Bilan de la qualité de l’air au Québec

2023

Votre gouvernement

Québec

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/renseignements.asp
Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Référence à citer

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP). (2025). Bilan de la qualité de l'air au Québec 2023. Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction principale de la qualité de l'air et du climat, 73 p. + 25 annexes [En ligne], [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air.htm].

Dépôt légal – 2025
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-555-01265-3 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.
© Gouvernement du Québec - 2025

Équipe de réalisation

Rédaction	Catherine Gagnon[1], M. Sc. chimie
Collaboration	Daniel Busque[1], biologiste, M. Sc.
	Marc-André Foucreault[1], B. Sc. biochimie
	Antony Laberge[1], M. Sc., MBA
	Jorge Monerris[1], biologiste, M. Sc.
	Fabrice Godefroy[2], chef de section – RSQA
	Sonia Melançon[2], chimiste, Ph. D. – RSQA
	François d'Auteuil-Potvin[3], M. Sc. statistiques
Cartographie	Simon Magnan[4], M. Sc.

[1] Direction de la surveillance de la qualité de l'air et du climat
[2] Section réseau de surveillance de la qualité de l'air de la Division du contrôle des rejets et suivi environnemental du Service de l'environnement, Ville de Montréal
[3] Direction principale de la qualité de l'air et du climat
[4] Direction principale de la qualité des milieux aquatiques

Résumé

Le Bilan de la qualité de l'air au Québec 2023 fait état des concentrations des principaux contaminants mesurés au Québec à 67 stations de mesure situées en milieu urbain, rural et forestier, soit les particules en suspension totales (PST), les particules respirables (PM_{10}), les particules fines ($PM_{2,5}$), les métaux, le carbone noir (BC), les particules ultrafines ($PM_{0,1}$), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone troposphérique (O_3) et le sulfure d'hydrogène (H_2S).

La qualité de l'air au Québec en 2023 a été fortement influencée par les feux de forêt qui ont sévi à travers tout le pays durant la période estivale. Ces événements sans précédent ont entraîné un fort apport en contaminants dans l'air, notamment en particules fines, dont l'ampleur des concentrations a atteint des records historiques. Bien qu'elles soient abordées dans ce bilan, les variations des teneurs en $PM_{2,5}$ à travers le Québec en lien avec les feux de forêt de l'été 2023 font l'objet d'un rapport distinct (MELCCFP, 2024a).

À l'exception de la période estivale, la qualité de l'air au Québec en 2023 était généralement bonne et les normes de qualité de l'atmosphère prescrites par le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) sont majoritairement respectées.

Particules en suspension totales

Les moyennes annuelles des concentrations de PST ont varié de 11,2 µg/m³ à la station Notre-Dame-du-Rosaire à 115,4 µg/m³ à la station Québec – Henri IV. Les concentrations de PST mesurées à des stations rurales ou forestières sont généralement plus faibles et plus constantes que celles mesurées aux stations urbaines. En 2023, 24 dépassements de la norme quotidienne des PST ont été observés au Québec, principalement durant les mois les plus froids de l'année. De ces dépassements, 17 ont été mesurés à la station Québec – Henri IV, une conséquence probable de la remise en suspension de poussière, notamment à la suite de l'épandage de sels de déglaçage et d'abrasifs sur les routes.

Particules respirables

Les moyennes annuelles des concentrations de PM_{10} ont varié de 13,0 µg/m^3 à la station Montréal – Sainte-Anne-de-Bellevue à 30,2 µg/m^3 à la station Bécancour. Ces concentrations sont légèrement plus élevées que celles mesurées en 2022 (MELCCFP, 2024b).

Métaux

De manière générale, très peu de métaux sont détectés dans les particules respirables ou les particules en suspension totales au Québec. Sur 31 métaux mesurés, 14 n'ont jamais été détectés, parmi toutes les stations, dans plus de 80 % des échantillons de l'année complète, soit l'argent, le béryllium, le bismuth, le bore, le chrome, l'étain, le lithium, le magnésium, le nickel, le strontium, le tellure, le thallium, l'uranium et le vanadium. Les quelques dépassements de norme pour les métaux ont été relevés à proximité de sources industrielles connues. Dans la ville de Québec, deux dépassements de la norme quotidienne pour le nickel ont été attribués aux activités portuaires. Dans le secteur de Rouyn-Noranda, les normes annuelles pour l'arsenic, le cadmium et le plomb ont été dépassées respectivement à trois, une et deux reprises. Six dépassements de la norme quotidienne pour le cuivre et un pour le nickel ont également été enregistrés dans ce secteur. Ils sont tous liés aux activités de la fonderie de cuivre.

Particules fines

Les moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2,5}$ ont varié de 5,5 µg/m³ à la station Auclair, située dans la région du Bas-Saint-Laurent, à 17,5 µg/m³ à la station Radisson. En temps normal, les stations rurales ou forestières enregistrent des concentrations moyennes moins élevées que les stations urbaines. En 2023 toutefois, certaines stations rurales ou forestières, comme Radisson, ont mesuré des concentrations de $PM_{2,5}$ très élevées en raison de l'influence des feux de forêt.

Un total de 332 dépassements de la norme quotidienne de particules fines a été observé en 2023. La vaste majorité (89 %) de ces dépassements a eu lieu pendant les mois de juin et de juillet, soit la période où la fumée des feux de forêt a influencé le plus la qualité de l'air au Québec.

Carbone noir

Les moyennes annuelles des concentrations de carbone noir les plus élevées et les plus variables ont été mesurées à la station Québec – Henri IV située en bordure d'une autoroute, à 0,60 µg/m^3, suivies de celles de Québec – Vieux-Limoilou (0,53 µg/m^3), puis de celles de Terrebonne – Parc Vaillant (0,50 µg/m^3). La concentration annuelle moyenne la plus basse a été enregistrée à la station Drummondville – Stade Jacques-Desautels (0,35 µg/m^3).

Particules ultrafines

Les concentrations de particules ultrafines enregistrées à la station Québec – Henri IV, dont la moyenne est de 16 303 particules/cm^3, sont nettement plus variables et élevées que celles mesurées à la station Montréal – Rivière-des-Prairies, dont la moyenne est de 7 164 particules/cm^3, une conséquence du trafic routier.

Dioxyde d'azote

Les moyennes annuelles des concentrations de NO_2 ont varié de 2,1 ppb à la station Saint-Anicet à 13,0 ppb à la station Montréal – Échangeur Décarie. Les concentrations de NO_2 varient principalement en fonction de la densité de la circulation automobile à proximité des stations de mesure. Toutes les normes du RAA concernant le NO_2 sont respectées depuis l'entrée en vigueur de ce dernier en juin 2011.

Dioxyde de soufre

Les moyennes annuelles des concentrations de SO_2 ont varié de 0,15 ppb à la station Québec – Vieux-Limoilou à 5,72 ppb à la station Saguenay – Parc Powell. Les données mesurées aux stations situées près de sources de SO_2 connues (Saguenay, Témiscaming, Rouyn-Noranda) sont plus élevées que celles enregistrées aux autres stations du réseau. Les normes quotidiennes et annuelles prescrites par le RAA sont respectées d'après les données recueillies dans l'ensemble des stations en 2023. Le nombre de dépassements de la norme applicable à une collecte sur 4 minutes a, quant à lui, diminué de 20 % par rapport à la moyenne des cinq dernières années.

Monoxyde de carbone

Les moyennes annuelles des concentrations de CO ont varié de 0,18 ppm à la station Saint-Anicet à 0,35 ppm à la station Québec – Henri IV. Les concentrations enregistrées en 2023 aux stations urbaines (Montréal, Laval et Québec) sont du même ordre de grandeur, à l'exception de celles mesurées aux stations Québec – Henri IV et Montréal – Échangeur Décarie, qui étaient légèrement plus élevées. Toutes les normes du RAA concernant le CO sont respectées depuis l'entrée en vigueur du règlement en juin 2011.

Ozone

Les moyennes annuelles des concentrations d'O_3 ont varié de 22,1 ppb à la station Montréal – Échangeur Décarie à 33,1 ppb à la station Saint-Hilaire-de-Dorset. Les stations Québec – Henri IV et Montréal – Échangeur Décarie, situées à proximité d'autoroutes importantes, ont enregistré des concentrations moyennes d'ozone parmi les plus faibles au Québec, alors que les stations situées plus loin des zones de forte circulation automobile ont enregistré des concentrations plus élevées. Un total de 223 dépassements de la norme relative à l'ozone applicable à une période de 8 heures et quatre (4) dépassements de la norme applicable à une période de 1 heure ont été enregistrés au Québec en 2023.

Sulfure d'hydrogène

La moyenne annuelle de concentration de sulfure d'hydrogène la plus faible a été mesurée à la station Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine (0,33 ppb), alors que la plus élevée a été mesurée à la station Montréal – Saint-Jean-Baptiste (0,82 ppb). La norme annuelle a été respectée en 2023 aux deux stations de mesure du H_2S. La station Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine a enregistré 427 dépassements de la norme applicable à une période de 4 minutes. Ce nombre est considérablement inférieur à celui de l'année 2022.

Table des matières

Résumé iv
Table des matières vii
Liste des figures ix
Liste des tableaux xi
Glossaire xii
1. Introduction 1
2. Méthodologie 1
2.1. Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec 1
2.2. Réseau de surveillance de la qualité de l'air sur l'île de Montréal 5
2.3. Présentation des méthodes d'analyse statistique et des données 5
2.4. Comparaison aux normes d'air ambiant 6
3. Indicateurs de la qualité de l'air 8
3.1. Indice de la qualité de l'air (IQA) 8
3.2. Jours de smog 8
3.3. Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant 8
4. Description des contaminants 10
4.1. Les particules en suspension totales 10
4.2. Les particules respirables 10
4.3. Les métaux 11
4.4. Les particules fines 12
4.5. Le carbone noir 14
4.6. Les particules ultrafines 15
4.7. Le dioxyde d'azote 15
4.8. Le dioxyde de soufre 16
4.9. Le monoxyde de carbone 17
4.10. L'ozone 18
4.11. Le sulfure d'hydrogène 19
5. Résultats et analyses 20
5.1. Statistiques annuelles des concentrations 20
5.2. Comparaison avec les normes de qualité de l'air ambiant 30
5.3. Feux de forêt de l'été 2023 41
5.4. Feux extérieurs 48
Conclusion 52
Références bibliographiques 53
Annexe A1. Répartition des stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec, par régions administratives – 2023 58
Annexe A2. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes des particules en suspension totales (PST), exprimées en microgramme par mètre cube (µg/m^3) – 2023 61
Annexe A3. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes des particules respirables (PM_{10}), exprimées en µg/m^3 – 2023 62
Annexe A4. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires de particules fines ($PM_{2,5}$), exprimées en µg/m^3 – 2023 ion 63
Annexe A5. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes de particules fines ($PM_{2,5}$), exprimées en µg/m^3 – 2023 i 65
Annexe A6. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du carbone noir (BC), exprimées en µg/m^3 – 2023 67

Annexe A7. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires des particules ultrafines ($PM_{0,1}$), exprimées en millier de particules par centimètre cube (k part./cm^3) – 2023 68
Annexe A8. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du dioxyde d'azote (NO_2), exprimées en partie par milliard (ppb) – 2023 69
Annexe A9. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes du dioxyde d'azote (NO_2), exprimées en ppb – 2023 70
Annexe A10. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du dioxyde de soufre (SO_2), exprimées en ppb – 2023 71
Annexe A11. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes du dioxyde de soufre (SO_2), exprimées en ppb – 2023 72
Annexe A12. Statistiques descriptives annuelles des concentrations 4 minutes du dioxyde de soufre (SO_2), exprimées en ppb – 2023 73
Annexe A13. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du monoxyde d'azote (NO), exprimées en ppb – 2023 74
Annexe A14. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du monoxyde de carbone (CO), exprimées en partie par million (ppm) – 2023 75
Annexe A15. Statistiques descriptives annuelles des concentrations de la moyenne mobile 8 heures du monoxyde de carbone (CO), exprimées en ppm – 2023 76
Annexe A16. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires d'ozone (O_3), exprimées en ppb – 2023 77
Annexe A17. Statistiques descriptives annuelles des concentrations de la moyenne mobile 8 heures d'ozone (O_3), exprimées en ppb – 2023 79
Annexe A18. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du sulfure d'hydrogène (H_2S), exprimées en ppb – 2023 81
Annexe A19. Statistiques descriptives annuelles des concentrations 4 minutes du sulfure d'hydrogène (H_2S), exprimées en ppb – 2023 82
Annexe A20. Dépassements des normes du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère . 83
Dépassements pour les contaminants mesurés en continu et les PST 83
Dépassements pour les métaux 87
Annexe A21. Pourcentage de détection des métaux 88
Annexe B1. Composantes du modèle de régression gamma 89
Annexe B2. Estimation quotidienne de l'impact des feux de forêt sur les concentrations de $PM_{2,5}$ 90
Annexe B3. Estimation mensuelle de l'impact des feux de forêt sur les concentrations de $PM_{2,5}$ 94
Différence entre les concentrations moyennes mensuelles de PM2,5 de 2023 et celles extrapolées à l'aide d'un modèle de régression gamma 94
Annexe B4. Évaluation de la date à laquelle les feux de forêt ont commencé à exercer une influence significative sur la qualité de l'air à chaque station. 97

Liste des figures

Figure 2.1 : Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air au Québec en 2023.... 3
Figure 2.2 : Légende d'un diagramme en boîte. 6
Figure 5.1 : Concentrations quotidiennes de particules en suspension totales aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses après le nom de chacune des stations. 20
Figure 5.2 : Concentrations quotidiennes de particules respirables aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses après le nom de chacune des stations. 21
Figure 5.3 : Nombre de métaux mesurés dans les PST, sur un total de 31 métaux, dont le pourcentage des données au-dessus des limites de détection est supérieur à 80 % pour l'année 2023. La station Joliette n'est pas présentée car seul le calcium y est mesuré. 22
Figure 5.4 : Concentrations horaires de particules fines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 23
Figure 5.5 : Concentrations horaires de carbone noir total (BC_{total} = BC_{ff} + BC_{bb}) aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 24
Figure 5.6 : Concentrations horaires de particules ultrafines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023, exprimées en milliers de particules (k) par cm^3. 25
Figure 5.7 : Concentrations horaires de dioxyde d'azote aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 26
Figure 5.8 : Concentrations horaires de dioxyde de soufre aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 27
Figure 5.9 : Concentrations horaires de monoxyde de carbone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 28
Figure 5.10 : Concentrations horaires d'ozone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 29
Figure 5.11 : Concentrations horaires de sulfure d'hydrogène aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. 30
Figure 5.12 : Nombre de dépassements de la norme applicable aux particules en suspension totales au Québec, de 2013 à 2023. 31
Figure 5.13 : Nombre de dépassements mensuels de la norme applicable aux particules en suspension totales au Québec en 2023. 32
Figure 5.14 : Nombre de dépassements de la norme quotidienne applicable aux particules fines par année au Québec entre 2013 et 2023. 33
Figure 5.15 : Nombre de dépassements de la norme quotidienne applicable aux particules fines en 2023, par mois. 34
Figure 5.16 : Nombre de dépassements de la norme quotidienne applicable aux particules fines mesurés à l'hiver et à l'été entre 2013 et 2023. 35
Figure 5.17 : Nombre de valeurs supérieures à 400 ppb et à 500 ppb de la norme sur 4 minutes relative au dioxyde de soufre au Québec, de 2013 à 2023. 37
Figure 5.18 : Nombre de dépassements des normes sur l'ozone au terme de périodes de 1 heure et 8 heures pour l'ozone au Québec entre 2013 et 2023. 38
Figure 5.19 : Concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ à quatre stations pour les mois de juin et de juillet. Les bandes rouges représentent des dépassements de la norme quotidienne. 42
Figure 5.20 : Moyenne des concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ pour le mois de juin 2023 par rapport à 2022. 43

Figure 5.21 : Concentrations horaires à la station Radisson du 20 juin au 1er juillet 2023. Le record historique de concentration est indiqué en rouge et représenté par une ligne pointillée. 44
Figure 5.22 : Concentrations horaires de particules fines et de carbone noir provenant de la combustion de la biomasse à la station Montréal – Rivière-des-Prairies. 45
Figure 5.23 : Différence entre les moyennes quotidiennes de $PM_{2,5}$ mesurées en 2023 et celles prédites à l'aide d'un modèle de régression gamma, aux stations 08450 – Senneterre et 03021 – Québec – École Les Primevères. 46
Figure 5.24: Résultats du test statistique de Pettitt pour les stations (A) Senneterre et (B) Québec – École Les Primevères. Le point de rupture correspond à la date où les feux de forêt ont commencé à exercer une influence significative sur la qualité de l'air à cette station. 47
Figure 5.25 : Concentrations horaires de carbone noir issu de la combustion de biomasse durant la période de forte influence des feux de forêt (juin-juillet) et après cette période (septembre-octobre), à la station Terrebonne – Parc Vaillant en 2023..... 48
Figure 5.26 : Concentrations horaires de carbone noir issu de la combustion de biomasse (BC_{bb}) et de la combustion de carburant fossile (BC_{ff}), et concentration horaire moyenne de $PM_{2,5}$ à l'automne (sept.-oct.) à la station Terrebonne – Parc Vaillant en 2023..... 49
Figure 5.27 : Concentrations moyennes de BC_{bb} à chaque heure de la journée durant l'hiver (janvier et février) et l'automne (septembre et octobre) en 2023. 50
Figure 5.28 : Pointes de concentration (98e centile des concentrations horaires) de BC_{bb} la semaine (lundi au jeudi) et la fin de semaine (vendredi au dimanche), à l'hiver (janvier-février) et à l'automne (septembre-octobre)..... 51

Liste des tableaux

Tableau 5.1 : Nombre de dépassements des normes quotidiennes s'appliquant aux métaux par station en 2023. 32
Tableau 5.2 : Concentrations horaires, quotidiennes et annuelles de dioxyde d'azote les plus élevées au Québec en 2023. 35
Tableau 5.3 : Concentrations quotidiennes et annuelles de dioxyde de soufre les plus élevées au Québec en 2023. 36
Tableau 5.4 : Stations ayant enregistré des valeurs supérieures à 400 ppb et 500 ppb pour les concentrations de dioxyde de soufre sur 4 minutes en 2023. 37
Tableau 5.5 : Concentrations de monoxyde de carbone mesurées sur 1 heure et 8 heures les plus élevées au Québec en 2023. 38
Tableau 5.6 : Concentrations d'ozone mesurées sur 1 et 8 heures les plus élevées au Québec en 2023. 39
Tableau 5.7 : Nombre de dépassements de norme et valeurs maximales annuelles des concentrations de sulfure d'hydrogène mesurées sur 4 minutes entre 2013 et 2023. 40

Glossaire

BAM	Analyseur de particules fines de marque MetOne BAM-1020 utilisant l'absorption de rayonnement bêta comme outil d'analyse
BC	Carbone noir
BC_{bb}	Carbone noir provenant de la combustion de biomasse, comme le chauffage au bois ou les feux de forêt
BC_{ff}	Carbone noir provenant de la combustion de carburant fossile, comme celle associée au transport routier
CCME	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CO	Monoxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
H_2S	Sulfure d'hydrogène
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
IQA	Indice de la qualité de l'air du Québec
IR	Infrarouge
LD	Limite de détection
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
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).
Max	Concentration maximale obtenue à l'issue du calcul des statistiques annuelles
Min	Concentration minimale obtenue à l'issue du calcul des statistiques annuelles
$\mu g/m^3$	Microgramme par mètre cube
µm	Micromètre
n	Nombre de mesures prises en compte dans les calculs des statistiques annuelles
n. d.	Valeur non disponible
NCQAA	Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant
NH_4^+	Ammonium
NO	Monoxyde d'azote

NO_X	Oxydes d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
NO_3^-	Nitrate
nm	Nanomètre
O_3	Ozone
$PM_{0,1}$	Particules ultrafines ou particules de diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 100 nm
$PM_{2,5}$	Particules fines ou particules de diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 2,5 µm
PM_{10}	Particules respirables ou particules de diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 10 µm
ppb	Partie par milliard
ppm	Partie par million
PST	Particules en suspension totales
RSQA	Réseau de surveillance de la qualité de l'air de la Ville de Montréal
RSQAQ	Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
SGQA	Système de gestion de la qualité de l'air
SHARP	Analyseur de particules fines de marque Thermo SHARP 5030 utilisant l'optique et l'absorption de rayonnement bêta comme outils d'analyse
S.O.	Sans objet, ne s'applique pas
SO_2	Dioxyde de soufre
SO_4^{2-}	Sulfate
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 est majoritairement composé de champs ou d'activités agricoles et qui est située dans un milieu non urbain à faible densité de population
Station forestière	Station de mesure de la qualité de l'air dont l'environnement immédiat est majoritairement occupé par la forêt et qui est située dans un milieu non urbain à très faible densité de population
T640	Analyseur de particules fines de marque Teledyne API-T640 utilisant l'optique comme outil d'analyse
UV	Ultraviolet

1. Introduction

Depuis le début des années 1970, le Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) permet au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) d'assurer un suivi de la qualité de l'air ambiant au Québec. Plusieurs contaminants sont mesurés et analysés, que ce soit lors d'activités régulières ou dans le cadre de projets spéciaux visant à faire état de situations particulières. Produit par ces deux acteurs, le Bilan de la qualité de l'air au Québec de 2023 poursuit les objectifs suivants :

- Établir un portrait des concentrations des principaux contaminants analysés dans l'ensemble du Québec en 2023;
- Déterminer si les normes de qualité de l'atmosphère ont été respectées en 2023;
- Effectuer différentes analyses permettant de mieux comprendre l'impact de certains phénomènes naturels et anthropiques sur la qualité de l'air ambiant au Québec en 2023.

2. Méthodologie

Les contaminants analysés dans le cadre de cette étude sont les particules en suspension totales (PST), les particules respirables (PM_{10}), les métaux, les particules fines ($PM_{2,5}$), le carbone noir (BC), les particules ultrafines ($PM_{0,1}$), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone troposphérique (O_3) et le sulfure d'hydrogène (H_2S). Il s'agit des contaminants analysés au Québec en raison, entre autres, de leurs effets sur la santé humaine et l'environnement.

2.1. Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec

En 2023, le RSQAQ était constitué de 67 stations, dont 56 exploitées par le MELCCFP et 11 par le RSQA de la Ville de Montréal (figure 2.1). Les noms des stations, leurs coordonnées géographiques et les contaminants analysés à chacune d'elles se trouvent à l'annexe A1, classés par région administrative.

Plusieurs nouveautés ont eu lieu au RSQAQ en 2023 :

Ouverture de la station Sherbrooke – Parc Sylvie-Daigle

Cette station située au parc Sylvie-Daigle a été ouverte en mars 2023 afin de suivre la qualité de l'air dans un milieu résidentiel de la ville de Sherbrooke. Elle remplace la station située au parc Cambron, fermée en février 2022 en raison de la présence de travaux de réaménagement sur le site. Un suivi en continu de l'ozone et des particules fines et un suivi en séquentiel des particules en suspension totales sont effectués à cette station.

Ouverture de trois stations à Rouyn-Noranda

Les stations Rouyn-Noranda – rue des Lilas et Rouyn-Noranda – Saguenay Sud ont été ouvertes en décembre et la station Rouyn-Noranda – Cégep a été ouverte le 9 janvier 2024, en complément des stations existantes. Un suivi en séquentiel des particules en suspension totales, des particules respirables ainsi que des métaux associés à chaque fraction de particules est effectué aux deux dernières stations, alors qu'un suivi en continu du dioxyde de soufre est effectué à la station Rouyn-Noranda – rue des Lilas.

Fermeture de la station Saint-Simon

La station Saint-Simon a été fermée en août 2023, après qu'une analyse effectuée par l'équipe du RSQAQ ait démontré que les données mesurées à la station Saint-Zéphirin-de-Courval, toujours en fonction, étaient comparables. La fermeture de la station Saint-Simon s'inscrit dans une volonté d'optimisation du réseau, suivant laquelle les stations régionales présentant des données trop semblables sont déplacées vers des milieux urbains.

Suivi des concentrations de HAP

Un projet de suivi des concentrations d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) a débuté en 2023. L'objectif est de documenter leur présence dans l'air ambiant pendant un an, dans des milieux potentiellement influencés par diverses sources d'émission de HAP, notamment le chauffage au bois, le transport routier et les activités industrielles.

Ajouts et retraits d'instruments à des stations existantes

Un analyseur de carbone noir (BC) a été ajouté à la station Terrebonne – Parc Vaillant pour évaluer l'influence du chauffage au bois. Le suivi en séquentiel des métaux dans les particules respirables a également été ajouté aux autres suivis effectués à la station Rouyn-Noranda – Parc Tremblay, en complément des suivis existants.

L'instrument mesurant les NO_x à la station Québec – École Les Primevères a également été retiré. Les NO_x mesurés depuis 2009 à la station Québec – École Les Primevères servaient à évaluer l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air dans ce secteur. Depuis plusieurs années, les concentrations étaient assez stables et parmi les plus faibles des milieux urbains où ce paramètre est suivi. L'instrument mesurant le SO_2 à la station Brossard − Parc Sorbonne a également été retiré pour des raisons d'optimisation. Finalement, à la demande du Réseau national de surveillance de la pollution de l'air (RNSPA) d'Environnement et Changement climatique Canada, le suivi du CO n'est plus effectué aux stations Montréal − Aéroport de Montréal 1 et Montréal − Caserne 17. Cette révision est basée sur une analyse spatiale, les données de l'Inventaire national des rejets de polluants pour les trois dernières années, ainsi que les données du RNSPA et la classification des sites. Les concentrations de CO mesurées à ces stations étaient très faibles et demeuraient constantes depuis plusieurs années.

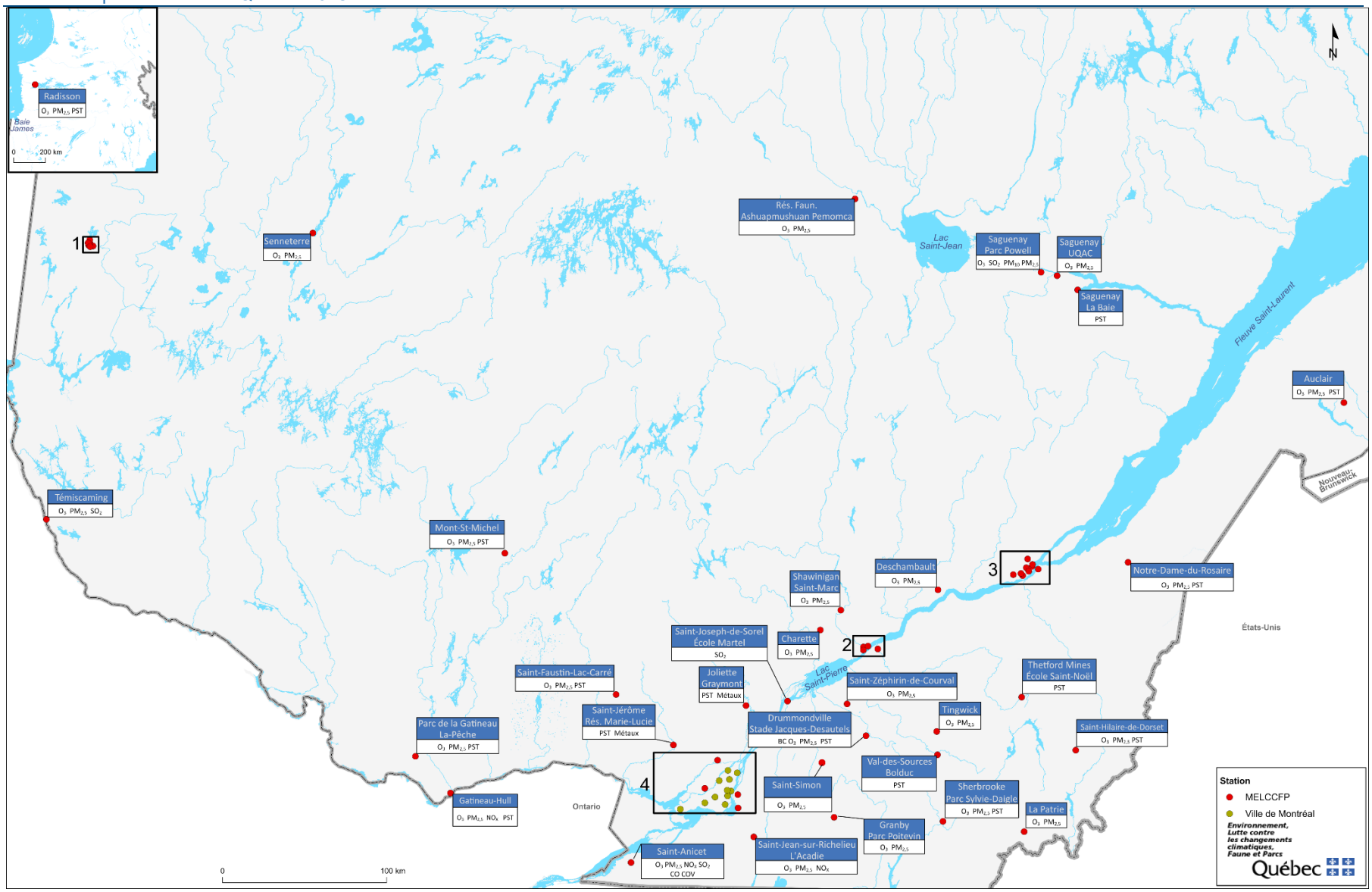


Figure 2.1 : Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air au Québec en 2023

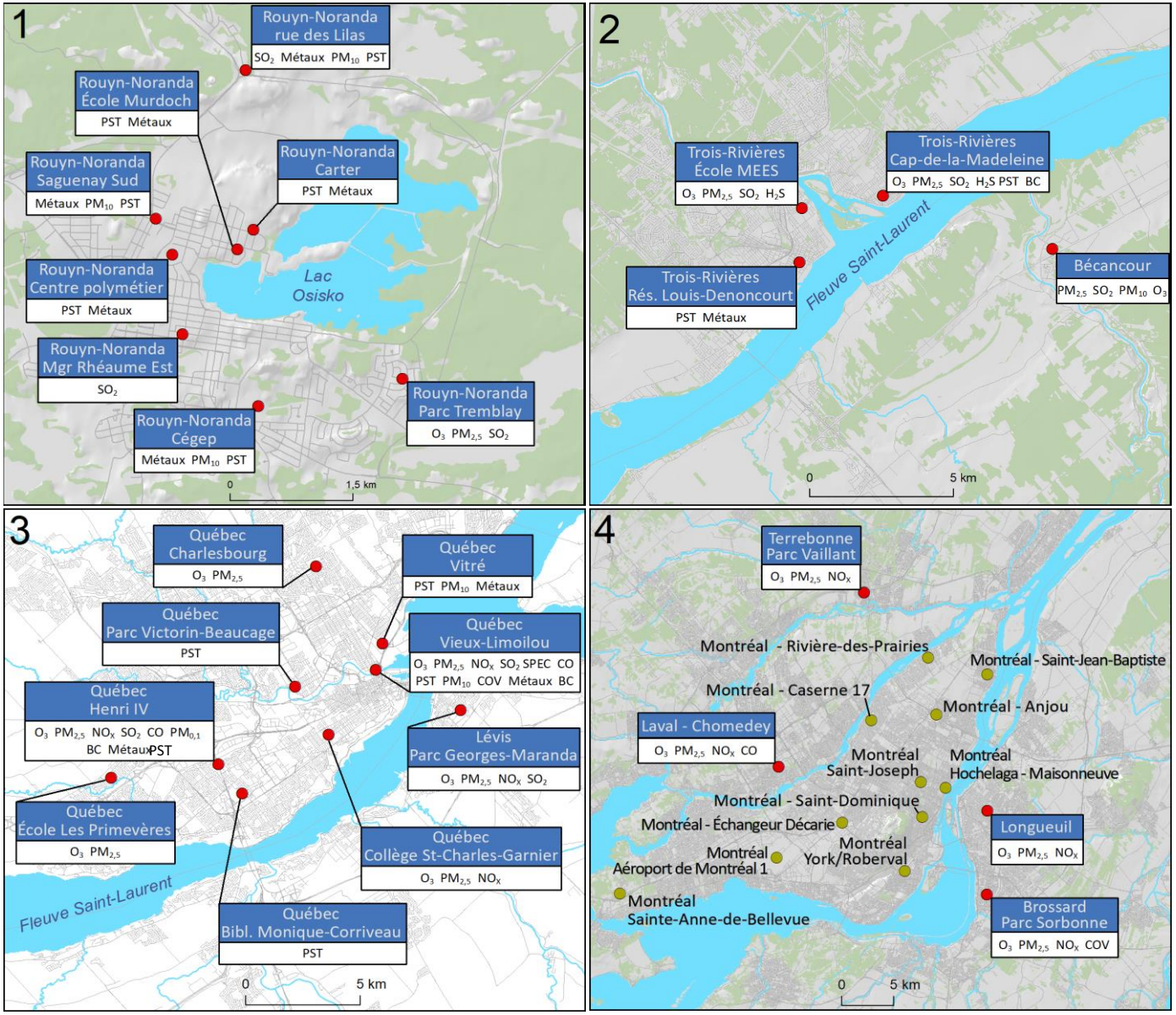


Figure 2.1 : Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air au Québec en 2023 (suite)

2.2. Réseau de surveillance de la qualité de l'air sur l'île de Montréal

En 1981, le ministère de l'Environnement du Québec a confié la gestion de la qualité de l'air sur le territoire de l'île de Montréal à la Communauté urbaine de Montréal (aujourd'hui la Communauté métropolitaine de Montréal, ou CMM) en matière de surveillance. L'exploitation du réseau de la surveillance de la qualité de l'air a été déléguée à la Ville de Montréal sous la forme d'un protocole. Les données des stations de surveillance de la qualité de l'air de Montréal sont incluses dans ce bilan afin de présenter l'état de la situation dans l'ensemble du Québec. La Ville de Montréal publie chaque année son propre bilan, accessible sur son site Web (Ville de Montréal, 2024a).

2.3. Présentation des méthodes d'analyse statistique et des données

Les données qui ont servi à la production du présent bilan sont des données horaires provenant d'appareils certifiés de mesure en continu, à l'exception des données sur les particules en suspension totales (PST), les particules respirables (PM_{10}) et les métaux, qui sont des mesures quotidiennes (données séquentielles) effectuées généralement tous les six jours[5,6]. Les statistiques des concentrations annuelles de contaminants sont présentées aux annexes A2 à A19. D'ailleurs, la différenciation des éléments métalliques et métalloïdes a été mise de côté afin d'alléger le texte. Ainsi, dans ce document, le terme « métal » fait référence tant aux éléments métalliques que métalloïdes.

