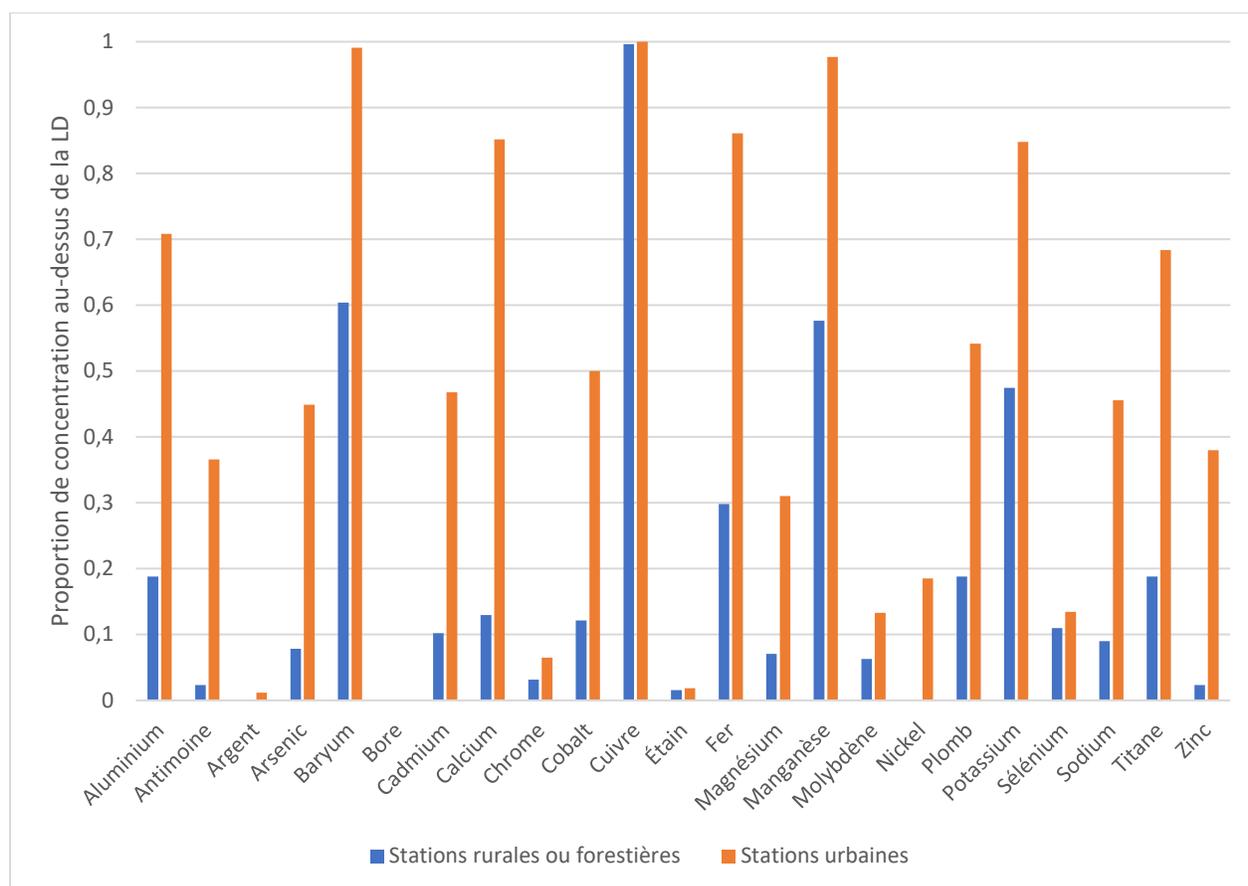


Figure 2 Proportion d'échantillons au-dessus de la limite de détection des métaux dans les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières

4. Éléments détectés moins de 1 % du temps dans les PST et les PM₁₀, dans les stations autant urbaines que rurales ou forestières.

Les proportions d'échantillons au-dessus de la limite de détection sont très semblables dans les PM₁₀ (figure 3 et annexe C2) à celles qui sont observées dans les PST. Parmi les seuls changements notables, une augmentation de la proportion d'échantillons détectés est visible pour le manganèse, le plomb, le potassium et le sélénium à la station rurale. Également, le sélénium dans les PM₁₀ est le seul élément où la proportion d'échantillons détectés est plus élevée dans une station rurale que dans les stations urbaines.

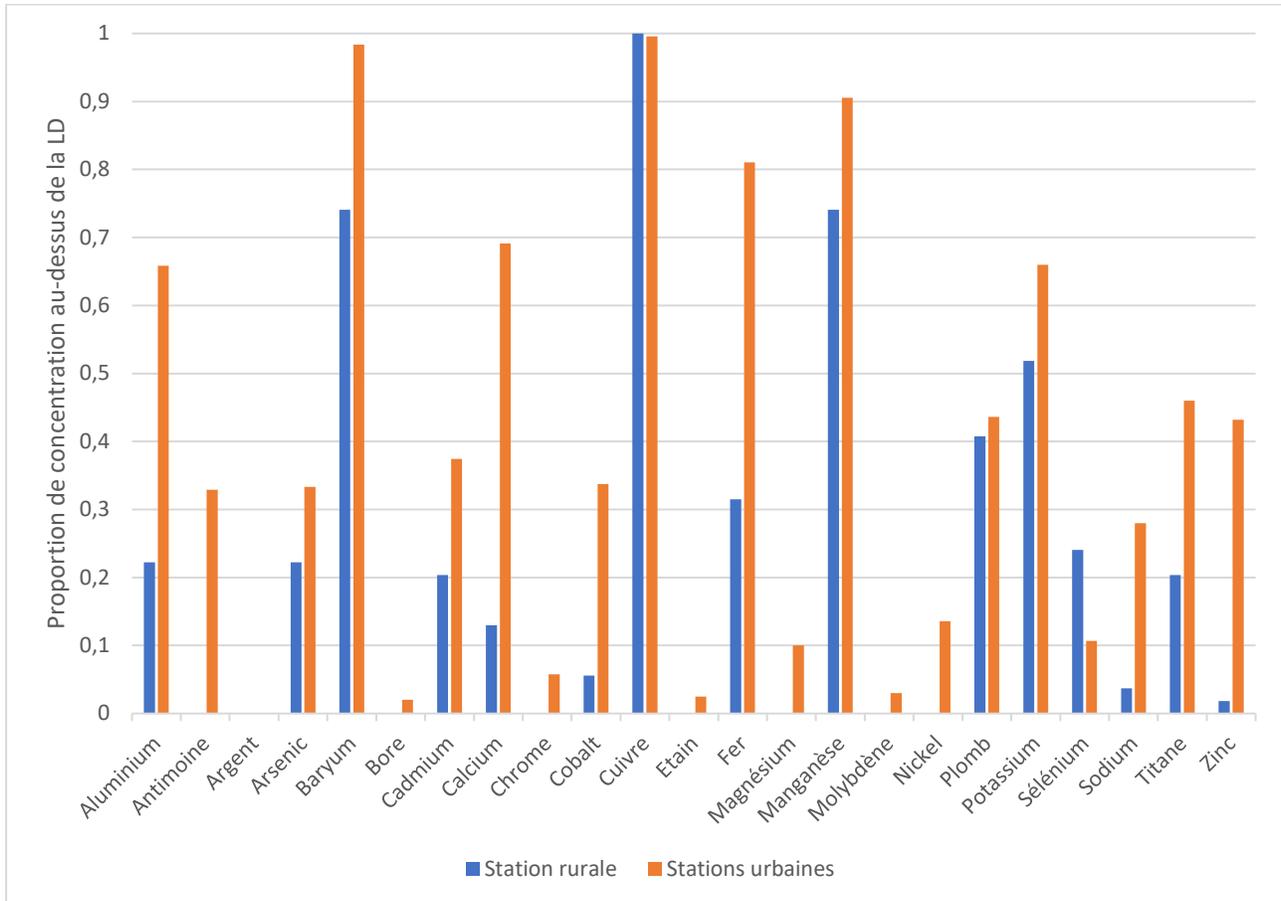


Figure 3 Proportion d'échantillons au-dessus de la limite de détection de certains métaux dans les PM₁₀ aux stations urbaines et à une station rurale ou forestière

L'analyse des fréquences de détection des 23 éléments des figures 2 et 3 dans les PST et les PM₁₀ permet de constater qu'en moyenne les métaux sont détectés environ 4 fois plus fréquemment aux stations urbaines qu'aux stations rurales ou forestières.

L'antimoine, le magnésium, le nickel, le sodium et le zinc sont quasiment détectés uniquement en milieu urbain. Ces métaux proviennent majoritairement d'activités industrielles, comme le transbordement de nickel dans le port de Québec (Walsh et Brière, 2013) et du transport. Ces métaux ne sont pas émis par la combustion de carburant par les véhicules, mais par diverses sources reliées au transport. Par exemple, l'usure des plaquettes de frein et des pneus des véhicules est une source de l'antimoine et du zinc (Evans et al., 2019; OCDE, 2020). Tandis que le magnésium, le calcium et le sodium proviennent en partie des abrasifs et des sels de déglçage épandus en hiver sur les routes (MTQ, 2019).

Concentrations observées

La comparaison des concentrations de métaux entre les milieux urbains et les milieux ruraux ou forestiers est limitée par la faible fréquence de détection, particulièrement à l'extérieur des milieux urbains. Ainsi, pour cette comparaison, seuls les métaux dont la présence dans au moins 20 % des échantillons a été détectée ont été sélectionnés. Ces éléments sont l'aluminium, l'arsenic, le baryum, le cadmium, le cuivre, le fer, le manganèse, le plomb, le potassium, le sélénium

et le titane. Le tableau 6 présente les concentrations moyennes et l'écart-type des métaux dans les PM₁₀ et les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières. Pour les autres éléments, bien qu'il soit préférable de se limiter à la comparaison des fréquences de détection, les concentrations étant largement influencées par la valeur attribuée aux résultats sous la LD, il est possible de consulter les moyennes de tous les métaux à toutes les stations dans les annexes B1 à B13.

Tableau 6 Concentrations moyennes de métaux dans les PM₁₀ et les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières dont la fréquence de détection est supérieure à 20 %

Élément	PM ₁₀		PST	
	Rurale-forestière	Urbaine	Rurale-forestière	Urbaine
Aluminium	0,0741 ± 0,0581	0,146 ± 0,1296	0,0876 ± 0,1107	0,2089 ± 0,214
Arsenic	0,0007 ± 0,0006	0,0009 ± 0,001	0,0006 ± 0,0006	0,0011 ± 0,0011
Baryum	0,0021 ± 0,0019	0,0098 ± 0,0085	0,0025 ± 0,0051	0,0124 ± 0,0116
Cadmium	0,0001 ± 0	0,0002 ± 0,0003	0,0001 ± 0,0001	0,0003 ± 0,0006
Cuivre	0,1195 ± 0,0759	0,1191 ± 0,0859	0,0938 ± 0,1185	0,0532 ± 0,0442
Fer	0,1028 ± 0,1002	0,3182 ± 0,3389	0,1363 ± 0,2473	0,4718 ± 0,5262
Manganèse	0,0044 ± 0,0038	0,009 ± 0,0094	0,0052 ± 0,0086	0,0172 ± 0,0248
Plomb	0,002 ± 0,0016	0,0024 ± 0,0034	0,0019 ± 0,0047	0,0033 ± 0,0048
Potassium	0,0622 ± 0,0386	0,1124 ± 0,1594	0,091 ± 0,1402	0,1486 ± 0,136
Sélénium	0,0004 ± 0,0002	0,0003 ± 0,0002	0,0003 ± 0,0005	0,0003 ± 0,0002
Titane	0,0037 ± 0,0026	0,0071 ± 0,0092	0,0048 ± 0,0066	0,0118 ± 0,0137

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m³).

Pour la majorité de ces éléments, les concentrations moyennes sont plus élevées en milieu urbain qu'en milieu rural ou forestier. Seuls le cuivre dans les PST et le sélénium dans les PM₁₀ ont des concentrations plus élevées en milieu rural ou forestier.

La figure 4 présente les concentrations urbaines divisées par les concentrations rurales ou forestières de certains métaux dans les PM₁₀ et les PST. Les ratios supérieurs à 1 signifient que les concentrations sont plus élevées aux stations urbaines, tandis que les ratios inférieurs à 1 indiquent des concentrations plus élevées en milieu rural ou forestier.