Dans ce bilan, les saisons sont définies comme suit : l'hiver comprend les mois de décembre, janvier et février; le printemps comprend les mois de mars, avril et mai; l'été comprend les mois de juin, juillet et août, et l'automne comprend les mois de septembre, octobre et novembre. Toutes les heures associées aux données correspondent à l'heure normale de l'Est (HNE). Quant aux concentrations, elles sont rapportées à la fin de l'heure. Par exemple, la concentration horaire de 11:00 est la moyenne des concentrations mesurées de 10:01 à 11:00 inclusivement. De même, le calcul des concentrations quotidiennes est effectué à partir de données en format 00:00 à 23:00, ce qui veut dire qu'une valeur mesurée au cours d'une journée entre 23:01 et 00:00 sera rapportée à 00:00 et considérée dans le calcul de la concentration quotidienne du lendemain.

Les statistiques annuelles des contaminants sont présentées sous la forme de diagrammes en boîte (*box plot*), détaillés à la Figure 2.2.

---

[5] Les données valides historiques sont disponibles à l'adresse suivante : https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset?organization=&q=rsqaq

[6] Les données des stations de la Ville de Montréal depuis 1990 sont disponibles à l'adresse suivante : https://donnees.montreal.ca/ville-de-montreal/rsqa-polluants-gazeux

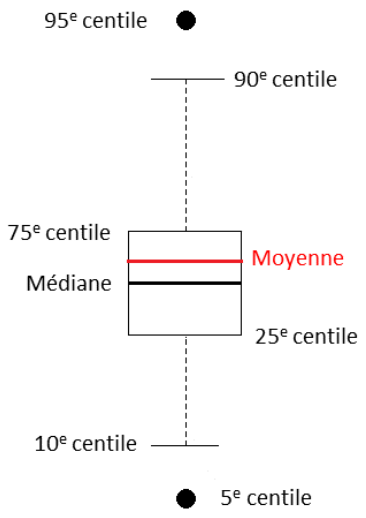


Figure 2.2 : Légende d'un diagramme en boîte.

Ces diagrammes permettent de présenter certains centiles, la médiane ainsi que la moyenne. De plus, les stations qui ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année, sont identifiées par des boîtes hachurées. Il convient donc d'être prudent dans l'interprétation des concentrations mesurées à ces stations, car il est possible que la moyenne ne soit pas représentative de la qualité de l'air de l'année. Enfin, les stations qui n'ont pas un minimum de 50 % de données continues valides par année ne sont pas présentées dans ce bilan. Aucun critère de complétude n'a été appliqué aux données séquentielles. Cependant, le nombre de données utilisées pour produire les figures est indiqué pour chacune des stations. Les stations qui présentent un nombre de données séquentielles valides jugé insuffisant pour que la moyenne soit considérée comme représentative de l'année ne sont pas présentées.

L'analyse des concentrations de carbone noir permet de déterminer si elles proviennent de la combustion de combustibles fossiles (BCff) ou bien de la combustion de biomasse (BCbb). Cette analyse des données sur le carbone noir est réalisée selon la méthode élaborée par Sandradewi et ses collaborateurs (2008) et Zotter et al. (2017), et citée par Healy et al. (2017). L'analyse des données a été réalisée avec les paramètres prescrits par Zotter et al. (2017) pour les milieux influencés par le chauffage au bois (λ : 470 et 950 nm; α : 0,9 et 1,68). Il est important de préciser que cette méthode de quantification des sources de carbone noir présente un degré d'incertitude pouvant atteindre 25 % (Zotter et al., 2017) et que les paramètres de la méthode (α) ne sont probablement pas optimaux dans les conditions observées au Québec.

2.4. Comparaison aux normes d'air ambiant

Les concentrations des principaux contaminants ont été comparées avec les normes de qualité de l'atmosphère prescrites par le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) du MELCCFP (2024b).

Une norme de qualité de l'atmosphère est la concentration limite dans l'air ambiant d'un contaminant intégrée au RAA. La norme peut être établie à un niveau de risque négligeable ou à un niveau de risque acceptable après considération de facteurs technologiques et socioéconomiques.

Bien que la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) dispose de ses propres normes de qualité de l’air, les concentrations mesurées aux stations de mesure de la qualité de l’air situées sur l’île de Montréal ont été comparées, à titre indicatif, avec les seuils appliqués ailleurs au Québec.

Les normes de qualité de l’atmosphère prescrites par le RAA sont exprimées en µg/m³; or, les concentrations de contaminants gazeux sont habituellement présentées en ppb ou en ppm. Ainsi, dans le cadre de ce bilan, les normes ont été converties en ppb ou en ppm pour faciliter leur comparaison. Les dépassements des normes du RAA sont détaillés à l’annexe A20.

3. Indicateurs de la qualité de l'air

3.1. Indice de la qualité de l'air (IQA)

L'indice de la qualité de l'air (IQA) est un indicateur de la qualité générale de l'air ambiant. Il est calculé et mis à jour toutes les heures, à partir des concentrations de cinq contaminants (O_3, NO_2, SO_2, $PM_{2,5}$ et CO) mesurées en continu. L'IQA est présenté selon deux échelles de représentativité spatiale. L'échelle régionale correspond aux régions météorologiques utilisées dans le cadre du programme de prévision Info-Smog (MELCCFP, 2024c). L'échelle locale de l'IQA représente l'environnement immédiat d'une station de mesure de la qualité de l'air. Le MELCCFP diffuse en temps réel sur son site Web l'IQA de l'ensemble du territoire québécois couvert par le RSQAQ (MELCCFP, 2024d), à l'exception de l'île de Montréal. L'IQA de l'île de Montréal est diffusé sur le site Web de la Ville de Montréal (Ville de Montréal, 2024b).

L'IQA classe l'état de la qualité de l'air en trois catégories (« bon », « acceptable » ou « mauvais »), en comparant les concentrations des cinq contaminants avec les valeurs de référence déterminées selon des critères de protection de la santé humaine.

En 2023, l'IQA a été calculé dans 23 régions météorologiques. Dans l'ensemble des régions, l'IQA a été respectivement « bon », « acceptable » ou « mauvais » dans des proportions de 53,6 %, 41,9 % et 4,5 %.

Par rapport à 2022, la proportion des résultats de la classe « bon » a diminué de 8 %, celle de la classe « acceptable » a augmenté de 5 % et celle de la classe « mauvais » a augmenté de 4 %.

Les feux de forêt de l'été 2023 sont responsables de cette diminution de la qualité de l'air (MELCCFP, 2024a).

3.2. Jours de smog

Un « jour de smog » est une journée durant laquelle les émissions atmosphériques et les conditions météorologiques provoquent, pendant plusieurs heures, la formation ou l'accumulation de concentrations élevées de $PM_{2,5}$ ou d'O_3 sur une vaste étendue de territoire.

En 2023, le nombre de jours de smog a varié de quatre (4) dans la région de Laval à 29 dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (MELCCFP, 2024e). La majorité (88 %) des jours de smog observés en 2023 sont attribuables aux feux de forêt de l'été 2023.

3.3. Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant

En octobre 2012, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, à l'exception du gouvernement du Québec, ont accepté de mettre en œuvre un système pancanadien de gestion de la qualité de l'air (CCME, 2024a). Même si le Québec appuie les objectifs généraux du Système de gestion de la qualité de l'air (SGQA), il a choisi de ne pas y adhérer afin d'éviter un chevauchement avec ses propres outils de gestion de la qualité de l'air, dont le RAA. Toutefois, il collabore avec les autres gouvernements à l'élaboration de certains éléments du SGQA (CCME, 2024b), dont les zones atmosphériques de gestion et les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) qui sont le moteur de la gestion de la qualité de l'air dans le cadre du SGQA. À noter que le terme « norme » doit être compris comme un synonyme d'« objectif » et qu'il n'est pas question ici de normes légales contraignantes. Le Québec dispose de ses propres normes de qualité de l'atmosphère, lesquelles sont enchâssées dans le RAA. Ces normes ne doivent pas être assimilées ni comparées aux NCQAA. En 2016, une NCQAA portant sur l'O_3 et sur les $PM_{2,5}$ (l'une basée sur 24 heures, l'autre sur un an) étaient en vigueur. En 2017, le Conseil canadien des ministres de

l'Environnement (CCME) a avalisé de nouvelles NCQAA pour le SO_2 et le NO_2, en vigueur à partir de 2020. Des NCQAA plus sévères ont également été établies en 2020 pour les $PM_{2,5}$ et l'O_3.

De 2020 à 2022, soit la période faisant l'objet du plus récent rapport concernant les NCQAA, les normes de l'O_3 étaient respectées dans l'ensemble des stations (MELCCFP, 2023a). Quant aux $PM_{2,5}$, la NCQAA annuelle a été dépassée à quatre stations, soit les stations Montréal – Échangeur Décarie, Terrebonne – Parc Vaillant, Québec – Henri IV et Québec – École Les Primevères. Aux autres stations, la norme annuelle de $PM_{2,5}$ est respectée depuis la période 2015–2017. La NCQAA quotidienne relative aux $PM_{2,5}$ a été pour sa part dépassée seulement à la station Québec – École Les Primevères, où la qualité de l'air est grandement influencée par le chauffage au bois résidentiel. Aux autres stations, la norme quotidienne est respectée depuis la période 2013–2015.

Aucun dépassement des NCQAA annuelles et horaires relatives au NO_2 n'a été observé pendant la période 2020–2022. Quant au SO_2, la NCQAA horaire a été dépassée à deux stations, soit Saguenay – Parc Powell et Rouyn-Noranda – Parc Tremblay, toutes deux situées à proximité d'industries. La NCQAA annuelle relative au SO_2 a été dépassée seulement à la station Saguenay – Parc Powell.

4. Description des contaminants

4.1. Les particules en suspension totales

Description et propriétés

Le terme « particules en suspension totales » (PST) désigne les aérosols solides ou liquides ayant un diamètre aérodynamique[7] inférieur à 100 micromètres (µm) environ.

Origine

En 2022 au Québec, les PST ont été émises principalement par la remise en suspension de poussières (91,2 %), l'agriculture (5,4 %), le chauffage au bois (1,0 %) et l'industrie (1,5 %), selon les données du MELCCFP (2024f).

Effets

Les effets des PST sur la santé dépendent de la concentration à laquelle elles se trouvent dans l'air, mais également de la composition chimique des particules, de leur diamètre ainsi que de leur teneur en métaux et en d'autres composés toxiques. Les particules les plus fines sont davantage préoccupantes pour la santé que les fractions plus grossières, car elles pénètrent plus profondément dans les poumons et peuvent s'incorporer dans la circulation sanguine. Outre les répercussions sur la santé, les particules les plus grossières peuvent occasionner des problèmes de nuisance par leur dépôt sur certaines surfaces comme les fenêtres, les voitures, etc.

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit une norme de qualité de l'atmosphère de 120 µg/m³ pour les PST par période de 24 heures.[8]

Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage des particules en suspension totales (PST) nécessite un échantillonneur à haut débit, aussi appelé « Hi-Vol ». Les particules sont collectées sur un filtre en fibre de verre ou en quartz pendant 24 heures à un débit connu. Après l'échantillonnage, les filtres sont envoyés au laboratoire pour y être pesés.

4.2. Les particules respirables

Description et propriétés

Le terme « particules respirables » (PM_{10}) désigne les aérosols en suspension dans l'air sous forme solide ou liquide possédant un diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 10 µm.

Origine

Les PM_{10} peuvent provenir de sources anthropiques d'émission primaire ou être le résultat de réactions de formation secondaire à partir de contaminants précurseurs, comme les NO_x et le SO_2 (USEPA, 2024a).

---

[7] Correspond au diamètre d'une particule sphérique de masse volumique unitaire et de vitesse de déposition équivalente à une particule étudiée dont on ne connaît pas la forme de manière précise.

[8] La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air, lesquelles peuvent être consultées à l'adresse suivante : https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2001-10_Rejets_atmosphere.pdf

Au Québec en 2022, les particules respirables ont été émises principalement par la remise en suspension de poussières (87,0 %), l'agriculture (4,4 %), le chauffage au bois (3,2 %) et l'industrie (2,8 %), selon les données du MELCCFP (2024f).

Effets

L'effet des PM_{10} sur la santé dépend de la concentration à laquelle elles se trouvent dans l'air, mais aussi de leur composition chimique, comme leur teneur en métaux et en d'autres composés toxiques.

Comme leur nom l'indique, les particules respirables sont reconnues pour pénétrer profondément dans le système respiratoire, où elles peuvent parfois s'incorporer dans la circulation sanguine. Ces particules peuvent aggraver les symptômes de certains problèmes respiratoires, en plus de causer de la toux, des irritations des voies respiratoires, de la difficulté à respirer et de l'asthme, surtout chez les jeunes enfants et les personnes plus vulnérables (USEPA, 2024b).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) ne prescrit pas de norme de qualité de l'atmosphère pour les PM_{10}. Les niveaux de PM_{10} sont généralement limités par l'application des normes sur les $PM_{2,5}$ et des PST.

Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage des particules respirables (PM_{10}) nécessite un échantillonneur à haut débit, aussi appelé « Hi-Vol », muni d'une tête sélective afin de ne permettre qu'aux particules de taille égale ou inférieure à 10 µm d'être prélevées. Les particules sont collectées sur un filtre en fibre de verre ou en quartz pendant 24 heures à un débit connu. Après l'échantillonnage, les filtres sont envoyés au laboratoire pour y être pesés.

4.3. Les métaux

Description et propriétés

Les métaux sont présents dans l'atmosphère principalement sous forme particulaire dans une ou plusieurs fractions des particules.

Origine

L'érosion éolienne du sol, les éruptions volcaniques, les feux de forêt et les particules de sels marins sont des sources naturelles de métaux dans l'air (Nriagu, 1989a). Les industries, notamment l'industrie minière et celle du traitement des métaux, la combustion de carburants fossiles et l'incinération de déchets peuvent être des sources anthropiques de métaux vers l'atmosphère (Nriagu, 1989b).

Effets

Les conséquences sur la santé et l'environnement varient en fonction de chaque métal. Par exemple :

- l'arsenic peut causer le cancer des poumons lorsqu'il est inhalé (IARC, 2012);
- le cadmium peut causer le cancer du poumon, de la trachée et des bronches (USEPA, 2024c);
- le chrome hexavalent peut causer le cancer du poumon (IARC, 2012);
- le cuivre et le zinc peuvent avoir des effets irritants sur les voies respiratoires (ECCC, 2019a, 2019b; INERIS, 2024);
- le nickel peut causer le cancer du poumon (IARC, 2012);

- le plomb peut avoir des effets nocifs sur le développement et causer par exemple le saturnisme (Santé Canada, 2013).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les métaux mesurés suivants :

Nom	Norme (µg/m³)		Fraction des particules
	24 h	1 an	
Antimoine, métal et composés	-	0,17	PST
Argent (composés solubles)	-	0,23	PST
Arsenic, élémentaire et composés inorganiques (sauf l'arsine)	-	0,003	PST
Baryum, métal et composés solubles	-	0,05	PST
Béryllium, métal et composés	-	0,0004	PST
Cadmium, composés de	-	0,0036	PST
Chrome, composés trivalents	-	0,1	PST
Chrome, composés hexavalents	-	0,004	PST
Cuivre	2,5	-	PST
Nickel, composés de	0,070	0,020	PM_{10}
Plomb	-	0,1	PST
Thallium	-	0,25	PST
Vanadium	-	1	PST
Zinc	2,5	-	PST

Méthode d'échantillonnage

Les concentrations de métaux sont mesurées en laboratoire à la suite de l'échantillonnage dans différentes fractions des particules (pour les détails, voir les sections sur les particules en suspension totale, les particules respirables et les particules fines). Toutefois, lorsque l'analyse porte sur les métaux et non seulement sur la masse de particules, l'échantillonnage s'effectue sur des filtres en quartz. Après l'échantillonnage, le filtre est envoyé au laboratoire pour y être pesé et pour que le dosage des métaux puisse y être effectué par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon (ICP-MS).

4.4. Les particules fines

Description et propriétés

Le terme « particules fines » ($PM_{2,5}$) désigne les aérosols en suspension dans l'air sous forme solide ou liquide dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 2,5 µm. Leur composition dépend de leur provenance, de la saison et des conditions atmosphériques. Les particules sont composées entre autres de sulfates (SO_4^{2-}), de nitrates (NO_3^-), d'ammonium (NH_4^+), de chlorure de sodium (NaCl), de carbone (élémentaire et organique), de matières minérales et d'eau. Au Québec, les $PM_{2,5}$ constituent le principal composant du smog (MELCCFP, 2024g).

Origine

Les particules dites primaires sont émises directement dans l'atmosphère, tandis que les particules secondaires sont le résultat d'une série de réactions chimiques et physiques où interviennent différents gaz précurseurs, tels que les oxydes de soufre et d'azote, les composés organiques volatils, l'ammoniac et la vapeur d'eau.

Au Québec, en 2022, les $PM_{2,5}$ ont été émises principalement par la remise en suspension de poussières (62,3 %)[9], le chauffage au bois (14,0 %), l'agriculture (7,5 %), l'industrie (6,4 %), la combustion non-industrielle[10] (5,1 %) et les transports (2,4 %), selon les données du MELCCFP (2024f). Tout comme l'O_3, les $PM_{2,5}$ peuvent voyager sur de très longues distances. D'ailleurs, les feux de forêt, même lorsqu'ils sévissent à des milliers de kilomètres, sont une source significative de $PM_{2,5}$.

Effets

En raison de leur petite taille, les $PM_{2,5}$ pénètrent profondément dans le système respiratoire et peuvent s'incorporer dans la circulation sanguine. Elles peuvent avoir des effets importants sur les systèmes respiratoire et cardiovasculaire, susceptibles même d'occasionner des décès prématurés. Les $PM_{2,5}$ sont aussi considérées comme des cancérigènes reconnus pour l'homme (OMS, 2022). De courtes expositions peuvent provoquer de la toux, des irritations et de l'inflammation des bronches, en plus d'augmenter la vulnérabilité aux infections respiratoires. Les enfants, les personnes âgées ainsi que les personnes souffrant d'asthme, de pneumonie, de bronchite, d'emphysème ou d'autres maladies respiratoires chroniques sont particulièrement sensibles aux effets des $PM_{2,5}$ (USEPA, 2024b). Il n'y a pas de seuil de concentration sous lequel les $PM_{2,5}$ n'ont aucun effet sur la santé.

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit une norme de qualité de l'atmosphère de 30 µg/m³ pour les $PM_{2,5}$ pour une période de 24 heures.

Principe de mesure et méthode d'échantillonnage

Les analyseurs en continu les plus utilisés dans le Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec utilisent une technologie de comptage optique à partir d'une source de lumière blanche aux diodes électroluminescentes (T640). Un échantillon est d'abord soumis à la source de lumière qui catégorise les particules en fonction de leur taille. Ensuite, la différence entre la lumière émise par l'appareil et la lumière réfléchie par l'échantillon est proportionnelle à la quantité de particules dans l'échantillon d'air, laquelle est ensuite convertie en concentration massique en fonction de chacune des catégories de taille. Ces analyseurs ont commencé à être introduits au RSQAQ en septembre 2017.

D'autres appareils dans le réseau utilisent une technologie d'atténuation du rayonnement bêta (BAM). L'échantillon d'air passe d'abord à travers une tête sélective qui ne laisse passer que les particules de taille inférieure à 2,5 µm. Il est ensuite chauffé, au besoin, afin de maintenir l'humidité relative sous la valeur de 40 % pour en limiter les interférences sur la mesure. La poussière est collectée sur un ruban durant 42 minutes, puis ce dernier est soumis à un rayonnement bêta qui est absorbé par la poussière contenue sur le filtre. L'atténuation de ce rayonnement bêta est ensuite mesurée par un détecteur placé derrière le ruban et convertie en concentration de particules fines.

D'autres appareils déployés dans le RSQA utilisent une technologie de diffusion de la lumière (néphélométrie), qui est calibrée à partir de la technologie d'atténuation du rayonnement bêta (SHARP). La diffusion d'un faisceau de lumière d'une longueur d'onde de 880 nm est mesurée à la suite de son contact avec l'échantillon d'air, laquelle est convertie en concentration de particules fines. La poussière est ensuite récoltée sur un filtre, puis ce dernier est soumis à un rayonnement

[9] Cette valeur a augmenté considérablement depuis la publication du rapport de 2021 en raison de la mise à jour de la méthode de calcul.
[10] Ce secteur comprend les émissions de contaminants générées par les sources de combustion résidentielles, commerciales et institutionnelles, excluant le chauffage au bois résidentiel.

bêta qui est absorbé par la poussière contenue sur le filtre. Cette mesure permet d'avaliser la concentration mesurée au préalable.

Les $PM_{2,5}$ peuvent aussi être échantillonnées à l'aide d'échantillonneurs munis d'une tête sélective placée à l'embouchure de la prise d'air, permettant de capter seulement les particules de diamètre égal ou inférieur à 2,5 µm. Les particules sont collectées sur un filtre en téflon pendant 24 heures à un débit connu. Après l'échantillonnage, les filtres sont envoyés au laboratoire pour y être pesés.

4.5. Le carbone noir

Description et propriétés

Le carbone noir (BC) est un constituant des particules fines, composé principalement de carbone élémentaire.

Origine

Le BC est produit lors de la combustion incomplète de matières organiques, comme le diesel, le bois et le charbon.

Effets

Le BC a essentiellement les mêmes effets sur la santé humaine que les particules fines. Son aspect poreux et rugueux favorise d'ailleurs l'adsorption de certaines impuretés à sa surface, comme les composés organiques volatils (COV) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), qui contribuent à sa toxicité (USEPA, 2011).

Le BC influe aussi sur le climat. D'une part, il absorbe très efficacement le rayonnement solaire en raison de sa couleur noire, ce qui réchauffe localement la température de l'air et diminue l'albédo de la neige et de la glace lorsqu'il s'y dépose. D'autre part, les particules de BC peuvent servir de centre de nucléation dans la formation de nuages, qui réfléchissent ensuite une partie du rayonnement solaire (NASA Earth Observatory, 2010). Globalement, le forçage radiatif du BC est positif, ce qui signifie qu'il absorbe plus d'énergie provenant du rayonnement solaire qu'il en réfléchit, contribuant au réchauffement de la température ambiante (Ramaswamy et al., 2001).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) ne prescrit pas de norme de qualité de l'atmosphère pour le carbone noir.

Principe de mesure

Le suivi des concentrations de BC est effectué en continu à l'aide d'analyseurs mesurant l'absorption de lumière des aérosols à des longueurs d'onde spécifiques. Ce type de suivi du BC permet de déterminer s'il provient de la combustion de carburants fossiles, comme le transport routier, ou de la combustion de biomasse, comme le chauffage au bois ou les feux de forêt. Les plus grandes longueurs d'onde, dans l'infrarouge, sont utilisées pour quantifier le carbone noir (carbone élémentaire), alors que les plus courtes fournissent de l'information sur les composés organiques qui se sont adsorbés aux particules de BC, communément appelés carbone brun. Ce dernier provient de la combustion incomplète de la matière organique, comme c'est le cas avec le chauffage au bois, mais aussi lors de feux de forêt.

4.6. Les particules ultrafines

Description et propriétés

Les particules ultrafines ($PM_{0,1}$) sont des aérosols liquides ou solides ayant un diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 100 nanomètres (nm) ou encore 0,1 µm. Leur composition chimique est semblable à celle des $PM_{2,5}$, mais dans des proportions différentes.

Les $PM_{0,1}$ ne représentent qu'une infime portion de la masse de l'ensemble des particules se trouvant dans l'air, mais elles représentent plus de 85-90 % du nombre total de particules (Solomon, 2012).

Origine

Les $PM_{0,1}$ ont une origine tant naturelle qu'anthropique. Elles peuvent être émises directement dans l'atmosphère ou bien être le résultat de différents processus de formation secondaire. Ces processus, qui incluent la nucléation, la condensation et la coagulation, sont grandement influencés par les conditions météorologiques.

Les émissions anthropiques directes de $PM_{0,1}$ proviennent essentiellement de tout processus de combustion, dont les moteurs diesel qui en sont la source principale. Les activités humaines, comme les industries et le transport, sont aussi des sources importantes de gaz précurseurs à la formation de $PM_{0,1}$, tels que les oxydes de soufre et d'azote, les composés organiques volatils, l'ammoniac et la vapeur d'eau.

Effets

Les recherches sur les effets à long terme sur la santé des $PM_{0,1}$ sont encore relativement peu nombreuses. Toutefois, il est connu qu'étant donné leur très petite taille les particules ultrafines peuvent traverser l'épithélium respiratoire et s'incorporer dans la circulation sanguine, où elles peuvent avoir des effets néfastes. De récents résultats démontrent que les $PM_{0,1}$ peuvent causer l'inflammation des voies respiratoires ou de l'hypertension et aggraver certains symptômes respiratoires comme l'asthme (Baldauf et al., 2016; Morawska et al., 2008; USEPA, 2024a).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) ne prescrit pas de norme de qualité de l'atmosphère pour les $PM_{0,1}$.

Principe de mesure

Les concentrations de $PM_{0,1}$ sont généralement rapportées en particules par centimètre cube (part./cm^3), contrairement aux concentrations des autres particules qui sont rapportées en microgrammes par mètre cube (µg/m^3).

L'analyse des particules ultrafines dans l'air ambiant s'effectue au moyen d'un appareil qui permet le comptage optique de chacune des particules. Au préalable, la taille des particules est augmentée artificiellement par condensation avec de l'eau afin de permettre à l'appareil de les détecter.

4.7. Le dioxyde d'azote

Description et propriétés

Le dioxyde d'azote (NO_2) est un gaz irritant généré par tous les processus de combustion. Il est un des constituants du smog et l'un des principaux contaminants précurseurs des $PM_{2,5}$ et de l'O_3. À température élevée, l'azote et l'oxygène présents dans l'air se combinent pour former du monoxyde d'azote (NO), ce dernier étant partiellement oxydé en NO_2 dans l'atmosphère. Ces deux substances, le NO_2 et le NO, composent la famille des oxydes d'azote (NO_X). Par la suite, le NO_2 réagit avec

l'eau présente dans l'atmosphère pour former des nitrates (NO_3^-) sous forme liquide ou solide. Les NO_3^- contribuent fortement à l'acidification des précipitations.

Origine

Au Québec, en 2022, les NO_x étaient émis principalement par le secteur du transport (56,8 %), le secteur industriel (29,7 %) et la combustion non industrielle[11] (10,0 %), selon les données du MELCCFP (2024f). Le NO_2 est donc un bon indicateur des émissions des véhicules et c'est la raison pour laquelle la majorité des stations où il est mesuré sont situées en milieu urbain.

Effets

Le NO_2 peut irriter les poumons, provoquer une inflammation des voies respiratoires, une diminution de la capacité pulmonaire et de la toux, en plus de diminuer la résistance des voies respiratoires aux infections. Les personnes asthmatiques sont les plus sensibles au NO_2 (USEPA, 2024d).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit les normes de qualité de l'atmosphère suivantes pour le dioxyde d'azote :

- 220 ppb (414 µg/m^3) par période d'une (1) heure;
- 110 ppb (207 µg/m^3) par période de 24 heures;
- 55 ppb (103 µg/m^3) par période d'un an.

Principe de mesure

La mesure de la concentration de NO_2 repose sur le principe de chimiluminescence, soit la production d'énergie sous forme de lumière résultant d'une réaction chimique. D'abord, un échantillon d'air est aspiré dans une chambre de réaction où de l'ozone est injecté. Le NO présent dans l'échantillon réagit avec l'ozone, générant une quantité de lumière proportionnelle à la concentration de NO, ce qui permet de la mesurer. L'échantillon passe ensuite dans un convertisseur où le NO_2 est réduit en NO, puis retourne dans la chambre de réaction. De l'ozone y est de nouveau injecté, et l'intensité lumineuse produite permet cette fois de déterminer la concentration totale en NO_x. Enfin, pour obtenir la concentration de NO_2, la valeur de NO est soustraite de celle des NO_x.

4.8. Le dioxyde de soufre

Description et propriétés

Le dioxyde de soufre (SO_2) est un gaz incolore dont l'odeur est âcre et piquante. Contrairement aux $PM_{2,5}$ et à l'O_3, les concentrations de SO_2 dans l'air ambiant sont généralement très faibles sans la présence d'une source industrielle à proximité. Dans l'atmosphère, le SO_2 s'oxyde en sulfate (SO_4^2) en présence d'eau. Les SO_4^{2-} contribuent à l'acidification des précipitations, de même qu'à la formation de $PM_{2,5}$ secondaires.

[11] Ce secteur comprend les émissions de contaminants générées par les sources de combustion résidentielles, commerciales et institutionnelles, excluant le chauffage au bois résidentiel.

Origine

Au Québec, en 2022, le SO_2 provenait presque exclusivement des industries (96,6 %) et, dans une moindre mesure, de la combustion non industrielle[12] (1,9 %), du secteur des transports (0,7 %) ainsi que du chauffage au bois (0,5 %), selon les données du MELCCFP (2024f). Les concentrations élevées de ce contaminant sont observées à proximité de sources industrielles.

Effets

Le SO_2 est un gaz irritant qui agit en synergie avec d'autres contaminants, et qui touche principalement le système respiratoire. Les personnes asthmatiques sont particulièrement sensibles au SO_2 (USEPA, 2024e).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit les normes de qualité de l'atmosphère suivantes pour le dioxyde de soufre :

- 400 ppb (1050 µg/m³) par période de quatre (4) minutes (celle-ci peut être dépassée jusqu'à 0,5 % du temps sur une base annuelle, sans que la concentration excède 500 ppb [1310 µg/m³]);
- 110 ppb (288 µg/m³) par période de 24 heures;
- 20 ppb (52 µg/m³) par période d'un an.

Principe de mesure

Le principe de fluorescence ultraviolette (UV) permet de mesurer les concentrations de SO_2 dans l'air. L'échantillon d'air est pompé vers l'analyseur, où il est filtré pour qu'en soient retirés les interférents potentiels. L'échantillon est ensuite soumis à un rayonnement UV, ce qui fait en sorte que les molécules de SO_2 émettent de l'énergie sous forme de lumière. La quantité de lumière émise par l'échantillon étant proportionnelle à la concentration de SO_2, elle est ensuite convertie en concentration de SO_2.

4.9. Le monoxyde de carbone

Description et propriétés

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore et inodore produit par la combustion incomplète de toute matière organique, dont les carburants fossiles, les déchets et le bois. Une fois dans l'atmosphère, il réagit pour former du dioxyde de carbone (CO_2), un important gaz à effet de serre, contribuant aux changements climatiques.

Origine

Au Québec, en 2022, le CO était majoritairement émis par le secteur du transport (43,0 %), mais aussi par les industries (38,8 %) et le chauffage au bois (11,8 %), selon les données du MELCCFP (2024f). En ville, les concentrations maximales de CO sont observées à proximité des grands axes routiers aux heures de pointe de circulation automobile.

Effets

Le CO pénètre rapidement dans le sang, où il réduit l'apport d'oxygène aux organes et aux tissus. Les fumeurs et les personnes souffrant de maladies cardiovasculaires sont les plus touchés par le CO. Les symptômes d'intoxication se traduisent par des étourdissements, des maux de tête, de la

[12] Ce secteur comprend les émissions de contaminants générées par les sources de combustion résidentielles, commerciales et institutionnelles, excluant le chauffage au bois résidentiel.

somnolence, des troubles de la vision et des troubles moteurs (USEPA, 2024f). Cependant, il est important de mentionner que ces effets se produisent à des concentrations beaucoup plus élevées que celles qui se trouvent dans l'air ambiant au Québec.

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit les normes de qualité de l'atmosphère suivantes pour le monoxyde de carbone :

- 30 ppm (34 000 µg/m³) par période d'une (1) heure;
- 11 ppm (12 700 µg/m³) par période de 8 heures.

Principe de mesure

La liaison chimique entre le carbone et l'oxygène absorbe la lumière infrarouge d'une longueur d'onde connue. L'échantillon d'air est aspiré vers l'analyseur, où il est soumis à un rayonnement infrarouge (IR) à la longueur d'onde spécifique du CO. La quantité de lumière absorbée est proportionnelle à la concentration de CO de l'échantillon. Ainsi, la quantité de lumière absorbée est mesurée par l'appareil et ensuite convertie en concentration de CO.

4.10. L'ozone

Description et propriétés

L'ozone (O_3) est un gaz formé de trois atomes d'oxygène. Relativement instable, il réagit chimiquement avec les autres composants de l'atmosphère. À l'état naturel, il se trouve à différentes altitudes de l'atmosphère. À très haute altitude (stratosphère), il nous protège des rayons nocifs du soleil en absorbant une bonne partie du rayonnement ultraviolet. Près du sol (troposphère), c'est un contaminant qui est nuisible à la santé et à l'environnement. L'O_3 constitue un des principaux composants du smog.

Origine

L'O_3 n'est pas émis directement dans l'atmosphère, il résulte plutôt de réactions photochimiques de contaminants précurseurs : les oxydes d'azote (NO_X), le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV). Ces contaminants sont produits en grande quantité par des activités humaines comme le transport, les industries ou le chauffage. Étant donné que l'O_3 peut voyager sur de longues distances et que la vallée du Saint-Laurent est un corridor naturel qui draine les masses d'air depuis le centre du continent, les niveaux d'O_3 au Québec sont en partie imputables aux contaminants émis aux États-Unis et en Ontario, dans la région des Grands Lacs (ECCC, 2018). Les émissions provenant des villes québécoises contribuent aussi à l'augmentation des concentrations d'O_3 observées au Québec. Il existe aussi des sources naturelles d'O_3, comme les transferts de masses d'air entre la stratosphère et la troposphère. Les feux de forêt émettent également de grandes quantités de contaminants précurseurs qui peuvent faire augmenter le niveau d'O_3 à des centaines de kilomètres en aval de ces incendies. Enfin, dans une moindre mesure, les éclairs sont responsables de la production d'une faible quantité d'O_3.

Effets

L'O_3 est un oxydant qui peut occasionner des irritations des voies nasales et de la gorge. À la suite de courtes périodes d'exposition, il peut provoquer des difficultés respiratoires, comme de l'essoufflement, une douleur lors de profondes respirations et de la toux à la suite notamment de la constriction des bronches. L'exposition à l'O_3 peut causer ou aggraver plusieurs maladies respiratoires telles que l'asthme, l'emphysème ou les bronchites chroniques. Aussi, l'O_3 peut causer des dommages à la végétation et nuire au rendement des cultures (USEPA, 2023).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit les normes de qualité de l'atmosphère suivantes pour l'ozone :

- 82 ppb (160 µg/m³) par période d'une (1) heure;
- 64 ppb (125 µg/m³) par période de 8 heures.

Principe de mesure

Dans l'analyseur, l'air est acheminé vers une cellule où il est soumis à une intensité de lumière ultraviolette (UV) d'une intensité connue. Puisque l'ozone absorbe les rayons UV, l'intensité lumineuse est plus faible après avoir traversé l'échantillon. Cette absorption lumineuse est proportionnelle à la quantité d'ozone dans l'échantillon, c'est-à-dire que plus la concentration d'ozone est élevée, plus l'absorption augmente. L'absorption est ainsi mesurée avant d'être convertie en concentration d'ozone.

4.11. Le sulfure d'hydrogène

Description et propriétés

Le sulfure d'hydrogène (H_2S) est un gaz incolore possédant une odeur très forte d'œufs pourris.