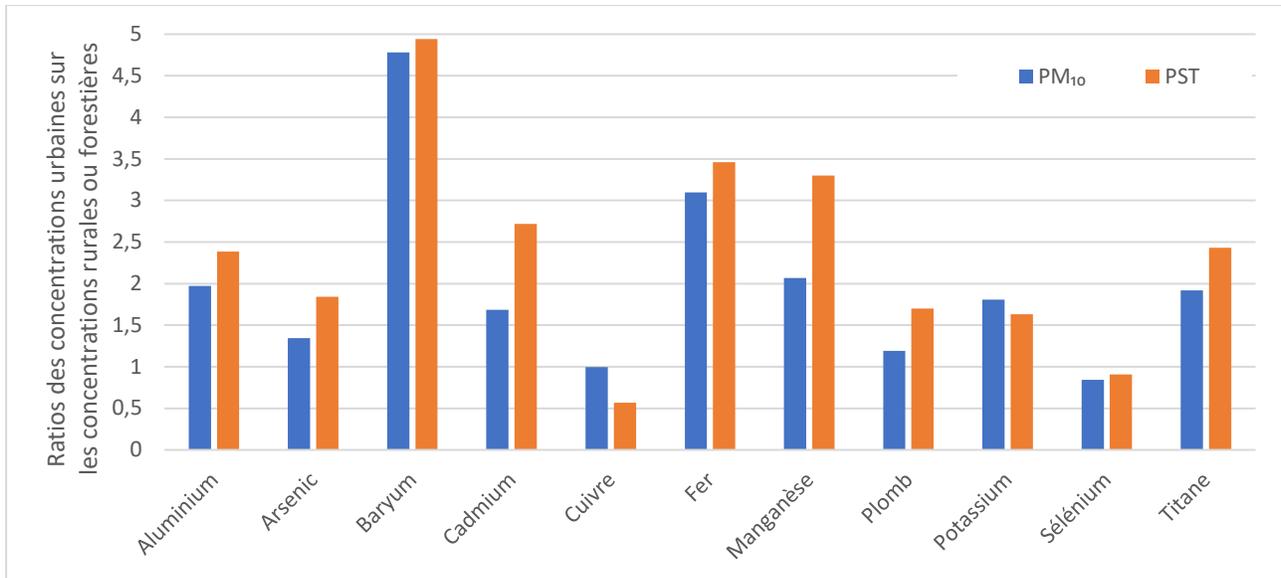


Figure 4 Ratios des concentrations urbaines sur les concentrations rurales ou forestières de certains éléments dans les PM₁₀ et les PST

Comme le montre la figure 4, les ratios des concentrations moyennes urbaines sur les concentrations moyennes rurales ou forestières sont relativement semblables dans les PM₁₀ et dans les PST. Cette similitude entre les ratios dans les PM₁₀ et dans les PST montre que les différences de concentration observées entre les milieux urbain et non urbain ne sont pas reliées au diamètre des particules échantillonnées.

Deux éléments ont des concentrations plus élevées aux stations rurales ou forestières qu'en milieu urbain, soit le sélénium et le cuivre. Bien que les concentrations de sélénium rapportées dans le tableau 6 et dans la figure 4 semblent montrer un apport plus important de cet élément en milieu rural ou forestier, il importe de rester prudent dans l'interprétation de ces résultats. Les fréquences de détection sont très faibles dans les deux types de milieux et dans les deux fractions, entre 10,6 % et 24 % du temps. De plus, les concentrations mesurées sont très faibles et les moyennes (entre 0,00030 et 0,00035 µg/m³) sont inférieures à la limite de détection (0,00050 µg/m³).

Le cas du cuivre est particulier. Comme le montrent les figures 2 et 3, le cuivre est presque systématiquement détecté dans tous les échantillons. Cette situation est attribuable à la méthode d'échantillonnage utilisée pour la mesure des métaux. Lors de l'échantillonnage, une fraction de l'air évacué par les moteurs de l'échantillonneur est rééchantillonnée. Les composants du moteur de l'appareil étant en cuivre, des particules provenant de celui-ci augmentent artificiellement les concentrations de cuivre sur les filtres servant à l'analyse des métaux. Ce rééchantillonnage n'affecte pas de façon notable la concentration des autres métaux ni la masse de particules échantillonnée (USEPA, 2016). Ce phénomène de rééchantillonnage est exacerbé lorsque les vents sont faibles ou nuls, car le vent aide à déplacer l'air à la sortie de l'appareil. Or ces conditions de vent calme sont plus fréquemment observées aux stations situées en milieu forestier et agricole. Ainsi, les concentrations de cuivre plus élevées observées aux stations rurales ou forestières sont attribuables à un plus grand rééchantillonnage à ces stations.

3.3 Variations annuelles des concentrations de métaux

Les concentrations de métaux ne sont généralement pas uniformes tout au cours de l'année. Certains métaux suivent sensiblement la même tendance que la concentration totale de particules en suspension. Ainsi, plus les concentrations de particules sont élevées, plus celles des métaux seront élevées. Ces métaux sont l'aluminium, le baryum, le calcium, le fer, le magnésium, le manganèse, le potassium et le titane. Ceux-ci sont parmi les plus abondants dans la croûte terrestre (Emsley, 2011), ils se retrouvent donc naturellement dans les poussières provenant de l'érosion éolienne du sol. Comme les concentrations de ces métaux diffèrent grandement entre elles (tableau 5), parfois de quelques ordres de grandeur, l'utilisation du ratio de la concentration moyenne mensuelle sur la concentration moyenne annuelle permet de standardiser tous les contaminants sur la même échelle de grandeurs. Ainsi, les ratios supérieurs à 1 représentent des concentrations mensuelles moyennes supérieures à la moyenne annuelle et, inversement, les ratios inférieurs à 1 représentent des concentrations mensuelles inférieures à la moyenne annuelle.

La figure 5 présente les ratios des concentrations moyennes mensuelles sur les concentrations moyennes annuelles pour les métaux associés aux poussières et à l'érosion éolienne aux stations rurales ou forestières dans les PST. Les profils démontrent que les concentrations de ces métaux varient dans le temps de façon très semblable. Les concentrations les plus faibles sont mesurées au cours des mois d'hiver lorsque le couvert de neige limite l'érosion éolienne du sol et l'émission de poussière. Par la suite, les concentrations de métaux augmentent jusqu'au mois de mai, moment où la végétation recommence à limiter la dispersion des particules. Les concentrations plus élevées mesurées au mois d'août sont en partie attribuables à des conditions plus sèches et plus chaudes que la normale en 2021 (MELCCFP, 2023c) qui ont pu favoriser une plus grande remise en suspension de particules.

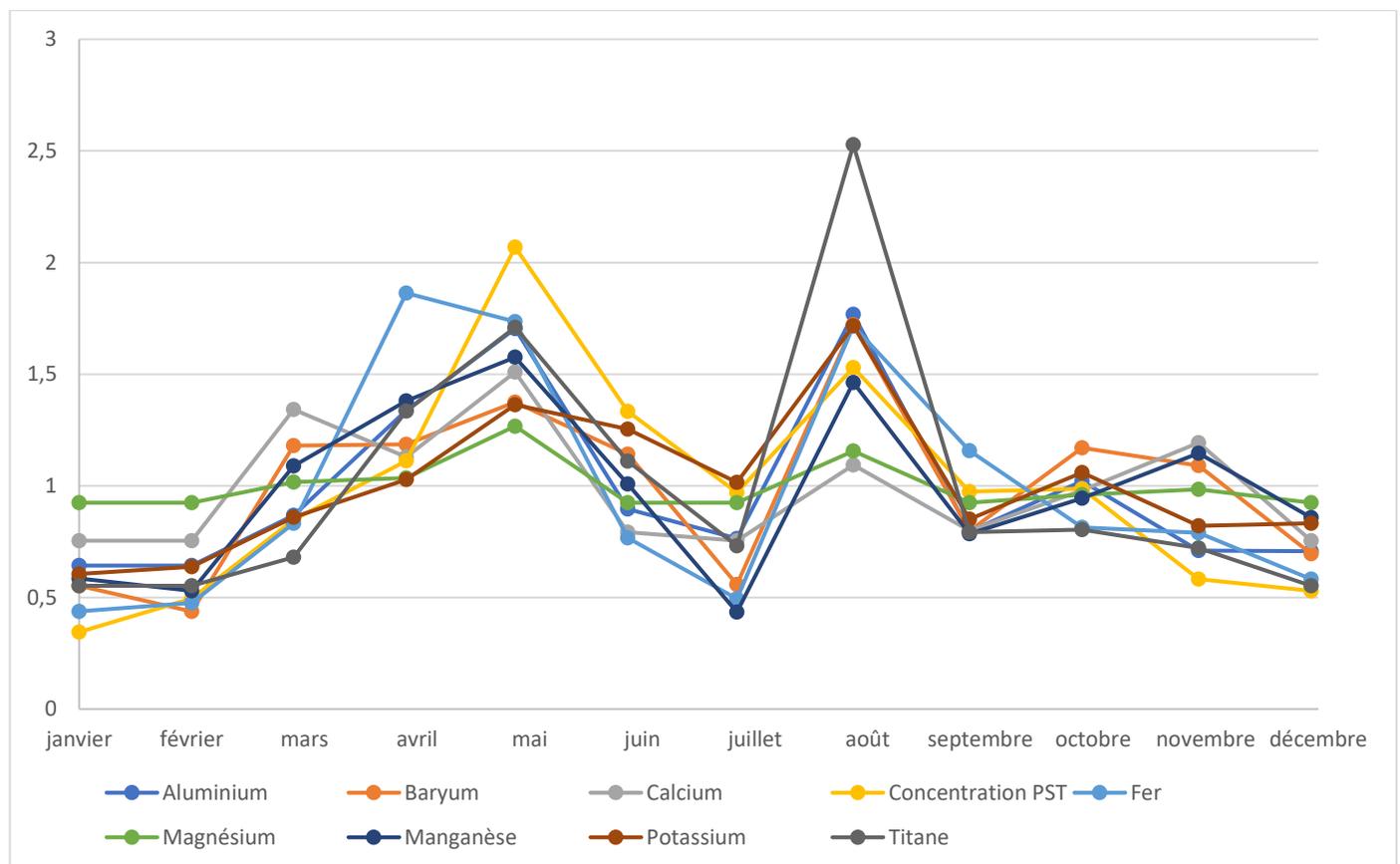


Figure 5 Ratios des concentrations moyennes mensuelles sur les concentrations moyennes annuelles des métaux associés à l'érosion éolienne mesurés aux stations rurales ou forestières dans les PST

La même variation peut être observée aux stations urbaines, à la différence que le maximum survient plus tôt au printemps (figure 6). Ces concentrations plus élevées au mois de mars s'expliquent en grande partie par la remise en suspension des poussières de rues et des abrasifs accumulés sur les routes pendant l'hiver.

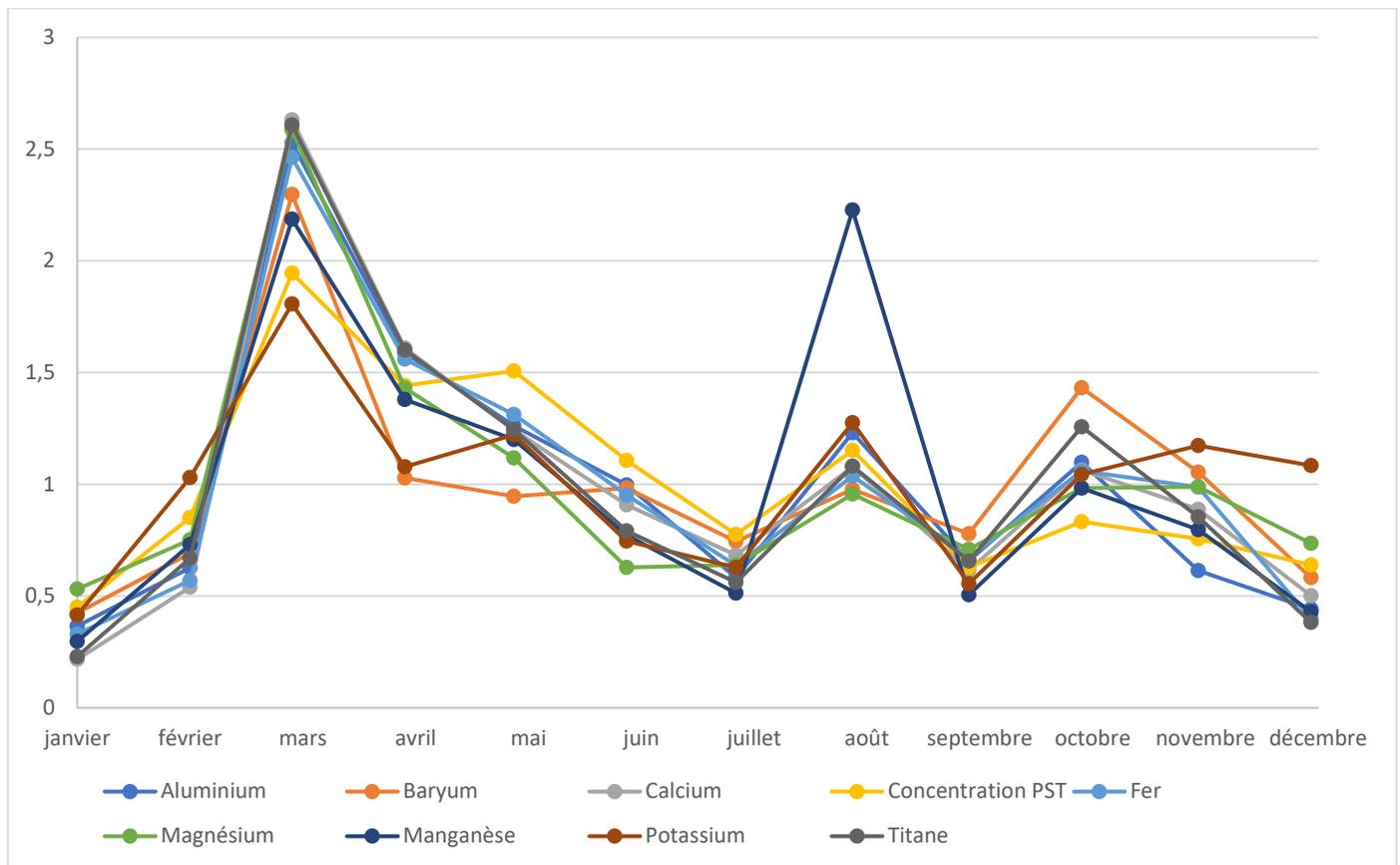


Figure 6 Ratios des concentrations moyennes mensuelles sur les moyennes annuelles des métaux associés à l'érosion aérienne et aux abrasifs mesurés aux stations urbaines dans les PST

Les variations des concentrations les plus importantes sont celles du sodium mesuré aux stations urbaines entre les mois d'hiver et ceux d'été (figure 7). Ce sodium provient essentiellement de la mise en suspension des sels de déglacage en hiver, qui est constituée de chlorure de sodium pour l'essentiel. La concentration moyenne de sodium mesurée aux stations urbaines pendant les mois de décembre à mars est presque cinq fois plus élevée que la moyenne des autres mois à ces stations ou des concentrations moyennes mesurées aux stations rurales et forestières.