Origine

Ses émissions atmosphériques proviennent essentiellement d'activités industrielles, comme la fermentation anaérobie de matières organiques dans les dépotoirs et les stations d'épuration, ou bien d'autres procédés chimiques industriels. Il peut aussi être émis lors de la combustion de carburants fossiles (CNESST, 2024).

Effets

Aux concentrations mesurées dans l'air ambiant, le H_2S est principalement une nuisance olfactive, mais il peut aussi irriter les yeux et les voies respiratoires (CNESST, 2024; USEPA, 2003).

Norme

Le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (MELCCFP, 2024b) prescrit les normes de qualité de l'atmosphère suivantes pour le H_2S :

- 4,3 ppb (6 µg/m³) par période de quatre (4) minutes;
- 1,44 ppb (2 µg/m³) par période d'un (1) an.

Principe de mesure

Les concentrations de H_2S sont mesurées par un appareil de mesure du SO_2, auquel un « convertisseur » a été ajouté. Tout d'abord, l'échantillon d'air est aspiré vers l'analyseur, où il est filtré pour qu'en soient retirés les interférents potentiels. Les molécules de H_2S sont ensuite converties en SO_2. Par la suite, les molécules de SO_2 sont soumises à un rayonnement UV, ce qui fait en sorte qu'elles émettent de l'énergie sous forme de lumière. La quantité de lumière émise par l'échantillon étant proportionnelle à la teneur en SO_2, elle est ensuite convertie en concentration de SO_2, puis en concentration de H_2S.

5. Résultats et analyses

5.1. Statistiques annuelles des concentrations

Dans cette section, les statistiques annuelles des concentrations des différents contaminants mesurés par le RSQAQ sont présentées sous la forme de diagrammes en boîte (Figure 2.2). De manière générale, les concentrations mesurées en milieu rural ou forestier sont les plus faibles, tandis que celles mesurées en milieu urbain ou à proximité de sources de contamination atmosphérique connues sont les plus élevées, à l'exception des concentrations d'ozone pour lesquelles l'inverse est observé.

Particules en suspension totales

Les concentrations quotidiennes de PST mesurées en 2023 aux 29 stations de mesure de la qualité de l'air du RSQAQ sont présentées à la Figure 5.1; les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A2. Les PST sont mesurées par un échantillonnage séquentiel d'une durée de 24 heures, généralement réalisé tous les six (6) jours.

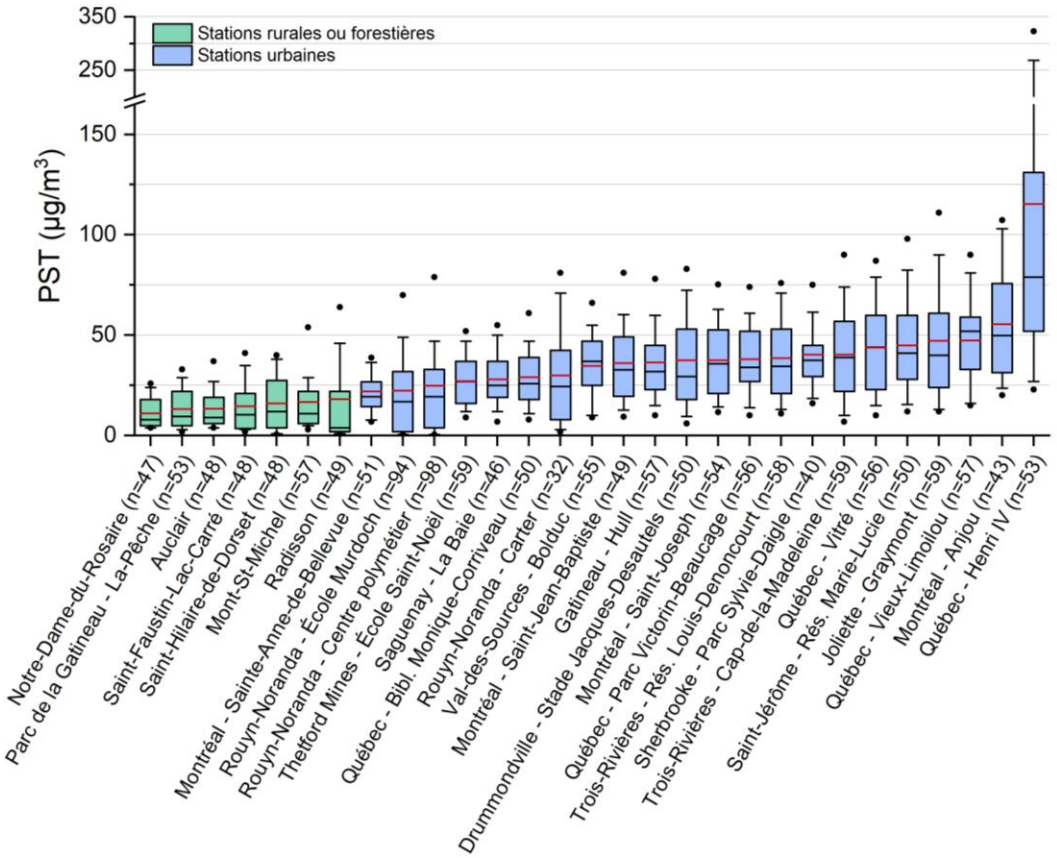


Figure 5.1 : Concentrations quotidiennes de particules en suspension totales aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses après le nom de chacune des stations.

Les moyennes annuelles des concentrations de PST ont varié de 11,2 µg/m³ à la station Notre-Dame-du-Rosaire à 115,4 µg/m³ à la station Québec – Henri IV. Les concentrations moyennes de PST mesurées aux stations rurales ou forestières, variant de 11,2 à 18,2 µg/m^3, sont nettement moins élevées que celles mesurées aux stations urbaines, qui varient de 22,5 à 115,4 µg/m^3.

Particules respirables

Les concentrations quotidiennes de PM_{10} mesurées en 2023 aux neuf stations de mesure de la qualité de l'air du Québec sont présentées à la Figure 5.2; les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A3. Les PM_{10} sont mesurées de façon séquentielle, soit par un échantillonnage d'une durée de 24 heures, généralement réalisé tous les six (6) jours.

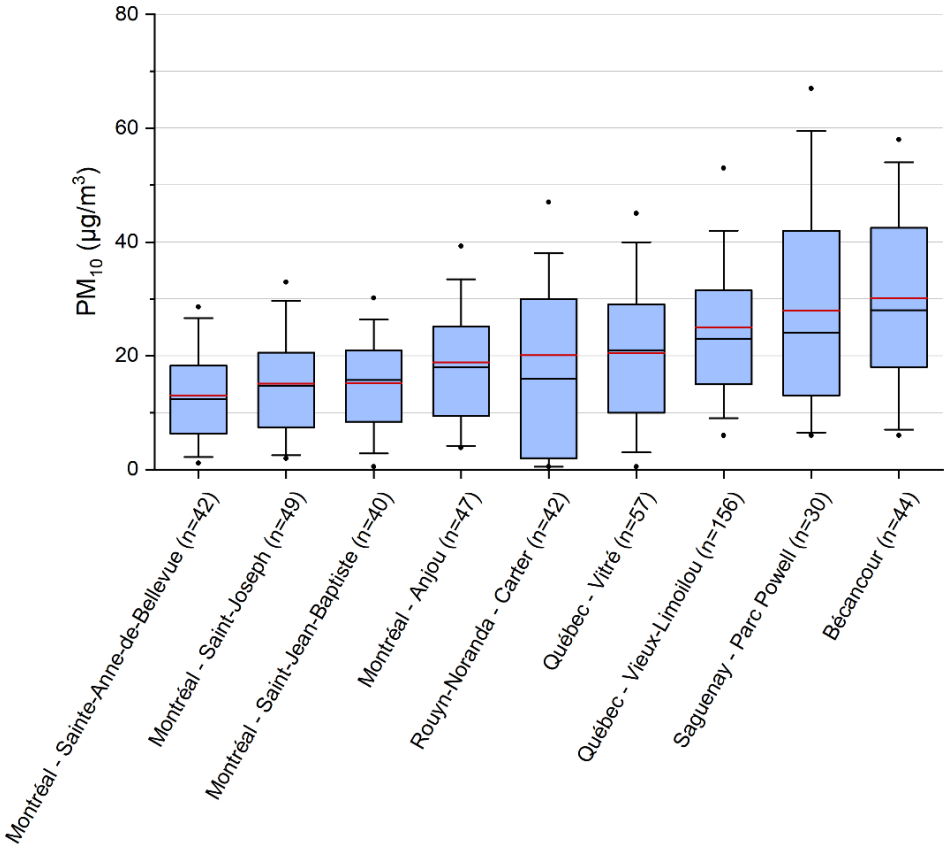


Figure 5.2 : Concentrations quotidiennes de particules respirables aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses après le nom de chacune des stations.

Les moyennes annuelles des concentrations de PM_{10} ont varié de 13,0 µg/m^3 à la station Montréal – Sainte-Anne-de-Bellevue à 30,2 µg/m^3 à la station Bécancour. Ces concentrations sont légèrement plus élevées que celles mesurées en 2022 (MELCCFP, 2024a).

Métaux

Un suivi régulier des concentrations de métaux dans l'air ambiant est réalisé par le RSQAQ à 14 stations. Le tableau de l'annexe A21 détaille le pourcentage de détection des métaux à chacune des stations pour l'année 2023. Les limites de détection (LD) sont aussi présentées dans ce tableau. De manière générale, plusieurs métaux ne sont pas détectés, ce qui signifie que leur concentration est inférieure aux limites de détection de la méthode de mesure du RSQAQ et indique des niveaux très faibles. Des 31 métaux mesurés, 14 n'ont pas été détectés dans plus de 80 % des échantillons collectés à toutes les stations au cours de l'année 2023 : l'argent, le

béryllium, le bismuth, le bore, le chrome, l'étain, le lithium, le magnésium, le nickel, le strontium, le tellure, le thallium, l'uranium et le vanadium (annexe A21).

Le nombre de métaux détectés dans plus de 80 % des échantillons a varié de 5 à la station Rouyn-Noranda – Centre polymétier à 11 à la station Québec – Henri IV (Figure 5.3). Cette dernière est située à proximité d'une autoroute, une importante source de contamination par certains métaux en raison du trafic routier, ce qui explique que certaines espèces métalliques y soient fréquemment détectées.

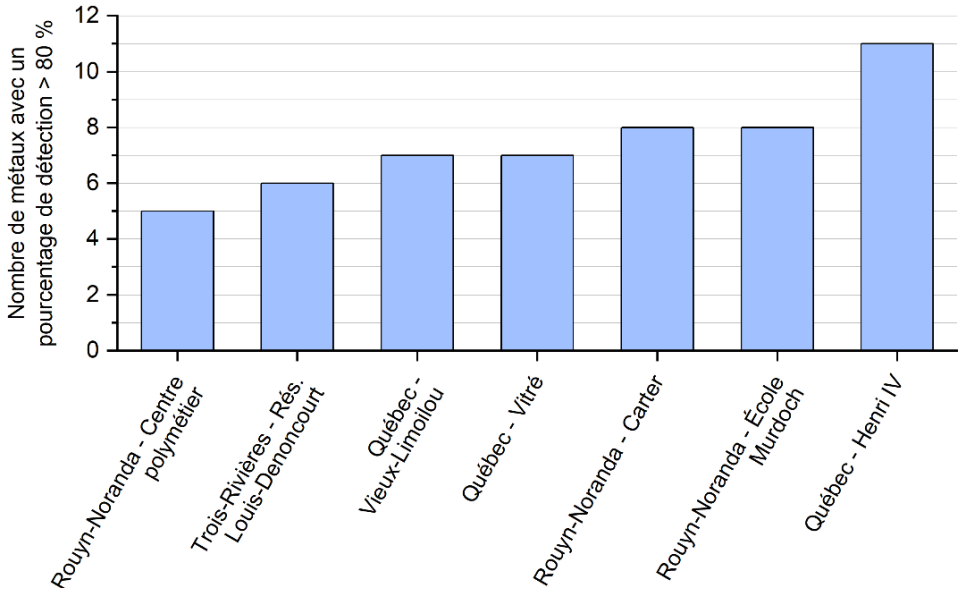


Figure 5.3 : Nombre de métaux mesurés dans les PST, sur un total de 31 métaux, dont le pourcentage des données au-dessus des limites de détection est supérieur à 80 % pour l'année 2023. La station Joliette n'est pas présentée car seul le calcium y est mesuré.

Parmi les métaux détectés le plus fréquemment, le baryum, le calcium, le fer, le potassium et le manganèse proviennent en partie de l'érosion éolienne des sols (Duce et Tindale, 1991; Gad, 2014; Gillette et al., 1992; Mészáros, 1966; USEPA, 1984). Dans le cas du cuivre, il est détecté dans pratiquement tous les échantillons, une conséquence de la méthode d'échantillonnage qui rééchantillonne l'air évacué par les moteurs des échantillonneurs de particules, qui contiennent des composants de cuivre, surtout par conditions de vent stagnantes. Ce rééchantillonnage n'a cependant pas d'effet substantiel sur les masses de particules échantillonnées (USEPA, 2024g).

Particules fines

Les concentrations horaires de $PM_{2,5}$ mesurées à 50 stations de mesure de la qualité de l'air du Québec en 2023 sont présentées à la Figure 5.4; les statistiques détaillées sont présentées en annexe (concentrations horaires : annexe A4; concentrations quotidiennes : annexe A5). Différents analyseurs en continu des concentrations de particules sont déployés au RSQAQ. Les modèles des appareils déployés aux différentes stations de mesure sont indiqués à l'annexe A4, tandis que la technologie utilisée par chacun de ces appareils est décrite à la section 4.4.

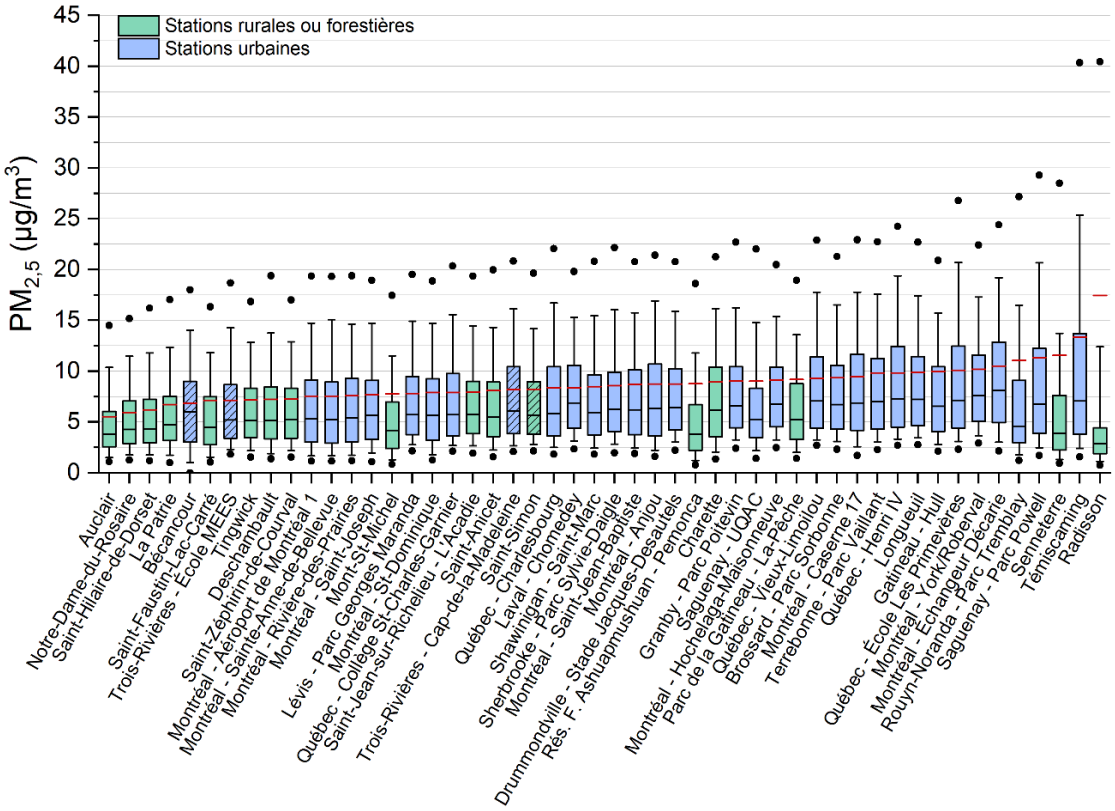


Figure 5.4 : Concentrations horaires de particules fines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

Les moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2,5}$ ont varié de 5,5 µg/m³ à la station Auclair, située dans la région du Bas-Saint-Laurent, à 17,5 µg/m³ à la station Radisson, située dans le Nord-du-Québec.

De façon générale, les stations rurales ou forestières enregistrent des concentrations moyennes moins élevées que les stations urbaines, car la majorité des $PM_{2,5}$ provient normalement du chauffage au bois, de l'industrie et du transport routier, qui sont des secteurs typiquement urbains. Toutefois, plusieurs stations rurales ou forestières, en particulier Radisson, ont enregistré des concentrations de $PM_{2,5}$ très élevées. Cela est attribuable à l'influence considérable qu'ont eue les feux de forêt de l'été 2023 sur l'ensemble du RSQAQ (voir la section 5.3).

Carbone noir

La Figure 5.5 illustre les concentrations horaires de carbone noir total, c'est-à-dire la somme du carbone noir provenant de la combustion de carburants fossiles (BC_{ff}) et de celui provenant de la combustion de biomasse (BC_{bb}) aux six stations de suivi en 2023; les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A6.

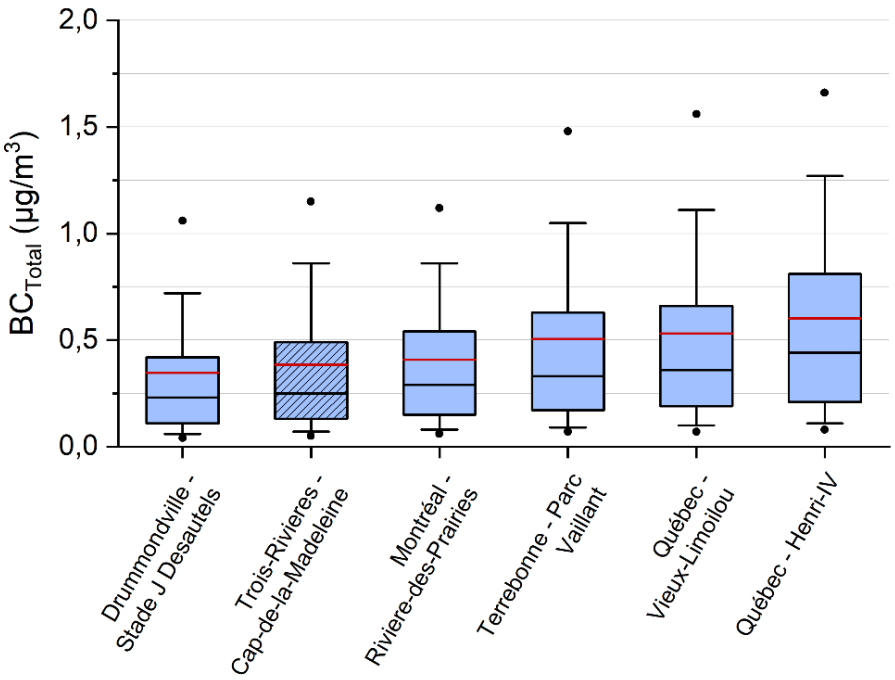


Figure 5.5 : Concentrations horaires de carbone noir total ($BC_{total} = BC_{ff} + BC_{bb}$) aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

Les stations ayant enregistré les moyennes annuelles de concentrations les plus élevées et variables sont Québec – Henri IV (0,60 µg/m^3), située en bordure d'une autoroute, Québec – Vieux-Limoilou (0,53 µg/m^3) et Terrebonne – Parc Vaillant (0,50 µg/m^3). La concentration annuelle moyenne la plus basse a été enregistrée à Drummondville – Stade J Desautels (0,35 µg/m^3). Ces concentrations sont semblables à celles mesurées en 2021 (MELCCFP, 2024h) et en 2022 (MELCCFP, 2025a).

Des analyses plus détaillées sur la variation des fractions distinctes du BC_{bb} et du BC_{ff} sont présentées aux sections 5.3 et 5.4.

Particules ultrafines

La Figure 5.6 illustre les concentrations horaires de particules ultrafines aux deux stations de suivi en 2023; les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A7.

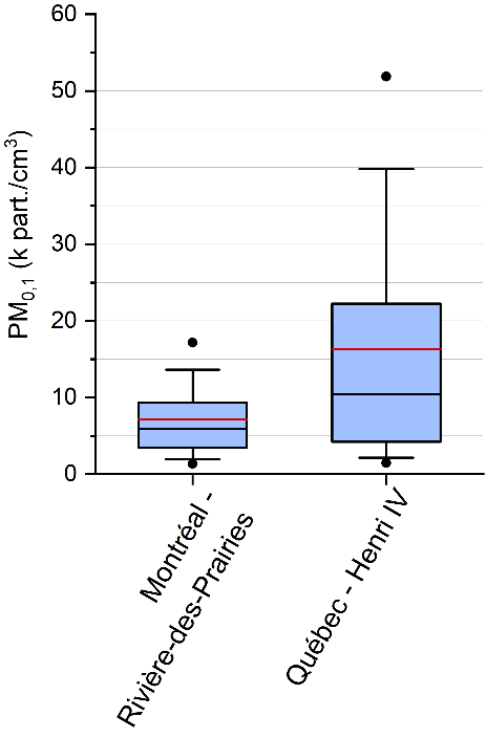


Figure 5.6 : Concentrations horaires de particules ultrafines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023, exprimées en milliers de particules (k) par cm³.

Les concentrations enregistrées à la station Québec – Henri IV sont généralement plus élevées (moyenne de 16 303 particules/cm³) et plus variables (écart-type de 17 110 particules/cm³) que celles mesurées à la station Montréal – Rivière-des-Prairies (moyenne de 7 164 particules/cm³; écart-type de 5 381 particules/cm³), une conséquence du trafic routier. Les concentrations de $PM_{0,1}$ mesurées à la station Québec – Henri IV sont comparables à celles observées à proximité d'autoroutes en Europe et à Toronto (aux abords de l'autoroute 401). Les concentrations de $PM_{0,1}$ mesurées à la station Montréal – Rivière-des-Prairies sont les moins élevées parmi celles enregistrées dans différents milieux urbains à travers le monde (de Jesus et al., 2019).

Dioxyde d'azote

Les concentrations horaires de NO_2 qui ont été mesurées à 22 stations de suivi de la qualité de l'air au Québec en 2023 sont présentées à la Figure 5.7; les statistiques détaillées sont présentées en annexe (concentrations horaires de NO_2 : annexe A8; concentrations quotidiennes de NO_2 : annexe A9; concentrations horaires de NO : annexe A13).

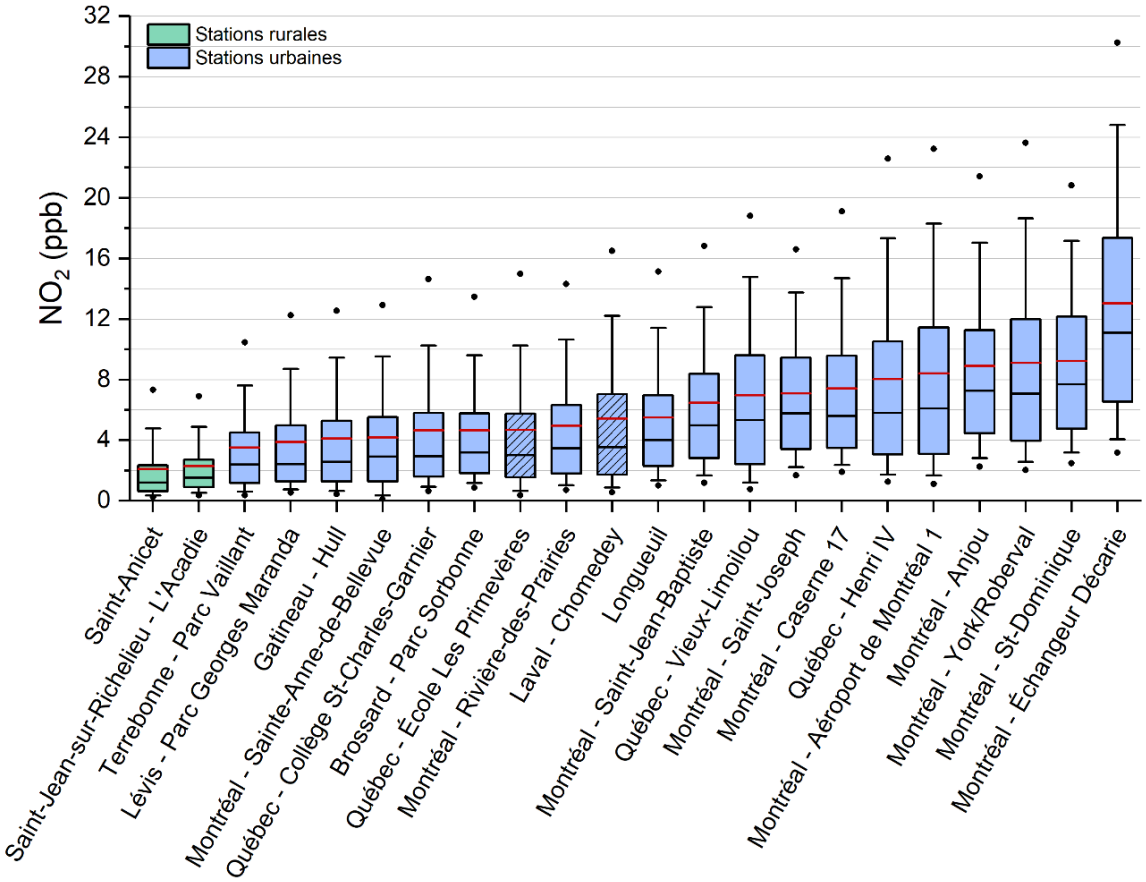


Figure 5.7 : Concentrations horaires de dioxyde d'azote aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

Les moyennes annuelles des concentrations de NO_2 ont varié de 2,1 ppb à la station Saint-Anicet à 13,0 ppb à la station Montréal – Échangeur Décarie. De façon générale, les concentrations de NO_2 mesurées au Québec sont comparables à celles mesurées ailleurs au Canada, à l'exception de celles des Maritimes, généralement plus faibles (ECCC, 2024). Les concentrations annuelles moyennes de NO_2 mesurées aux stations de suivi dépendent en bonne partie de la densité de circulation routière à proximité de celles-ci. Ainsi, au Québec, les concentrations de NO_2 les plus élevées sont observées à la station Montréal – Échangeur Décarie, située à proximité d'autoroutes très achalandées. À l'opposé, les stations Saint-Anicet et Saint-Jean-sur-Richelieu – L'Acadie, qui se trouvent en milieu rural, ont enregistré les concentrations les plus faibles. Même si elle est située très près d'une autoroute importante, la station Québec – Henri IV n'enregistre pas les concentrations de NO_2 les plus élevées. Les NO_X sont impliqués dans différentes réactions photochimiques complexes au cours desquelles le NO_2 est formé par l'oxydation du NO provenant du transport. Ainsi, la réaction d'oxydation du NO en NO_2 n'a pas le temps de se produire complètement avant la prise de mesure à la station Québec – Henri IV, qui est située à seulement six (6) mètres de l'autoroute.

Dioxyde de soufre

Les concentrations de SO_2 mesurées aux 16 stations de mesure de la qualité de l'air du Québec en 2023 sont présentées à la Figure 5.8; les statistiques détaillées sont présentées en annexe (concentrations horaires : annexe A10; concentrations quotidiennes : annexe A11; concentrations sur 4 minutes : annexe A12).

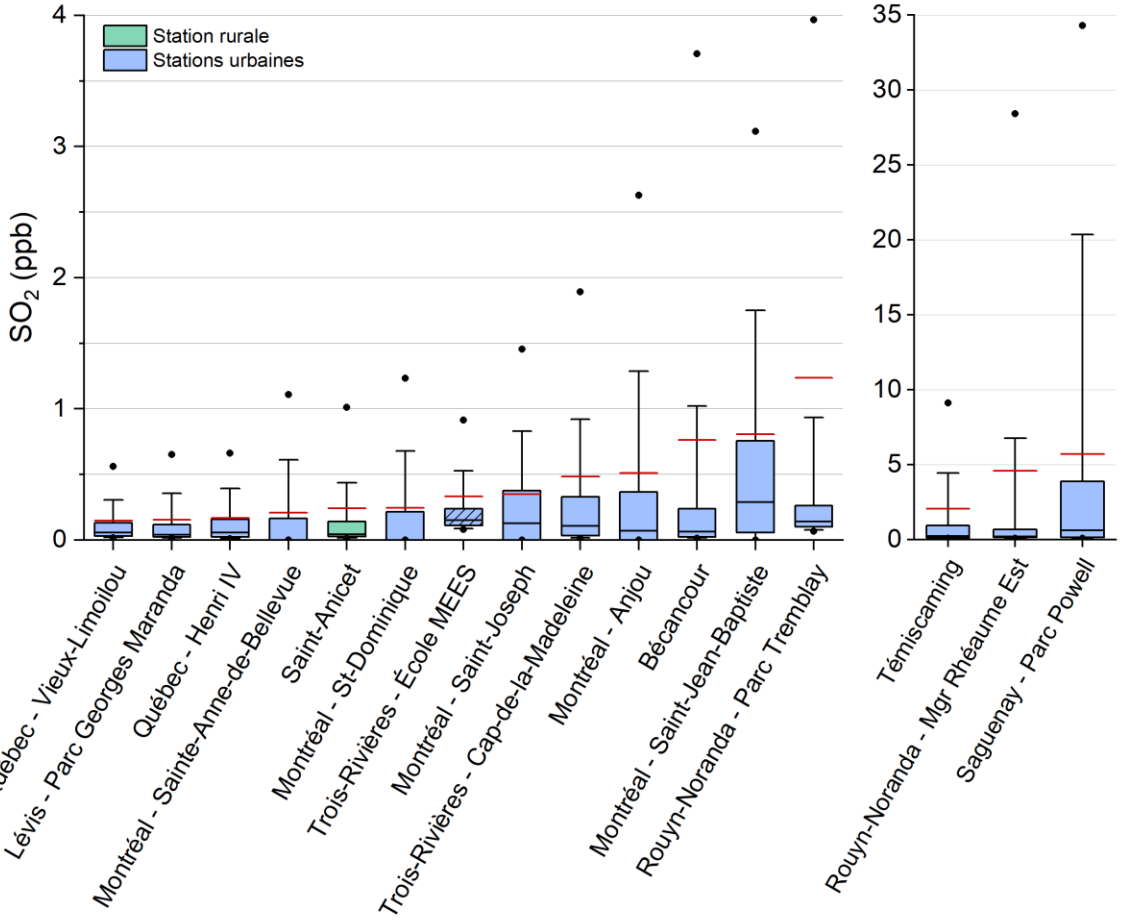


Figure 5.8 : Concentrations horaires de dioxyde de soufre aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

Les moyennes annuelles des concentrations de SO_2 ont varié de 0,15 ppb à la station Québec – Vieux-Limoilou à 5,72 ppb à la station Saguenay – Parc Powell. À noter que l'axe de la section de droite de la figure présente des valeurs près de dix fois plus élevées que celui de la section de gauche. Les concentrations mesurées aux stations situées près de sources industrielles de SO_2 connues (Saguenay, Témiscaming, Rouyn-Noranda) sont en moyenne plus élevées que celles mesurées aux autres stations du réseau et présentent une plus grande distribution de valeurs. En excluant les stations directement exposées à des sources d'émissions industrielles, les concentrations de SO_2 mesurées au Québec sont comparables à celles mesurées ailleurs au Canada (ECCC, 2024).

Monoxyde de carbone

Les concentrations horaires de CO mesurées aux sept stations de mesure de la qualité de l'air du Québec en 2023 sont présentées à la Figure 5.9; les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A14.

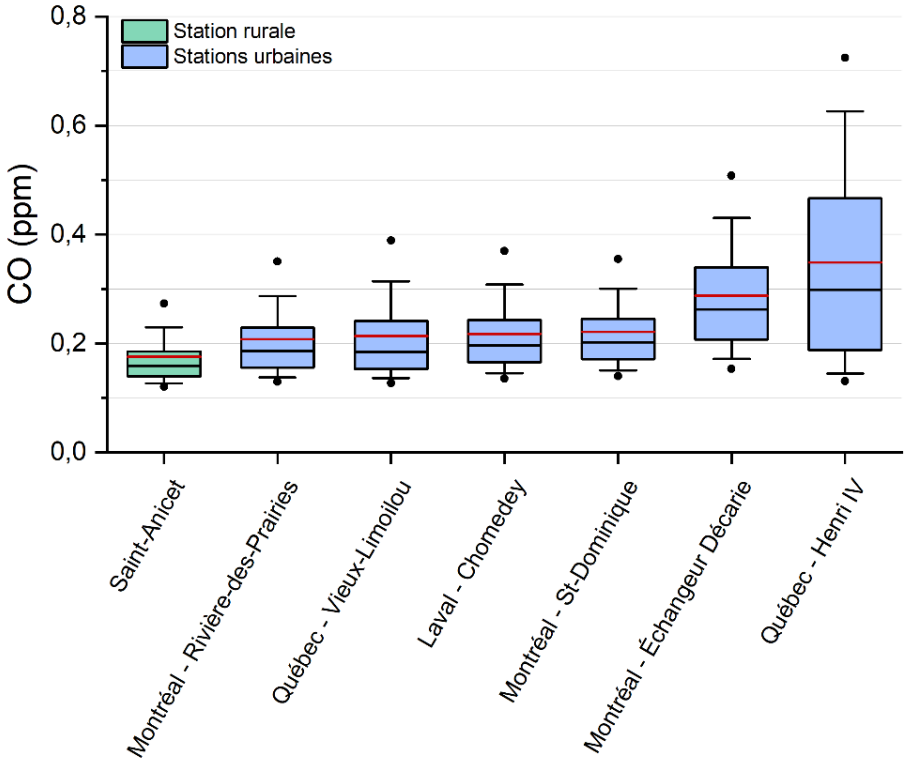


Figure 5.9 : Concentrations horaires de monoxyde de carbone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

Les moyennes annuelles des concentrations de CO ont varié de 0,18 ppm à la station Saint-Anicet à 0,35 ppm à la station Québec – Henri IV. Les concentrations de CO mesurées aux stations urbaines (Gatineau, Montréal, Laval et Québec) en 2023 sont très similaires et plus élevées que celles mesurées à la station rurale Saint-Anicet. La proximité d'axes autoroutiers majeurs explique le niveau élevé des concentrations mesurées aux stations Montréal – Échangeur Décarie et Québec – Henri IV.

Ozone

Les concentrations horaires d'O_3 mesurées aux 47 stations de suivi de la qualité de l'air du Québec en 2023 sont présentées à la Figure 5.10; les statistiques détaillées sont présentées en annexe (concentrations horaires : annexe A16; concentrations de la moyenne mobile sur 8 h : annexe A17).