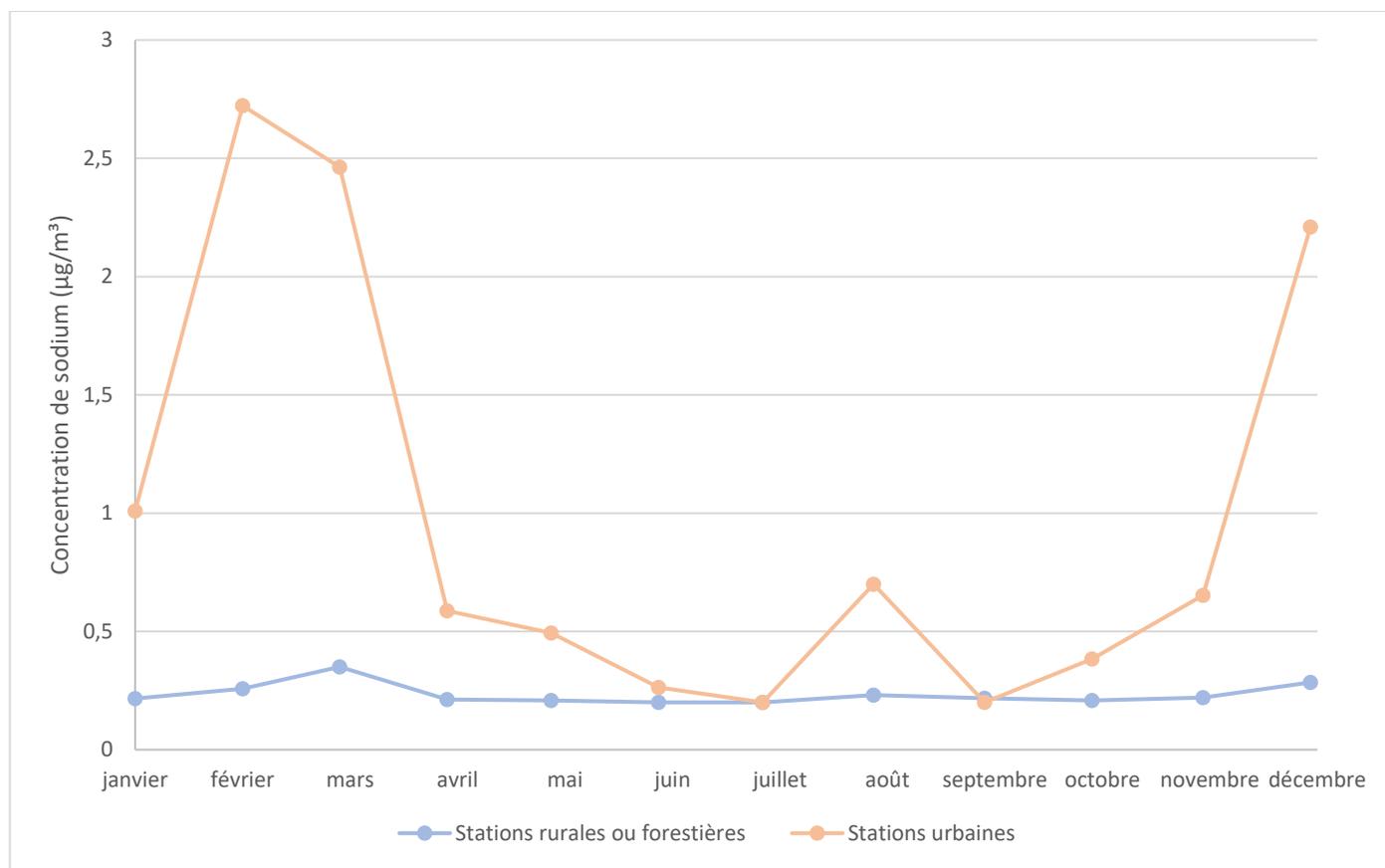


Figure 7 Concentrations moyennes mensuelles de sodium mesurées dans les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières

Finalement, les deux derniers éléments qui montrent une variation saisonnière notable sont l'antimoine et le zinc mesurés aux stations urbaines. La figure 8 montre la variation des concentrations de ces deux métaux qui se traduit par deux maxima espacés de plusieurs mois et d'une amplitude moindre que celle qui est observée pour le sodium. Le premier maximum de concentration survient au mois de mars et le second au mois d'octobre, soit deux moments de l'année où l'on mesure plus de poussières de rue (figure 6) et propices aux changements de pneus. D'ailleurs, comme mentionnée à la section 3.2, l'usure des pneus et des freins est associée à ces deux métaux et contribue aux augmentations observées.

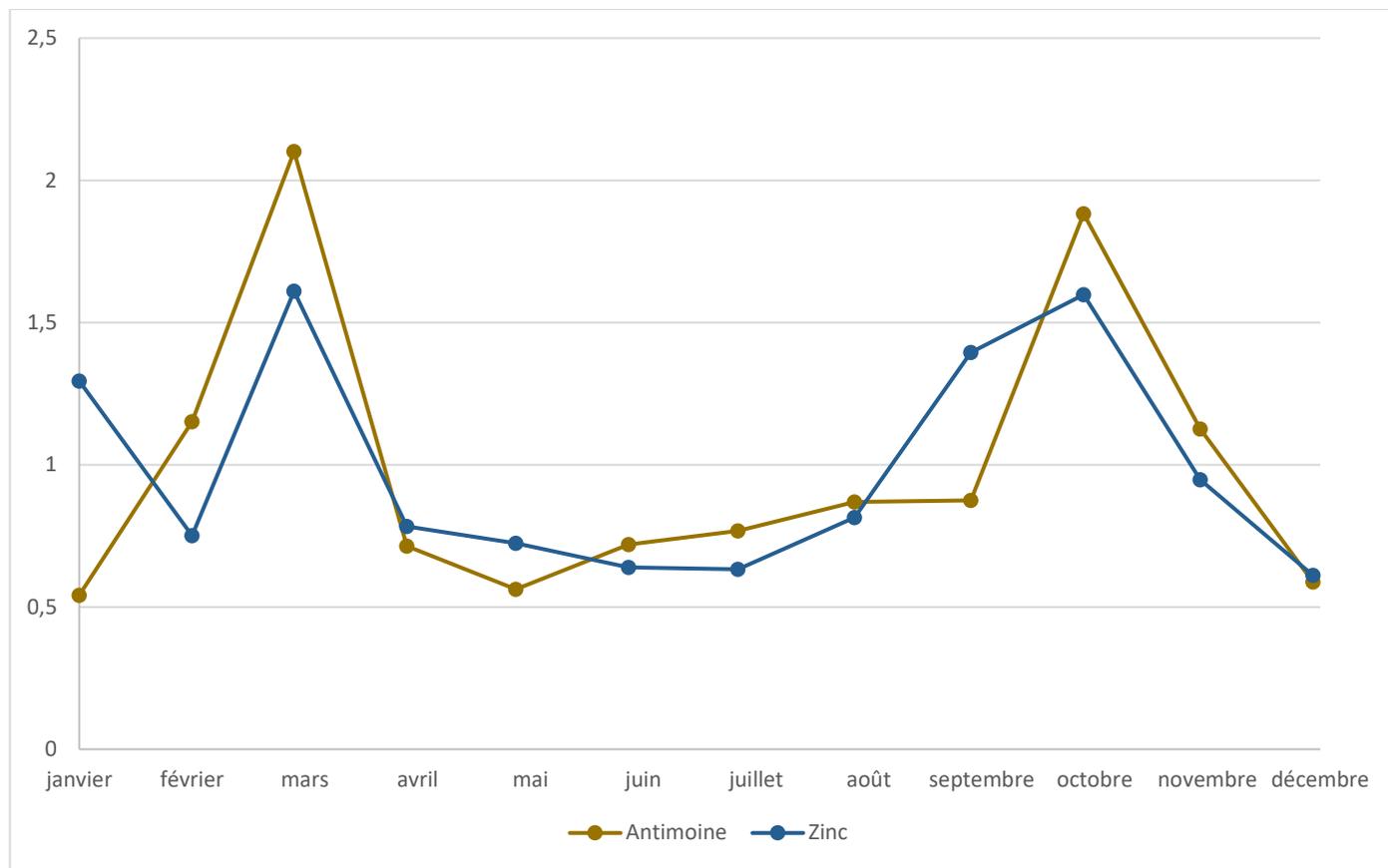


Figure 8 Ratios des concentrations mensuelles moyennes sur les moyennes annuelles d'antimoine et de zinc mesurées aux stations urbaines dans les PST

3.4 Relation entre les concentrations de métaux échantillonnés dans les PM₁₀ et dans les PST

L'échantillonnage et l'analyse de métaux simultanés dans les PST et les PM₁₀ à quatre stations permettent d'évaluer les relations entre les concentrations de métaux dans les PM₁₀ et celles dans les PST. Ainsi, les résultats présentés dans cette section permettront de déterminer si les relations diffèrent d'une station de mesure à l'autre et si elles diffèrent d'un élément métallique à l'autre.

La figure 9 montre la relation entre les 170 concentrations de PM₁₀ et de PST à toutes les stations, lors d'un échantillonnage simultané et lorsque les concentrations sont supérieures à la limite de détection dans les deux fractions. La pente de la droite de régression linéaire de cette relation montre que les concentrations de PM₁₀ sont approximativement la moitié de celles des PST. Ainsi, les pentes de régression des métaux qui sont fortement associées aux concentrations de particules devraient avoir des ratios similaires.

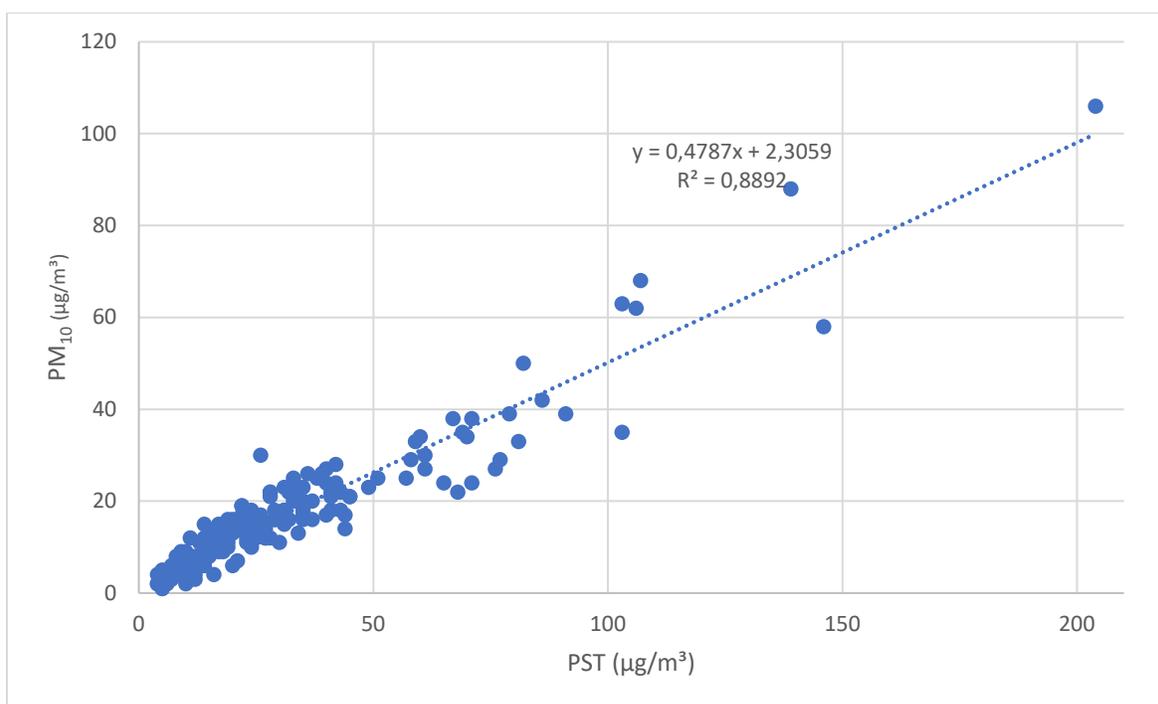


Figure 9 Relation entre les concentrations de PM₁₀ et PST à toutes les stations

Le tableau 7 présente la pente de régression linéaire pour l'ensemble des métaux PM₁₀/PST à toutes les stations. Les métaux qui ne sont pas présentés dans ce tableau sont ceux dont le nombre de résultats supérieur à la limite de détection à la fois dans les PM₁₀ et les PST était supérieur à 10. Le nombre de paires de concentrations PM₁₀/PST ainsi que le coefficient de détermination accompagnent la pente. Le premier constat est qu'il n'y a pas de métaux dont la pente est inférieure à celle des poids de particules PM₁₀/PST, hormis le cuivre et le sélénium. Les cas du cuivre et du sélénium ont déjà été abordés à la section 3.2, les concentrations de cuivre étant grandement influencées par la méthode d'échantillonnage, il était prévisible que les ratios ne suivent pas le même comportement que celui des autres métaux. Pour le sélénium, le faible nombre de paires de résultats au-dessus de la limite de détection nuit grandement à l'interprétation des résultats. Finalement, pour ces deux métaux, les coefficients de détermination tendent vers zéro, signifiant que le résultat de la régression linéaire n'est pas relié aux concentrations mesurées.

Si la majorité des autres pentes de régression tendent vers la valeur de la pente des poids des PM₁₀/PST, le cas de l'antimoine diffère légèrement. Les pentes de régression calculées avec les concentrations d'antimoine tendent vers 1, ce qui laisse à penser que les particules contenant de l'antimoine seraient très majoritairement des particules de moins de 10 µm de diamètre.

Tableau 7 Pente de régression linéaire et coefficient de détermination de la relation entre la concentration de certains métaux dans les PM₁₀ et dans les PST

Métaux	Toutes stations			02022 - Saguenay - UQAC			03006 - Québec - Vieux-Limoilou			04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval			07002 - Gatineau - Hull		
	pente	n	r ²	pente	n	r ²	pente	n	r ²	pente	n	r ²	pente	n	r ²
Aluminium	0,589	91	0,840	0,595	24	0,919	0,549	39	0,715	0,554	11	0,681	0,579	17	0,496
Antimoine	0,965	43	0,947		7		0,947	21	0,959		0		1,010	15	0,893
Arsenic	0,712	44	0,549	1,160	12	0,770	0,729	16	0,577		7			9	
Baryum	0,730	170	0,933	0,610	40	0,917	0,842	53	0,972	0,628	33	0,425	0,792	44	0,960
Cadmium	0,611	45	0,743		6		0,580	27	0,714		8			4	
Calcium	0,546	97	0,949	0,552	15	0,975	0,545	38	0,936		7		0,593	37	0,922
Cobalt	0,493	38	0,905		6		0,493	25	0,902		3			4	
Concentration totale	0,479	170	0,889	0,521	43	0,929	0,459	37	0,822	0,480	45	0,829	0,552	45	0,900
Cuivre	-0,124	187	0,003	1,055	44	0,170	0,544	53	0,595	0,293	46	0,008	1,224	44	0,041
Fer	0,567	121	0,856	0,624	21	0,941	0,607	47	0,912	0,554	17	0,842	0,251	36	0,283
Manganèse	0,558	157	0,865	0,551	39	0,892	0,650	48	0,933	0,570	34	0,932	0,246	36	0,333
Nickel	0,518	14	0,789		1		0,518	13	0,785		0			0	
Plomb	0,621	72	0,121	-0,129	10	0,001	0,874	32	0,899	0,709	19	0,800	0,587	11	0,761
Potassium	0,824	81	0,896	0,619	25	0,900		2		0,463	26	0,383	0,593	28	0,805
Sélénium	0,013	17	0,000		2			3			9			3	
Sodium	0,556	27	0,957	0,571	18	0,987		0			2			7	
Titane	0,600	51	0,956	0,599	14	0,966		2		0,394	11	0,779	0,625	24	0,872
Zinc	0,540	47	0,920		3		0,542	41	0,920		1			2	

Note : n : nombre de paires dont les concentrations sont supérieures à la limite de détection dans les PM₁₀ et les PST; r² : coefficient de détermination.

3.5 Comparaison des concentrations de métaux avec les normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère

Les concentrations des métaux ont été comparées aux normes de qualité de l'air du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) et aux critères québécois de qualité de l'atmosphère en vigueur lors de la campagne d'échantillonnage (MELCCFP, 2023d) (tableau 8). Aucun dépassement de norme ou de critère n'a été mesuré dans le cadre de cette étude, hormis 12 dépassements de la norme journalière de nickel, qui était fixée à 0,014 µg/m³ à ce moment-là, à la station 03006 – Québec – Vieux-Limoilou dans les PM₁₀⁵.

L'évaluation du respect des normes et des critères s'est faite avec une approche conservatrice. Ainsi, lorsqu'un critère ou une norme spécifie une forme chimique précise pour le métal, comme un niveau d'oxydation ou seulement la partie soluble du composé, la concentration totale de cet élément a été comparée au seuil de la norme ou du critère. Par exemple, pour le chrome, deux normes sont prescrites dans le RAA, dont l'une s'applique au chrome trivalent et l'autre au chrome hexavalent. Comme la méthode d'analyse utilisée ne permet pas de déterminer les niveaux d'oxydation ni la proportion de chacun de ceux-ci, la concentration du chrome totale est comparée à la norme qui ne s'applique normalement qu'au chrome trivalent ou hexavalent. Le même principe de précaution est utilisé pour les normes et critères qui ne s'appliquent normalement qu'aux composés solubles. Finalement, pour les critères applicables sur 1 heure (tableau 8), comme l'échantillonnage se déroule sur une période de 24 heures, la comparaison a été faite avec une concentration théorique où la quantité totale de l'élément sur le filtre aurait été échantillonnée pendant 1 heure au lieu de 24 heures. Autrement dit, la concentration horaire théorique est obtenue en multipliant par 24 la concentration quotidienne. Ces concentrations horaires extrapolées n'ont jamais été réellement mesurées, elles ne servent que pour la comparaison aux critères s'appliquant sur 1 heure.

5. La norme journalière pour le nickel a été modifiée le 28 avril 2022 et est maintenant fixée à 0,070 µg/m³ dans les PM₁₀, en plus d'ajouter une norme annuelle de 0,020 µg/m³.

Tableau 8 Liste des normes et critères relatifs aux métaux mesurés dans le cadre de cette étude

Substance	Norme ou critère	Période	Valeur de référence ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fraction des particules applicable
Argent, composés solubles	Norme	1 an	0,23	PST
Aluminium (composés solubles)	Critère	24 h	2,5	PM ₁₀
Arsenic, élémentaire et composés inorganiques (sauf l'arsine)	Norme	1 an	0,003	PST
Baryum, métal et composés solubles	Norme	1 an	0,05	PST
Béryllium, métal et composés	Norme	1 an	0,0004	PST
Cadmium, composés de	Norme	1 an	0,0036	PST
Cobalt et composés	Critère	1 an	0,1	PST
Chrome (composés de chrome trivalent)	Norme	1 an	0,1	PST
Chrome (composés de chrome hexavalent)	Norme	1 an	0,004	PST
Cuivre	Norme	24 h	2,5	PST
Fer (composés solubles)	Critère	24 h	2,5	PM ₁₀
Lithium et composés	Critère	1 h	2	PST
Magnésium	Critère	24 h	2,5	PST
Manganèse et composés	Critère	1 an	0,025	PM ₁₀
Molybdène (composés solubles)	Critère	1 h	5	PST
Nickel, composés de	Norme	24 h	0,014	PM ₁₀
Plomb	Norme	1 an	0,1	PST
Antimoine métal et composés	Norme	1 an	0,17	PST
Sélénium, composés de	Critère	1 h	2	PST
Étain et composés	Critère	1 an	0,1	PST
Tellure et composés (sauf acide hydrotellurique)	Critère	1 h	1	PST
Titane et composés	Critère	24 h	2,5	PM ₁₀
Thallium	Norme	1 an	0,25	PST
Uranium et composés insolubles	Critère	24 h	0,15	PST
Uranium (composés solubles)	Critère	24 h	0,006	PST
Vanadium	Norme	1 an	1	PST
Zinc	Norme	24 h	2,5	PST

Le tableau 9 présente les concentrations annuelles et quotidiennes les plus élevées, donc les plus près des seuils des normes, pour chacun des métaux normés dans le RAA. Il présente également, la station où ce maximum a été mesuré, et le pourcentage de la norme que représente ce maximum. Les résultats pour l'argent et le thallium ne sont présentés qu'à titre indicatif. La concentration annuelle maximale pour l'argent mesurée à la station Gatineau – Hull n'est calculée que sur quatre échantillons et n'est donc pas représentative de la concentration annuelle réelle. Sur les 768 filtres analysés au cours de cette campagne d'échantillonnage, aucun n'avait une concentration de thallium suffisante pour être détectée à l'analyse en laboratoire. Ainsi, le résultat numérique présenté pour le thallium dans le tableau 9 correspond à la moitié de la limite de détection.

Tableau 9 Concentration annuelle ou quotidienne la plus élevée mesurée pour chacun des métaux normés

Substance	Période	Valeur de la norme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la norme	Station de mesure
Antimoine	1 an	0,17	0,0013	0,8	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Argent *	1 an	0,23	0,0011	0,5	07002 - Gatineau - Hull
Arsenic	1 an	0,003	0,0016	52,3	04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine
Baryum	1 an	0,05	0,0162	32,4	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Béryllium	1 an	0,0004	0,0001	26,0	01810 - Auclair
Cadmium	1 an	0,0036	0,0008	21,5	04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine
Chrome III	1 an	0,1	0,0018	1,8	04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine
Chrome VI	1 an	0,004	0,0018	45,4	04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine
Cuivre	24 h	2,5	0,32	12,8	01810 - Auclair
Nickel (PM ₁₀)	24 h	0,014	0,282	2014,3	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Plomb	1 an	0,1	0,0051	5,1	04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine
Thallium **	1 an	0,25	0,0025	1,0	(LD/2)
Vanadium	1 an	1	0,0038	0,4	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Zinc	24 h	2,5	1,59	63,6	03006 - Québec - Vieux-Limoilou

Note : * moyenne basée sur 4 échantillons seulement; ** aucun résultat de thallium détecté.

Le tableau 10 présente, sous le même format que le tableau précédent, les concentrations les plus élevées pour les métaux ayant un critère établi. Comme mentionné précédemment, les concentrations horaires sont extrapolées à partir des concentrations quotidiennes. L'extrapolation horaire du lithium est basée sur le seul résultat quotidien au-dessus de la limite de détection qui a été mesuré pendant cette campagne. Également, le résultat pour le tellure et l'uranium correspondent à la moitié de leur limite de détection respective, car ces métaux n'ont jamais été détectés.

Tableau 10 Concentration annuelle, quotidienne ou horaire extrapolée la plus élevée pour chacun des métaux ayant un critère établi

Substance	Période	Valeur du critère ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% du critère	Station de mesure
Aluminium (PM10)	24 h	2,5	1,2	48,0	02022 - Saguenay - UQAC
Cobalt	1 an	0,1	0,0010	1,0	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Étain	1 an	0,1	0,0017	1,7	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Fer (PM10)	24 h	2,5	2,3	92,0	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Lithium *	1 h	2	0,12	6,0	02022 - Saguenay - UQAC
Magnésium	24 h	2,5	1,41	56,4	02022 - Saguenay - UQAC
Manganèse (PM10)	1 an	0,025	0,0103	41,0	03006 - Québec - Vieux-Limoilou
Molybdène	1 h	5	0,12	2,4	05810 - La Patrie
Sélénium	1 h	2	0,1512	7,6	05810 - La Patrie
Tellure **	1 h	1	0,06	6,0	(LD/2)
Titane (PM10)	24 h	2,5	0,077	3,1	02022 - Saguenay - UQAC
Uranium **	24 h	0,006	0,0005	8,3	(LD/2)

Note : * moyenne basée sur 1 échantillon seulement; ** aucun résultat de tellure et d'uranium détecté.