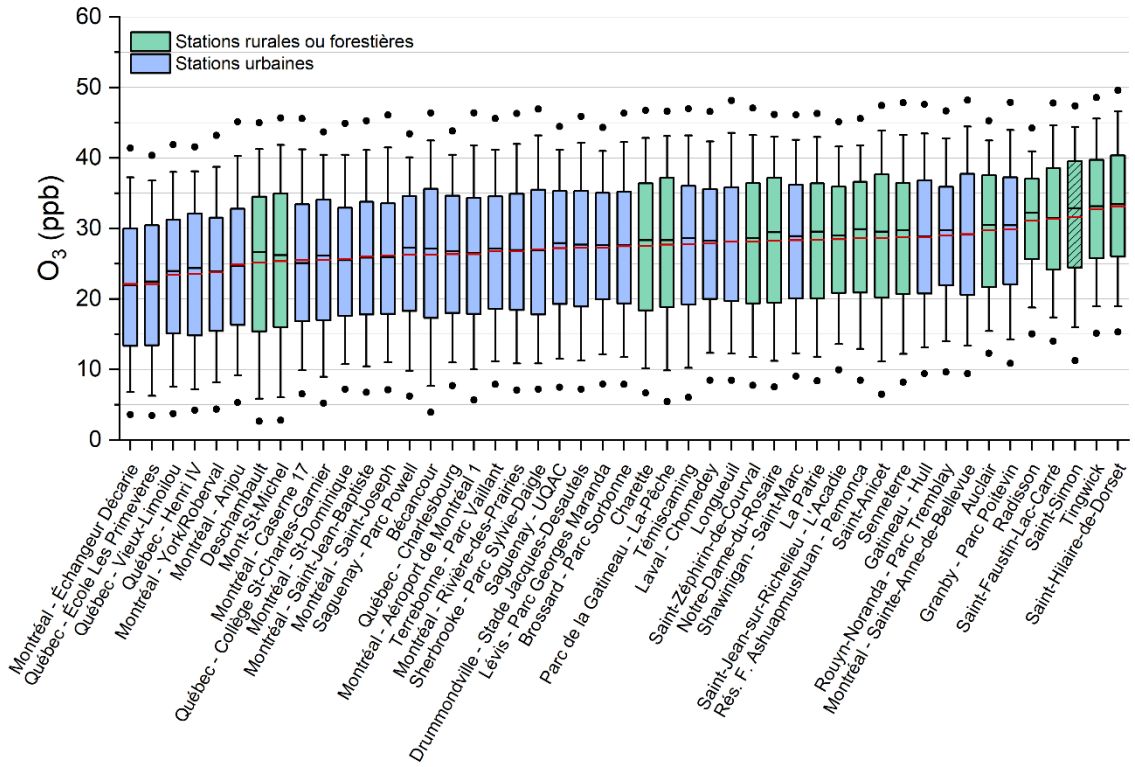


Figure 5.10 : Concentrations horaires d'ozone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

Les moyennes annuelles des concentrations d'O_3 ont varié de 22,1 ppb à la station Montréal – Échangeur Décarie à 33,1 ppb à la station Saint-Hilaire-de-Dorset. De façon générale, les concentrations d'O_3 mesurées au Québec sont assez comparables à celles mesurées ailleurs au Canada, bien qu'elles soient supérieures à celles mesurées en Colombie-Britannique et inférieures à celles mesurées dans le sud de l'Ontario (ECCC, 2024).

Comme mentionné à la section 4.9, l'O_3 est un contaminant secondaire qui résulte d'une transformation photochimique complexe entre différents contaminants précurseurs, notamment les NO_X. Les NO_X sont un mélange de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO_2), dont le transport routier constitue la principale source d'émission (MELCCFP, 2024f). En présence de rayonnement UV, le NO_2 est réduit pour former du NO et un atome d'oxygène. Cet atome réagit avec l'O_2 présent dans l'air pour former de l'O_3. Le NO, quant à lui, titre rapidement l'O_3, faisant diminuer temporairement la concentration d'O_3 dans l'air ambiant. Il en résulte qu'à proximité d'une zone de grande circulation automobile, il y a une diminution nette des concentrations d'O_3 (Couture, 2008; Lebel et al., 2012), tandis qu'en s'éloignant des sources de NO, les concentrations d'O_3 augmentent de nouveau. Conséquemment, les concentrations d'O_3 sont généralement plus élevées dans les milieux ruraux situés à des dizaines, voire des centaines de kilomètres des points d'émission de ces précurseurs (Künzli et al., 2010). C'est ce qui explique qu'en 2023, les concentrations moyennes d'O_3 observées aux stations Québec – Henri IV et Montréal – Échangeur Décarie, situées à proximité de grandes autoroutes, sont parmi les plus faibles au Québec, alors que les stations situées plus loin du trafic routier ont enregistré des concentrations plus élevées.

Sulfure d'hydrogène

Les concentrations horaires de H_2S mesurées aux deux stations du RSQAQ sont illustrées à la Figure 5.11; les statistiques détaillées sont présentées en annexe (concentrations horaires : annexe A18; concentrations sur 4 minutes : annexe A19).

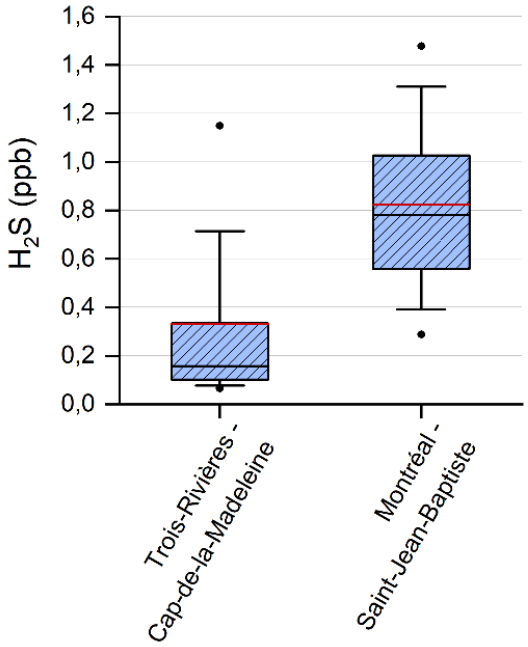


Figure 5.11 : Concentrations horaires de sulfure d'hydrogène aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2023.

La concentration moyenne annuelle de sulfure d'hydrogène la plus faible a été mesurée à la station Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine (0,33 ppb) alors que la plus élevée a été mesurée à la station Montréal –Saint-Jean-Baptiste (0,82 ppb). Il est à noter que, les deux stations ne respectant pas le critère de complétude de 75 % de données continues valides, ces résultats pourraient ne pas être représentatifs de l'ensemble de l'année 2023.

5.2. Comparaison avec les normes de qualité de l'air ambiant

Les dépassements des normes de qualité de l'atmosphère prescrites par le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) sont décrits dans cette section et détaillés sous forme de tableau à l'annexe A20. À noter que le RAA ne prescrit pas de normes pour les PM_{10}, les $PM_{0,1}$ et le BC.

Outre les feux de forêt qui ont engendré de nombreux dépassement de normes de $PM_{2,5}$ au cours de l'été, le chauffage au bois, les émissions industrielles et la remise en suspension de poussières sont les causes principales des dépassements de normes observés en 2023 au Québec.

Particules en suspension totales

En 2023, 24 dépassements de la norme quotidienne de 120 µg/m^3 sur les PST ont été observés au Québec et sont présentés à la Figure 5.12. La station Québec – Henri IV, située à seulement 6 mètres d'une autoroute importante, enregistre le plus grand nombre de dépassements de la

norme relative aux PST annuellement, c'est pourquoi les nombres de dépassements sont présentés d'une couleur différente dans la figure.

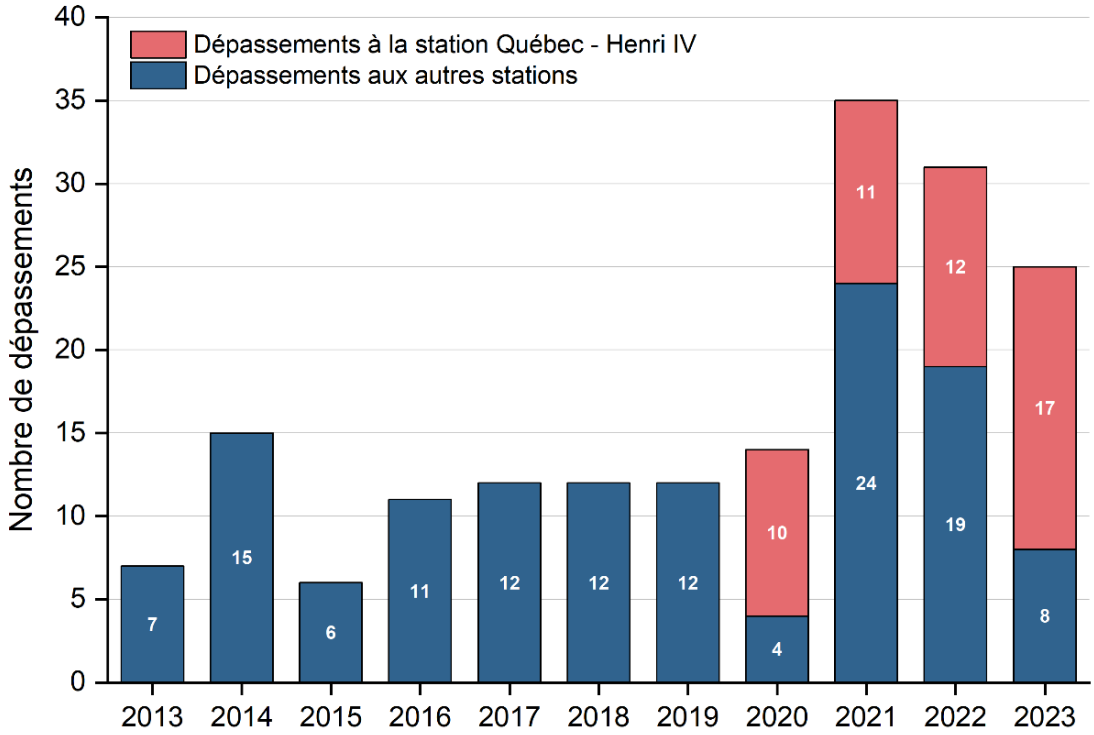


Figure 5.12 : Nombre de dépassements de la norme applicable aux particules en suspension totales au Québec, de 2013 à 2023.

Les dépassements ont été observés en majorité durant les mois les plus froids de l'année à plusieurs stations réparties à travers tout le Québec et ont probablement été causés par la remise en suspension de poussières, attribuable notamment à l'épandage de sels de déglaçage et d'abrasifs sur les routes (Figure 5.13). Par exemple, 7 des 9 échantillons prélevés à la station Québec – Henri IV en novembre et en décembre 2023 contenaient des concentrations de PST supérieures à la norme, alors qu'aucun dépassement n'a été mesuré à cette station de la fin avril à la fin octobre. En plus du nombre de dépassements de la norme qui est plus élevé à la station Québec – Henri IV, l'ampleur des dépassements y est également plus élevée (moyenne de 225 µg/m^3) qu'aux autres stations (moyenne de 166 µg/m^3). Un dépassement de la norme a été enregistré pour la première fois à la station Radisson en 2023 depuis son implantation en 2017. Ce dépassement, mesuré le 29 juin, est attribuable à la fumée des feux de forêt qui sévissaient à ce moment à proximité de la station.

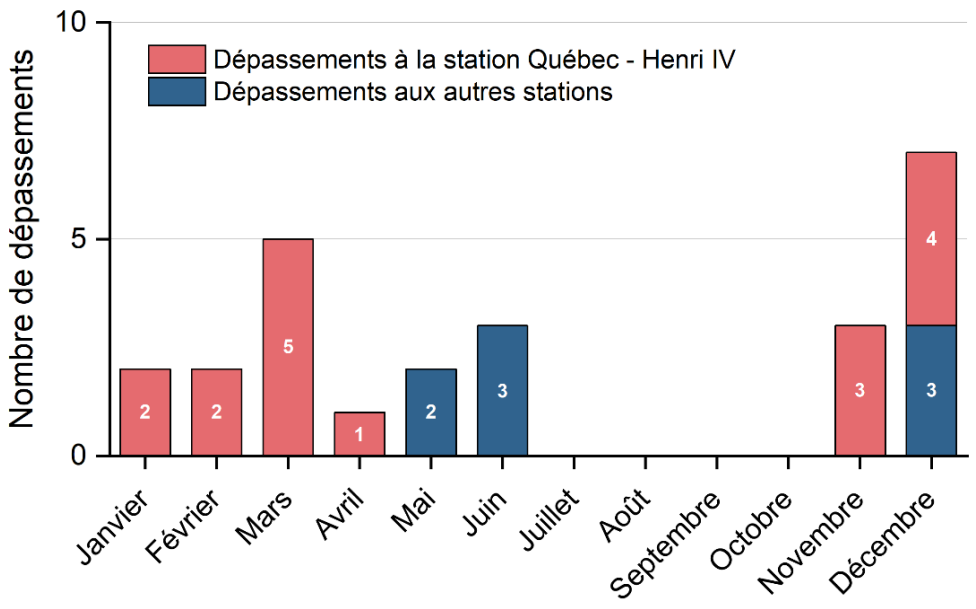


Figure 5.13 : Nombre de dépassements mensuels de la norme applicable aux particules en suspension totales au Québec en 2023.

Métaux

Le RAA prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les concentrations de métaux dans l'air ambiant (voir section 4.3)[13]. Le nombre de dépassements des normes applicables à tous les métaux ciblés dans le RAA est détaillé à l'annexe A20, tandis que le Tableau 5.1 détaille le nombre de dépassements des normes quotidiennes relatives aux métaux en 2023.

Tableau 5.1 : Nombre de dépassements des normes quotidiennes s'appliquant aux métaux par station en 2023.

Station	Cuivre (PST)	Nickel (PM_{10})	Zinc (PST)
	2,5 µg/m³	0,070 µg/m³	2,5 µg/m³
03006 - Québec – Vieux-Limoilou	0	2	0
08007 - Rouyn-Noranda – Carter	1	1	0
08045 - Rouyn-Noranda – École Murdoch	5	0	0

Pour l'année 2023, deux dépassements de la norme relative au Ni de 0,070 µg/m³ applicable sur une période de 24 h ont été observés à la station Québec – Vieux-Limoilou. Selon le Groupe de travail sur les contaminants atmosphériques (2023), les concentrations élevées de Ni observées dans l'air ambiant à Limoilou sont attribuables aux activités portuaires.

[13] La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air, lesquelles peuvent être consultées à l'adresse suivante : https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2001-10_Rejets_atmosphere.pdf

Les normes sur l'As, le Cd, le Cu, le Ni et le Pb ont été dépassées à certaines stations de la ville de Rouyn-Noranda en 2023; le détail se trouve à l'annexe A20. Ces dépassements sont vraisemblablement attribuables à la fonderie de cuivre située dans ce secteur.

Une concentration de Ba supérieure à la norme a été observée à la station Québec – Henri IV. Toutefois, celle-ci ne constitue pas à proprement parler un dépassement, puisque la norme relative au Ba ne s'applique qu'aux composés métalliques ainsi qu'aux composés solubles de baryum, soit les deux formes de Ba les plus préoccupantes pour la santé. Comme la méthode d'échantillonnage et d'analyse des métaux employée au RSQAQ permet de mesurer seulement la concentration totale de Ba, qui comprend l'ensemble des types de composés, il est possible que les concentrations de certains composés non normés dans le RAA soient incluses dans les concentrations présentées dans ce bilan. Il est toutefois probable de retrouver des concentrations élevées de Ba à la station Québec – Henri IV puisqu'il est reconnu pour être émis lors de la combustion de carburant ou de lubrifiant à essence (Gad, 2014), tandis que l'usure des plaquettes de freins et des pneus est une source connue de contamination en Ba, surtout dans la fraction plus grossière des particules (Jandacka et al., 2017; Thorpe et Harrison, 2008).

Particules fines

Le RAA prescrit une norme de qualité de l'atmosphère pour les concentrations de particules fines dans l'air ambiant de 30 µg/m^3 sur une période de 24 h (voir section 4.4)[14].

Pour l'ensemble des stations mesurant les $PM_{2,5}$ au Québec, un total de 333 dépassements de la norme correspondante a été observé en 2023. La Figure 5.14 illustre le nombre de dépassements par année de la norme relative aux $PM_{2,5}$ de 2013 à 2023.

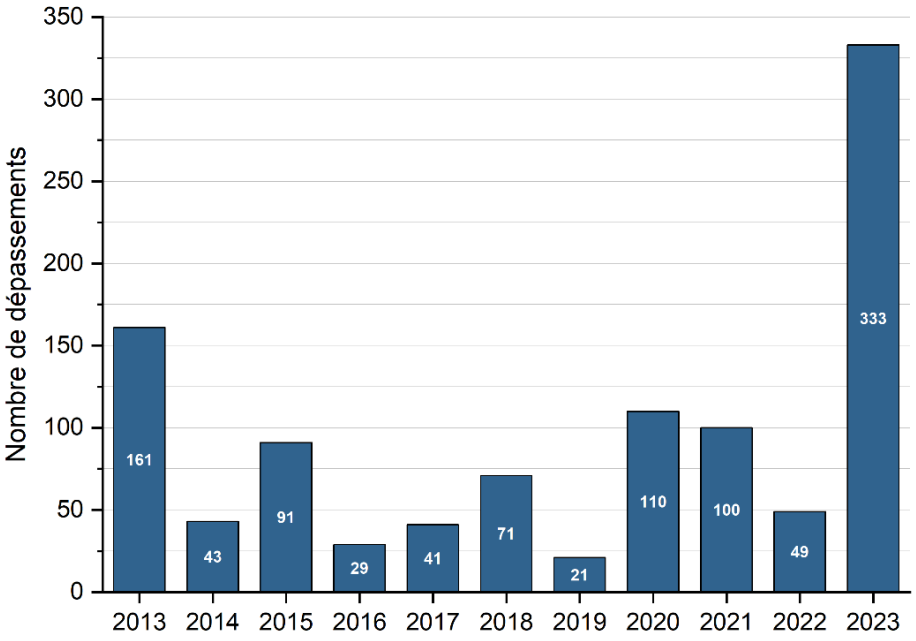


Figure 5.14 : Nombre de dépassements de la norme quotidienne applicable aux particules fines par année au Québec entre 2013 et 2023.

[14] La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air, lesquelles peuvent être consultées à l'adresse suivante : https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2001-10_Rejets_atmosphere.pdf

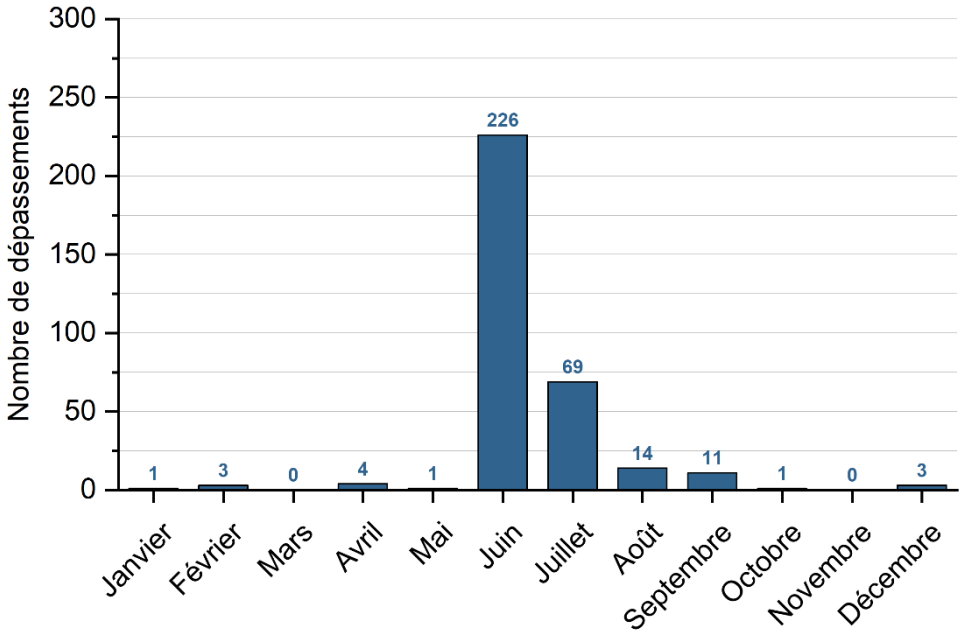


Figure 5.15 : Nombre de dépassements de la norme quotidienne applicable aux particules fines en 2023, par mois.

La distribution du nombre de dépassements mensuels en 2023 montre que les dépassements sont, pour la vaste majorité (89 %), survenus durant les mois de juin et de juillet (Figure 5.15). Il s'agit de la période où l'influence de la fumée des feux de forêt sur la qualité de l'air ambiant au Québec a été la plus forte. Un total de 46 dépassements a d'ailleurs été enregistré le 25 juin, soit la journée où la qualité de l'air a été la plus fortement influencée par les feux de forêt, et ce, dans l'ensemble du Québec. L'influence de la fumée des feux de forêt à l'été 2023 est abordée plus en détail à la section 5.3.

En dehors de la période estivale, quatre dépassements de la norme de $PM_{2,5}$ ont été mesurés de janvier à février, et trois dépassements ont été observés en décembre 2023. Les dépassements observés durant les mois les plus froids de l'année sont généralement causés par deux phénomènes, soit l'influence du chauffage au bois et de mauvaises conditions de dispersion de contaminants, comme les inversions thermiques, qui sont plus fréquentes par temps froid. Dans des conditions normales, l'air le plus près du sol est le plus chaud et devient de plus en plus froid en s'éloignant du sol. En conditions d'inversion thermique, une couche d'air chaud s'insère au-dessus d'une couche d'air plus froid et plus lourd. Ainsi, la couche d'air près du sol est plus froide et plus lourde et ne peut s'élever et se disperser dans l'atmosphère, emprisonnant ainsi les contaminants au niveau du sol (ECCC, 2015). La comparaison du nombre de dépassements de la norme de $PM_{2,5}$ mesurés durant l'hiver et l'été depuis 2013 (Figure 5.16) souligne l'importance de l'influence du chauffage au bois et des mauvaises conditions de dispersion de contaminants observée en période hivernale. Bien que les feux de forêt engendrent certaines années de fortes pointes de concentrations de particules fines dans l'air ambiant, comme c'est le cas en 2023, c'est généralement pendant l'hiver qu'est recensé le plus grand nombre de dépassements de la norme.

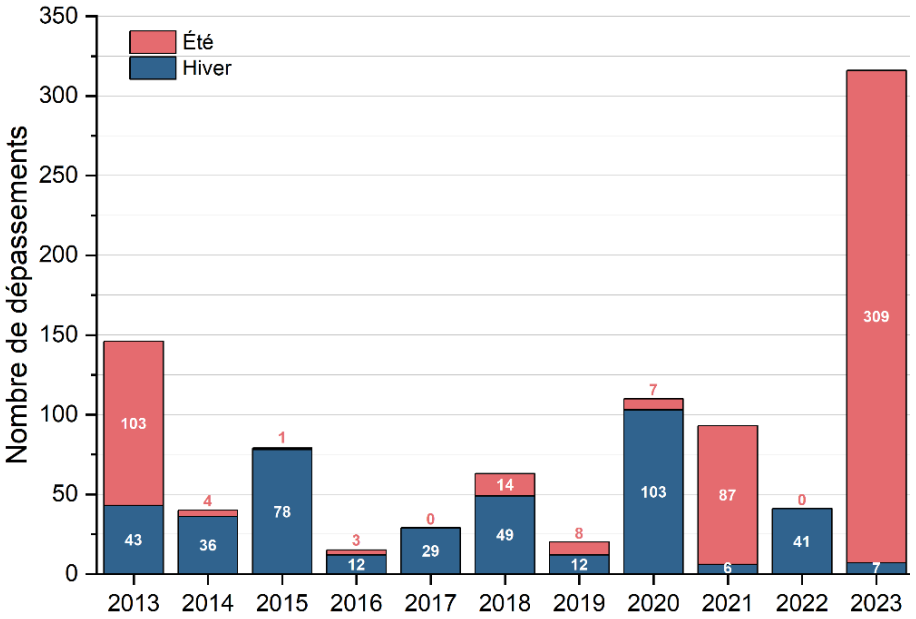


Figure 5.16 : Nombre de dépassements de la norme quotidienne applicable aux particules fines mesurés à l'hiver et à l'été entre 2013 et 2023.

Dioxyde d'azote

Le RAA prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les concentrations de dioxyde d'azote dans l'air ambiant (voir section 4.7)[15].

En 2023 et depuis l'entrée en vigueur du RAA, aucun dépassement des normes de NO_2 n'a été observé au Québec. En 2023, les concentrations de NO_2 les plus élevées ont été enregistrées aux stations Brossard – Parc Sorbonne et Montréal – Échangeur Décarie (Tableau 5.2).

Tableau 5.2 : Concentrations horaires, quotidiennes et annuelles de dioxyde d'azote les plus élevées au Québec en 2023.

Norme	Période	Station	Concentration (ppb)	% de la norme	Date
220 ppb	1 h	Brossard – Parc Sorbonne	142,19	64,6 %	2023-01-08 07:00
110 ppb	24 h	Montréal – Échangeur Décarie	39,89	35,4 %	2023-01-17
55 ppb	1 an	Montréal – Échangeur Décarie	13,04	23,7 %	S.O.

[15] La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air, lesquelles peuvent être consultées à l'adresse suivante : https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2001-10_Rejets_atmosphere.pdf

Dioxyde de soufre

Le RAA prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les concentrations de dioxyde de soufre dans l'air ambiant (voir section 4.8).

Pour l'ensemble des stations au Québec en 2023, seule la norme sur 4 minutes a été dépassée.

Normes quotidienne et annuelle

En 2023, les normes quotidienne et annuelle relatives au SO_2 n'ont pas été dépassées. Les concentrations quotidiennes et annuelles les plus élevées et conséquemment les plus près des normes ont été enregistrées aux stations Rouyn-Noranda − Mgr Rhéaume Est et Saguenay – Parc Powell (tableau 5.3).

Tableau 5.3 : Concentrations quotidiennes et annuelles de dioxyde de soufre les plus élevées au Québec en 2023.

Norme	Période	Station	Concentration (ppb)	% de la norme	Date
110 ppb	24 h	Rouyn-Noranda − Mgr Rhéaume Est	77,2	70,2 %	2023-03-10
20 ppb	1 an	Saguenay − Parc Powell	5,7	28,5 %	S.O.

Depuis 2012, soit la première année complète depuis l'entrée en vigueur du RAA, seulement trois dépassements de la norme quotidienne ont été enregistrés au Québec, et aucun dépassement de la norme annuelle.

Norme sur 4 minutes

Entre 2013 et 2023, le nombre de valeurs supérieures à 400 ppb a considérablement diminué, passant de 433 à 53 (Figure 5.17), tandis que le nombre de valeurs dépassant 500 ppb est passé de 234 à 22.

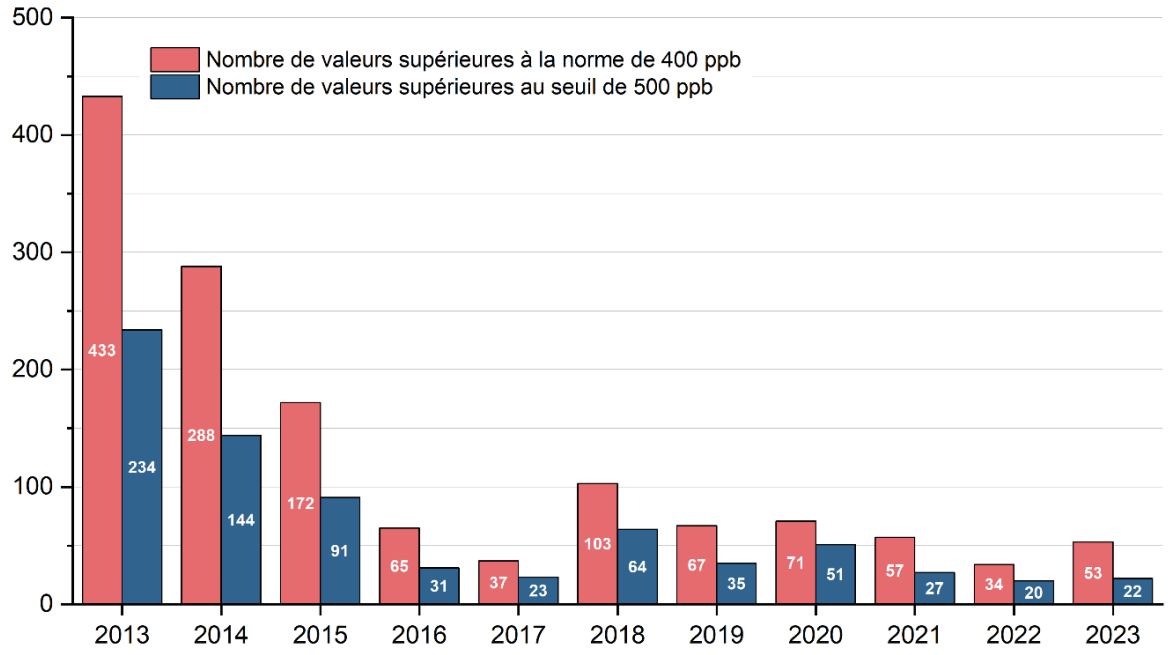


Figure 5.17 : Nombre de valeurs supérieures à 400 ppb et à 500 ppb de la norme sur 4 minutes relative au dioxyde de soufre au Québec, de 2013 à 2023.

En 2023, les 53 valeurs supérieures à 400 ppb sur 4 minutes ont été enregistrées à seulement trois (3) stations (tableau 5.4). Il est à noter que, comme le nombre de valeurs sur 4 minutes supérieures à 400 ppb du SO_2 a été dépassée moins de 0,5 % du temps au cours de l'année 2023, seules les 22 valeurs excédant 500 ppb sont considérées comme des dépassements de norme. Ces stations sont situées à Rouyn-Noranda et à Témiscaming, à proximité d'émetteurs importants de SO_2. De plus, la topographie à proximité de la station Témiscaming est caractérisée par une vallée étroite qui limite la dispersion des contaminants, canalisant les émissions industrielles vers la station de mesure.

Tableau 5.4 : Stations ayant enregistré des valeurs supérieures à 400 ppb et 500 ppb pour les concentrations de dioxyde de soufre sur 4 minutes en 2023.

Station	Nombre de valeurs supérieures à 400 ppb	Nombre de valeurs supérieures à 500 ppb
Rouyn-Noranda − Parc Tremblay	9	4
Rouyn-Noranda − Mgr Rhéaume Est	31	10
Témiscaming	13	8

Monoxyde de carbone

Le RAA prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les concentrations de monoxyde de carbone dans l'air ambiant (voir section 4.9)[16].

Depuis l'entrée en vigueur du RAA, aucun dépassement des normes sur le CO n'a été observé au Québec. En 2023, les concentrations de CO les plus élevées ont été enregistrées aux stations Montréal – St-Dominique et Montréal – Rivière-des-Prairies (tableau 5.5).

Tableau 5.5 : Concentrations de monoxyde de carbone mesurées sur 1 heure et 8 heures les plus élevées au Québec en 2023.

Norme	Période	Station	Concentration (ppm)	% de la norme	Date Heure
30 ppm	1 h	Montréal – St-Dominique	2,34	7,8 %	2023-05-26 00:00
11 ppm	8 h	Montréal – Rivière-des-Prairies	1,22	11,1 %	2023-06-25 12:00

Ozone

Le RAA prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les concentrations d'ozone dans l'air ambiant (voir section 4.10).

En 2023, 218 dépassements de la norme sur 8 h et 4 dépassements de la norme sur 1 h ont été enregistrés (Figure 5.17).

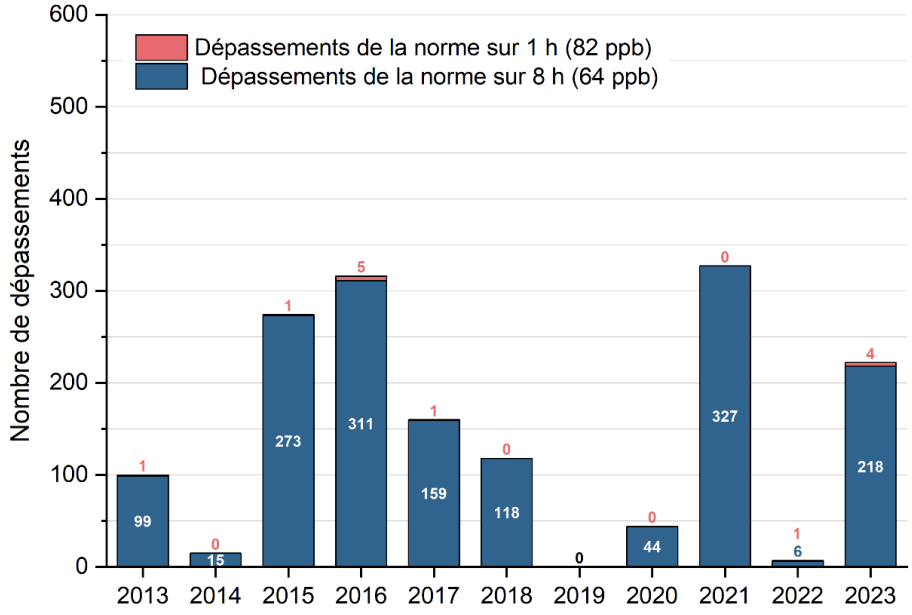


Figure 5.18 : Nombre de dépassements des normes sur l'ozone au terme de périodes de 1 heure et 8 heures pour l'ozone au Québec entre 2013 et 2023.

[16] La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air, lesquelles peuvent être consultées à l'adresse suivante : https://cmm.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2001-10_Rejets_atmosphere.pdf

Plus de dépassements des normes applicables sur des périodes de 1 heure et 8 heures ont été observés en 2023 par rapport à l'année 2022, où très peu de dépassements avaient été observés (MELCCFP, 2024a). En général, deux facteurs principaux expliquent les variations interannuelles, soit la variation des émissions des contaminants précurseurs d'O_3, mais principalement les conditions météorologiques, dont la température. En 2023 toutefois, 182 des 218 dépassements de la norme relative à l'ozone sur une période de 8 h ont eu lieu entre le 30 mai et le 6 juillet, ce qui laisse croire à une influence significative des feux de forêt, responsables d'émissions de contaminants précurseurs, sur le nombre de dépassements mesurés.

Bien que les stations rurales ou forestières enregistrent généralement les concentrations d'ozone les plus élevées, certaines pointes peuvent tout de même être observées aux stations urbaines, comme le démontrent le maximum d'ozone mesuré sur 1 heure et celui mesuré sur 8 heures, qui sont tous les deux enregistrés à la station Montréal – Saint-Jean-Baptiste (tableau 5.6). Ces pointes de concentration sont vraisemblablement attribuables aux feux de forêt qui ont commencé à prendre de l'ampleur pendant cette période, en particulier dans la région du Nord-du-Québec.

Tableau 5.6 : Concentrations d'ozone mesurées sur 1 et 8 heures les plus élevées au Québec en 2023.

Norme	Période	Station	Concentration (ppb)	% de la norme	Date Heure
82 ppb	1 h	06003 - Montréal – Saint-Jean-Baptiste	84,72	103 %	2023-06-01 13:00
64 ppb	8 h	06003 - Montréal – Saint-Jean-Baptiste	74,37	116 %	2023-06-01 18:00

Sulfure d'hydrogène

Le RAA prescrit des normes de qualité de l'atmosphère pour les concentrations de sulfure d'hydrogène dans l'air ambiant (voir section 4.11).

La norme annuelle a été respectée en 2023 aux deux stations de mesure du H_2S. Cependant, un total de 427 dépassements de la norme applicable à une période de 4 minutes a été enregistré en 2023, comme le démontre le Tableau 5.7. Il est à noter que ces dépassements sont seulement attribuables à la station Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine, puisqu'il s'agit de la seule station ayant respecté le minimum de 50 % de données valides en 2023 pour être considérée dans ce bilan. Le nombre de dépassements à cette station est le plus bas des 10 dernières années et plus de 3 fois inférieur à celui de 2022. Il est toutefois probable que cette diminution soit attribuable au fait que le nombre de données valides pour 2023 est inférieur à celui des années précédentes.

Le nombre de dépassements de la norme sur le sulfure d'hydrogène et la valeur maximale mesurée sur 4 minutes varient beaucoup d'une année à l'autre aux stations de Trois-Rivières, toutes deux situées à proximité de deux papetières. Étant donné sa plus grande proximité avec les sources industrielles, la station Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine est toujours celle qui enregistre le plus grand nombre de dépassements et les concentrations maximales les plus élevées.

Tableau 5.7 : Nombre de dépassements de norme, valeurs maximales annuelles et nombre de données valides pour les concentrations de sulfure d'hydrogène mesurées sur 4 minutes entre 2013 et 2023.

Année	Trois-Rivières – Cap-de-la-Madeleine		
	Nombre de dépassements	Concentration maximale (ppb)	Nombre de données valides
2013	1892	57,3	111 774
2014	491	124,8	119 784
2015	1286	43,4	122 084
2016	1322	39,7	122 153
2017	1302	32,9	120 212
2018	3153	93,7	118 395
2019	1294	84,1	126 523
2020	2705	279,8	127 211
2021	1162	37,8	124 683
2022	1388	74,9	124 167
2023	427	41,7	91 068

5.3. Feux de forêt de l'été 2023

Mise en contexte

La saison des feux de forêt de 2023 passera à l'histoire comme étant l'une des plus dévastatrices à ce jour au Québec et dans l'ensemble du Canada. Seulement au Québec, 566 feux, dont plusieurs de grande envergure, ont brûlé une superficie de plus de quatre (4) millions d'hectares (CIFFC, 2024). Cette situation sans précédent a entraîné une dégradation généralisée de la qualité de l'air ambiant partout au Québec. Les incendies de forêt émettent de grandes quantités de particules fines capables de se disperser sur de très longues distances. Ainsi, la qualité de l'air ambiant au Québec a été affectée non seulement par les feux ayant sévi sur son propre territoire, mais aussi par ceux qui ont fait rage ailleurs au Canada, notamment dans l'Ouest canadien. Le MELCCFP a publié un rapport faisant état des concentrations de $PM_{2,5}$ au Québec pendant les mois de juin à août, période durant laquelle les feux de forêt ont eu le plus d'impact sur la qualité de l'air (MELCCFP, 2024a).

Ajout de nouveaux capteurs de $PM_{2,5}$

Dans un contexte caractérisé par une influence accrue des feux de forêt sur la qualité de l'air, plusieurs équipes du MELCCFP, en collaboration avec Environnement et changement climatique Canada (ECCC) et l'équipe du Réseau de surveillance nationale de la pollution atmosphérique (RNSPA), ont participé au déploiement de nouveaux capteurs de $PM_{2,5}$. L'ajout de ces instruments à l'ensemble des appareils certifiés du RSQAQ vise à améliorer la couverture spatiale des données sur les concentrations de particules fines. Bien que ces capteurs puissent présenter certaines limites de précision et d'exactitude par rapport aux appareils certifiés, leur déploiement et leur utilisation sont plus simples, ce qui les rend adaptés à des suivis complémentaires à ceux des instruments certifiés. De plus, certains suivis tels que ceux effectués dans le contexte des feux de forêt ne nécessitent pas une précision exemplaire des mesures, l'objectif étant plutôt de déceler les fluctuations et tendances générales.

Concentrations de particules fines ($PM_{2,5}$)

Comme mentionné précédemment, la fumée des feux de forêt a causé de nombreux dépassements de la norme quotidienne de $PM_{2,5}$, en particulier en juin et en juillet. En guise de comparaison, aucun dépassement de la norme n'a été mesuré à l'été 2022 (Figure 5.16), année où la superficie de forêt brûlée était exceptionnellement faible. La Figure 5.19 présente les concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ (bandes bleues) ainsi que les dépassements de la norme (bandes rouges) durant les mois de juin et juillet 2023 dans certaines agglomérations urbaines. Ces dépassements, observés simultanément dans plusieurs régions, semblent attribuables aux feux de forêt, car ils affectent un vaste territoire, contrairement aux sources d'émissions locales. On observe deux périodes où la qualité de l'air a été fortement dégradée en raison des feux de forêt : celle du 24 au 26 juin et celle du 29 juin au 1er juillet.

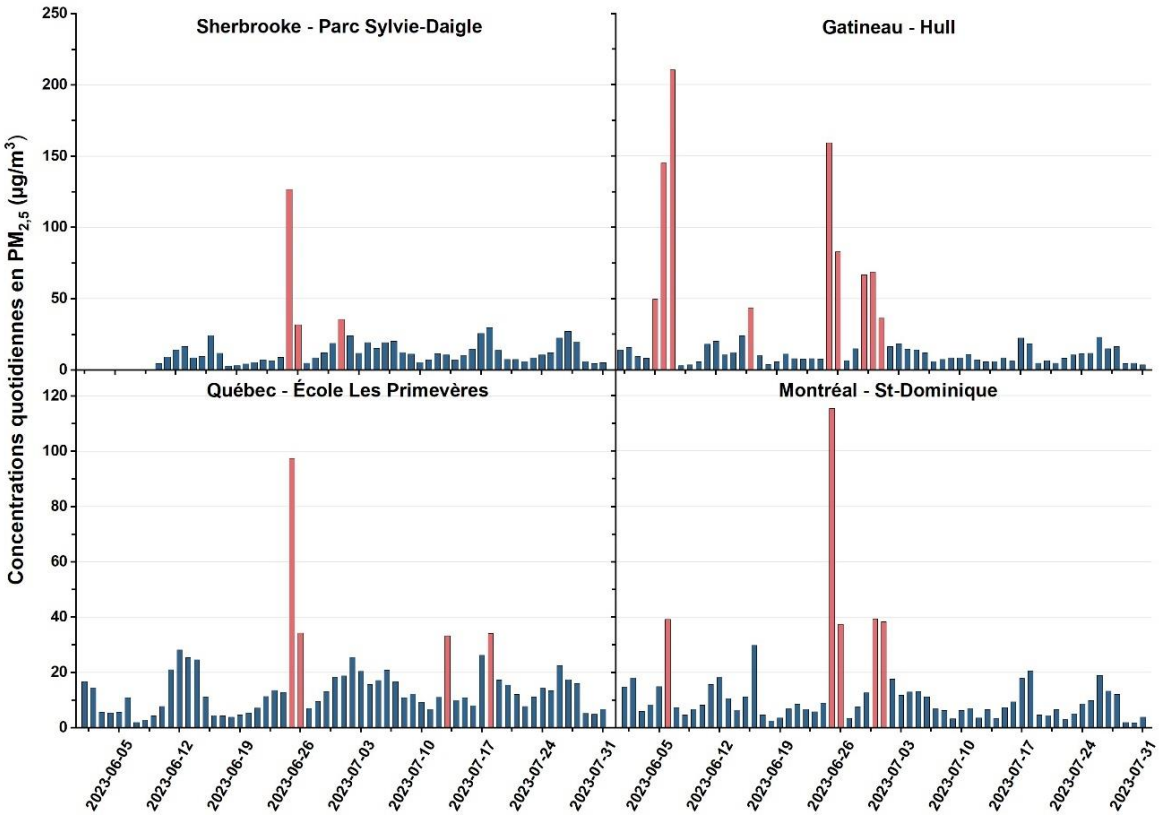


Figure 5.19 : Concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ à quatre stations pour les mois de juin et de juillet. Les bandes rouges représentent des dépassements de la norme quotidienne.

La fumée des feux de forêt a fortement affecté la qualité de l'air à travers le Québec, particulièrement au cours du mois de juin. À titre comparatif, la qualité de l'air a été très faiblement influencée par la présence de feux de forêt à l'été 2022. En comparant les concentrations de particules fines mesurées durant l'été 2023 à celles de 2022, il est possible de constater l'ampleur de l'impact des feux de forêt sur la qualité de l'air. La Figure 5.20 illustre la différence marquée entre la moyenne des concentrations quotidiennes pour les mois de juin 2022 et 2023.

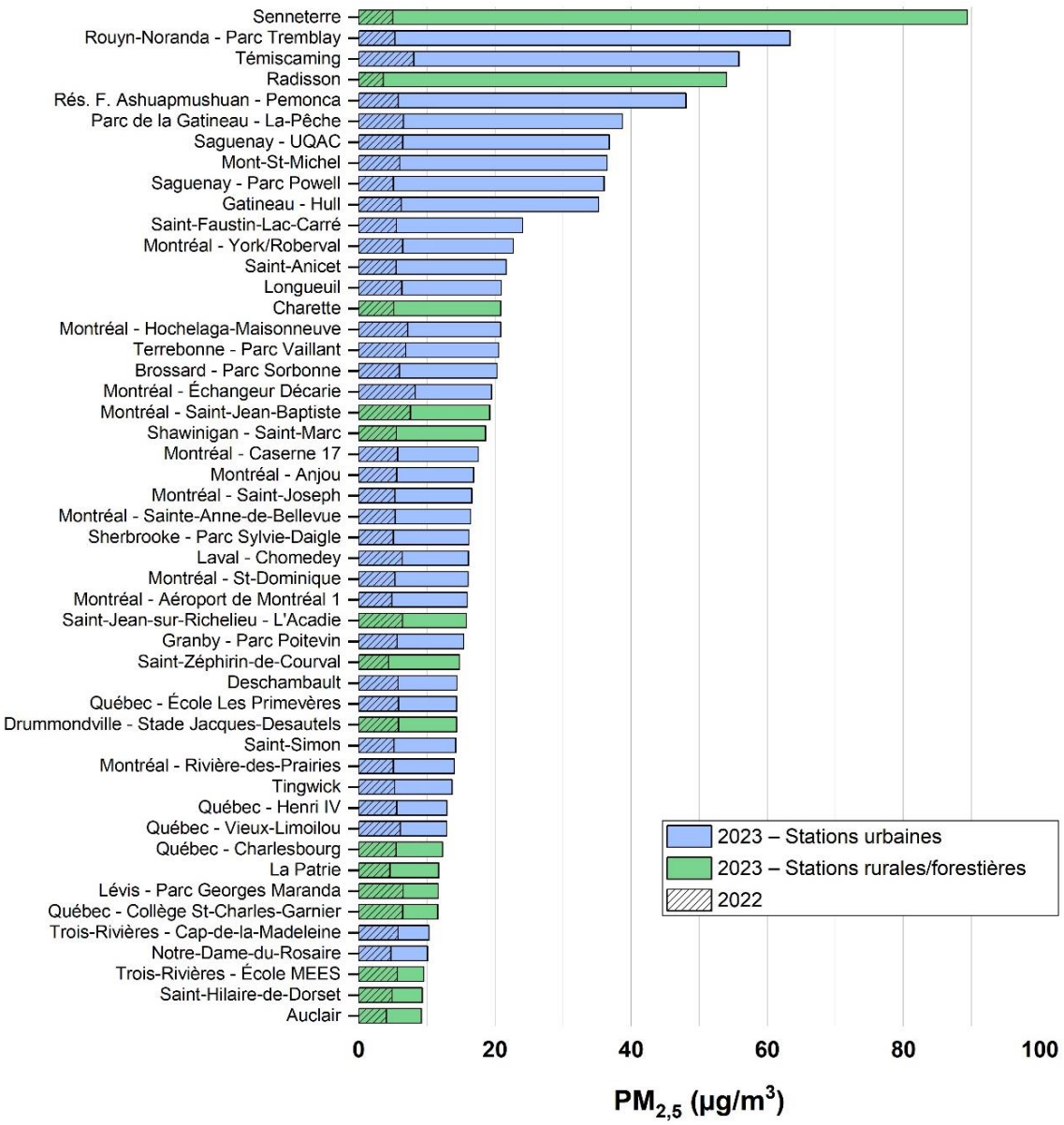


Figure 5.20 : Moyenne des concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ pour le mois de juin 2023 par rapport à 2022.

En plus d'entraîner des dépassements de la norme quotidienne, les feux de forêt ont engendré des niveaux record de concentrations horaires de $PM_{2,5}$, en particulier aux stations situées au nord du réseau (MELCCFP, 2025b). Les concentrations horaires maximales mesurées aux stations Radisson, Rés. F. Ashuapmushuan – Pemonca et Montréal – St-Dominique, soit respectivement 1621,7 µg/m^3, 1123,8 µg/m^3 et 976,3 µg/m^3, dépassent la plus grande concentration de $PM_{2,5}$ mesurée depuis le début du suivi en 1999, soit une valeur de 967,3 µg/m^3 mesurée en 2000 à la station Shawinigan – Saint-Marc. La Figure 5.21 montre les variations horaires de $PM_{2,5}$ à la station Radisson durant l'été. La plus haute concentration mesurée à cette station dépasse de plus de 1,5 fois le précédent record historique, ce qui met en évidence le caractère exceptionnel de la saison des feux de forêt en 2023. Il est à noter que l'électricité a été coupée du 30 juin au 12 juillet à la

station Radisson en raison de sa proximité avec les feux. Le portrait de la qualité de l'air à cette station pendant cette période est donc incomplet, en raison de l'absence de nombreuses données.

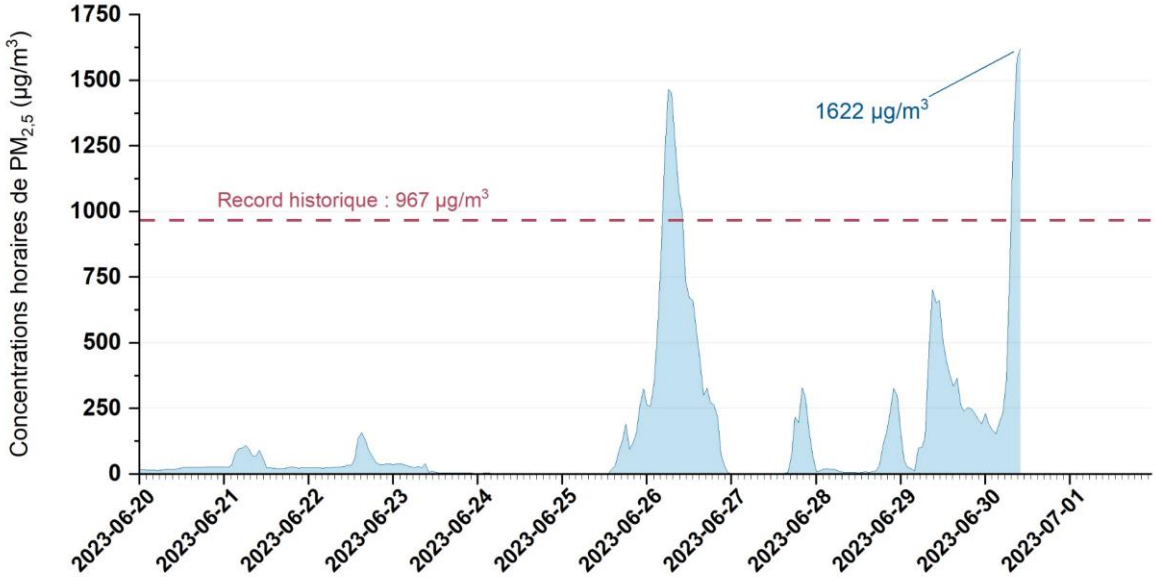


Figure 5.21 : Concentrations horaires à la station Radisson du 20 juin au 1er juillet 2023. Le record historique de concentration est indiqué en rouge et représenté par une ligne pointillée.

Mesurer l'influence des feux – Comparaison avec d'autres contaminants

Les feux de forêt de l'été 2023 ont entraîné une augmentation des concentrations de particules fines à toutes les stations du RSQAQ. Leur influence est clairement perceptible aux stations qui ont présenté des pics élevés de concentrations de $PM_{2,5}$. Toutefois, l'ampleur de cette influence peut être plus difficile à évaluer dans certains cas où l'effet de la fumée des feux de forêt était plutôt atténué. Divers facteurs, tels que la direction des vents et la proximité des incendies, expliquent pourquoi les régions n'ont pas toutes été touchées de la même manière. Il est cependant possible d'évaluer l'ampleur de l'impact des feux de forêt sur les concentrations de particules fines de plusieurs façons.

Premièrement, comme les sources de $PM_{2,5}$ sont multiples, il est utile de comparer d'abord ces concentrations avec celles du carbone noir issu de la combustion de la biomasse (BC_{bb}) pour confirmer leur origine. Comme le montre la Figure 5.22, il existe une bonne corrélation entre les concentrations horaires de $PM_{2,5}$ et de BC_{bb} à la station Montréal – Rivière-des-Prairies. Cela suggère que les $PM_{2,5}$ proviennent en grande partie de la combustion de la biomasse, donc des feux de forêt.

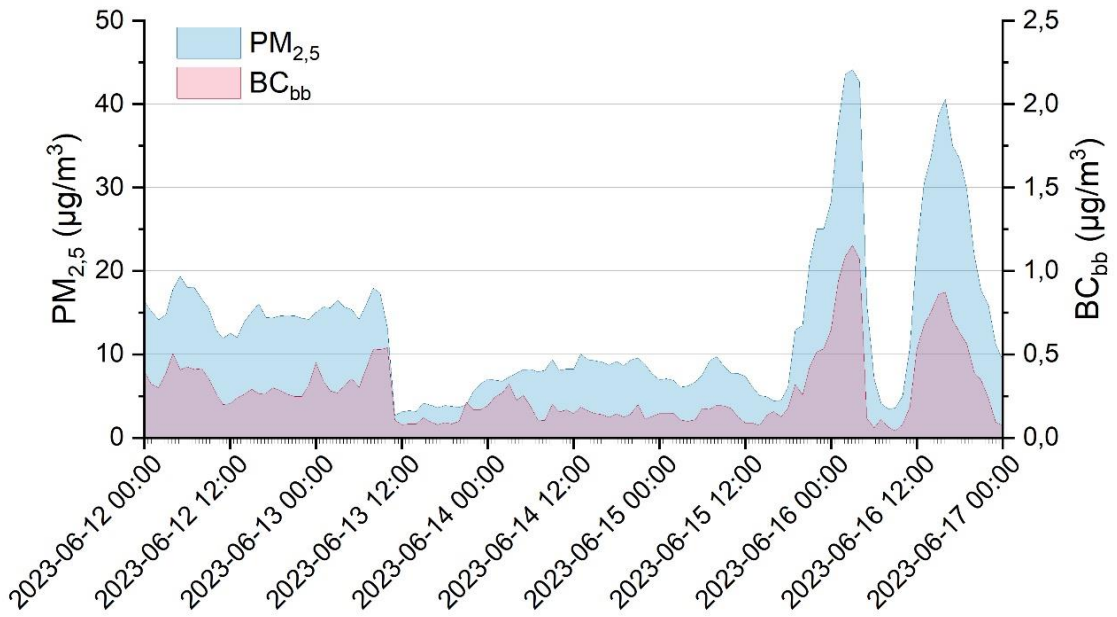


Figure 5.22 : Concentrations horaires de particules fines et de carbone noir provenant de la combustion de la biomasse à la station Montréal – Rivière-des-Prairies.

Mesurer l'influence des feux – Utilisation d'un modèle statistique

Pour évaluer efficacement l'influence des feux de forêt sur la qualité de l'air, il est nécessaire de distinguer ces feux d'autres sources de $PM_{2,5}$, telles que les feux extérieurs de plaisance (voir la section 5.4). À cette fin, un modèle statistique de régression gamma a été utilisé pour extrapoler (prédire) les concentrations quotidiennes de l'année 2023 à partir des données des années antérieures, selon un scénario fictif où il n'y aurait pas eu de feux de forêt. Les différentes composantes du modèle sont présentées plus en détail à l'annexe B1. Ce modèle repose sur l'ensemble des données historiques disponibles pour chaque station[17] et tient compte des variations saisonnières régulières. La différence entre les concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ mesurées et celles extrapolées par le modèle correspond ainsi à l'apport des feux de forêt et permet d'estimer leur impact. L'ensemble des résultats de cette analyse est présenté sous forme de graphiques à l'annexe B2 et sous forme de tableau à l'annexe B3, alors que la Figure 5.23 présente ceux de deux stations à titre d'exemple. Dans cette figure et celles des annexes B2 et B3, une valeur nulle indique que la concentration quotidienne mesurée de $PM_{2,5}$ correspond à la valeur attendue selon les années précédentes. Une valeur positive indique une concentration quotidienne supérieure à celle attendue, tandis qu'une valeur négative indique une concentration inférieure à celle attendue par le modèle statistique.

[17] Seules les données fournies par les appareils T640 ont été utilisées par souci d'homogénéité des données.

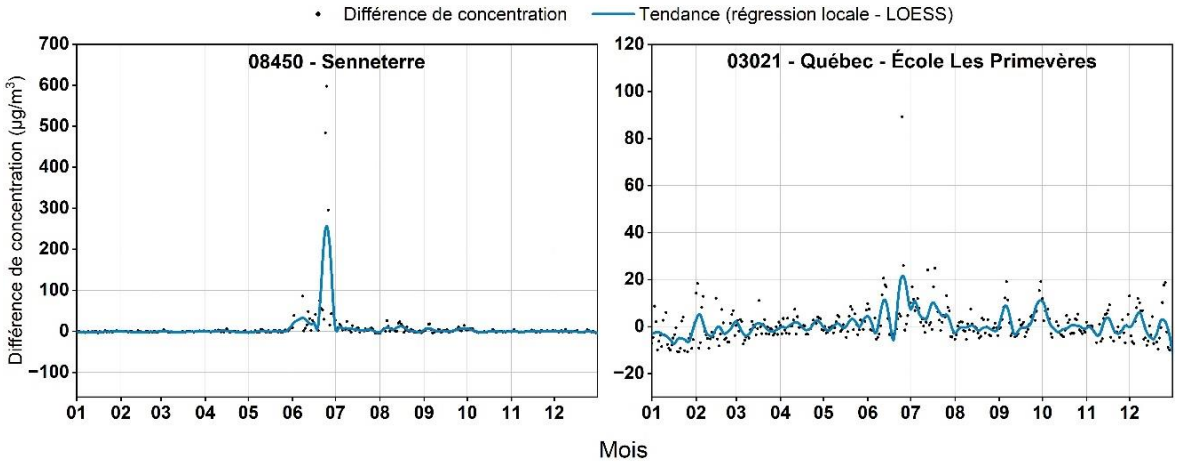


Figure 5.23 : Différence entre les moyennes quotidiennes de $PM_{2,5}$ mesurées en 2023 et celles prédites à l'aide d'un modèle de régression gamma, aux stations 08450 – Senneterre et 03021 – Québec – École Les Primevères.

Les deux stations présentées à la Figure 5.23 ont été sélectionnées comme exemples en raison de leur vaste historique de données, qui améliore la fiabilité du modèle statistique. Elles offrent également un contraste géographique : la première (Senneterre) est située en région forestière et la seconde (Québec – École Les Primevères), en région urbaine. Les résultats obtenus montrent que les feux de forêt ont exercé une influence plus marquée et localisée à la station Senneterre, située plus au nord. Hors de la saison estivale, les concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées à cette station correspondent aux attentes basées sur les tendances historiques. À la station Québec – École Les Primevères, les feux de forêt ont eu un effet plus diffus et continu pendant l'été 2023, avec un impact plus prononcé entre la fin juin et le début juillet.

Dans les cas comme celui de la station Québec – École Les Primevères, où les concentrations de $PM_{2,5}$ ont augmenté graduellement au cours de l'été 2023, il peut être pertinent de déterminer le moment où l'influence des feux de forêt a commencé à affecter de manière significative la qualité de l'air ambiant. Pour cela, le test statistique de Pettitt a été appliqué afin de détecter une rupture dans la série temporelle (un saut) des écarts entre les concentrations quotidiennes mesurées et extrapolées par le modèle[18]. Lorsqu'une rupture est détectée, les résultats de ce test (voir l'annexe B4) situent le moment le plus probable de l'apparition de celle-ci (c'est-à-dire la date la plus susceptible d'être associée à cette rupture). Cette dernière est vraisemblablement attribuable à la présence de feux de forêt compte tenu de la période d'applicabilité de ce test. Ainsi, on observe une détérioration statistiquement significative de la qualité de l'air ambiant dès la fin du mois de mai pour la majorité des stations. Toutefois, aux stations Auclair, Québec – École Les Primevères, Lévis – Parc Georges Maranda et Drummondville – Stade Jacques-Desautels, cette influence a plutôt commencé à se faire sentir vers la fin du mois de juin.

La Figure 5.24 présente les résultats du test de Pettitt aux stations Senneterre et Québec – École Les Primevères en guise d'exemple. À la station Senneterre, les feux de forêt ont exercé une influence statistiquement significative et la rupture s'est probablement produite dès le 27 mai, soit environ un mois avant la station Québec – École Les Primevères, où une rupture est plutôt détectée

[18] Le test de Pettitt a été réalisé à l'aide de la version 1.1 du module pyHomogeneity (Python).

le 22 juin. De plus, la station Senneterre présente un écart moyen plus élevé entre les concentrations mesurées et prédites de $PM_{2,5}$ après la date de rupture (37,24 µg/m³) que Québec – École Les Primevères (8,29 µg/m³).

Ainsi, l'utilisation conjointe du modèle de régression et du test de Pettitt permet de conclure que les stations Senneterre et Québec – École Les Primevères ont subi toutes deux une dégradation de la qualité de l'air, sous l'influence des feux de forêt et de manière statistiquement significative. On observe également qu'à la station Senneterre cette dégradation est survenue plus tôt et de façon plus marquée qu'à la station Québec – École Les Primevères.

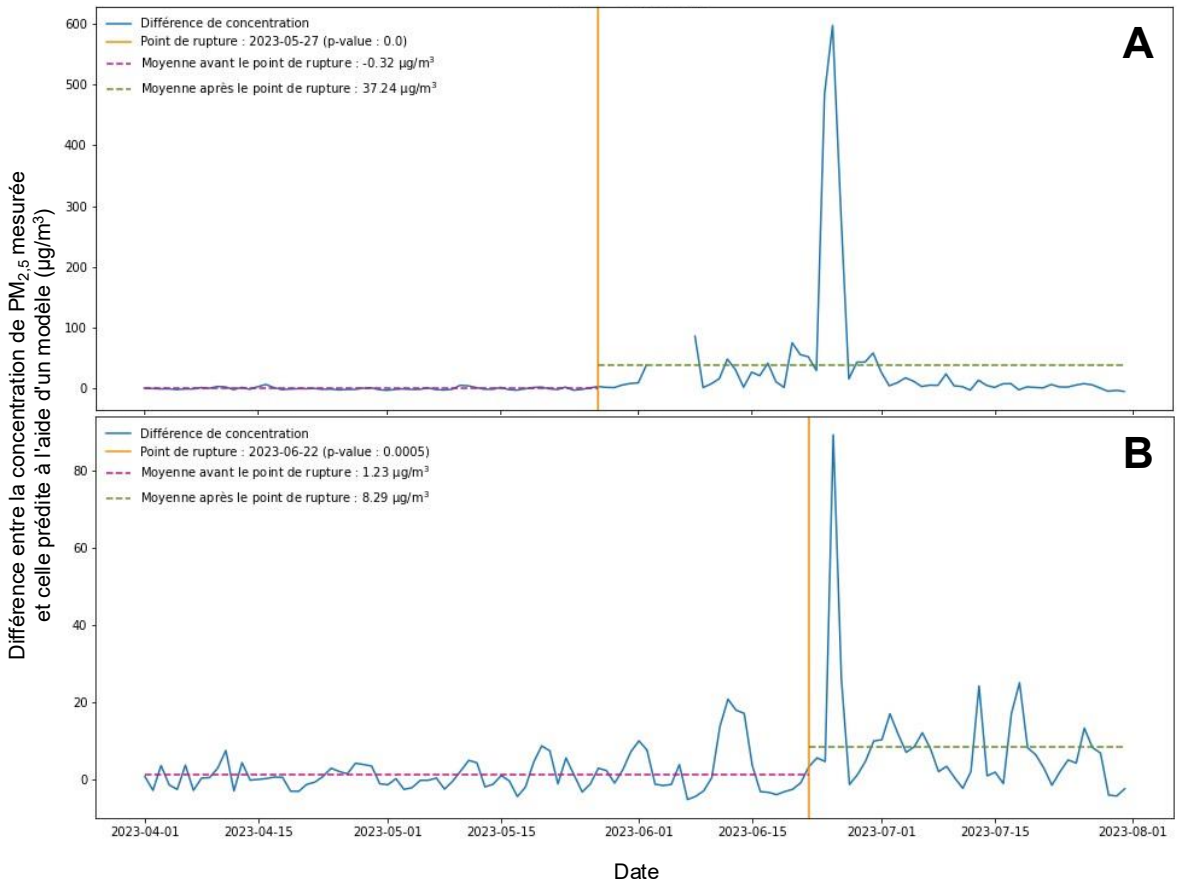


Figure 5.24: Résultats du test statistique de Pettitt pour les stations (A) Senneterre et (B) Québec – École Les Primevères. Le point de rupture correspond à la date où les feux de forêt ont commencé à exercer une influence significative sur la qualité de l'air à cette station.

5.4. Feux extérieurs

Les feux de plaisance à ciel ouvert influencent également la qualité de l'air, bien que cette influence soit moindre que celle des feux de forêt et du chauffage au bois (MELCCFP, 2024h, 2023b). Les feux de plaisance à ciel ouvert émettent des particules fines, principalement sous forme de carbone noir, et leur impact est surtout perceptible en saison estivale, à proximité des secteurs résidentiels.

Distinction de l'influence des feux extérieurs de celle des feux de forêt

Puisqu'ils émettent sensiblement les mêmes types de contaminants, il est complexe de distinguer les effets des feux de plaisance de ceux des feux de forêt. Les émissions de contaminants liées aux feux de plaisance se distinguent toutefois par leur composante cyclique, puisque les feux sont généralement allumés en soirée, après le coucher du soleil. Pour cette raison, les concentrations de carbone noir issu de la combustion de biomasse (bois) présentent des pointes plus élevées en soirée (Figure 5.25). Les concentrations tendent par la suite à diminuer lentement pendant la nuit, ce qui semble correspondre à des émissions en provenance de fumée résiduelle lors de l'éteinte graduelle des feux. En juin et juillet 2023, cette tendance journalière, bien que perceptible, a été légèrement atténuée en raison de l'influence des feux de forêt. Elle est toutefois nettement plus perceptible en septembre et en octobre.

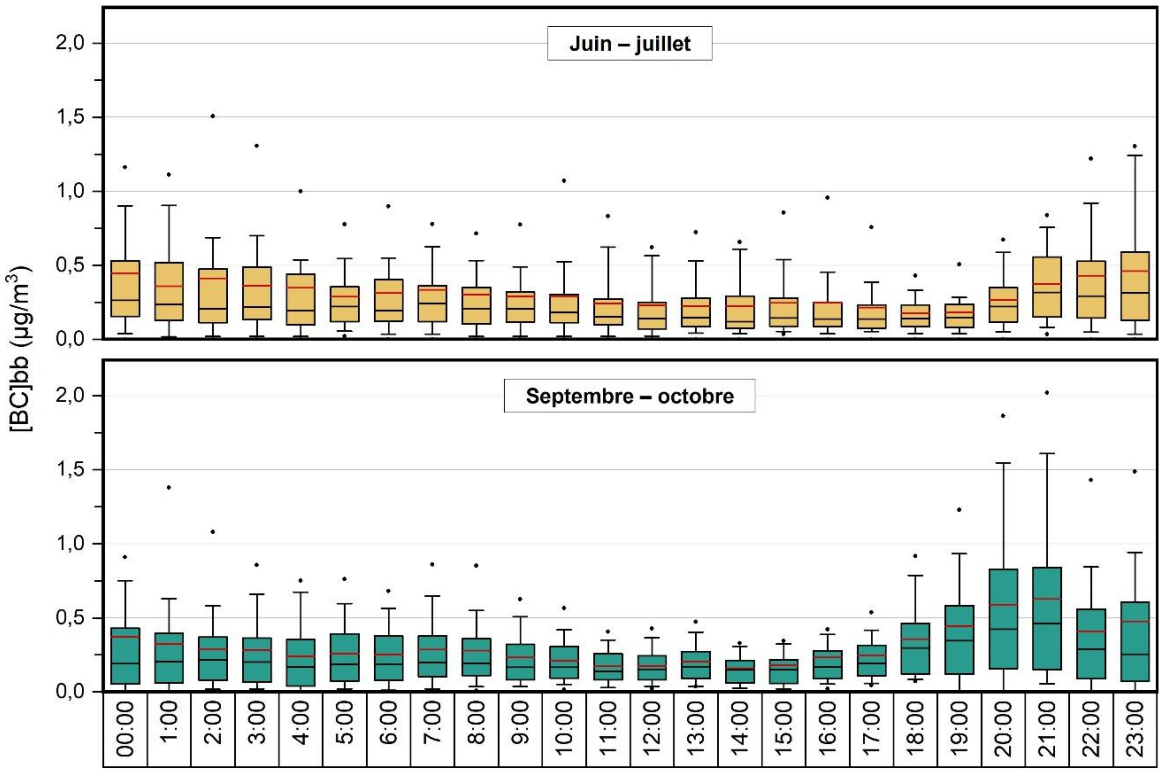


Figure 5.25 : Concentrations horaires de carbone noir issu de la combustion de biomasse durant la période de forte influence des feux de forêt (juin-juillet) et après cette période (septembre-octobre), à la station Terrebonne – Parc Vaillant en 2023.