Le nickel est rarement détecté dans l'air ambiant autant dans les PST que dans les PM₁₀. Lors de cette campagne d'échantillonnage, 297 analyses de nickel ont été effectuées dans les PM₁₀, fraction dans laquelle s'applique la norme. De ce nombre, seulement 33 résultats étaient supérieurs à la limite de détection (tableau 3) et 32 de ceux-ci ont été enregistrés à la station Québec – Vieux-Limoilou. Conséquemment, les 12 dépassements de la norme quotidienne de 0,014 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en vigueur à ce moment-là ont été mesurés à cette station. Le tableau 11 présente les dépassements de la norme relative au nickel à la station Québec – Vieux-Limoilou en 2021. La source du nickel mesuré à cette station est la manutention de composé de nickel dans le port de Québec (Walsh et Brière, 2013).

Tableau 11 Dépassements de la norme quotidienne de 0,014 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le nickel dans les PM₁₀ à la station Québec – Vieux-Limoilou en 2021

Date du dépassement	Concentration de nickel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la norme (%)
2021-01-26	0,113	807
2021-02-01	0,028	200
2021-03-23	0,282	2014
2021-03-25	0,211	1507
2021-04-04	0,203	1450
2021-04-16	0,016	114
2021-04-30	0,035	250
2021-05-08	0,197	1407
2021-06-11	0,023	164
2021-09-05	0,079	564
2021-11-10	0,022	157
2021-12-18	0,057	407

3.6 Corrélation entre les métaux

Comme mentionné dans les sections précédentes, les concentrations de certains métaux sont corrélées entre elles ou avec le poids total des particules. Afin d'évaluer ces relations, le coefficient de corrélation de Spearman pour l'ensemble des métaux a été calculé autant dans les PM₁₀ que dans les PST. Les matrices de corrélation complètes contenant tous les résultats, dont la p-value < 0,01 se trouvent à l'annexe D1 pour les PM₁₀ et à l'annexe D2 pour les PST.

La figure 10 présente les coefficients de corrélations de Spearman pour les métaux mesurés dans les PM₁₀ à quatre stations de mesures, dont au moins un élément était modérément corrélé ($r > 0,5$) avec un autre élément métallique⁶. Dans cette figure, plus la corrélation est forte, plus le coefficient est surligné en foncé. De plus, pour les corrélations non significatives, c'est-à-dire dont la p-value est supérieure à 0,01, les coefficients ont été remplacés par un tiret. Les corrélations les plus fortes sont observées entre l'aluminium, le baryum, le calcium, le cobalt, le fer, le manganèse, le potassium et le titane. Ces métaux sont sensiblement les mêmes que ceux qui présentaient une variation annuelle semblable à la figure 6. Ils sont aussi tous bien corrélés avec les concentrations de PM₁₀.

Al	Sb	Ba	Ca	Co	PM ₁₀	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	K	Ti	Zn	
1	0,303	0,531	0,656	0,581	0,610	0,636	0,403	0,638	0,216	0,332	0,473	0,672	0,300	Al
	1	0,649	0,447	0,314	0,448	0,508	0,319	0,478	–	0,503	0,392	0,493	0,462	Sb
		1	0,762	0,504	0,700	0,787	0,363	0,729	0,225	0,438	0,544	0,672	0,499	Ba
			1	0,591	0,693	0,817	0,462	0,743	0,224	0,350	0,483	0,808	0,345	Ca
				1	0,578	0,640	0,621	0,605	0,526	0,353	0,400	0,561	0,342	Co
					1	0,785	0,370	0,755	0,238	0,507	0,574	0,627	0,424	PM ₁₀
						1	0,427	0,903	0,277	0,473	0,584	0,842	0,456	Fe
							1	0,404	0,291	0,243	0,391	0,461	0,422	Mg
								1	0,293	0,524	0,628	0,755	0,453	Mn
									1	0,169	0,274	–	0,241	Ni
										1	0,481	0,324	0,540	Pb
											1	0,548	0,504	K
												1	0,422	Ti
													1	Zn

Figure 10 Coefficient de corrélation de Spearman pour certains métaux mesurés dans les PM₁₀

Les corrélations observées pour les concentrations de métaux dans les PST sont très semblables à celle qui est observable dans les PM₁₀, comme le démontre la figure 11. La différence la plus notable est qu'un peu plus d'éléments métalliques ont des coefficients de corrélation plus élevés entre eux. Ce sont sensiblement les mêmes métaux qui ont les plus fortes corrélations et avec les concentrations de particules en suspension totales. Cela semble indiquer que ce sont les mêmes métaux qui se retrouvent dans la fraction plus fine que dans la fraction plus grossière des particules.

6. Gatineau – Hull, Québec – Vieux-Limoilou, Saguenay – UQAC, Saint-Zéphirin-de-Courval.

Al	Sb	As	Ba	Cd	Ca	Co	PST	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	K	Ti	Zn	
1	0,480	0,379	0,739	0,391	0,727	0,687	0,767	0,790	0,607	0,752	0,319	0,523	0,628	0,835	0,501	Al
	1	0,506	0,597	0,310	0,599	0,503	0,500	0,553	0,528	0,515	0,324	0,534	0,401	0,508	0,566	Sb
		1	0,491	0,402	0,472	0,301	0,447	0,411	0,266	0,420	0,296	0,507	0,391	0,352	0,405	As
			1	0,450	0,853	0,649	0,851	0,845	0,548	0,850	0,376	0,578	0,716	0,761	0,567	Ba
				1	0,432	0,435	0,455	0,434	0,208	0,513	0,405	0,565	0,514	0,334	0,448	Cd
					1	0,667	0,803	0,851	0,636	0,781	0,373	0,590	0,587	0,761	0,597	Ca
						1	0,671	0,716	0,703	0,679	0,542	0,542	0,532	0,671	0,665	Co
							1	0,843	0,570	0,839	0,381	0,605	0,803	0,754	0,539	PST
								1	0,630	0,869	0,403	0,597	0,668	0,843	0,577	Fe
									1	0,535	0,373	0,431	0,497	0,666	0,567	Mg
										1	0,367	0,636	0,799	0,716	0,536	Mn
											1	0,412	0,275	0,282	0,531	Ni
												1	0,603	0,432	0,574	Pb
													1	0,643	0,420	K
														1	0,473	Ti
															1	Zn

Figure 11 Coefficient de corrélation de Spearman pour certains métaux mesurés dans les PST

4. Conclusion

Les résultats de cette campagne d'échantillonnage d'un an montrent que, de façon générale, les concentrations de métaux dans l'air ambiant sont plutôt faibles. Un nombre élevé d'échantillons présentent des concentrations de métaux qui sont inférieures aux limites de détection. Les concentrations de certains métaux sont tellement faibles qu'ils n'ont pas été détectés une seule fois, malgré les centaines d'échantillons analysés pour cette étude, notamment le bismuth, le bore, le lithium, le tellure, le thallium et l'uranium. À l'opposé, les métaux les plus fréquemment détectés sont le cuivre, le baryum, le manganèse, le fer et le potassium.

Les résultats confirment que les concentrations de métaux sont plus élevées aux stations de mesures situées en milieu urbain qu'aux stations situées en milieu rural ou forestier. Les métaux les plus fréquemment détectés sont sensiblement les mêmes en milieu urbain qu'en milieu rural ou forestier. Ces métaux sont associés à l'érosion éolienne des sols ainsi qu'à la remise en suspension de poussière de route, comme les abrasifs et les sels de déglacage. D'ailleurs la variation mensuelle des concentrations mesurées de ces métaux est étroitement synchronisée avec l'utilisation des abrasifs en milieu urbain et l'érosion éolienne en milieu rural ou forestier. Également, ils sont, en moyenne, détectés dans quatre fois plus d'échantillons en milieu urbain où les sources d'émissions de métaux sont présentes en plus grand nombre.

Aucun dépassement des normes et des critères relatifs aux métaux n'a été observé lors de cette campagne, hormis 12 dépassements de la norme quotidienne du nickel à la station Québec – Vieux-Limoilou, qui proviennent des activités de transbordement au port de Québec.

La comparaison entre les concentrations de métaux mesurées dans les PM₁₀ et celles qui sont mesurées dans les PST montre que, pour la majorité des métaux, les concentrations quantifiées dans les PM₁₀ étaient d'environ la moitié de celles qui sont mesurées dans les PST. Cela semble indiquer que les métaux se retrouvent autant dans la fraction plus fine que dans la fraction plus grossière des particules.

De nouvelles campagnes d'échantillonnage seront réalisées tous les cinq ans afin d'observer l'évolution des concentrations de métaux dans le temps.

Références bibliographiques

- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ) (2021). Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie (DR-12-VMC). Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/pala/dr12vmc_protocole_val_chimie.pdf]
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ) (2023). Détermination des métaux : méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon – MA.–200 – Mét. 1.2 (révision 9). Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [<https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA200Met12.pdf>]
- EMSLEY, J. (2011). *Nature's building blocks : an A-Z guide to the elements*. OUP Oxford, 699p.
- EVANS G.J., AUDETTE, C., BADALI, K., CELO, V., DABEK-ZLOTORSZYNKA, E., DEBOSZ, J., DING, L., DOERKSEN, G.N., HEALY, R.M., HENDERSON, D., HEROD, D., HILKER, N., JEONG, C.H., JOHNSON, D., JONES, K., MUNOZ A., NOBLE, M., REID, K., SCHILLER, C., SOFOWOTE, C., SU, Y., WANG, J., WHITE., L. (2019). « Near-Road Air Pollution Pilot Study Final Report - Appendices », Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research, University of Toronto, 139 p. [En ligne]. [<https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/96918/1/Near%20Road%20Study%20Report%20Appendices.pdf>].
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2023a). *Rapport final sur l'état des connaissances scientifiques concernant les effets du plomb sur la santé humaine*, Environnement et Changement climatique Canada, [En ligne]. [www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/contaminants-environnementaux/rapport-final-etat-connaissances-scientifiques-concernant-effets-plomb-sante-humaine.html].
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2023b). *Ébauche d'évaluation préalable – Le zinc et ses composés*, Environnement et Changement climatique Canada, [En ligne]. [www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/ebauche-evaluation-prealable-zinc-composes.html].
- HARREL JR, F.E. et C. DUPONT (2022). « Harrell Miscellaneous », Vanderbilt University, Department of Biostatistics, version 4.7-2, [En ligne]. [<https://hbiostat.org/R/Hmisc/>].
- INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS), 2005. Zinc et ses dérivés. Fiche de données toxicologiques et environnementales de substances chimiques, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Version no 2 – 2 mars 2005, 69 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023a). RSQAQ - Données de métaux et de particules séquentielles, [Jeu de données], dans Données Québec, [En ligne]. [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/rsqaq-donnees-sequentielles>].
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023b). Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère : ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm].

- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023c). *Faits saillants*, août 2021, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/2021/aout.htm>].
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023d). *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère*, version 8, Québec, Direction de la qualité de l'air et du climat, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm>].
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS ET DE LA MOBILITÉ DURABLE (MTQ) (2019). *Guide des bonnes pratiques d'épandage*, [En ligne], [www.transports.gouv.qc.ca/fr/gestion-environnementale-sels-voirie/Documents/GSV/references-utiles/publications_MTQ/guide-bonnes-pratiques-epandage.pdf].
- NRIAGU, J.O. (1989). « A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals », *Nature*, vol. 338, p. 47-49.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE) (2020). « Non-exhaust Particulate Emissions from Road Transport: An Ignored Environmental Policy Challenge », OECD Publishing, Paris.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (2023a). « *Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans* », Organisation mondiale de la santé, International Agency for Research on Cancer, [En ligne]. [<https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>].
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (2023b). « *Ambient (outdoor) air pollution* », Organisation mondiale de la santé, [En ligne]. [[www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2016). « 40 CFR 50 - NATIONAL PRIMARY AND SECONDARY AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS », United States Environmental Protection Agency - Subchapter C - AIR PROGRAMS (36 FR 22384).
- VILLE DE MONTRÉAL (2024). *Polluants métaux*, [Jeu de données], dans *Données Québec*, [En ligne], [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/vmtl-rsqa-polluants-metaux>].
- WALSH, P., et J.-F. BRIÈRE (2013). *Origine des concentrations élevées de nickel dans l'air ambiant à Limoilou*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambiant/nickel-limoilou/concentrations-nickel-air-Limoilou.pdf>].