Distinction de l'influence des feux extérieurs de celle du trafic routier

Comme l'illustre la Figure 5.26, l'augmentation de concentration en soirée est typique du BC issu de la combustion de biomasse. Le BC_{ff}, qui provient de la combustion de carburant fossile, demeure quant à lui relativement stable tout au long de la journée, à l'exception d'une légère augmentation à l'heure de pointe du matin, attribuable à une hausse de la densité du trafic routier. Les concentrations plus faibles de BC_{ff} à l'heure de pointe en fin de journée pourraient s'expliquer par des vents plus forts en après-midi qui favorisent la dispersion des contaminants ou encore par une densité de trafic davantage répartie dans le temps. La pointe de concentration de particules fines en fin de journée semble ainsi en grande partie attribuable aux feux de plaisance à ciel ouvert allumés dans les cours arrière des résidences.

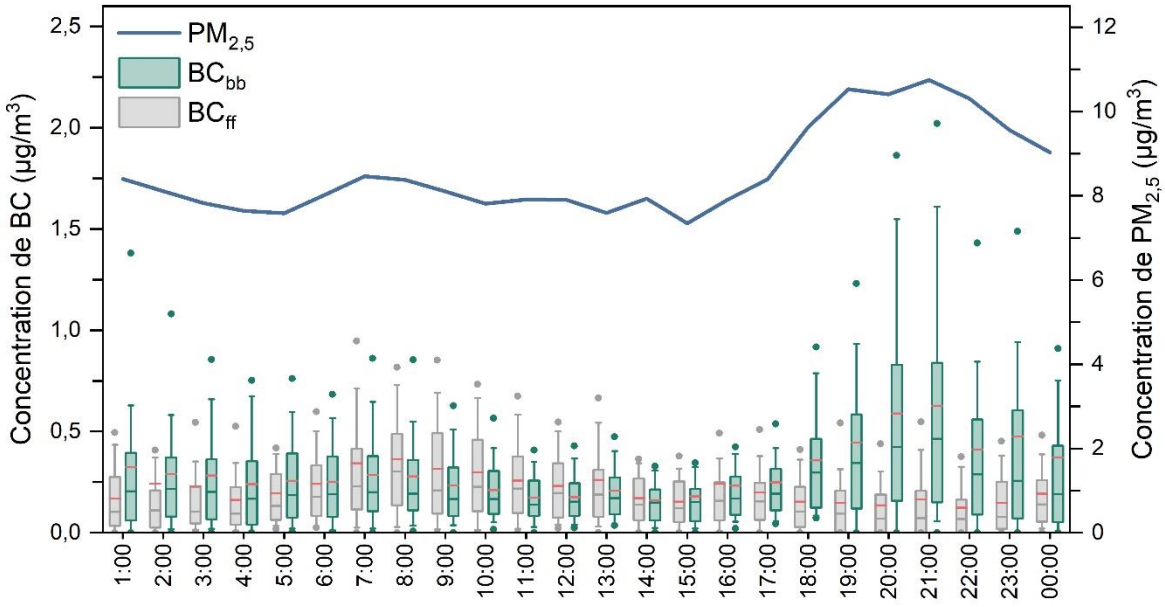


Figure 5.26 : Concentrations horaires de carbone noir issu de la combustion de biomasse (BC_{bb}) et de la combustion de carburant fossile (BC_{ff}), et concentration horaire moyenne de $PM_{2,5}$ à l'automne (sept.-oct.) à la station Terrebonne – Parc Vaillant en 2023.

Variations horaires de l'influence des feux extérieurs

L'augmentation des concentrations de carbone noir issu de la combustion de la biomasse est perceptible en soirée à plusieurs stations situées près de secteurs résidentiels, bien que l'ampleur de cette augmentation varie selon les stations. Comme l'illustre la Figure 5.27, les concentrations de BC_{bb} présentent généralement une hausse marquée à partir d'environ 17 h pendant l'hiver (janvier et février), suivie d'une diminution graduelle pendant la nuit, puis d'une nouvelle augmentation en début de matinée. Ces fluctuations de carbone noir sont typiquement attribuables au chauffage au bois résidentiel pendant les mois plus froids, dont l'influence sur la qualité de l'air est plus marquée en soirée, lorsque les citoyens sont présents à leur foyer (MELCCFP, 2024h, 2023b). L'augmentation de BC_{bb} en fin de journée est la plus forte à la station Terrebonne – Parc Vaillant, située au cœur d'un secteur résidentiel unifamilial très dense.

À l'automne (septembre et octobre), une augmentation des concentrations de carbone noir issu de la combustion de la biomasse est également observée en soirée, bien que dans une moindre mesure. Cette augmentation semble quant à elle attribuable aux feux extérieurs allumés dans les cours extérieures de résidences. Il est à noter que pour illustrer ce phénomène, les données de septembre et d'octobre ont été préférées à celles des mois précédents, puisqu'elles sont représentatives d'une période où la présence de feux de plaisance extérieurs est suspectée, tout en étant minimalement influencées par les feux de forêt.

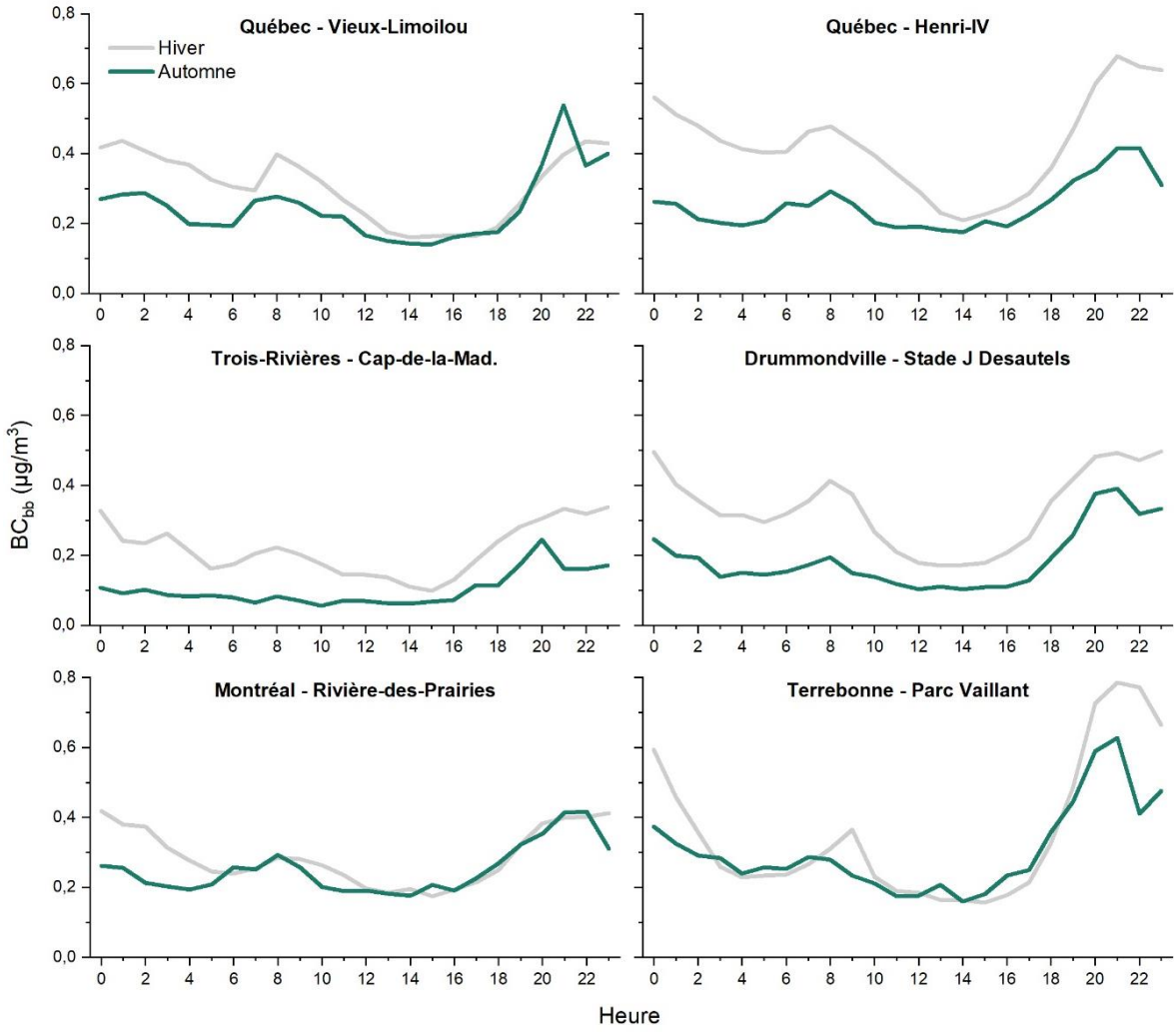


Figure 5.27 : Concentrations moyennes de BC_{bb} à chaque heure de la journée durant l'hiver (janvier et février) et l'automne (septembre et octobre) en 2023.

Bien que les feux de plaisance à ciel ouvert engendrent des variations de BC_{bb} semblables à celles attribuables au chauffage au bois, ils se distinguent d'autres émetteurs de particules fines par le fait qu'ils ont lieu majoritairement la fin de semaine. Les concentrations moyennes de BC_{bb} sont plus élevées la fin de semaine que la semaine pendant l'automne (Figure 5.28), alors que cette tendance n'est pas observée à l'hiver. Ainsi, contrairement au chauffage au bois qui exerce généralement une influence sur la qualité de l'air chaque jour, l'influence des feux de plaisance est plus marquée la fin de semaine, soulignant l'aspect récréatif de cette pratique.

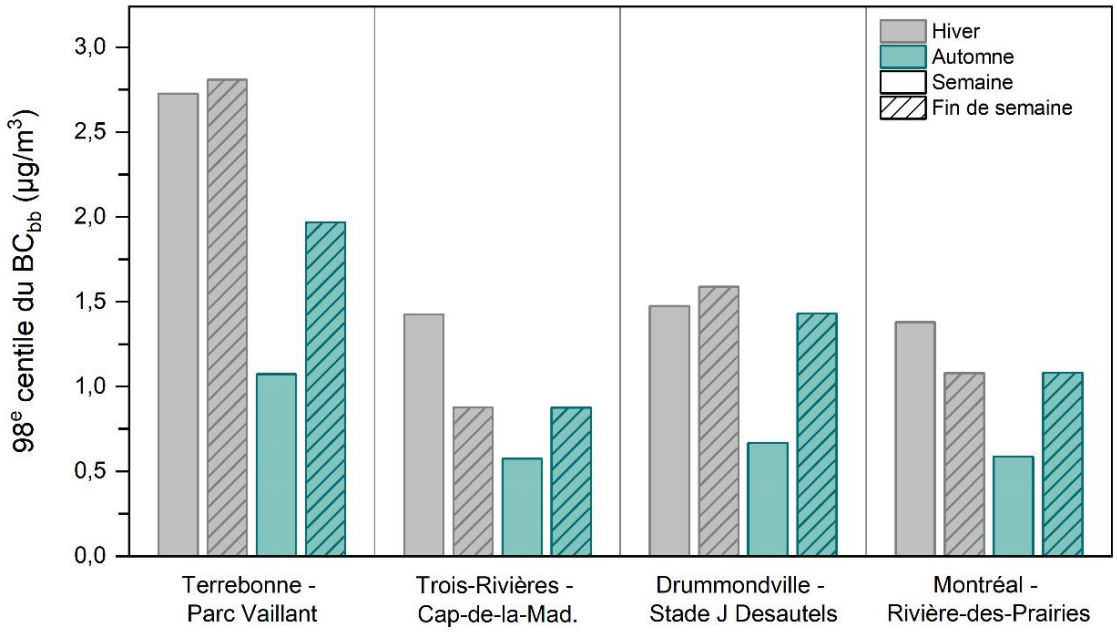


Figure 5.28 : Pointes de concentration (98e centile des concentrations horaires) de BC_{bb} la semaine (lundi au jeudi) et la fin de semaine (vendredi au dimanche), à l'hiver (janvier-février) et à l'automne (septembre-octobre).

Conclusion

Ce huitième bilan annuel de la qualité de l'air au Québec fait état des concentrations des contaminants mesurés le plus couramment au Québec. Il confirme que la qualité de l'air y est généralement bonne et que les normes sont habituellement respectées.

Alors que l'année 2022 n'a connu aucun événement notable de contamination de l'air, l'été 2023 a été marqué par une quantité exceptionnelle de feux de forêt d'envergure. Ceux-ci ont engendré une détérioration de l'air ambiant généralisée à travers le territoire du Québec. Cette influence a pris la forme d'une forte augmentation des concentrations de particules fines à l'ensemble des stations de mesure de la qualité de l'air. Bien que la fumée des incendies ait provoqué des dépassements de la norme relative aux $PM_{2,5}$ dans tout le réseau, c'est l'ampleur des concentrations mesurées qui a été marquante, puisque ces valeurs ont largement dépassé les records historiques. Cette situation sans précédent montre l'importance de l'influence des feux de forêt sur la qualité de l'air, même lorsque ceux-ci sévissent à des milliers de kilomètres. L'influence des feux de forêt sur la qualité de l'air par rapport aux autres sources d'émission de $PM_{2,5}$ peut être évaluée à l'aide de modèles statistiques. Il est alors possible d'isoler l'influence des feux de forêt pour mieux en mesurer la contribution.

D'autres sources de contamination influencent les concentrations de $PM_{2,5}$. L'étude des données sur le carbone noir issu de la combustion de la biomasse démontre que les feux de plaisance allumés à ciel ouvert dans les cours extérieures de quartiers résidentiels contribuent à la hausse des concentrations de $PM_{2,5}$. Cet effet sur la qualité de l'air se distingue de celui du chauffage au bois par sa composante hebdomadaire cyclique, puisque ces feux sont plus fréquents le vendredi et les jours de fin de semaine.

De manière générale, les stations situées à proximité d'axes routiers importants enregistrent des niveaux de concentration de contaminants associés au transport routier, comme le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, le carbone noir, les particules ultrafines et les métaux, parmi les plus élevés au Québec. Ces stations mesurent également plusieurs dépassements de la norme relative aux particules en suspension totales à l'hiver et au printemps, possiblement en raison de la remise en suspension de poussières liée à l'épandage de sels et d'abrasif sur les routes. D'autre part, les stations de mesure situées à proximité d'activités industrielles mesurent des concentrations de dioxyde de soufre moyennes jusqu'à 39 fois plus élevées que ce qui est mesuré dans les milieux urbains non influencés par ce secteur. Bien que moins influencées par les contaminants liés au transport et à l'industrie, les stations rurales et forestières enregistrent les concentrations les plus élevées d'ozone troposphérique, un contaminant secondaire dont la formation est complexe.

Références bibliographiques

BALDAUF, R.W., DEVLIN, R.B., GEHR, P., GIANNELLI, R., HASSETT-SIPPLE, B., JUNG, H., MARTINI, G., MCDONALD, J., SACKS, J.D., WALKER, K. (2016). « Ultrafine Particle Metrics and Research Considerations: Review of the 2015 UFP Workshop », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 13(11). doi : 10.3390/ijerph13111054.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME) (2024a). *L'Air au* Canada. [En ligne]. [https://ccme.ca/fr/qualite-de-lair].

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME) (2024b). *Current activities - Air*. [En ligne]. [https://ccme.ca/en/current-activities/air].

CENTRE INTERSERVICES FEUX DE FORÊT DU CANADA (CIFFC) (2024). *Canada report - 2023 fire season*. 31 p. [En ligne]. [https://ciffc.ca/sites/default/files/2024-03/03.07.24_CIFFC_2023CanadaReport%20%281%29.pdf].

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (CNESST) (2024). *Répertoire toxicologique – Numéro CAS : 7783-06-4*. [En ligne]. [https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=4143].

COUTURE, Y. (2008). *Guide d'estimation de la concentration de dioxyde d'azote (NO2) dans l'air ambiant lors de l'application des modèles de dispersion atmosphérique*, Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 7 p. [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Guide-azote-Aout2008.pdf].

DE JESUS, A.L. et al. (2019). « Ultrafine particles and PM2.5 in the air of cities around the world: Are they representative of each other? », *Environment International*, vol. 129, p. 118-135. doi : 10.1016/j.envint.2019.05.021.

DUCE, R.A. et N.W. TINDALE (1991). « Atmospheric transport of iron and its deposition in the ocean », *Limnology and Oceanography*, vol. 36(8), p. 1715-1726. doi: 10.4319/lo.1991.36.8.1715.

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC) (2024). *Qualité de l'air*, Gouvernement du Canada. [En ligne]. [www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/qualite-air.html].

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC) (2019a). *Ébauche d'évaluation préalable - Le cuivre et ses composés*, Gouvernement du Canada. [En ligne]. [https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/ebauche-evaluation-prealable-cuivre-composes.html].

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC) (2019b). *Ébauche d'évaluation préalable - Le zinc et ses composés*, Gouvernement du Canada. [En ligne]. [https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/ebauche-evaluation-prealable-zinc-composes.html].

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC) (2018*). Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air : Rapport d'étape 2016 : Section* 2, Gouvernement du Canada. [En ligne]. [www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/publications/qualite-air-canada-etats-unis-rapport-2016/chapitre-2.html].

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (ECCC) (2015). *Smog hivernal*, Gouvernement du Canada. [En ligne]. [https://www.canada.ca/fr/environnement-

changement-climatique/services/pollution-atmospherique/enjeux/smog-causes-effets/hivernal.html].

GAD, S.C. (2014). « Barium », *Encyclopedia of Toxicology (3e éd.)*, p. 368-370.

GILLETTE, D.A., STENSLAND, G.J., WILLIAMS, A.L., BARNARD, W., GATZ, D., SINCLAIR, P.C., JOHNSON, T.C. (1992). « Emissions of alkaline elements calcium, magnesium, potassium, and sodium from open sources in the contiguous United States », *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 6(4), p. 437–457. doi : 10.1029/91GB02965.

GROUPE DE TRAVAIL SUR LES CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES (2023). *Rapport sur le portrait de la qualité de l'air du secteur Limoilou-Basse-Ville, propositions de mesures d'atténuation et recommandations,* Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air.htm].

HEALY, R. M., U. SOFOWOTE, Y. SU, J. DEBOSZ, M. NOBLE, C. H. JEONG, J. M. WANG, N. HILKER, G. J. EVANS, G. DOERKSEN, K. JONES et A. MUNOZ (2017). « Ambient measurements and source apportionment of fossil fuel and biomass burning black carbon in Ontario », *Atmospheric Environment*, vol. 161, p. 34-47. doi : 10.1016/j.atmosenv.2017.04.034.

IARC (2012). *Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts*, International Agency for Research on Cancer - World Health Organization. [En ligne]. [https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Arsenic-Metals-Fibres-And-Dusts-2012].

INERIS (2024). *Zinc - CAS 7440-66-6,* Institut national de l'environnement industriel et des risques. [En ligne]. [https://substances.ineris.fr/substance/7440-66-6].

Jandacka, D., DURCANSKA, D., BUJDOS, M. (2017). « The contribution of road traffic to particulate matter and metals in air pollution in the vicinity of an urban road *», Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 50, p. 397-408. doi : 10.1016/j.trd.2016.11.024.

KÜNZLI, N., PEREZ, L. et RAPP. R. (2010). *Qualité de l'air et santé*, Suisse : European Respiratory Society, Swiss Tropical and Public Health Institute, 68 p. [En ligne]. [www.aefu.ch/fileadmin/user_upload/aefu-data/b_documents/themen/luft/air_-_qualite_et_sante.pdf].

LEBEL, G., BUSQUE, D., THERRIEN, M., WALSH, P., PARADIS, J., BRAULT, M.-P., CANUEL, M. (2012). *Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009*. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). [En ligne]. [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1432_bilanqualiteairqcliensante1975-2009.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2025). *Bilan de la qualité de l'air au Québec 2022*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/bilan/qualite-air-quebec-2022.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2025b). *Revue de la qualité de l'air au Québec 2023*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/revue-qualite-air/revue-qualite-air-2023.pdf]

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024a). *Influence des feux de forêt de l'été 2023 sur la qualité de l'air au Québec*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/feux-foret/feu-foret-qualite-air-2023.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024b). *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA), Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://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) (2024c). *Air - Info-smog*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/prevision-qualite.htm].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024d). *Indice de la qualité de l'air*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.iqa.environnement.gouv.qc.ca/contenu/index.asp].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024e). *Smog: Portrait statistique*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/portrait/index.htm].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024f). *Inventaire québécois des émissions des principaux contaminants atmosphériques en 2022 et leur évolution depuis 1990*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/inventaire/inventaire-contaminants-2022.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024g). *Caractéristiques du smog au Québec*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/caracteristiques-smog.htm].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2024h). *Bilan de la qualité de l'air au Québec 2021*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/bilan/qualite-air-quebec-2021.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023a). *Rapport d'avancement 2023 par rapport aux normes canadiennes de qualité de l'air ambiant*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air/normes-canadiennes/rapport2023.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023b). *Bilan de la qualité de l'air au Québec 2020,* Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/bilan/qualite-air-quebec-2020.pdf].

MÉSZÁROS, E. (1966). « On the origin and composition of atmospheric calcium compounds », *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, vol. 18, 262–265. doi : 10.1111/j.2153-3490.1966.tb00235.x.

MORAWSKA, L., RISTOVSKI, Z., JAYARATNE, E.R., KEOGH, D.U., LING, X. (2008). « Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions: Characteristics, ambient processing and implications on human exposure », *Atmospheric Environment*, vol. 42(35), p.67. doi : https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.07.050.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – EARTH OBSERVATORY (NASA Earth Observatory) (2010). *Aerosols: Tiny Particles, Big Impact*. [En ligne]. [https://earthobservatory.nasa.gov/features/Aerosols].

NRIAGU, J.O. (1989a). « A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals », *Nature*, vol. 338, p. 47–49. doi : 10.1038/338047a0.

NRIAGU, J.O. (1989b). « Natural Versus Anthropogenic Emissions of Trace Metals to the Atmosphere », dans PACYNA, J.M., OTTAR, B. (Eds.), *Control and Fate of Atmospheric Trace Metals,* Springer Netherlands, Dordrecht, p. 3-13. doi : 10.1007/978-94-009-2315-7_1.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (2022). *Ambient (outdoor) air pollution,* Organisation Mondiale de la Santé. [En ligne]. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health].

RAMASWAMY, V. et al. (2001). « Radiative Forcing of Climate Change », dans Climate Change 2001: *The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, chap. 6, p. 349-416. [En ligne]. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf].

SANDRADEWI, J., A. S. H. PRÉVÔT, S. SZIDAT, N. PERRON, M. R. ALFARRA, V. A. LANZ, E. WEINGARTNER et U. BALTENSPERGER (2008). « Using Aerosol Light Absorption Measurements for the Quantitative Determination of Wood Burning and Traffic Emission Contributions to Particulate Matter », *Environ. Sci. Technol*. vol. 42, p. 3316–3323. doi : 10.1021/es702253m.

SANTÉ CANADA (2013). *Rapport final sur l'état des connaissances scientifiques concernant les effets du plomb sur la santé humaine*. [En ligne]. [https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/contaminants/dhhssrl-rpecscepsh/dhhssrl-rpecscepsh-fra.pdf].

SOLOMON, P. A. (*2012). «* An overview of ultrafine particles in ambient air ». *EM: Air and Waste Management Association's Magazine for Environmental Managers.* p. 18-27. [En ligne]. [https://cfpub.epa.gov/si/si_public_file_download.cfm?p_download_id=507799&Lab=NERL]

Thorpe, A., HARRISON, R.M. (2008). « Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: A review *», Science of The Total Environment*, vol. 400, p. 270-282. doi : 10.1016/j.scitotenv.2008.06.007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024a). *Particle Pollution Exposure*, United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://www.epa.gov/pmcourse/particle-pollution-exposure].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024b). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM),* United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024c). *Integrated Risk Information System - Cadmium. U.S*, Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://iris.epa.gov/ChemicalLanding/&substance_nmbr=141].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024d). *Basic Information about NO2,* United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024e). *Sulfur Dioxide Basics*, United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024f). *Basic Information about Carbon Monoxide (CO) Outdoor Air Pollution,* United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2024g). *40 CFR Part 50 – National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards*, United States Environmental Protection Agency - Subchapter C - AIR PROGRAMS (36 FR 22384). [En ligne]. [https://www.ecfr.gov/current/title-40/part-50].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2023). *Ecosystem Effects of Ozone Pollution. United States Environmental Protection Agency,* [En ligne]. [https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ecosystem-effects-ozone-pollution].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2011). *Black carbon research and future strategies,* U.S. Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-12/documents/black-carbon-fact-sheet_0.pdf].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2003). *Toxicological review of hydrogen sulfide,* U.S. Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://iris.epa.gov/static/pdfs/0061tr.pdf].

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (1984). *Health Assessment Document for Manganese,* United States Environmental Protection Agency. [En ligne]. [https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/30001APG.PDF?Dockey=30001APG.pdf].

VILLE DE MONTRÉAL (2024a). *RSQA - Bilans annuels de la qualité de l'air*, Ville de Montréal. [En ligne]. [https://donnees.montreal.ca/dataset/rsqa-bilans-annuels-qualite-air].

VILLE DE MONTRÉAL (2024b). *Qualité de l'air*, Ville de Montréal. [En ligne]. [https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair].

ZOTTER, P., H. HERICH, M. GYSEL, I. EL-HADDAD, Y. ZHANG, G. MOČNIK, C. HÜGLIN, U. BALTENSPERGER, S. SZIDAT et A. S. H. PRÉVÔT (2017). « *Evaluation of the absorption Ångström exponents for traffic and wood burning in the Aethalometer-based source apportionment using radiocarbon measurements of ambient aerosol* », *Atmos. Chem. Phys*., vol. 17(6), p. 4229- 4249. doi : 10.5194/acp-17-4229-2017.

Annexe A1. Répartition des stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec, par régions administratives – 2023

Station		Mesures en continu									Mesures en séquentiel				Latitude	Longitude	IQA[1]
Numéro	Nom	BC	CO	H_2S	NO	NO_2	O_3	$PM_{0,1}$	$PM_{2,5}$	SO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}	PST	Métaux			
01 Bas-Saint-Laurent																	
01810	Auclair						x		x				x		47,733522	-68,706991	x
02 Saguenay-Lac-Saint-Jean																	
02016	Saguenay - Parc Powell						x		x	x		x			48,433895	-71,184586	x
02022	Saguenay - UQAC						x		x						48,41638889	-71,0525	x
02202	Saguenay - La Baie												x		48,340227	-70,881237	
02610	Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca						x		x						48,8097229	-72,7388916	x
03 Capitale-Nationale																	
03006	Québec - Vieux-Limoilou	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	46,8211	-71,2208	x
03011	Québec - Bibl. Monique-Corriveau												x		46,769977	-71,29475	
03020	Québec - Parc Victorin-Beaucage												x		46,813524	-71,266546	
03021	Québec - École Les Primevères				x	x	x		x						46,77416667	-71,36972222	x
03028	Québec - Collège St-Charles-Garnier				x	x	x		x						46,79472222	-71,24638889	x
03039	Québec - Charlesbourg						x		x						46,8615	-71,2572	x
03052	Québec - Henri IV	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	46,781331	-71,308711	x
03093	Québec - Vitré											x	x	x	46,806029	-71,167506	
03200	Deschambault						x		x						46,682381	-71,965895	x
04 Mauricie																	
04021	Trois-Rivières - École MEES			x			x		x	x					46.357211	-72.54612	x
04048	Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine	x		x			x		x	x			x		46.3625	-72.51	x
04052	Trois-Rivières - Rés. Louis-Denoncourt												x	x	46.34	-72.54611111	
04130	Shawinigan - Saint-Marc						x		x						46.55444444	-72.73555556	x
04740	Charette						x		x						46.441525	-72.892414	x

[1] IQA : station utilisée pour le calcul de l'indice de la qualité de l'air

Station		Mesures en continu									Mesures en séquentiel				Latitude	Longitude	IQA[1]
Numéro	Nom	BC	CO	H_2S	NO	NO_2	O_3	$PM_{0,1}$	$PM_{2,5}$	SO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}	PST	Métaux			
05 Estrie																	
05019	Sherbrooke - Parc Sylvie Daigle						x		x				x		45,414361	-71,882694	
05100	Granby - Parc Poitevin						x		x						45,41863889	-72,73066667	
05211	Val-des-Sources - Bolduc												x		45,77511	-71,93746	
05810	La Patrie						x		x						45,373304	-71,250166	x
06 Montréal																	
06003	Montréal - Saint-Jean-Baptiste [2]			x	x	x	x		x	x		x	x	x	45,64083333	-73,49972222	x
06006	Montréal - Anjou [2]				x	x	x		x			x	x		45,60277778	-73,55833333	
06028	Montréal - Échangeur Décarie [2]		x		x	x	x		x						45,5025	-73,66388889	x
06030	Montréal - Caserne 17 [2]				x	x	x		x						45,593416	-73,637618	x
06031	Montréal - St-Dominique [2]		x		x	x	x		x	x					45,512217	-73,566938	x
06054	Montréal - Hochelaga-Maisonneuve [2]								x						45,53944444	-73,54083333	x
06055	Montréal - Rivière-des-Prairies [2]	x	x	x	x	x	x	x	x		x				45,65166667	-73,57333333	x
06066	Montréal - Aéroport de Montréal 1 [2]		x		x	x	x		x						45,46805556	-73,74111111	x
06081	Montréal - Saint-Joseph [2]				x	x	x		x	x		x	x	x	45,54277778	-73,57166667	x
06099	Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue [2]				x	x	x		x	x		x	x	x	45,426542	-73,928929	x
06103	Montréal - York/Roberval [2]				x	x	x		x			x			45,46455833	-73,58275	x
07 Outaouais																	
07002	Gatineau – Hull				x	x	x		x				x		45,43611111	-75,72333333	x
07400	Parc de la Gatineau - La-Pêche						x		x				x		45,6222229	-76,01777649	x
08 Abitibi-Témiscamingue																	
08007	Rouyn-Noranda – Carter											x	x	x	48.2485	-79.01125	
08008	Rouyn-Noranda - Des Lilas									x		x	x	x	48.266	-79.01641667	
08009	Rouyn-Noranda - Saguenay Sud											x	x	x	48.24814	-79.02748	
08042	Rouyn-Noranda - Parc Tremblay						x		x	x				x	48.234092	-78.982753	x
08044	Rouyn-Noranda - Mgr Rhéaume Est									x					48.235738	-79.019808	x
08045	Rouyn-Noranda - École Murdoch												x	x	48.246126	-79.013348	
08049	Rouyn-Noranda - Centre polymétier												x	x	48.24494	-79.023149	
08050	Rouyn-Noranda – Cégep											x	x	x	48,2291171851	-79.00616615	
08401	Témiscaming						x		x	x					46.721691	-79.099003	x
08450	Senneterre						x		x						48.4317	-77.1967	x

[1] IQA : station utilisée pour le calcul de l'indice de la qualité de l'air
[2] Réseau exploité par la Ville de Montréal

Station		Mesures en continu									Mesures en séquentiel				Latitude	Longitude	IQA[1]
Numéro	Nom	BC	CO	H_2S	NO	NO_2	O_3	$PM_{0,1}$	$PM_{2,5}$	SO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}	PST	Métaux			
10 Nord-du-Québec																	
10200	Radisson						x		x				x		53,692071	-77,741918	
12 Chaudière-Appalaches																	
03062	Lévis - Parc Georges Maranda				x	x	x		x	x					46.806029	-71.167506	x
03123	Thetford Mines - École Saint-Noël												x		46.10361111	-71.28666667	
03720	Notre-Dame-du-Rosaire						x		x				x		46.84916667	-70.45388889	x
03730	Saint-Hilaire-de-Dorset						x		x				x		45.82482	-70.85644	x
13 Laval																	
06205	Laval - Chomedey		x		x	x	x		x						45.5475	-73.748333	
14 Lanaudière																	
06300	Terrebonne - Parc Vaillant	x			x	x	x		x		x				45.704754	-73.657777	
06355	Joliette - Graymont												x	x	46.01111111	-73.45444444	
15 Laurentides																	
06329	Saint-Jérôme - Rés. Marie-Lucie												x		45.776125	-74.009531	
06501	Saint-Faustin-Lac-Carré						x		x				x		46.03499985	-74.48083496	
07200	Mont-St-Michel						x		x				x		46.7687	-75.4326	
16 Montérégie																	
06600	Longueuil				x	x	x		x						45.522068	-73.488099	
06603	Brossard - Parc Sorbonne				x	x	x		x	x					45.448663	-73.480819	
06620	Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie				x	x	x		x						45.29416667	-73.34888889	
06641	Saint-Simon						x		x				x		45.71554	-72.8404	
06678	Saint-Joseph-de-Sorel - École Martel									x					46.044796	-73.129868	
06804	Saint-Anicet		x		x	x	x		x	x	x	x			45.12055556	-74.28944444	
17 Centre-du-Québec																	
04203	Drummondville - Stade Jacques-Desautels	x					x		x				x		45.871301	-72.503182	
04504	Bécancour						x		x	x		x			46.348525	-72.432152	
04711	Saint-Zéphirin-de-Courval						x		x						46.042394	-72.660011	
04730	Tingwick						x		x						45.90583333	-71.94888889	
TOTAL	**67**	**6**	**8**	**4**	**21**	**21**	**51**	**2**	**50**	**18**	**6**	**14**	**33**	**15**			

[1] IQA : station utilisée pour le calcul de l'indice de la qualité de l'air

Annexe A2. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes des particules en suspension totales (PST), exprimées en microgramme par mètre cube (µg/m³) – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
01810 - Auclair	48	12,85	9,31	3	4	4	6	9	18,25	27	29,6	37,12	38,06	39
02202 - Saguenay - La Baie	46	28,61	13,85	6	9,75	13	20,25	25	37	49,5	54,75	60,1	60,55	61
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	57	47,44	22,60	6	15	17,2	33	52	59	78,6	84,4	97,92	101,2	104
03011 - Québec - Bibl. Monique-Corriveau	50	29,52	15,33	6	10,45	11	19	26,5	38,5	47,5	59,65	62,24	68,12	74
03020 - Québec - Parc Victorin-Beaucage	56	38,30	18,36	9	10,75	14,5	27	34,5	52,25	61	71	77,6	79,8	82
03052 - Québec - Henri IV	53	115,36	97,51	10	23	27,4	52	79	131	258,4	296,6	420,92	435,08	446
03093 - Québec - Vitré	56	43,88	23,47	2	12,25	16	23,5	44	59,5	79	86,25	90,6	92,8	95
03123 - Thetford Mines - École Saint-Noël	59	27,19	12,92	7	9	12	16	27	37	44,6	50,2	52,84	53,84	55
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	47	11,17	8,06	3	4	4	5	8	17	23,4	26	29,4	31,7	34
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	48	16,06	14,16	0,5	0,5	1,7	4	12	27,25	36,6	39,65	44,6	49,3	54
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine	59	40,44	23,28	5	7	12,4	22	39	56,5	70	83,7	90	93,78	99
04052 - Trois-Rivières - Rés. Louis-Denoncourt	58	38,55	24,59	10	11,85	14,4	21	34,5	52,75	66,1	74,3	76,86	110,54	155
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels	50	37,56	28,61	3	6,45	9,9	18	29,5	51,5	72,1	80,75	100,14	128,07	156
05019 - Sherbrooke - Parc Sylvie-Daigle	40	40,38	20,30	13	17,8	18,9	29,75	37,5	44,5	59,5	72,3	89,66	110,33	131
05211 - Val-des-Sources - Bolduc	55	34,71	16,43	4	9	10,4	25,5	37	46,5	54,6	59,7	66	66,46	67
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	49	36,21	20,38	8,86	9,736	12,894	19,63	32,8	49,22	59,784	73,672	81,7664	88,8032	95,84
06006 - Montréal - Anjou	43	55,54	28,27	16,69	20,42	23,77	31,50	49,87	75,24	102,00	107,33	109,74	113,79	117,84
06081 - Montréal - Saint-Joseph	54	38,10	19,19	10,11	11,87	14,42	22,83	35,91	52,04	62,70	70,32	83,68	84,76	85,37
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	51	21,79	12,69	4,5	6,85	7,87	14,41	19,38	25,49	36,05	37,71	57,13	64,89	72,65
06329 - Saint-Jérôme - Rés. Marie-Lucie	50	44,94	24,77	10	12	16,7	28,25	41	59,75	78,1	94,85	99,28	106,14	113
06355 - Joliette - Graymont	59	47,20	30,18	7	12	17	26,5	40	59,5	83,6	107,4	122,76	135,92	151
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	48	14,67	12,91	0,5	2	3	3,75	10,5	21	35	39,95	43,48	47,24	51
07002 - Gatineau - Hull	57	36,60	21,20	8	11,6	17,4	23	32	45	55,8	78	100	108,72	116
07200 - Mont-St-Michel	57	16,77	19,18	2	3,8	5	6	11	22	29	49,2	87,44	98,6	107
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	53	12,73	9,82	0,5	2,6	3	5	9	21	25,8	30	32,88	35,88	39
08007 - Rouyn-Noranda - Carter	32	30,02	24,64	0,5	2	3,1	8	24,5	41,75	70,1	78,8	81	81	81
08045 - Rouyn-Noranda - École Murdoch	94	22,46	25,07	0,5	0,5	0,5	2	17	32	49	68,05	76,94	99,62	161
08049 - Rouyn-Noranda - Centre polymétier	98	24,89	32,29	0,5	0,5	0,5	4	19,5	32,75	43,5	67,95	88,98	124,14	258
10200 - Radisson	49	18,23	41,10	0,5	0,7	1	2	4	22	46	60	125,52	191,76	258

Annexe A3. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes des particules respirables (PM_{10}), exprimées en µg/m³ – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	42	13,02	8,78	0	1,13	2,22	6,41	12,39	18,14	26,37	28,46	31,28	31,48	31,68
06081 - Montréal - Saint-Joseph	49	15,13	9,43	0,12	2,03	3,15	7,47	14,75	20,54	28,52	32,47	34,38	35,16	35,95
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	40	15,20	9,04	0	0,55	3,05	8,72	15,73	20,63	25,90	27,68	33,40	34,35	35,31
06006 - Montréal - Anjou	47	18,82	11,26	3,05	3,89	4,69	9,89	17,95	24,69	32,80	38,64	42,46	46,96	51,46
08007 - Rouyn-Noranda - Carter	42	20,11	21,45	0,5	0,5	0,5	2,25	16	29,75	37,9	46,6	66,16	91,58	117
03093 - Québec - Vitré	57	20,48	13,21	0,5	1,7	3	10	21	29	38,8	44,2	45	48,52	53
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	156	24,99	15,59	0,5	6	9	15	23	31,25	42	53	59,9	79,45	106
02016 - Saguenay - Parc Powell	30	27,93	21,11	6	6	6,9	13,25	24	39,75	54,3	66,55	78,34	86,17	94
04504 - Bécancour	44	30,18	16,73	6	6,15	7,3	18	28	42,25	53,4	57,85	61,14	61,57	62

Annexe A4. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires de particules fines ($PM_{2,5}$), exprimées en µg/m³ – 2023

Numéro - Nom de station[19]	n	Appareil de mesure	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
						5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
01810 - Auclair	8730	T640	5,53	6,86	0,09	1,07	1,52	2,57	3,81	6,04	10,36	14,48	23,55	34,17	115,39
02016 - Saguenay - Parc Powell	8711	T640	11,35	30,00	0,29	1,69	2,47	3,87	6,76	12,23	20,68	29,28	38,69	51,13	720,95
02022 - Saguenay - UQAC	8586	T640	9,04	29,57	0,22	1,41	2,19	3,48	5,25	8,33	14,77	22,01	32,89	47,44	725,35
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca	8608	T640	8,76	37,60	0,07	0,76	1,22	2,20	3,78	6,70	11,79	18,61	40,79	83,94	1123,78
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	7263	T640	9,27	8,32	0,45	2,69	3,25	4,39	7,07	11,41	17,78	22,89	29,32	35,66	158,41
03021 - Québec - École Les Primevères	8715	T640	10,08	9,82	0,28	2,31	3,08	4,41	7,15	12,48	20,70	26,74	34,76	41,46	179,69
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	8734	T640	7,91	7,77	0,33	2,10	2,68	3,63	5,72	9,78	15,54	20,30	26,66	31,98	169,93
03039 - Québec - Charlesbourg	8196	T640	8,37	8,90	0,30	1,83	2,50	3,62	5,81	10,46	16,72	22,04	30,08	38,58	182,57
03052 - Québec - Henri IV	8746	T640	9,84	8,88	0,34	2,69	3,30	4,49	7,29	12,44	19,37	24,24	32,07	38,64	172,16
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	8624	T640	7,80	7,60	0,38	2,13	2,75	3,76	5,72	9,49	14,91	19,49	26,68	30,91	165,98
03200 - Deschambault	8668	T640	7,21	9,26	0,13	1,36	1,89	3,33	5,12	8,46	13,75	19,39	25,44	30,80	205,76
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	8557	T640	5,96	6,15	0,03	1,24	1,77	2,90	4,28	7,08	11,47	15,16	21,37	26,11	93,64
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	8560	T640	6,21	7,17	0,08	1,20	1,77	2,96	4,35	7,23	11,80	16,18	24,45	32,20	144,67
04021 - Trois-Rivières - École MEES*	5923	T640	7,12	5,98	0,41	1,82	2,30	3,39	5,19	8,68	14,28	18,66	25,56	31,63	56,55
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	6239	T640	8,20	6,58	0,55	2,07	2,65	3,84	6,07	10,46	16,10	20,80	28,31	34,35	73,98
04130 - Shawinigan - Saint-Marc	8277	T640	8,49	12,88	0,19	1,83	2,43	3,71	5,93	9,65	15,45	20,79	31,39	43,68	264,24
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels	8740	T640	8,74	10,36	0,31	2,23	3,00	4,22	6,43	10,23	15,87	20,76	30,09	39,65	222,79
04504 - Bécancour*	5297	BAM	6,83	6,00	0,00	0,00	1,00	3,00	6,00	9,00	14,00	18,00	23,00	27,00	92,00
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	8650	T640	7,25	10,27	0,26	1,52	2,18	3,41	5,26	8,33	12,87	17,00	24,99	35,90	229,25
04730 - Tingwick	8670	T640	7,16	9,54	0,07	1,53	2,18	3,46	5,13	8,33	12,83	16,82	25,95	35,42	200,53
04740 - Charette	8707	T640	8,93	15,77	0,21	1,35	2,03	3,57	6,17	10,41	16,14	21,24	33,23	48,60	453,49
05019 - Sherbrooke - Parc Sylvie-Daigle	6646	T640	8,59	11,25	0,13	1,96	2,83	4,07	6,24	9,89	16,02	22,15	29,17	36,31	243,08
05100 - Granby - Parc Poitevin	8698	T640	9,02	10,58	0,15	2,39	3,23	4,43	6,58	10,45	16,21	22,67	31,41	39,05	229,08
05810 - La Patrie	8703	T640	6,71	9,74	0,02	0,99	1,73	3,18	4,73	7,52	12,34	17,02	26,59	39,60	260,46
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	8689	SHARP/T640[20]	8,69	12,62	0,00	1,90	2,43	3,75	6,19	10,11	15,73	20,75	31,62	44,66	282,94
06006 - Montréal - Anjou	8652	SHARP/T640[21]	8,72	10,86	0,23	1,62	2,21	3,63	6,35	10,70	16,91	21,40	30,03	41,82	334,08
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8655	SHARP/T640[21]	10,51	11,02	0,00	2,16	3,01	4,94	8,10	12,86	19,17	24,40	34,29	48,50	255,21
06030 - Montréal - Caserne 17	7664	SHARP/T640[21]	9,36	10,74	0,00	1,70	2,56	4,16	6,87	11,66	17,77	22,90	33,40	46,10	211,24
06031 - Montréal - St-Dominique	8709	SHARP/T640[21]	7,90	16,07	0,00	1,25	1,79	3,21	5,64	9,26	14,70	18,86	26,95	38,93	976,27
06054 - Montréal - Hochelaga-Maisonneuve	8733	T640	9,12	12,54	0,45	2,48	3,23	4,53	6,74	10,38	15,38	20,47	30,34	43,92	290,78

[19] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.
[20] Les appareils T640 ont remplacé les SHARP au cours de l'année 2023. Environ la moitié des données ont été mesurées à l'aide de l'appareil SHARP.
[21] Les appareils T640 ont remplacé les SHARP au cours de l'année 2023. La majorité des données ont été mesurées à l'aide de l'appareil SHARP.

(Suite) Annexe A4. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires de particules fines ($PM_{2,5}$), exprimées en µg/m³ – 2023

Numéro - Nom de station [22]	n	Appareil de mesure	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
						5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8548	SHARP/T640[23]	7,57	9,36	0,00	1,20	1,74	3,05	5,42	9,30	14,63	19,36	28,30	37,32	212,88
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	8554	SHARP/T640[23]	7,54	9,86	0,00	1,14	1,67	3,03	5,31	9,11	14,70	19,33	27,92	40,45	243,50
06081 - Montréal - Saint-Joseph	8584	SHARP	7,66	9,64	0,00	1,08	1,94	3,26	5,65	9,09	14,71	18,93	27,76	37,01	202,62
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	8645	SHARP/T640[23]	7,54	9,87	0,03	1,14	1,66	2,92	5,24	8,93	15,07	19,32	28,05	42,75	210,23
06103 - Montréal - York/Roberval	8603	T640	10,19	13,87	0,34	2,92	3,65	5,06	7,61	11,57	17,29	22,40	33,74	48,77	302,85
06205 - Laval - Chomedey	7854	T640	8,38	5,83	0,32	2,35	3,14	4,41	6,88	10,59	15,31	19,79	25,79	29,86	60,55
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	8693	T640	9,82	13,65	0,31	2,26	3,03	4,30	7,03	11,25	17,57	22,71	36,36	54,45	321,82
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	8370	T640	7,12	15,79	0,09	1,05	1,54	2,76	4,46	7,47	11,81	16,31	29,66	53,13	419,94
06600 - Longueuil	8749	T640	9,87	13,16	0,41	2,74	3,42	4,65	7,24	11,44	17,38	22,69	33,04	47,20	312,06
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	7758	T640	9,34	13,17	0,31	2,31	3,09	4,30	6,71	10,57	16,50	21,24	34,74	44,96	277,57
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	8070	T640	7,94	10,22	0,25	1,91	2,65	3,84	5,74	8,99	14,43	19,35	28,14	34,23	200,91
06641 - Saint-Simon*	5021	T640	8,22	11,83	0,22	2,14	2,80	3,78	5,67	8,97	14,18	19,63	32,11	46,63	196,38
06804 - Saint-Anicet	8549	T640	8,11	12,61	0,21	1,56	2,25	3,58	5,49	8,94	14,30	19,93	30,79	55,28	242,90
07002 - Gatineau - Hull	8729	T640	10,01	21,03	0,26	2,12	2,80	4,09	6,55	10,44	15,72	20,89	38,88	77,27	546,29
07200 - Mont-St-Michel	8444	T640	7,78	20,38	0,12	0,83	1,27	2,41	4,19	6,98	11,49	17,46	43,84	83,28	341,92
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	8032	T640	9,20	23,80	0,17	1,40	2,01	3,27	5,23	8,78	13,58	18,94	50,00	88,31	585,04
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	8447	T640	11,07	34,57	0,08	1,22	1,77	2,98	4,58	9,09	16,49	27,13	67,57	127,23	907,37
08401 - Témiscaming	8715	T640	13,37	27,71	0,04	1,57	2,40	3,83	7,06	13,67	25,36	40,30	76,00	99,32	573,37
08450 - Senneterre	8635	T640	11,57	51,12	0,11	0,92	1,31	2,25	3,87	7,62	13,72	28,46	67,53	127,39	948,20
10200 - Radisson	7825	T640	17,46	90,74	0,04	0,73	1,11	1,88	2,87	4,43	12,39	40,39	189,48	411,53	1621,68

[22] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.
[23] Les appareils T640 ont remplacé les SHARP au cours de l'année 2023. La majorité des données ont été mesurées à l'aide de l'appareil SHARP.

Annexe A5. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes de particules fines ($PM_{2,5}$), exprimées en µg/m³ – 2023

Numéro - Nom de station [24]	n	Appareil de mesure	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
						5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
01810 - Auclair	365	T640	5,53	5,93	0,74	1,68	2,12	2,72	3,74	5,92	9,96	14,35	19,93	30,67	58,37
02016 - Saguenay - Parc Powell	361	T640	11,38	25,75	1,16	2,74	3,23	4,83	8,03	12,19	18,35	22,73	33,64	50,39	455,88
02022 - Saguenay - UQAC	358	T640	9,03	25,34	0,83	2,40	2,91	3,99	5,44	8,65	14,03	20,48	29,52	47,45	449,93
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca	356	T640	8,77	30,57	0,29	1,21	1,47	2,47	4,06	6,41	11,67	17,61	42,96	79,46	442,60
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	303	T640	9,27	6,74	2,13	3,63	4,07	5,39	7,57	10,97	16,38	20,02	25,94	28,34	81,55
03021 - Québec - École Les Primevères	362	T640	10,12	7,77	1,34	3,37	4,03	5,30	8,17	12,10	18,71	23,60	28,35	32,71	97,48
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	364	T640	7,90	6,42	1,73	2,82	3,32	4,23	6,16	9,45	13,92	18,74	23,46	26,59	85,66
03039 - Québec - Charlesbourg	332	T640	8,40	7,20	1,43	2,72	3,43	4,38	6,42	10,22	15,23	20,09	24,42	30,15	93,37
03052 - Québec - Henri IV	365	T640	9,83	7,11	2,32	3,57	4,00	5,32	8,22	11,64	17,42	21,67	27,62	29,83	91,55
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	359	T640	7,79	6,21	1,67	2,94	3,46	4,32	6,12	9,28	13,88	17,97	23,41	26,25	82,00
03200 - Deschambault	361	T640	7,19	8,08	0,81	2,10	2,66	3,61	5,44	8,12	13,16	16,48	22,26	25,49	127,49
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	354	T640	5,94	5,02	0,85	1,80	2,35	3,13	4,53	7,03	11,02	13,74	20,03	24,12	54,02
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	354	T640	6,23	5,81	0,38	1,84	2,40	3,18	4,69	7,16	10,83	15,98	22,05	29,76	66,07
04021 - Trois-Rivières - École MEES*	227	T640	6,97	4,54	1,59	2,69	2,91	3,79	5,58	8,75	12,61	15,59	20,93	24,28	27,26
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	231	T640	8,08	4,86	2,33	2,99	3,32	4,52	6,95	10,34	14,03	18,18	21,82	23,87	28,22
04130 - Shawinigan - Saint-Marc	343	T640	8,47	11,46	1,64	2,76	3,25	4,46	6,50	9,23	14,04	18,54	25,90	33,23	191,99
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels	365	T640	8,74	8,44	2,05	3,10	3,75	4,90	7,05	10,30	14,37	18,64	23,66	29,51	133,50
04504 - Bécancour*	218	BAM	6,79	4,32	0,88	1,72	2,33	3,87	5,96	8,53	12,88	16,43	18,64	19,92	22,04
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	361	T640	7,25	8,92	1,02	2,29	2,68	3,82	5,59	8,52	12,41	15,07	22,12	30,11	147,23
04730 - Tingwick	361	T640	7,17	7,90	0,91	2,28	2,77	3,78	5,54	8,01	11,85	16,24	24,02	30,50	121,76
04740 - Charette	363	T640	8,93	14,34	1,03	2,16	2,81	4,14	6,74	10,28	14,32	18,94	30,09	39,12	251,42
05019 - Sherbrooke - Parc Sylvie-Daigle	274	T640	8,61	9,06	1,14	2,80	3,50	4,61	6,40	9,81	14,85	19,63	26,56	30,44	126,59
05100 - Granby - Parc Poitevin	363	T640	9,03	8,36	1,43	3,31	3,87	5,16	7,10	10,17	15,36	18,71	27,42	33,10	122,12
05810 - La Patrie	363	T640	6,71	7,56	0,38	1,63	2,39	3,47	4,94	7,21	11,92	16,88	23,47	34,83	105,38
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	361	SHARP/T640[25]	8,69	10,66	1,28	2,64	3,19	4,45	6,41	9,92	14,98	17,94	26,53	41,20	167,65
06006 - Montréal - Anjou	360	SHARP/T640[26]	8,65	8,81	1,00	2,71	3,33	4,75	6,93	10,42	14,96	18,74	22,26	34,08	137,21
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	360	SHARP/T640[26]	10,51	9,05	1,41	3,40	4,43	5,95	8,62	12,88	17,52	20,33	36,12	40,78	126,68
06030 - Montréal - Caserne 17	319	SHARP/T640[26]	9,41	8,99	0,49	2,73	3,78	5,18	7,32	11,41	15,94	19,72	26,75	41,45	125,04
06031 - Montréal - St-Dominique	362	SHARP/T640[26]	7,91	9,41	0,52	2,24	2,82	3,85	6,20	9,10	13,23	17,35	22,81	38,68	115,41

[24] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.
[25] Les appareils T640 ont remplacé les SHARP au cours de l'année 2023. Environ la moitié des données ont été mesurées à l'aide de l'appareil SHARP.
[26] Les appareils T640 ont remplacé les SHARP au cours de l'année 2023. La majorité des données ont été mesurées à l'aide de l'appareil SHARP.

(Suite) Annexe A5. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes de particules fines ($PM_{2,5}$), exprimées en µg/m³ – 2023

Numéro - Nom de station[27]	n	Appareil de mesure	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
						5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
06054 - Montréal - Hochelaga-Maisonneuve	364	T640	9,12	10,51	1,89	3,19	3,78	5,15	7,08	10,21	14,77	18,12	25,63	47,43	164,60
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	351	SHARP/T640[28]	7,53	7,78	0,45	2,09	2,47	3,86	5,98	9,09	13,21	16,70	24,48	32,56	111,12
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	355	SHARP/T640[28]	7,55	8,30	1,00	1,80	2,47	3,64	5,68	8,83	13,42	17,42	22,87	38,82	120,03
06081 - Montréal - Saint-Joseph	356	SHARP	7,65	8,07	0,38	2,31	2,77	3,99	6,02	9,02	12,97	17,27	22,95	39,97	116,62
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	357	SHARP/T640[28]	7,56	8,42	0,82	1,87	2,28	3,54	5,56	8,94	13,71	17,62	24,81	39,82	117,75
06103 - Montréal - York/Roberval	356	T640	10,20	11,71	2,04	3,66	4,19	5,64	7,92	11,46	15,64	19,93	29,83	51,28	182,03
06205 - Laval - Chomedey	327	T640	8,37	4,76	2,02	3,33	3,85	5,14	7,25	10,26	14,08	17,63	22,77	26,90	29,44
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	361	T640	9,81	11,53	1,93	3,34	4,00	5,20	7,59	11,09	16,06	20,25	28,62	42,04	184,11
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	348	T640	7,09	13,84	0,37	1,59	2,07	3,04	4,69	7,54	11,36	14,68	25,64	45,89	225,42
06600 - Longueuil	365	T640	9,87	10,91	2,14	3,44	4,07	5,35	7,63	11,23	16,08	20,75	28,28	49,91	167,64
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	321	T640	9,33	10,82	1,34	2,99	3,70	5,08	7,33	10,57	14,87	18,90	32,78	43,79	157,17
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	326	T640	7,95	8,25	1,31	2,57	3,17	4,33	6,05	9,32	12,84	17,75	25,29	32,34	112,81
06641 - Saint-Simon*	208	T640	8,22	9,69	1,81	2,75	3,32	4,40	6,12	8,89	13,09	17,22	28,93	40,06	119,95
06804 - Saint-Anicet	352	T640	8,14	10,31	0,82	2,12	2,72	3,92	5,80	8,75	13,32	19,08	30,03	52,99	128,14
07002 - Gatineau - Hull	363	T640	10,01	17,00	0,81	2,96	3,55	4,66	6,76	10,44	14,80	18,39	42,03	74,02	210,63
07200 - Mont-St-Michel	350	T640	7,81	17,07	0,32	1,15	1,78	2,66	4,34	6,78	11,88	18,65	53,71	83,14	219,91
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	318	T640	9,32	20,23	0,82	1,90	2,49	3,60	5,25	8,67	12,91	17,52	53,44	90,26	221,18
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	351	T640	11,11	28,43	0,73	1,73	2,41	3,62	5,06	8,96	15,74	25,23	52,19	200,52	312,46
08401 - Témiscaming	363	T640	13,37	24,49	0,29	2,46	3,33	4,98	8,23	13,89	23,85	40,62	58,35	79,59	390,05
08450 - Senneterre	359	T640	11,30	44,62	0,35	1,32	1,70	2,61	3,91	7,54	15,38	30,83	57,28	85,21	603,46
10200 - Radisson	325	T640	17,18	71,25	0,43	1,14	1,43	2,06	2,93	4,44	20,43	57,61	188,42	378,70	702,41

[27] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.
[28] Les appareils T640 ont remplacé les SHARP au cours de l'année 2023. La majorité des données ont été mesurées à l'aide de l'appareil SHARP.

Annexe A6. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du carbone noir (BC), exprimées en µg/m³ – 2023

Numéro - Nom de station[29]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
$[BC]_{bb}$[30]														
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8038	0,25	0,32	0,00	0,02	0,04	0,07	0,15	0,28	0,54	0,80	1,25	1,61	4,60
03052 - Québec - Henri IV	8332	0,28	0,34	0,00	0,03	0,05	0,09	0,18	0,35	0,60	0,86	1,30	1,74	3,92
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	6013	0,23	0,31	0,00	0,02	0,03	0,06	0,13	0,26	0,52	0,77	1,20	1,54	3,58
04203 - Drummondville - Stade J Desautels	8448	0,21	0,31	0,00	0,02	0,03	0,06	0,12	0,23	0,46	0,73	1,18	1,53	4,75
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8667	0,22	0,33	0,00	0,02	0,04	0,07	0,14	0,27	0,46	0,68	1,02	1,51	6,91
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	7699	0,33	0,45	0,00	0,04	0,05	0,10	0,19	0,37	0,71	1,06	1,68	2,19	6,92
$[BC]_{ff}$[30]														
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8038	0,26	0,35	0,00	0,02	0,04	0,08	0,17	0,32	0,55	0,76	1,10	1,33	11,60
03052 - Québec - Henri IV	8332	0,30	0,34	0,00	0,02	0,04	0,08	0,19	0,41	0,71	0,95	1,26	1,49	6,69
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	6013	0,14	0,20	0,00	0,00	0,01	0,03	0,08	0,18	0,34	0,48	0,66	0,80	4,13
04203 - Drummondville - Stade J Desautels	8448	0,12	0,15	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,15	0,28	0,39	0,53	0,69	3,21
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8667	0,18	0,19	0,00	0,01	0,02	0,05	0,12	0,25	0,43	0,56	0,75	0,89	2,42
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	7699	0,14	0,22	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,19	0,35	0,48	0,69	0,87	6,52
$[BC]_{total}$[31]														
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8498	0,53	0,61	0,01	0,07	0,11	0,19	0,36	0,66	1,10	1,56	2,19	2,80	16,27
03052 - Québec - Henri IV	8743	0,60	0,58	0,01	0,08	0,11	0,21	0,44	0,81	1,27	1,66	2,23	2,77	9,31
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	6255	0,38	0,42	0,00	0,05	0,07	0,13	0,25	0,49	0,86	1,14	1,64	2,17	4,30
04203 - Drummondville - Stade J Desautels	8722	0,35	0,42	0,01	0,04	0,06	0,11	0,23	0,42	0,72	1,06	1,58	2,02	5,23
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8667	0,41	0,42	0,01	0,06	0,08	0,15	0,29	0,54	0,85	1,12	1,57	1,93	7,02
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	8117	0,50	0,60	0,00	0,07	0,09	0,17	0,33	0,63	1,05	1,48	2,25	3,14	7,65

[29] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.
[30] Concentration basée sur les mesures aux longueurs d'onde de 470 nm et 950 nm.
[31] Concentration basée sur la mesure de la longueur d'onde à 880 nm.

Annexe A7. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires des particules ultrafines ($PM_{0,1}$), exprimées en millier de particules par centimètre cube (k part./cm^3) – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
03052 - Québec - Henri IV	7535	16,30	17,11	0,13	1,46	2,14	4,20	10,41	22,23	39,80	51,86	67,48	78,64	125,99
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	6865	7,16	5,38	0,0007	1,36	1,98	3,47	5,93	9,33	13,64	17,15	22,41	27,04	56,48

Annexe A8. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du dioxyde d'azote (NO_2), exprimées en partie par milliard (ppb) – 2023

Numéro - Nom de station[32]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8003	6,97	6,16	0,04	0,77	1,21	2,41	5,33	9,59	14,78	18,81	24,28	30,37	48,25
03021 - Québec - École Les Primevères*	5276	4,69	5,39	0,05	0,37	0,66	1,54	3,02	5,75	10,24	14,98	22,45	29,12	41,15
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	8676	4,67	5,04	0,05	0,63	0,93	1,60	2,95	5,80	10,24	14,64	21,23	25,58	49,44
03052 - Québec - Henri IV	6908	8,04	7,35	0,05	1,26	1,73	3,07	5,79	10,53	17,33	22,57	30,25	36,31	68,75
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	6907	3,88	4,11	0,03	0,54	0,76	1,27	2,43	4,98	8,71	12,24	17,22	20,15	36,98
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	8686	6,48	5,40	0,03	1,19	1,66	2,82	4,98	8,38	12,77	16,82	23,01	27,87	47,59
06006 - Montréal - Anjou	7168	8,90	6,37	0,85	2,26	2,83	4,46	7,28	11,28	17,03	21,44	27,57	32,06	50,35
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8687	13,04	8,57	0,52	3,17	4,06	6,54	11,10	17,35	24,83	30,24	36,73	40,20	55,34
06030 - Montréal - Caserne 17	7611	7,42	5,76	0,61	1,91	2,36	3,49	5,60	9,58	14,70	19,11	24,72	28,70	57,96
06031 - Montréal - St-Dominique	8507	9,24	6,16	0,27	2,49	3,20	4,77	7,68	12,15	17,15	20,83	27,14	31,50	46,00
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8625	4,96	4,88	0,05	0,70	1,02	1,80	3,46	6,33	10,65	14,32	19,72	23,57	48,70
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	8484	8,42	7,47	0,00	1,12	1,68	3,08	6,09	11,45	18,30	23,23	30,13	35,40	60,25
06081 - Montréal - Saint-Joseph	6664	7,09	5,00	0,00	1,69	2,21	3,40	5,78	9,46	13,76	16,60	20,69	23,99	40,74
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	8612	4,19	4,41	0,00	0,10	0,35	1,27	2,91	5,53	9,52	12,92	17,55	21,35	37,46
06103 - Montréal - York/Roberval	8512	9,10	6,95	0,48	2,04	2,56	3,97	7,07	11,99	18,66	23,61	29,67	33,48	44,91
06205 - Laval - Chomedey*	5832	5,43	5,74	0,00	0,56	0,88	1,72	3,54	7,05	12,22	16,49	23,40	28,89	47,97
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	7885	3,51	3,64	0,03	0,37	0,60	1,17	2,39	4,50	7,60	10,46	14,55	17,72	32,42
06600 - Longueuil	8745	5,49	4,91	0,08	1,01	1,36	2,28	4,01	6,97	11,42	15,13	20,79	24,94	38,01
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	8632	4,67	4,85	0,05	0,86	1,18	1,83	3,19	5,77	9,59	13,47	18,63	23,66	142,19
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	8420	2,30	2,47	0,03	0,38	0,53	0,89	1,52	2,71	4,88	6,89	10,03	12,60	27,20
06804 - Saint-Anicet	8450	2,09	2,63	0,05	0,25	0,36	0,62	1,21	2,34	4,78	7,31	11,33	14,15	23,68
07002 - Gatineau - Hull	8742	4,10	4,50	0,03	0,43	0,65	1,27	2,58	5,27	9,45	12,55	17,86	22,79	45,21

[32] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A9. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes du dioxyde d'azote (NO_2), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[33]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	331	6,96	3,97	0,51	1,53	2,27	4,23	6,17	9,16	12,46	13,97	15,58	19,63	25,82
03021 - Québec - École Les Primevères*	220	4,70	3,75	0,31	0,92	1,35	2,44	3,90	5,62	8,45	11,77	16,71	18,19	28,33
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	360	4,67	3,37	0,46	1,30	1,61	2,40	3,80	5,72	8,84	10,98	15,34	17,77	24,56
03052 - Québec - Henri IV	286	7,96	5,14	0,81	1,96	2,77	4,27	6,55	10,18	14,27	17,41	21,40	25,07	33,91
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	288	3,88	2,69	0,31	1,04	1,41	1,98	3,07	5,16	7,54	8,99	11,25	12,77	15,70
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	360	6,47	3,68	1,18	2,32	2,80	3,89	5,76	7,97	10,75	12,41	16,69	19,05	30,05
06006 - Montréal - Anjou	297	8,89	4,23	2,35	3,47	4,18	6,08	8,07	10,84	14,00	16,23	19,35	22,58	32,15
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	361	13,05	6,15	1,47	4,66	5,83	8,57	12,30	16,43	21,21	23,63	27,91	30,86	38,89
06030 - Montréal - Caserne 17	313	7,40	3,99	1,72	2,77	3,26	4,55	6,62	9,15	12,88	15,10	17,94	19,62	30,62
06031 - Montréal - St-Dominique	353	9,24	4,60	2,47	3,65	4,34	5,87	8,37	11,42	14,90	18,09	23,19	24,23	29,87
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	355	4,95	3,35	0,73	1,30	1,70	2,82	4,30	6,32	9,26	11,11	12,67	14,90	30,33
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	349	8,42	5,07	1,10	2,55	3,14	4,84	7,09	10,96	15,71	18,49	20,14	22,38	35,30
06081 - Montréal - Saint-Joseph	275	7,05	3,08	1,57	2,91	3,37	4,75	6,68	8,95	11,06	12,56	14,39	16,00	17,98
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	356	4,19	3,12	0,00	0,72	1,01	2,17	3,48	5,44	8,01	10,28	13,72	14,65	23,23
06103 - Montréal - York/Roberval	351	9,09	4,67	2,12	3,13	3,80	5,66	8,39	11,28	15,24	18,96	21,75	23,85	25,27
06205 - Laval - Chomedey*	240	5,43	4,11	0,37	1,20	1,55	2,79	4,31	7,04	10,32	13,69	16,33	19,06	31,90
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	326	3,52	2,45	0,45	0,81	1,03	1,88	2,96	4,61	6,71	8,12	9,57	10,92	20,10
06600 - Longueuil	365	5,49	3,25	0,94	1,88	2,30	3,22	4,73	7,13	9,28	10,53	14,82	16,40	23,70
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	358	4,66	2,94	0,53	1,50	1,99	2,69	3,90	5,65	8,65	10,04	13,57	15,24	18,47
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	340	2,28	1,57	0,32	0,63	0,77	1,21	1,82	2,85	4,81	5,58	6,53	7,64	8,78
06804 - Saint-Anicet	353	2,08	1,97	0,18	0,42	0,50	0,78	1,47	2,60	4,80	6,27	7,74	9,73	12,25
07002 - Gatineau - Hull	365	4,10	3,24	0,43	0,95	1,23	1,97	3,28	5,11	8,33	10,12	12,81	14,98	28,93

[33] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A10. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du dioxyde de soufre (SO_2), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[34]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
02016 - Saguenay - Parc Powell	8660	5,72	12,03	0,03	0,09	0,10	0,16	0,64	3,90	20,33	34,29	48,91	56,41	107,05
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8623	0,15	0,31	0,00	0,02	0,02	0,03	0,06	0,13	0,31	0,56	0,98	1,39	6,10
03052 - Québec - Henri IV	8646	0,17	0,40	0,00	0,01	0,01	0,02	0,05	0,16	0,39	0,66	1,14	1,59	13,23
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	8718	0,15	0,41	0,00	0,01	0,01	0,02	0,04	0,12	0,36	0,65	1,12	1,73	16,37
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	6249	0,48	1,46	0,00	0,01	0,02	0,03	0,11	0,33	0,92	1,89	4,78	7,29	35,29
04504 - Bécancour	8665	0,76	2,93	0,00	0,01	0,01	0,02	0,06	0,24	1,02	3,71	10,19	15,63	42,89
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	8740	0,81	2,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,29	0,76	1,75	3,11	6,04	9,21	51,34
06006 - Montréal - Anjou	8717	0,51	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,37	1,29	2,62	4,82	6,99	26,13
06031 - Montréal - St-Dominique	8744	0,24	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,68	1,23	2,23	3,08	12,14
06081 - Montréal - Saint-Joseph	8747	0,35	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,37	0,83	1,45	2,58	3,35	22,80
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	8715	0,21	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,61	1,11	1,88	2,45	28,73
06804 - Saint-Anicet	7715	0,24	0,78	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,14	0,43	1,01	2,41	4,13	19,12
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	8732	1,24	6,41	0,01	0,07	0,08	0,10	0,14	0,26	0,93	3,94	14,19	29,51	190,61
08044 - Rouyn-Noranda - Mgr Rhéaume Est	8742	4,59	16,82	0,03	0,10	0,11	0,14	0,21	0,70	6,78	28,42	64,27	91,41	200,50
08401 - Témiscaming	8353	2,05	8,38	0,02	0,08	0,10	0,13	0,24	0,95	4,44	9,12	17,95	27,98	305,62