Annexes

Annexe A : Calendrier d'échantillonnage du réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec

CALENDRIER ÉCHANTILLONNAGE

PM₁₀ Vieux-Limoilou seulement

PM₁₀ et PST toutes stations

2021

janvier 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

février 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28						

mars 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

avril 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

mai 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

juin 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

juillet 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

août 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

septembre 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

octobre 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

novembre 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

décembre 2021						
D	L	Ma	Me	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Annexe B1 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 01810 – Auclair dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,0542	52	0,1	3,8	0,0239	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,216	0,216
Antimoine	0,0005	52	0,001	1,9	0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001
Argent	0,0005	5	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0005	52	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Baryum	0,0011	52	0,001	38,5	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005
Béryllium	0,0001	52	0,0002	1,9	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0003
Bismuth	0,0025	52	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	52	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	52	0,0002	1,9	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	0,0005
Calcium	0,2548	52	0,5	1,9	0,0347	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,5
Chrome	0,0015	52	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobalt	0,0001	52	0,0002	1,9	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	0,0005
Concentration PST	10,039	52	1	96,2	9,8134	<1	1	2	3	8	14	20	24	45	49	49
Cuivre	0,1510	52	0,002	100,0	0,0870	0,023	0,033	0,039	0,081	0,146	0,226	0,262	0,311	0,314	0,32	0,32
Étain	0,0015	52	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,0604	52	0,1	15,4	0,0282	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,143	0,2	0,2
Lithium	0,0025	52	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1000	52	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Manganèse	0,0025	52	0,002	34,6	0,0026	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	0,009	0,009	0,012	0,012
Molybdène	0,0005	52	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0015	52	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0012	52	0,002	3,8	0,0009	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,006	0,006
Potassium	0,0630	52	0,06	32,7	0,0770	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,08	0,11	0,136	0,31	0,49	0,49
Sélénium	0,0003	52	0,0005	3,8	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0007	0,0007
Sodium	0,2154	52	0,4	5,8	0,0638	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Strontium	0,0300	52	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	52	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	52	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0026	52	0,005	1,9	0,0005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,006
Uranium	0,0005	52	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	52	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0300	52	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B2 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 02022 - Saguenay - UQAC dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,2704	49	0,1	71,4	0,3257	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,3	0,583	0,8	2	2	2
Antimoine	0,0009	49	0,001	20,4	0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,008	0,008	0,008
Argent	0,0005	39	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0009	49	0,001	34,7	0,0007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
Baryum	0,0111	49	0,001	98,0	0,0149	<0,001	0,002	0,002	0,004	0,006	0,011	0,027	0,03	0,096	0,096	0,096
Béryllium	0,0001	49	0,0002	2,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Bismuth	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	49	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	49	0,0002	24,5	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Calcium	1,9118	49	0,5	59,2	4,4248	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1,4	4,4	8,6	28,9	28,9	28,9
Chrome	0,0016	49	0,003	2,0	0,0005	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	0,005	0,005
Cobalt	0,0002	49	0,0002	22,4	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	0,0006	0,0018	0,0018	0,0018
Concentration PST	26,7143	49	1	100,0	32,2903	4	6	7	11	18	26	60	68	204	204	204
Cuivre	0,0306	49	0,002	100,0	0,0266	0,008	0,008	0,009	0,013	0,019	0,041	0,063	0,075	0,13	0,13	0,13
Étain	0,0015	49	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,3121	49	0,1	67,3	0,5306	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,9	1,07	3,37	3,37	3,37
Lithium	0,0026	49	0,005	2,0	0,0004	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,005	0,005
Magnésium	0,1587	49	0,2	12,2	0,2092	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	0,493	1,41	1,41	1,41
Manganèse	0,0153	49	0,002	95,9	0,0256	<0,002	0,002	0,002	0,004	0,006	0,012	0,044	0,054	0,161	0,161	0,161
Molybdène	0,0005	49	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0016	49	0,003	4,1	0,0007	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,006	0,006	0,006
Plomb	0,0018	49	0,002	30,6	0,0020	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,003	0,004	0,011	0,011	0,011
Potassium	0,1026	49	0,06	67,3	0,0940	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,12	0,22	0,252	0,562	0,562	0,562
Sélénium	0,0003	49	0,0005	8,2	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0006	0,0006
Sodium	1,0045	49	0,4	51,0	2,2348	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	1,1	1,9	3,3	15,4	15,4	15,4
Strontium	0,0300	49	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0115	49	0,005	51,0	0,0201	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,01	0,034	0,041	0,127	0,127	0,127
Uranium	0,0005	49	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	49	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0441	49	0,06	14,3	0,0444	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,087	0,119	0,29	0,29	0,29

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B3 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 03006 - Québec - Vieux-Limoilou dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,2415	60	0,1	83,3	0,1878	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,472	0,6	0,8	0,9	0,9
Antimoine	0,0013	60	0,001	45,0	0,0016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,009	0,009
Arsenic	0,0010	60	0,001	50,0	0,0008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004
Baryum	0,0162	60	0,001	100,0	0,0130	0,003	0,003	0,005	0,008	0,013	0,02	0,027	0,031	0,049	0,088	0,088
Béryllium	0,0001	60	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	2	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0003	60	0,0002	55,0	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0004	0,0007	0,0008	0,0011	0,002	0,002
Calcium	4,2050	60	0,5	93,3	3,8063	<0,5	<0,5	0,7	1,03	3,2	6	8,67	9,79	16,6	17,4	17,4
Chrome	0,0018	60	0,003	11,7	0,0009	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,005
Cobalt	0,0010	60	0,0002	85,0	0,0027	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0003	0,0006	0,0017	0,0019	0,0082	0,0197	0,0197
Concentration PST	53,5333	60	1	100,0	33,6570	15	17	19	27	42	71	91	106	146	172	172
Cuivre	0,0910	60	0,002	100,0	0,0565	0,016	0,04	0,043	0,049	0,078	0,109	0,162	0,189	0,284	0,305	0,305
Étain	0,0017	60	0,003	6,7	0,0010	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,004	0,008	0,008
Fer	0,8006	60	0,1	96,7	0,6655	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,677	1	1,7	1,95	2,8	3,3	3,3
Lithium	0,0025	2	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,2945	2	0,2	100,0	0,1336	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389
Manganèse	0,0200	60	0,002	100,0	0,0154	0,002	0,004	0,006	0,009	0,015	0,023	0,037	0,056	0,062	0,065	0,065
Molybdène	0,0005	2	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0234	60	0,003	46,7	0,0778	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,008	0,033	0,084	0,303	0,521	0,521
Plomb	0,0040	60	0,002	73,3	0,0033	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	0,008	0,009	0,01	0,021	0,021
Potassium	0,5325	2	0,06	100,0	0,5268	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905
Sélénium	0,0003	60	0,0005	11,7	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007
Sodium	0,2000	2	0,4	0,0	0,0000	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Strontium	0,0475	2	0,06	50,0	0,0247	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Tellure	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0165	2	0,005	100,0	0,0007	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Uranium	0,0005	2	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0038	60	0,007	3,3	0,0016	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,008	0,015	0,015
Zinc	0,2490	60	0,06	85,0	0,3206	<0,06	<0,06	<0,06	0,08	0,17	0,25	0,3	1,06	1,47	1,59	1,59

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B4 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1853	57	0,1	61,4	0,1731	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,593	0,666	0,8	0,8
Antimoine	0,0008	57	0,001	29,8	0,0007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004
Argent	0,0005	43	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0016	57	0,001	59,6	0,0017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,012	0,012
Baryum	0,0084	57	0,001	98,2	0,0064	<0,001	0,003	0,003	0,004	0,007	0,009	0,019	0,026	0,027	0,028	0,028
Béryllium	0,0001	57	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	57	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	57	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0008	57	0,0002	86,0	0,0009	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0005	0,0008	0,0018	0,0028	0,004	0,005	0,005
Calcium	2,1209	57	0,5	86,0	2,1232	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	1,5	2,7	5,2	6,2	9,34	10,7	10,7
Chrome	0,0018	57	0,003	7,0	0,0013	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	0,007	0,009	0,009
Cobalt	0,0002	57	0,0002	42,1	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0006	0,0006	0,0007	0,0009	0,0009
Concentration PST	35,1053	57	1	100,0	21,9054	8	13	15	19	26	48	65	91	92	108	108
Cuivre	0,0408	57	0,002	100,0	0,0334	0,012	0,015	0,016	0,02	0,029	0,044	0,1	0,132	0,136	0,154	0,154
Étain	0,0015	57	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,3378	57	0,1	84,2	0,3122	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,746	1	1,23	1,62	1,62
Lithium	0,0025	57	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1580	57	0,2	24,6	0,1197	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,346	0,436	0,483	0,642	0,642
Manganèse	0,0216	57	0,002	98,2	0,0375	<0,002	0,004	0,005	0,006	0,012	0,018	0,049	0,062	0,134	0,253	0,253
Molybdène	0,0006	57	0,001	10,5	0,0004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003
Nickel	0,0022	57	0,003	15,8	0,0021	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	0,007	0,01	0,013	0,013
Plomb	0,0051	57	0,002	63,2	0,0080	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,005	0,013	0,016	0,025	0,052	0,052
Potassium	0,2009	57	0,06	89,5	0,1604	<0,06	<0,06	<0,06	0,1	0,15	0,22	0,43	0,58	0,62	0,831	0,831
Sélénium	0,0003	57	0,0005	15,8	0,0003	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0008	0,0011	0,0017	0,0017
Sodium	0,9022	57	0,4	56,1	1,1042	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	1,1	2,3	3,2	3,52	6,4	6,4
Strontium	0,0300	57	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	57	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	57	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0114	57	0,005	64,9	0,0108	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	0,015	0,028	0,032	0,045	0,046	0,046
Uranium	0,0005	57	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	57	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0571	57	0,06	28,1	0,0575	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,06	0,13	0,178	0,19	0,354	0,354

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B5 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1130	53	0,1	34,0	0,1106	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,339	0,4	0,5	0,5
Antimoine	0,0005	53	0,001	1,9	0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001
Argent	0,0005	8	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0007	53	0,001	22,6	0,0006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,004
Baryum	0,0031	53	0,001	88,7	0,0022	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009	0,009	0,009
Béryllium	0,0001	53	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	53	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	53	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	53	0,0002	20,8	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Calcium	0,5640	53	0,5	39,6	0,4488	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	1,3	1,5	1,6	1,68	1,68
Chrome	0,0016	53	0,003	3,8	0,0004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,004	0,004
Cobalt	0,0001	53	0,0002	22,6	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004
Concentration PST	18,9057	53	1	100,0	13,0844	4	5	5	10	16	24	34	51	57	61	61
Cuivre	0,0510	53	0,002	100,0	0,0243	0,013	0,015	0,017	0,029	0,054	0,067	0,084	0,092	0,096	0,103	0,103
Étain	0,0015	53	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,2200	53	0,1	56,6	0,2539	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	1,4	1,4
Lithium	0,0025	53	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1222	53	0,2	17,0	0,0523	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,253	0,3	0,3	0,3
Manganèse	0,0074	53	0,002	84,9	0,0063	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	0,01	0,016	0,021	0,025	0,026	0,026
Molybdène	0,0005	53	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0015	53	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0025	53	0,002	56,6	0,0019	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,003	0,005	0,007	0,007	0,009	0,009
Potassium	0,0949	53	0,06	73,6	0,0538	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,133	0,17	0,19	0,2	0,22	0,22
Sélénium	0,0004	53	0,0005	28,3	0,0002	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0007	0,0009	0,001	0,001	0,001
Sodium	0,2432	53	0,4	11,3	0,1331	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,588	0,6	0,9	0,9
Strontium	0,0300	53	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	53	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	53	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0055	53	0,005	32,1	0,0054	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	0,016	0,017	0,02	0,023	0,023
Uranium	0,0005	53	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	53	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0320	53	0,06	3,8	0,0105	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,078	0,09	0,09

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B6 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 05810 - La Patrie dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1112	49	0,1	16,3	0,1902	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,4	1	1	1
Antimoine	0,0007	49	0,001	8,2	0,0008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,005	0,005	0,005
Argent	0,0005	16	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0008	49	0,001	8,2	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,007	0,007	0,007
Baryum	0,0050	49	0,001	79,6	0,0106	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,009	0,038	0,048	0,048	0,048
Béryllium	0,0001	49	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	49	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0002	49	0,0002	10,2	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,001
Calcium	0,8224	49	0,5	18,4	1,7144	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,5	4,5	9	9	9
Chrome	0,0021	49	0,003	12,2	0,0018	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	0,007	0,009	0,009	0,009
Cobalt	0,0002	49	0,0002	20,4	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0004	0,0007	0,0017	0,0017	0,0017
Concentration PST	15,6735	49	1	100,0	9,2317	6	7	8	10	13	19	23	25	59	59	59
Cuivre	0,0527	49	0,002	100,0	0,0442	0,007	0,009	0,013	0,022	0,041	0,069	0,097	0,114	0,249	0,249	0,249
Étain	0,0017	49	0,003	8,2	0,0007	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	0,005	0,005	0,005
Fer	0,1684	49	0,1	36,7	0,3322	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,4	0,6	1,8	1,8	1,8
Lithium	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1633	49	0,2	10,2	0,2514	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,6	1,5	1,5	1,5
Manganèse	0,0085	49	0,002	77,6	0,0165	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,004	0,005	0,022	0,041	0,084	0,084	0,084
Molybdène	0,0009	49	0,001	32,7	0,0008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,005	0,005	0,005
Nickel	0,0015	49	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0025	49	0,002	18,4	0,0043	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,007	0,017	0,018	0,018	0,018
Potassium	0,1428	49	0,06	42,9	0,2851	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,68	0,92	1,36	1,36	1,36
Sélénium	0,0005	49	0,0005	16,3	0,0010	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0022	0,0063	0,0063	0,0063
Sodium	0,3020	49	0,4	10,2	0,3275	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	1,1	1,8	1,8	1,8
Strontium	0,0300	49	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	49	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0046	49	0,005	16,3	0,0069	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,012	0,04	0,04	0,04
Uranium	0,0005	49	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	49	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0392	49	0,06	8,2	0,0349	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,11	0,2	0,2	0,2

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B7 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 07002 - Gatineau - Hull dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1363	50	0,1	66,0	0,0963	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5
Antimoine	0,0012	50	0,001	50,0	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,004	0,004	0,005	0,005
Argent	0,0011	4	0,001	25,0	0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Arsenic	0,0009	50	0,001	32,0	0,0008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004
Baryum	0,0137	50	0,001	100,0	0,0089	0,004	0,005	0,006	0,008	0,01	0,016	0,025	0,032	0,044	0,044	0,044
Béryllium	0,0001	50	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	50	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	50	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	50	0,0002	14,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Calcium	2,8842	50	0,5	100,0	2,0666	0,6	0,9	1,2	1,6	2	3,6	5	5,2	6,48	13,2	13,2
Chrome	0,0017	50	0,003	4,0	0,0014	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,011	0,011
Cobalt	0,0002	50	0,0002	44,0	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0004	0,0009	0,0009
Concentration PST	31,9800	50	1	100,0	15,9674	10	14	17	21	28	41	49	59	61	103	103
Cuivre	0,0443	50	0,002	100,0	0,0155	0,011	0,023	0,025	0,034	0,043	0,054	0,066	0,069	0,069	0,091	0,091
Étain	0,0015	50	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,3863	50	0,1	94,0	0,3287	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,461	0,6	0,833	1,4	2	2
Lithium	0,0025	50	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,2470	50	0,2	54,0	0,2068	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3	0,447	0,5	0,6	1,3	1,3
Manganèse	0,0108	50	0,002	96,0	0,0091	<0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,014	0,018	0,024	0,039	0,052	0,052
Molybdène	0,0007	50	0,001	30,0	0,0003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Nickel	0,0016	50	0,003	2,0	0,0008	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,007	0,007
Plomb	0,0018	50	0,002	44,0	0,0013	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008	0,008
Potassium	0,1186	50	0,06	96,0	0,0578	<0,06	0,06	0,07	0,08	0,1	0,15	0,18	0,22	0,24	0,36	0,36
Sélénium	0,0003	50	0,0005	18,0	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007
Sodium	0,8180	50	0,4	30,0	1,6350	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	2,1	3,5	4,3	10,1	10,1
Strontium	0,0300	50	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	50	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	50	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0122	50	0,005	88,0	0,0083	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,011	0,016	0,02	0,029	0,032	0,045	0,045
Uranium	0,0005	50	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	50	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0404	50	0,06	16,0	0,0287	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	0,11	0,14	0,17	0,17

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B8 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 07200 - Mont-St-Michel dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,0974	60	0,1	30,0	0,0938	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,475	0,475
Antimoine	0,0005	60	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Argent	0,0005	5	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0005	60	0,001	5,0	0,0002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002
Baryum	0,0024	60	0,001	70,0	0,0023	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,006	0,006	0,008	0,011	0,011
Béryllium	0,0001	60	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	60	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	60	0,0002	15,0	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004
Calcium	0,2763	60	0,5	3,3	0,1432	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	1,08	1,08
Chrome	0,0015	60	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobalt	0,0001	60	0,0002	13,3	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0004	0,0004
Concentration PST	13,8879	58	1	94,8	13,3285	<1	<1	1	6	9	20	27	32	35	86	86
Cuivre	0,1424	60	0,002	98,3	0,2048	<0,002	0,02	0,023	0,032	0,053	0,103	0,436	0,609	0,748	0,967	0,967
Étain	0,0015	60	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,1209	60	0,1	30,0	0,1386	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,199	0,3	0,4	0,6	0,663	0,663
Lithium	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1096	60	0,2	5,0	0,0451	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,375	0,375
Manganèse	0,0055	60	0,002	73,3	0,0047	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,008	0,012	0,013	0,018	0,023	0,023
Molybdène	0,0005	60	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0015	60	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0023	60	0,002	11,7	0,0085	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,002	0,006	0,067	0,067
Potassium	0,1086	60	0,06	68,3	0,0718	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,1	0,17	0,21	0,23	0,25	0,26	0,26
Sélénium	0,0003	60	0,0005	5,0	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0006	0,0006
Sodium	0,2117	60	0,4	3,3	0,0691	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,7	0,7
Strontium	0,0300	60	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	60	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0079	60	0,005	35,0	0,0102	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,009	0,019	0,031	0,042	0,048	0,048
Uranium	0,0005	60	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	60	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0300	60	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B9 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 10200 - Radisson dans les PST

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,0549	41	0,1	4,9	0,0245	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,2
Antimoine	0,0005	41	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Argent	0,0005	4	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0005	41	0,001	2,4	0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001
Baryum	0,0006	41	0,001	14,6	0,0003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
Béryllium	0,0001	41	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	41	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	41	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	41	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcium	0,2500	41	0,5	0,0	0,0000	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chrome	0,0015	41	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobalt	0,0001	41	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Concentration PST	6,3750	40	1	95,0	4,0852	<1	<1	2	4	6	8	9	16	21	21	21
Cuivre	0,0548	41	0,002	100,0	0,0258	0,012	0,02	0,026	0,035	0,05	0,072	0,09	0,096	0,122	0,122	0,122
Étain	0,0015	41	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,1085	41	0,1	4,9	0,3516	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,3	2,3	2,3
Lithium	0,0025	41	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1049	41	0,2	2,4	0,0312	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,3
Manganèse	0,0015	41	0,002	4,9	0,0027	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,018	0,018	0,018
Molybdène	0,0005	41	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0015	41	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0010	41	0,002	0,0	0,0000	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Potassium	0,0339	41	0,06	7,3	0,0145	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	0,1	0,1	0,1
Sélénium	0,0003	41	0,0005	0,0	0,0000	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Sodium	0,3073	41	0,4	17,1	0,3496	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	0,7	2,3	2,3	2,3
Strontium	0,0300	41	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	41	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	41	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0027	41	0,005	2,4	0,0015	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,012	0,012
Uranium	0,0005	41	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	41	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0300	41	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B10 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 02022 - Saguenay - UQAC dans les PM₁₀

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1811	45	0,1	62,2	0,2119	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	1,2	1,2	1,2
Antimoine	0,0009	45	0,001	17,8	0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,008	0,008	0,008
Argent	0,0005	36	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0010	45	0,001	33,3	0,0009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004
Baryum	0,0074	45	0,001	93,3	0,0099	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,019	0,02	0,061	0,061	0,061
Béryllium	0,0001	45	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1022	45	0,2	2,2	0,0149	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	0,2
Cadmium	0,0001	45	0,0002	26,7	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0006	0,0006	0,0006
Calcium	1,1378	45	0,5	33,3	2,5786	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	2,4	4,6	15,6	15,6	15,6
Chrome	0,0016	45	0,003	4,4	0,0006	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	0,005	0,005
Cobalt	0,0002	45	0,0002	17,8	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0004	0,0011	0,0011	0,0011
Concentration PM ₁₀	16,6556	45	1	97,8	18,1408	<1	2	3	6	13	19	30	38	106	106	106
Cuivre	0,1201	45	0,002	100,0	0,0560	0,009	0,04	0,053	0,071	0,115	0,16	0,196	0,215	0,248	0,248	0,248
Étain	0,0022	45	0,003	2,2	0,0048	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,034	0,034	0,034
Fer	0,1967	45	0,1	48,9	0,3427	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,5	0,6	2,1	2,1	2,1
Lithium	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1311	45	0,2	11,1	0,1164	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3	0,8	0,8	0,8
Manganèse	0,0086	45	0,002	88,9	0,0154	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,004	0,007	0,017	0,031	0,094	0,094	0,094
Molybdène	0,0005	45	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0016	45	0,003	2,2	0,0004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	0,004	0,004
Plomb	0,0027	45	0,002	22,2	0,0066	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,009	0,044	0,044	0,044
Potassium	0,0796	45	0,06	62,2	0,0654	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	0,09	0,14	0,17	0,37	0,37	0,37
Sélénium	0,0003	45	0,0005	8,9	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007
Sodium	0,6511	45	0,4	40,0	1,3421	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	1	2,1	8,9	8,9	8,9
Strontium	0,0300	45	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0071	45	0,005	31,1	0,0124	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,016	0,024	0,077	0,077	0,077
Uranium	0,0005	45	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	45	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0378	45	0,06	8,9	0,0332	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,08	0,24	0,24	0,24

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B11 Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 03006 - Québec - Vieux-Limoilou dans les PM₁₀

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,1512	153	0,1	73,9	0,1051	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
Antimoine	0,0010	153	0,001	37,3	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,007	0,008
Argent	0,0005	4	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0010	153	0,001	35,9	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,009
Baryum	0,0105	153	0,001	100,0	0,0083	0,002	0,003	0,004	0,006	0,009	0,013	0,019	0,023	0,03	0,04	0,078
Béryllium	0,0001	153	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	153	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	10	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0002	153	0,0002	45,1	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0004	0,0006	0,0009	0,001	0,0011
Calcium	1,6242	153	0,5	75,8	1,6057	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	1,1	2,2	3,6	4,8	6,5	8,5	8,5
Chrome	0,0019	153	0,003	7,2	0,0017	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,01	0,012	0,015
Cobalt	0,0005	153	0,0002	45,8	0,0014	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0005	0,0017	0,0053	0,0086	0,0113
Concentration PM ₁₀	23,0385	130	1	100,0	11,7344	4	9	11	15	22	29	36	42	58	62	88
Cuivre	0,0830	153	0,002	100,0	0,0459	0,022	0,035	0,038	0,048	0,076	0,104	0,141	0,178	0,237	0,246	0,256
Étain	0,0016	153	0,003	3,3	0,0005	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,003	0,007
Fer	0,3847	153	0,1	90,2	0,3517	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1	1,5	2,1	2,3
Lithium	0,0025	10	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1200	10	0,2	20,0	0,0422	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Manganèse	0,0103	153	0,002	93,5	0,0077	<0,002	<0,002	0,003	0,005	0,009	0,013	0,019	0,026	0,034	0,043	0,046
Molybdène	0,0012	10	0,001	30,0	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Nickel	0,0102	153	0,003	20,9	0,0376	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,008	0,035	0,197	0,211	0,282
Plomb	0,0026	153	0,002	55,6	0,0023	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,004	0,005	0,006	0,007	0,012	0,02
Potassium	0,4550	10	0,06	100,0	0,3221	0,08	0,08	0,08	0,17	0,23	0,79	0,86	0,88	0,88	0,88	0,88
Sélénium	0,0003	153	0,0005	9,8	0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	0,0008	0,001	0,0013
Sodium	0,3200	10	0,4	30,0	0,1989	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
Strontium	0,0300	10	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	153	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	153	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0100	10	0,005	80,0	0,0057	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,009	0,014	0,017	0,019	0,019	0,019	0,019
Uranium	0,0005	10	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0036	153	0,007	1,3	0,0006	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,007	0,01
Zinc	0,1247	153	0,06	64,7	0,1488	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,08	0,13	0,28	0,42	0,62	0,72	0,98

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B12 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval dans les PM₁₀

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,0741	54	0,1	22,2	0,0581	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3
Antimoine	0,0005	54	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Argent	0,0005	7	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0007	54	0,001	22,2	0,0006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,004
Baryum	0,0021	54	0,001	74,1	0,0019	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,005	0,013	0,013
Béryllium	0,0001	54	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	54	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1000	54	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cadmium	0,0001	54	0,0002	20,4	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Calcium	0,3120	54	0,5	13,0	0,1754	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,8	0,9	1	1
Chrome	0,0015	54	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Cobalt	0,0001	54	0,0002	5,6	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Concentration PM ₁₀	12,0000	53	1	100,0	6,8444	1	2	4	7	12	16	22	25	25	30	30
Cuivre	0,1195	54	0,002	100,0	0,0759	0,004	0,039	0,042	0,064	0,105	0,149	0,247	0,262	0,274	0,352	0,352
Étain	0,0015	54	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,1028	54	0,1	31,5	0,1002	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Lithium	0,0025	54	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1000	54	0,2	0,0	0,0000	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Manganèse	0,0044	54	0,002	74,1	0,0038	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,006	0,009	0,013	0,014	0,018	0,018
Molybdène	0,0005	54	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0015	54	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0020	54	0,002	40,7	0,0016	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006
Potassium	0,0622	54	0,06	51,9	0,0386	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,06	0,08	0,12	0,14	0,16	0,17	0,17
Sélénium	0,0004	54	0,0005	24,1	0,0002	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	0,0009	0,0009	0,001	0,001
Sodium	0,2111	54	0,4	3,7	0,0604	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,6	0,6
Strontium	0,0300	54	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	54	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	54	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0037	54	0,005	20,4	0,0026	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	0,01	0,011	0,012	0,012
Uranium	0,0005	54	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	54	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0307	54	0,06	1,9	0,0054	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	0,07

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e: centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe B13 : Statistiques descriptives des concentrations de métaux mesurés à la station 07002 - Gatineau - Hull dans les PM₁₀

Élément	Moyenne	n	LD	Détection (%)	Écart-type	Min	5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	Max
Aluminium	0,0933	45	0,1	42,2	0,0712	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
Antimoine	0,0011	45	0,001	33,3	0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,004	0,005	0,005	0,005
Argent	0,0005	3	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Arsenic	0,0008	45	0,001	24,4	0,0005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Baryum	0,0099	45	0,001	97,8	0,0075	<0,001	0,003	0,004	0,006	0,007	0,011	0,02	0,029	0,036	0,036	0,036
Béryllium	0,0001	45	0,0002	0,0	0,0000	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuth	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bore	0,1044	45	0,2	2,2	0,0298	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,3
Cadmium	0,0002	45	0,0002	22,2	0,0006	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0005	0,0042	0,0042	0,0042
Calcium	1,2533	45	0,5	82,2	1,3102	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	0,9	1,6	2,4	2,6	8,5	8,5	8,5
Chrome	0,0015	45	0,003	2,2	0,0002	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,003	0,003
Cobalt	0,0001	45	0,0002	8,9	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0002	0,0006	0,0006	0,0006
Concentration PM ₁₀	17,0667	45	1	100,0	9,2623	2	7	8	12	16	21	23	27	63	63	63
Cuivre	0,2410	45	0,002	97,8	0,1022	<0,002	0,111	0,148	0,188	0,224	0,303	0,353	0,429	0,606	0,606	0,606
Étain	0,0015	45	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fer	0,2133	45	0,1	82,2	0,2128	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	1,1	1,1	1,1
Lithium	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Magnésium	0,1200	45	0,2	6,7	0,0944	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,7	0,7	0,7
Manganèse	0,0051	45	0,002	82,2	0,0042	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,004	0,007	0,009	0,011	0,025	0,025	0,025
Molybdène	0,0005	45	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nickel	0,0015	45	0,003	0,0	0,0000	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Plomb	0,0015	45	0,002	24,4	0,0011	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,003	0,006	0,006	0,006
Potassium	0,0691	45	0,06	62,2	0,0441	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,07	0,08	0,13	0,15	0,25	0,25	0,25
Sélénium	0,0003	45	0,0005	15,6	0,0003	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	0,0005	0,002	0,002	0,002
Sodium	0,3000	45	0,4	15,6	0,2722	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	0,8	1,4	1,4	1,4
Strontium	0,0300	45	0,06	0,0	0,0000	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Tellure	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Thallium	0,0025	45	0,005	0,0	0,0000	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Titane	0,0066	45	0,005	53,3	0,0054	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,009	0,012	0,015	0,031	0,031	0,031
Uranium	0,0005	45	0,001	0,0	0,0000	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadium	0,0035	45	0,007	0,0	0,0000	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Zinc	0,0322	45	0,06	4,4	0,0106	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,09	0,09	0,09

Note : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe C1 : Proportion d'échantillons au-dessus de la limite de détection dans les PST aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières

	Stations rurales ou forestières			Stations urbaines		
	n > LD	n total	Fréquence de détection	n > LD	n total	Fréquence de détection
Aluminium	48	255	0,1882	153	216	
Antimoine	6	255	0,0235	79	216	0,3657
Argent		38	0	1	86	0,0116
Arsenic	20	255	0,0784	97	216	0,4491
Baryum	154	255	0,6039	214	216	0,9907
Béryllium	1	255	0,0039	1	216	0,0046
Bismuth		255	0		216	0
Bore		255	0		158	0
Cadmium	26	255	0,1020	101	216	0,4676
Calcium	33	255	0,1294	184	216	0,8519
Chrome	8	255	0,0314	14	216	0,0648
Cobalt	31	255	0,1216	108	216	0,5000
Concentration PST	245	252	0,9722	216	216	1
Cuivre	254	255	0,9961	216	216	1
Étain	4	255	0,0157	4	216	0,0185
Fer	76	255	0,2980	186	216	0,8611
Lithium		255	0	1	158	0,0063
Magnésium	18	255	0,0706	49	158	0,3101
Manganèse	147	255	0,5765	211	216	0,9769
Molybdène	16	255	0,0627	21	158	0,1329
Nickel		255	0	40	216	0,1852
Plomb	48	255	0,1882	117	216	0,5417
Potassium	121	255	0,4745	134	158	0,8481
Sélénium	28	255	0,1098	29	216	0,1343
Sodium	23	255	0,0902	72	158	0,4557
Strontium		255	0	1	158	0,0063
Tellure		255	0		216	0
Thallium		255	0		216	0
Titane	48	255	0,1882	108	158	0,6835
Uranium		255	0		158	0
Vanadium		255	0	2	216	0,0093
Zinc	6	255	0,0235	82	216	0,3796

Annexe C2 : Proportion d'échantillons au-dessus de la limite de détection dans les PM₁₀ aux stations urbaines et aux stations rurales ou forestières

	Stations rurales ou forestières			Stations urbaines		
	n > LD	n total	Fréquence de détection	n > LD	n total	Fréquence de détection
Aluminium	12	54	0,2222	160	243	0,6584
Antimoine		54	0,0000	80	243	0,3292
Argent		7	0		43	0,0000
Arsenic	12	54	0,2222	81	243	0,3333
Baryum	40	54	0,7407	239	243	0,9835
Béryllium		54	0,0000		243	0,0000
Bismuth		54	0		243	0
Bore		54	0	2	100	0,02
Cadmium	11	54	0,2037	91	243	0,3745
Calcium	7	54	0,1296	168	243	0,6914
Chrome		54	0,0000	14	243	0,0576
Cobalt	3	54	0,0556	82	243	0,3374
Concentration PM10	53	53	1,0000	219	220	0,99545455
Cuivre	54	54	1,0000	242	243	0,99588477
Étain		54	0,0000	6	243	0,0247
Fer	17	54	0,3148	197	243	0,8107
Lithium		54	0		100	0,0000
Magnésium		54	0,0000	10	100	0,1000
Manganèse	40	54	0,7407	220	243	0,9053
Molybdène		54	0,0000	3	100	0,0300
Nickel		54	0	33	243	0,1358
Plomb	22	54	0,4074	106	243	0,4362
Potassium	28	54	0,5185	66	100	0,6600
Sélénium	13	54	0,2407	26	243	0,1070
Sodium	2	54	0,0370	28	100	0,2800
Strontium		54	0		100	0,0000
Tellure		54	0		243	0
Thallium		54	0		243	0
Titane	11	54	0,2037	46	100	0,4600
Uranium		54	0		100	0
Vanadium		54	0	2	243	0,0082
Zinc	1	54	0,0185	105	243	0,4321

Annexe D1 : Matrice de corrélation de Spearman des métaux dans les PM₁₀

Al	Sb	As	Ba	Cd	Ca	Cr	Co	PM ₁₀	Cu	Sn	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	K	Se	Na	Ti	V	Zn	
1,00	0,30	0,18	0,53	0,23	0,66	0,17	0,58	0,61	-0,12	0,10	0,64	0,40	0,64	-0,02	0,22	0,33	0,47	0,12	0,37	0,67	0,03	0,30	Al
	1,00	0,50	0,65	0,26	0,45	0,17	0,31	0,45	0,07	0,11	0,51	0,32	0,48	0,07	0,05	0,50	0,39	0,19	0,20	0,49	0,06	0,46	Sb
		1,00	0,35	0,15	0,16	0,08	0,08	0,35	-0,02	0,07	0,29	0,21	0,27	0,03	-0,04	0,42	0,36	0,25	0,21	0,20	0,04	0,30	As
			1,00	0,34	0,76	0,23	0,50	0,70	0,06	0,17	0,79	0,36	0,73	0,08	0,22	0,44	0,54	0,12	0,24	0,67	0,02	0,50	Ba
				1,00	0,27	0,08	0,32	0,30	-0,05	0,17	0,32	0,32	0,36	0,14	0,35	0,45	0,45	0,12	0,32	0,27	0,13	0,35	Cd
					1,00	0,20	0,59	0,69	-0,01	0,12	0,82	0,46	0,74	-0,01	0,22	0,35	0,48	0,10	0,28	0,81	0,03	0,34	Ca
						1,00	0,26	0,20	0,01	0,08	0,25	0,46	0,24	-0,02	0,27	0,14	0,16	0,01	0,25	0,20	0,17	0,12	Cr
							1,00	0,58	-0,07	0,19	0,64	0,62	0,61	0,09	0,53	0,35	0,40	0,08	0,29	0,56	0,06	0,34	Co
								1,00	-0,17	0,18	0,78	0,37	0,75	0,03	0,24	0,51	0,57	0,27	0,05	0,63	0,01	0,42	PM ₁₀
									1,00	-0,02	-0,03	0,10	-0,04	0,02	-0,03	-0,05	0,10	0,08	0,21	0,26	0,01	-0,26	Cu
										1,00	0,21	0,15	0,20	0,32	0,18	0,25	0,18	0,09	-0,07	0,22	-0,01	0,18	Sn
											1,00	0,43	0,90	0,04	0,28	0,47	0,58	0,17	0,21	0,84	0,02	0,46	Fe
												1,00	0,40	-0,04	0,29	0,24	0,39	0,03	0,45	0,46	NA	0,42	Mg
													1,00	0,07	0,29	0,52	0,63	0,21	0,26	0,75	0,05	0,45	Mn
														1,00	0,26	0,03	0,18	0,06	0,04	0,02	NA	0,42	Mo
															1,00	0,17	0,27	0,00	0,14	0,17	0,24	0,24	Ni
																1,00	0,48	0,34	0,09	0,32	0,13	0,54	Pb
																	1,00	0,27	0,33	0,55	NA	0,50	K
																		1,00	-0,05	0,20	0,08	0,14	Se
																			1,00	0,19	NA	0,33	Na
																				1,00	NA	0,42	Ti
																					1,00	0,14	V
																						1,00	Zn

Annexe D2 : Matrice de corrélation de Spearman des métaux dans les PST

Al	Sb	As	Ba	Cd	Ca	Cr	Co	PST	Cu	Sn	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	K	Se	Na	Ti	V	Zn	
1,00	0,48	0,38	0,74	0,39	0,73	0,26	0,69	0,77	-0,10	0,13	0,79	0,61	0,75	0,12	0,32	0,52	0,63	0,26	0,30	0,83	0,04	0,50	Al
	1,00	0,51	0,60	0,31	0,60	0,27	0,50	0,50	0,08	0,17	0,55	0,53	0,51	0,29	0,32	0,53	0,40	0,27	0,35	0,51	0,07	0,57	Sb
		1,00	0,49	0,40	0,47	0,17	0,30	0,45	0,01	0,11	0,41	0,27	0,42	0,10	0,30	0,51	0,39	0,24	0,34	0,35	0,03	0,41	As
			1,00	0,45	0,85	0,25	0,65	0,85	-0,13	0,14	0,84	0,55	0,85	0,21	0,38	0,58	0,72	0,27	0,35	0,76	0,05	0,57	Ba
				1,00	0,43	0,20	0,43	0,46	0,02	0,17	0,43	0,21	0,51	0,04	0,41	0,57	0,51	0,21	0,43	0,33	0,12	0,45	Cd
					1,00	0,28	0,67	0,80	-0,11	0,14	0,85	0,64	0,78	0,20	0,37	0,59	0,59	0,24	0,38	0,76	0,08	0,60	Ca
						1,00	0,32	0,25	0,07	0,23	0,28	0,26	0,27	0,18	0,40	0,29	0,17	0,23	0,19	0,20	0,16	0,31	Cr
							1,00	0,67	0,07	0,17	0,72	0,70	0,68	0,22	0,54	0,54	0,53	0,21	0,26	0,67	0,13	0,67	Co
								1,00	-0,15	0,13	0,84	0,57	0,84	0,20	0,38	0,60	0,80	0,31	0,29	0,75	0,06	0,54	PST
									1,00	0,11	-0,04	-0,04	-0,05	0,16	0,15	0,08	-0,10	-0,04	-0,03	-0,20	0,08	0,18	Cu
										1,00	0,14	0,12	0,14	-0,02	0,23	0,17	0,09	0,04	-0,03	0,08	0,35	0,22	Sn
											1,00	0,63	0,87	0,22	0,40	0,60	0,67	0,31	0,25	0,84	0,06	0,58	Fe
												1,00	0,53	0,29	0,37	0,43	0,50	0,36	0,31	0,67	NA	0,57	Mg
													1,00	0,18	0,37	0,64	0,80	0,30	0,30	0,72	0,08	0,54	Mn
														1,00	0,14	0,11	0,10	0,16	0,10	0,16	NA	0,18	Mo
															1,00	0,41	0,27	0,18	0,27	0,28	0,23	0,53	Ni
																1,00	0,60	0,42	0,40	0,43	0,11	0,57	Pb
																	1,00	0,33	0,32	0,64	NA	0,42	K
																		1,00	0,15	0,29	-0,02	0,20	Se
																			1,00	0,22	NA	0,42	Na
																				1,00	NA	0,47	Ti
																					1,00	0,17	V
																						1,00	Zn



***Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs***

Québec 