[34] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A11. Statistiques descriptives annuelles des concentrations quotidiennes du dioxyde de soufre (SO_2), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[35]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
02016 - Saguenay - Parc Powell	358	5,70	8,38	0,10	0,20	0,29	0,61	1,70	7,35	17,97	25,40	31,85	37,37	45,34
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	359	0,15	0,19	0,01	0,03	0,04	0,05	0,08	0,16	0,29	0,51	0,72	0,90	1,47
03052 - Québec - Henri IV	359	0,17	0,23	0,01	0,02	0,02	0,04	0,10	0,20	0,40	0,56	0,68	0,98	2,50
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	363	0,15	0,24	0,00	0,02	0,02	0,03	0,07	0,18	0,40	0,53	0,78	1,12	2,31
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	231	0,46	0,73	0,01	0,02	0,03	0,07	0,21	0,54	1,02	1,66	3,32	4,03	4,58
04504 - Bécancour	360	0,76	1,79	0,01	0,02	0,02	0,04	0,11	0,50	2,29	4,07	5,26	8,06	17,62
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	364	0,81	0,84	0,00	0,03	0,10	0,30	0,56	0,98	1,91	2,53	3,18	3,73	7,27
06006 - Montréal - Anjou	364	0,51	0,91	0,00	0,00	0,00	0,04	0,18	0,52	1,41	2,08	3,67	4,52	7,15
06031 - Montréal - St-Dominique	365	0,24	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,30	0,64	0,97	1,70	2,08	2,88
06081 - Montréal - Saint-Joseph	365	0,35	0,45	0,00	0,00	0,01	0,05	0,23	0,43	0,82	1,30	2,07	2,28	2,48
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	363	0,21	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,28	0,59	0,78	1,18	1,46	2,22
06804 - Saint-Anicet	320	0,24	0,48	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,21	0,62	1,08	1,77	2,01	4,57
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	364	1,24	2,87	0,08	0,10	0,10	0,13	0,24	0,89	3,19	5,90	8,55	15,13	24,65
08044 - Rouyn-Noranda - Mgr Rhéaume Est	364	4,60	10,07	0,08	0,13	0,14	0,20	0,52	3,14	15,16	23,96	38,17	52,99	77,22
08401 - Témiscaming	361	2,06	4,16	0,07	0,12	0,14	0,22	0,54	1,98	5,32	8,00	15,45	20,40	41,26

[35] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A12. Statistiques descriptives annuelles des concentrations 4 minutes du dioxyde de soufre (SO_2), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[36]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
02016 - Saguenay - Parc Powell	125669	5,73	13,34	0	0,03	0,07	0,16	0,56	3,25	18,7	35,4	55,2	65,8	208,9
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	125015	0,15	0,34	0	0,004	0,01	0,03	0,06	0,14	0,32	0,57	1,04	1,47	14,3
03052 - Québec - Henri IV	125376	0,17	0,43	0	0,004	0,009	0,02	0,06	0,16	0,40	0,68	1,16	1,62	21,9
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	126094	0,16	0,44	0	0,003	0,007	0,02	0,04	0,12	0,36	0,65	1,12	1,73	26,5
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	91021	0,49	1,63	0	0,005	0,01	0,03	0,11	0,32	0,89	1,80	4,6	7,9	55,2
04504 - Bécancour	125277	0,78	3,20	0	0,004	0,009	0,02	0,06	0,24	0,94	3,39	10,3	16,3	67,8
06804 - Saint-Anicet	111615	0,25	1,16	0	0,004	0,009	0,02	0,05	0,14	0,41	0,96	2,38	4,05	193,4
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	126640	1,25	8,93	0	0,01	0,030	0,07	0,15	0,28	0,68	2,18	13,0	31,1	633,8
08044 - Rouyn-Noranda - Mgr Rhéaume Est	126793	4,65	23,08	0	0,02	0,05	0,11	0,24	0,63	3,28	17,1	69,5	117,1	694,4
08401 - Témiscaming	126792	2,04	11,07	0	0,02	0,05	0,11	0,25	0,81	3,92	8,76	18,8	30,4	1522,8

[36] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A13. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du monoxyde d'azote (NO), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[37]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8189	3,01	6,76	0,01	0,07	0,11	0,23	0,87	3,05	7,67	12,3	20,2	30,4	133,8
03021 - Québec - École Les Primevères*	5276	0,92	2,96	0,03	0,07	0,09	0,13	0,25	0,67	1,74	3,29	7,11	12,8	61,3
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	8676	1,06	3,67	0,02	0,05	0,07	0,11	0,26	0,73	2,05	4,12	9,02	14,4	129,8
03052 - Québec - Henri IV	8620	6,85	9,64	0	0,14	0,29	0,90	3,63	9,25	17,2	23,4	34,4	43,0	189,2
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	6907	0,61	1,36	0	0,03	0,05	0,10	0,23	0,57	1,35	2,39	4,21	6,7	32,1
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	8686	1,11	3,15	0	0	0	0,20	0,34	1,02	2,44	4,23	7,75	11,4	104,4
06006 - Montréal - Anjou	7168	2,78	6,33	0	0,09	0,20	0,41	1,09	2,80	6,03	9,90	18,57	28,2	167,9
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8687	7,91	11,64	0	0,13	0,44	1,45	3,81	9,60	19,9	29,2	42,2	56,7	173,4
06030 - Montréal - Caserne 17	7611	3,16	6,12	0	0,09	0,29	0,64	1,52	3,44	6,97	11,0	17,7	24,7	130,7
06031 - Montréal - St-Dominique	8507	2,20	3,69	0	0	0,11	0,41	1,08	2,44	5,11	8,09	13,5	18,3	70,3
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8625	0,76	2,56	0	0	0	0,20	0,30	0,48	1,48	2,91	5,54	9,1	95,5
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	8484	2,59	7,27	0	0	0,13	0,30	0,87	2,19	5,74	9,74	18,7	27,8	192,9
06081 - Montréal - Saint-Joseph	6664	1,88	3,29	0	0,20	0,20	0,40	0,60	1,68	5,43	8,63	12,7	15,5	42,8
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	8612	0,70	1,92	0	0	0	0,19	0,30	0,40	1,31	2,77	5,72	9,3	43,4
06103 - Montréal - York/Roberval	8512	2,77	5,29	0	0	0,05	0,28	0,85	2,89	7,69	12,14	19,7	25,7	80,8
06205 - Laval - Chomedey*	5832	1,14	4,69	0	0,03	0,06	0,14	0,33	0,73	1,92	4,08	8,94	14,1	126,0
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	7885	0,79	2,12	0,01	0,05	0,06	0,10	0,24	0,67	1,75	2,93	5,83	8,7	40,7
06600 - Longueuil	8745	0,92	2,31	0,01	0,03	0,04	0,09	0,27	0,85	2,09	3,61	6,80	10,6	49,3
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	8632	0,82	3,39	0,02	0,04	0,05	0,09	0,21	0,57	1,56	2,92	5,94	10,0	158,1
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	8420	0,39	1,32	0,01	0,03	0,04	0,06	0,12	0,34	0,79	1,36	2,37	4,1	50,1
06804 - Saint-Anicet	8450	0,51	2,11	0,02	0,06	0,07	0,10	0,16	0,30	0,75	1,56	3,43	6,0	56,5
07002 - Gatineau - Hull	8742	0,96	2,37	0,00	0,03	0,05	0,09	0,24	0,75	2,41	4,24	7,15	10,4	55,0

[37] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A14. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du monoxyde de carbone (CO), exprimées en partie par million (ppm) – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8285	0,21	0,10	0,09	0,13	0,14	0,15	0,18	0,24	0,31	0,39	0,55	0,65	1,29
03052 - Québec - Henri IV	7982	0,35	0,20	0,04	0,13	0,14	0,19	0,30	0,47	0,63	0,72	0,85	0,95	1,61
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8746	0,29	0,12	0,10	0,15	0,17	0,21	0,26	0,34	0,43	0,51	0,60	0,70	1,77
06031 - Montréal - St-Dominique	8742	0,22	0,09	0,11	0,14	0,15	0,17	0,20	0,25	0,30	0,35	0,49	0,58	2,34
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	7555	0,21	0,09	0,00	0,13	0,14	0,16	0,19	0,23	0,29	0,35	0,51	0,59	1,78
06205 - Laval - Chomedey	6973	0,22	0,09	0,09	0,14	0,15	0,17	0,20	0,24	0,31	0,37	0,46	0,54	1,70
06804 - Saint-Anicet	8235	0,18	0,07	0,09	0,12	0,13	0,14	0,16	0,19	0,23	0,27	0,39	0,51	1,24

Annexe A15. Statistiques descriptives annuelles des concentrations de la moyenne mobile 8 heures du monoxyde de carbone (CO), exprimées en ppm – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8628	0,21	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,24	0,31	0,38	0,48	0,61	0,88
03052 - Québec - Henri IV	8324	0,35	0,17	0,10	0,14	0,15	0,21	0,32	0,46	0,57	0,63	0,73	0,81	1,21
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8747	0,29	0,10	0,12	0,17	0,18	0,22	0,27	0,33	0,41	0,47	0,55	0,61	1,21
06031 - Montréal - St-Dominique	8740	0,22	0,08	0,12	0,14	0,15	0,18	0,20	0,24	0,29	0,34	0,47	0,56	1,13
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	7528	0,21	0,08	0,10	0,13	0,14	0,16	0,19	0,23	0,28	0,34	0,47	0,55	1,22
06205 - Laval - Chomedey	7242	0,22	0,08	0,11	0,14	0,15	0,17	0,20	0,24	0,30	0,35	0,42	0,49	1,19
06804 - Saint-Anicet	8551	0,18	0,07	0,10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,19	0,23	0,27	0,39	0,50	1,04

Annexe A16. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires d'ozone (O_3), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
01810 - Auclair	8655	29,71	10,32	1,94	12,29	15,43	21,66	30,50	37,58	42,45	45,25	48,37	51,35	64,30
02016 - Saguenay - Parc Powell	8517	26,29	11,30	0,90	6,22	9,84	18,29	27,30	34,60	40,07	43,42	46,94	50,15	63,80
02022 - Saguenay - UQAC	8503	27,21	11,23	0,64	7,46	11,52	19,26	27,95	35,33	41,19	44,44	48,49	51,54	64,16
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca	8622	28,65	11,17	0,89	8,47	12,95	20,90	29,93	36,64	41,80	45,59	49,66	52,62	63,65
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8678	23,41	11,55	0,00	3,75	7,57	15,09	23,95	31,28	38,01	41,87	46,92	50,65	75,49
03021 - Québec - École Les Primevères	7262	22,13	11,36	0,06	3,48	6,25	13,43	22,49	30,46	36,81	40,34	44,43	46,52	59,18
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	8671	25,52	11,73	0,01	5,25	8,95	16,97	26,11	34,11	40,46	43,70	47,86	50,87	65,26
03039 - Québec - Charlesbourg	8174	26,34	11,09	0,22	7,70	11,02	18,02	26,81	34,65	40,46	43,81	47,45	49,83	65,99
03052 - Québec - Henri IV	8738	23,57	11,41	0,44	4,23	7,23	14,82	24,36	32,14	38,10	41,57	44,62	47,43	59,32
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	8621	27,28	10,95	0,05	7,91	12,17	19,94	27,63	35,05	40,99	44,31	48,13	51,32	63,16
03200 - Deschambault	8663	25,18	12,97	0,28	2,67	5,87	15,43	26,60	34,52	41,27	44,98	49,38	52,68	69,63
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	8521	28,30	11,96	0,01	7,54	11,24	19,47	29,48	37,22	43,02	46,15	49,43	53,36	68,36
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	8616	33,14	10,47	1,48	15,31	18,98	25,99	33,47	40,37	46,63	49,58	53,17	56,63	68,59
04130 - Shawinigan - Saint-Marc	8630	28,33	11,52	1,52	9,06	12,32	20,08	28,90	36,21	42,54	46,11	51,40	55,02	79,78
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels	8614	27,24	11,61	0,72	7,23	11,26	18,93	27,71	35,31	42,18	45,92	49,75	52,69	68,78
04504 - Bécancour	8673	26,32	12,83	0,20	3,95	7,69	17,29	27,12	35,64	42,48	46,40	50,70	53,50	79,38
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	8724	28,12	11,93	0,04	7,73	11,76	19,35	28,60	36,45	43,22	47,05	51,56	55,14	73,51
04730 - Tingwick	8651	32,72	10,24	5,01	15,16	18,96	25,75	33,16	39,73	45,59	48,56	52,84	56,36	72,18
04740 - Charette	8534	27,54	12,33	0,44	6,68	10,19	18,38	28,35	36,39	42,84	46,73	51,20	54,20	76,48
05019 - Sherbrooke - Parc Sylvie-Daigle	6913	27,03	12,26	0,56	7,24	10,88	17,81	26,94	35,50	43,18	46,93	51,38	56,61	69,53
05100 - Granby - Parc Poitevin	8723	29,85	11,19	0,97	10,86	14,26	22,07	30,45	37,27	43,97	47,87	52,00	55,71	72,12
05810 - La Patrie	7878	28,37	11,54	0,55	8,37	11,79	20,06	29,53	36,38	42,97	46,32	49,82	52,14	70,72
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	8699	26,01	11,85	0,01	6,75	10,45	17,80	25,87	33,80	41,14	45,28	51,20	55,79	84,72
06006 - Montréal - Anjou	8637	24,89	11,95	0,00	5,34	9,19	16,31	24,64	32,78	40,25	45,13	51,39	55,14	72,75
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8608	22,12	11,52	0,00	3,63	6,80	13,33	21,92	29,98	37,27	41,39	46,35	49,65	63,12
06030 - Montréal - Caserne 17	8668	25,51	11,96	0,20	6,52	9,94	16,83	25,10	33,43	41,22	45,58	51,74	55,43	73,38
06031 - Montréal - St-Dominique	8686	25,64	11,47	0,00	7,20	10,79	17,60	25,47	32,93	40,46	44,89	50,66	54,31	77,12

(Suite) Annexe A16. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires d'ozone (O_3), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8627	26,82	11,95	0,00	7,09	10,86	18,44	26,92	34,90	41,97	46,30	51,97	56,18	79,52
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	8555	26,35	12,18	0,31	5,71	10,00	17,90	26,55	34,34	41,74	46,41	52,05	55,94	79,86
06081 - Montréal - Saint-Joseph	8689	26,15	11,75	0,27	7,14	11,06	17,87	25,92	33,54	41,46	46,07	52,04	55,58	76,19
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	8653	29,17	11,93	0,17	9,43	13,38	20,54	29,08	37,75	44,47	48,19	53,24	56,73	79,31
06103 - Montréal - York/Roberval	8459	23,81	11,63	0,00	4,38	8,19	15,47	23,93	31,52	38,73	43,21	48,94	52,63	66,42
06205 - Laval - Chomedey	7595	27,90	11,54	1,14	8,48	12,35	20,02	28,26	35,61	42,35	46,58	52,02	55,65	72,01
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	8710	26,78	11,58	0,22	7,88	11,20	18,61	27,11	34,54	41,17	45,56	50,90	56,20	75,82
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	8390	31,35	10,40	4,51	14,00	17,41	24,15	31,43	38,56	44,62	47,78	52,01	56,53	70,72
06600 - Longueuil	8286	28,12	12,04	0,66	8,46	12,27	19,68	28,16	35,86	43,53	48,13	54,52	58,40	83,68
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	8612	27,48	11,67	0,45	7,91	11,78	19,38	27,67	35,24	42,26	46,33	51,67	55,58	76,25
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	8229	28,47	10,92	0,80	9,95	13,62	20,85	29,01	35,96	41,63	45,15	50,34	55,02	73,21
06641 - Saint-Simon	5059	31,60	11,06	0,97	11,28	16,00	24,48	32,89	39,54	44,40	47,39	51,23	54,63	73,33
06804 - Saint-Anicet	8522	28,67	12,38	0,64	6,48	11,14	20,18	29,56	37,65	43,87	47,44	52,14	56,05	72,07
07002 - Gatineau - Hull	8742	28,78	11,60	1,51	9,44	13,17	20,79	28,82	36,85	43,46	47,60	53,12	57,25	73,21
07200 - Mont-St-Michel	8633	25,37	13,03	0,27	2,79	6,06	15,98	26,24	34,93	41,84	45,69	50,06	54,04	75,08
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	8302	27,69	12,46	0,57	5,48	9,88	18,84	28,33	37,20	43,11	46,62	50,48	54,05	71,40
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	8703	29,01	11,00	0,86	9,63	14,02	21,95	29,75	35,91	42,77	46,65	51,33	54,24	68,91
08401 - Témiscaming	8615	27,77	12,46	0,07	6,04	10,25	19,21	28,67	36,05	43,21	46,96	52,41	59,55	70,21
08450 - Senneterre	8097	28,78	11,88	0,75	8,20	12,20	20,74	29,72	36,43	43,28	47,85	53,13	57,52	81,89
10200 - Radisson	7858	31,13	9,06	1,17	15,05	18,81	25,63	32,21	37,06	40,95	44,23	49,32	53,68	70,18

Annexe A17. Statistiques descriptives annuelles des concentrations de la moyenne mobile 8 heures d'ozone (O_3), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
01810 - Auclair	8673	29,69	9,90	5,68	13,59	16,21	21,83	30,29	37,30	42,13	44,99	47,68	50,68	62,87
02016 - Saguenay - Parc Powell	8510	26,28	10,36	1,58	8,16	11,60	18,99	26,90	33,97	38,91	42,27	45,28	47,97	59,21
02022 - Saguenay - UQAC	8488	27,23	10,40	2,25	9,41	12,78	19,92	27,71	34,68	40,34	43,69	46,92	49,26	60,09
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca	8619	28,64	10,48	2,20	10,14	14,21	21,11	29,48	36,24	41,24	45,07	48,88	51,58	62,13
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	8666	23,38	10,47	0,07	6,18	9,34	15,75	23,68	30,60	36,58	40,83	44,78	48,02	62,86
03021 - Québec - École Les Primevères	7250	22,10	10,35	0,42	5,08	7,83	14,33	22,10	29,68	35,65	38,97	42,35	44,35	57,28
03028 - Québec - Collège St-Charles-Garnier	8658	25,50	10,84	0,68	7,29	10,85	17,60	25,83	33,41	39,51	42,89	46,45	49,22	61,25
03039 - Québec - Charlesbourg	8128	26,34	10,39	2,70	9,38	12,30	18,42	26,59	34,07	39,71	43,23	46,28	48,61	62,95
03052 - Québec - Henri IV	8743	23,55	10,42	1,02	6,13	9,04	15,55	23,96	31,45	37,08	40,26	43,15	45,23	56,54
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	8614	27,26	10,13	0,86	9,38	13,58	20,38	27,55	34,47	40,22	43,23	46,43	49,59	62,01
03200 - Deschambault	8656	25,16	11,78	0,48	4,91	8,17	16,49	26,14	33,76	40,12	43,90	46,87	49,80	67,96
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	8497	28,31	11,37	1,00	9,14	12,54	19,74	29,21	36,82	42,49	45,75	49,01	52,64	63,23
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	8619	33,14	10,12	2,53	16,14	19,49	26,13	33,50	40,06	46,27	48,99	52,44	55,21	67,81
04130 - Shawinigan - Saint-Marc	8645	28,33	10,59	2,90	10,26	13,65	20,74	28,68	35,84	41,41	44,88	49,19	51,77	71,97
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels	8623	27,25	10,56	1,62	9,51	12,97	19,56	27,60	34,70	40,97	44,39	47,84	50,22	62,39
04504 - Bécancour	8673	26,32	11,76	0,33	6,09	10,03	17,85	26,67	34,99	41,23	45,33	48,75	51,46	73,07
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	8727	28,12	11,07	0,68	9,65	13,01	19,89	28,56	36,15	42,27	45,89	49,37	52,39	65,93
04730 - Tingwick	8647	32,69	9,72	5,62	16,17	19,53	26,00	33,06	39,48	45,18	47,73	51,27	54,57	66,06
04740 - Charette	8521	27,55	11,48	1,16	8,28	11,74	18,87	28,12	35,89	42,00	45,66	49,48	52,51	69,34
05019 - Sherbrooke - Parc Sylvie-Daigle	6915	27,03	11,33	1,00	9,10	12,41	18,49	26,81	34,76	42,06	45,55	49,75	54,79	66,28
05100 - Granby - Parc Poitevin	8717	29,83	10,36	1,56	12,25	15,67	22,66	30,25	36,81	43,10	46,43	49,94	53,50	67,48
05810 - La Patrie	7864	28,35	10,80	1,88	10,00	13,12	20,49	29,31	35,69	42,32	45,64	48,81	51,13	66,47
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste	8702	26,02	10,65	0,32	8,87	11,85	18,56	25,65	33,25	40,02	43,47	48,35	51,82	74,37
06006 - Montréal - Anjou	8643	24,87	10,74	0,48	8,10	10,77	17,22	24,37	32,20	39,06	43,25	48,36	51,60	64,40
06028 - Montréal - Échangeur Décarie	8612	22,13	10,23	0,82	6,17	8,74	14,39	21,69	29,15	36,05	39,74	44,01	46,57	56,71

(Suite) Annexe A17. Statistiques descriptives annuelles des concentrations de la moyenne mobile 8 heures d'ozone (O_3), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[38]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
06030 - Montréal - Caserne 17	8673	25,51	10,88	0,84	8,50	11,37	17,59	25,05	32,95	40,11	43,88	49,02	52,76	64,60
06031 - Montréal - St-Dominique	8693	25,64	10,41	0,54	9,19	12,15	18,13	25,45	32,58	39,32	43,04	47,82	51,51	67,37
06055 - Montréal - Rivière-des-Prairies	8618	26,83	10,86	0,58	8,99	12,33	19,11	26,67	34,57	40,93	44,62	49,24	52,81	67,88
06066 - Montréal - Aéroport de Montréal 1	8557	26,34	10,89	0,54	8,38	12,00	18,62	26,42	33,64	40,19	44,26	49,55	52,37	71,79
06081 - Montréal - Saint-Joseph	8697	26,15	10,65	0,71	9,26	12,37	18,57	25,75	33,05	40,08	44,23	49,64	52,70	68,04
06099 - Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	8661	29,17	10,90	1,08	11,17	14,82	21,34	29,07	37,17	43,42	46,80	50,96	53,85	67,85
06103 - Montréal - York/Roberval	8445	23,79	10,42	0,00	6,84	9,91	16,09	23,72	30,71	37,49	41,60	45,88	49,08	59,14
06205 - Laval - Chomedey	7588	27,87	10,54	1,54	10,39	13,87	20,50	28,04	35,03	41,37	44,83	49,82	53,32	63,14
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	8720	26,78	10,43	1,47	9,79	12,81	19,49	26,89	33,85	39,99	43,93	48,82	52,66	65,92
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	8417	31,35	9,93	5,02	15,04	17,99	24,32	31,33	38,30	44,21	47,20	51,35	55,07	66,37
06600 - Longueuil	8284	28,12	10,90	1,91	10,63	13,93	20,31	27,92	35,27	42,36	46,55	51,91	54,84	72,10
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	8592	27,48	10,57	1,01	9,96	13,43	19,97	27,40	34,77	41,14	44,75	49,22	53,12	69,84
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	8174	28,49	9,81	3,12	11,77	14,91	21,70	28,91	35,53	40,54	43,15	47,88	51,85	66,34
06641 - Saint-Simon*	5065	31,58	9,89	2,21	13,43	17,54	25,55	32,55	38,88	43,16	45,86	48,58	50,83	65,95
06804 - Saint-Anicet	8498	28,65	11,25	1,71	8,76	13,08	20,86	29,24	37,09	42,78	45,82	49,42	53,63	66,91
07002 - Gatineau - Hull	8733	28,78	10,47	2,86	11,34	14,85	21,44	28,66	35,85	42,26	46,25	50,98	53,58	65,66
07200 - Mont-St-Michel	8632	25,35	12,09	0,59	4,71	8,43	16,56	25,87	34,12	40,86	44,67	48,65	52,10	61,06
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	8235	27,70	11,46	1,03	8,08	11,82	19,29	28,19	36,55	42,09	45,36	48,76	51,73	63,92
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	8698	29,01	10,16	1,97	11,47	15,42	22,31	29,42	35,52	42,00	45,58	49,71	53,01	64,62

[38] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A18. Statistiques descriptives annuelles des concentrations horaires du sulfure d'hydrogène (H_2S), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[39]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	6249	0,33	0,55	0,01	0,06	0,08	0,10	0,16	0,33	0,71	1,15	1,90	2,70	11,34
06003 - Montréal - Saint-Jean-Baptiste*	4535	0,82	0,38	0,00	0,29	0,39	0,56	0,78	1,03	1,31	1,48	1,74	1,87	3,51

[39] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A19. Statistiques descriptives annuelles des concentrations 4 minutes du sulfure d'hydrogène (H_2S), exprimées en ppb – 2023

Numéro - Nom de station[40]	n	Concentration moyenne	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5e	10e	25e	50e	75e	90e	95e	98e	99e	
04048 - Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine*	91068	0,33	0,71	0,00	0,01	0,03	0,08	0,16	0,32	0,69	1,15	2,08	3,04	41,65

[40] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides durant une année.

Annexe A20. Dépassements des normes du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Dépassements pour les contaminants mesurés en continu et les PST [41]

No	Nom de station	Dioxyde d'azote			Dioxyde de soufre			Monoxyde de carbone		Ozone		Particules fines	Particules en suspension totales	Sulfure d'hydrogène	
		220 ppb (1 h)	110 ppb (24 h)	55 ppb (1 an)	400 ppb[42] (4 min)	110 ppb (24 h)	20 ppb (1 an)	30 ppm (1 h)	11 ppm (8h)	82 ppb (1 h)	64 ppb (8 h)	30 µg/m³ (24 h)	120 µg/m³ (24 h)	4,3 ppb (4 min)	1,4 ppb (1 an)
01810	Auclair									0	0	5	0		
02016	Saguenay - Parc Powell				0	0	0			0	0	9	0		
02022	Saguenay - UQAC									0	0	7			
02202	Saguenay - La Baie												0		
02610	Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca									0	0	12			
03006	Québec - Vieux-Limoilou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0		0
03011	Québec - Bibl. Monique-Corriveau												0		
03020	Québec - Parc Victorin-Beaucage												0		
03021	Québec - École Les Primevères	0	0	0						0	0	7			0
03028	Québec - Collège St-Charles-Garnier	0	0	0						0	0	2			0
03039	Québec - Charlesbourg									0	0	4			
03052	Québec - Henri IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17		0
03062	Lévis - Parc Georges Maranda				0	0	0			0	0	2			
03093	Québec - Vitré												0		
03123	Thetford Mines - École Saint-Noël												0		

[41] L'absence de valeurs signifie qu'aucun suivi n'a été effectué. Les valeurs soulignées indiquent que la station où les dépassements ont été mesurés ne respecte pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides pour une année.

[42] Comme la norme de 400 ppb de SO_2 a été dépassée moins de 0,5 % du temps en 2023, ces valeurs représentent les dépassements du seuil de 500 ppb.

No	Nom de station	Dioxyde d'azote			Dioxyde de soufre			Monoxyde de carbone		Ozone		Particules fines	Particules en suspension totales	Sulfure d'hydrogène	
		220 ppb (1 h)	110 ppb (24 h)	55 ppb (1 an)	400 ppb[43] (4 min)	110 ppb (24 h)	20 ppb (1 an)	30 ppm (1 h)	11 ppm (8h)	82 ppb (1 h)	64 ppb (8 h)	30 µg/m³ (24 h)	120 µg/m³ (24 h)	4,3 ppb (4 min)	1,4 ppb (1 an)
03200	Deschambault									0	3	2			
03720	Notre-Dame-du-Rosaire									0	0	2	0		
03730	Saint-Hilaire-de-Dorset									0	15	4	0		
04021	Trois-Rivières - École MEES											0			
04048	Trois-Rivières - Cap-de-la-Madeleine				0	0	0					0	0	427	0
04052	Trois-Rivières - Rés. Louis-Denoncourt												1		
04130	Shawinigan - Saint-Marc									0	18	5			
04203	Drummondville - Stade Jacques-Desautels									0	0	4	1		
04504	Bécancour				0	0	0			0	5	0			
04711	Saint-Zéphirin-de-Courval									0	8	4			
04730	Tingwick									0	16	4			
04740	Charette									0	11	8			
05019	Sherbrooke - Parc Sylvie-Daigle									0	7	3	1		
05100	Granby - Parc Poitevin									0	12	6			
05211	Val-des-Sources - Bolduc									0	0		0		
05810	La Patrie									0	6	5			
06003	Montréal - Saint-Jean-Baptiste	0	0	0		0	0			2	11	6	0		0
06006	Montréal - Anjou	0	0	0		0	0			0	1	4	0		
06028	Montréal - Échangeur Décarie	0	0	0				0	0	0	0	8			
06030	Montréal - Caserne 17	0	0	0						0	2	6			
06031	Montréal - St-Dominique	0	0	0		0	0	0	0	0	5	6			
06054	Montréal - Hochelaga-Maisonneuve											7			

No	Nom de station	Dioxyde d'azote			Dioxyde de soufre			Monoxyde de carbone		Ozone		Particules fines	Particules en suspension totales	Sulfure d'hydrogène	
		220 ppb (1 h)	110 ppb (24 h)	55 ppb (1 an)	400 ppb[44] (4 min)	110 ppb (24 h)	20 ppb (1 an)	30 ppm (1 h)	11 ppm (8h)	82 ppb (1 h)	64 ppb (8 h)	30 µg/m³ (24 h)	120 µg/m³ (24 h)	4,3 ppb (4 min)	1,4 ppb (1 an)
06055	Montréal - Rivière-des-Prairies	0	0	0				0	0	0	5	4			
06066	Montréal - Aéroport de Montréal 1	0	0	0						0	12	6			
06081	Montréal - Saint-Joseph	0	0	0		0	0			0	5	6	0		
06099	Montréal - Sainte-Anne-de-Bellevue	0	0	0		0	0			0	9	6	0		
06103	Montréal - York/Roberval	0	0	0						0	0	7			
06205	Laval - Chomedey	0	0	0				0	0	0	0	0			
06300	Terrebonne - Parc Vaillant	0	0	0						0	3	7			
06329	Saint-Jérôme - Rés. Marie-Lucie												0		
06355	Joliette - Graymont												2		
06501	Saint-Faustin-Lac-Carré									0	8	6	0		
06600	Longueuil	0	0	0						2	11	7			
06603	Brossard - Parc Sorbonne	0	0	0						0	8	8			
06620	Saint-Jean-sur-Richelieu - L'Acadie	0	0	0						0	7	4			
06641	Saint-Simon									0	3	4	0		
06678	Saint-Joseph-de-Sorel - École Martel									0	0				
06804	Saint-Anicet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8			
07002	Gatineau - Hull	0	0	0						0	3	9	0		
07200	Mont-St-Michel									0	0	14	0		
07400	Parc de la Gatineau - La-Pêche									0	0	9	0		
08007	Rouyn-Noranda - Carter												0		

[43] Comme la norme de 400 ppb de SO_2 a été dépassée moins de 0,5 % du temps en 2023, ces valeurs représentent les dépassements du seuil de 500 ppb.
[44] Comme la norme de 400 ppb de SO_2 a été dépassée moins de 0,5 % du temps en 2023, ces valeurs représentent les dépassements du seuil de 500 ppb.

No	Nom de station	Dioxyde d'azote			Dioxyde de soufre			Monoxyde de carbone		Ozone		Particules fines	Particules en suspension totales	Sulfure d'hydrogène	
		220 ppb (1 h)	110 ppb (24 h)	55 ppb (1 an)	400 ppb[45] (4 min)	110 ppb (24 h)	20 ppb (1 an)	30 ppm (1 h)	11 ppm (8h)	82 ppb (1 h)	64 ppb (8 h)	30 µg/m³ (24 h)	120 µg/m³ (24 h)	4,3 ppb (4 min)	1,4 ppb (1 an)
08042	Rouyn-Noranda - Parc Tremblay				9	0	0			0	3	16	0		
08044	Rouyn-Noranda - Mgr Rhéaume Est				31	0	0								
08045	Rouyn-Noranda - École Murdoch												1		
08049	Rouyn-Noranda - Centre polymétier												1		
08401	Témiscaming				13	0	0			0	10	26			
08450	Senneterre									0	7	19			
10200	Radisson									0	0	28	1		
	Total :	**0**	**0**	**0**	**53**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4**	**218**	**333**	**25**	**427**	**0**

[45] Comme la norme de 400 ppb de SO_2 a été dépassée moins de 0,5 % du temps en 2023, ces valeurs représentent les dépassements du seuil de 500 ppb.

Dépassements pour les métaux[46]

Numéro – Nom de station	Sb	Ag[47]	As	Ba*	Be	Cd	Cr[48]	Cu	Hg	Ni (PM_{10})		Pb	Tl	V	Zn
	0,17 µg/m³ (1 an)	0,23 µg/m³ (1 an)	0,003 µg/m³ (1 an)	0,05 µg/m³ (1 an)	0,0004 µg/m³ (1 an)	0,0036 µg/m³ (1 an)	0,1 µg/m³ (1 an)	2,5 µg/m³ (24 h)	0,005 µg/m³ (1 an)	0,070 µg/m³ (24 h)	0,020 µg/m³ (1 an)	0,1 µg/m³ (1 an)	0,25 µg/m³ (1 an)	1 µg/m³ (1 an)	2,5 µg/m³ (24 h)
03006 - Québec - Vieux-Limoilou	0	0	0	0	0	0	0	0		2	0	0	0	0	0
03052 - Québec - Henri IV	0	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0	0
03093 - Québec - Vitré	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
04052 - Trois-Rivières - Rés. Louis-Denoncourt	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0
08007 - Rouyn-Noranda - Carter	0	0	1	0	0	1	0	1		1	0	1	0	0	0
08045 - Rouyn-Noranda - École Murdoch	0	0	1	0	0	0	0	5				1	0	0	0
08049 - Rouyn-Noranda - Centre polymétier	0	0	1	0	0	0	0	0				0	0	0	0
Total :	**0**	**0**	**3**	**1**	**0**	**1**	**0**	**6**		**3**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**

Sauf en cas d'indication contraire, les normes du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* prescrites pour les métaux s'appliquent dans les particules en suspension totales.

[46] L'absence de valeurs signifie qu'aucun suivi n'a été effectué.
[47] Le RAA prescrit une norme sur les composés solubles d'argent, ainsi que les composés métalliques et solubles de baryum, tandis que la méthode d'échantillonnage et d'analyse des métaux au RSQAQ mesure les concentrations totales d'argent et de baryum.
[48] Il s'agit de la norme du chrome trivalent.

Annexe A21. Pourcentage de détection des métaux

Métal	LD (µg/m³)	03006 - Québec - Vieux-Limoilou		03052 - Québec - Henri IV	03093 - Québec - Vitré		04052 -Trois-Rivières – Rés. Louis-Denoncourt	06355 - Joliette - Graymont	08007 - Rouyn-Noranda - Carter		08045 - Rouyn-Noranda - École Murdoch	08049 - Rouyn-Noranda - Centre polymétier
		PM_{10}	PST	PST	PM_{10}	PST	PST	PST	PM10	PST	PST	PST
Aluminium	0.1	59	76	95	41	80	73	-	23	39	41	44
Antimoine	0.001	49	66	86	61	68	41	-	44	58	49	34
Argent	0.001	14	7	2	36	36	0	-	48	55	38	21
Arsenic	0.001	46	60	50	46	57	63	-	88	95	85	74
Baryum	0.001	100	100	100	96	100	100	-	98	100	97	99
Béryllium	0.0002	1	2	0	0	7	0	-	4	0	3	1
Bismuth	0.005	0	2	0	0	0	0	-	35	37	34	24
Bore	0.2	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Cadmium	0.0002	36	38	17	18	34	64	-	88	97	87	77
Calcium	0.5	72	95	97	63	89	85	100	4	8	9	12
Chrome	0.003	3	3	57	2	7	3	-	13	26	18	9
Cobalt	0.0002	49	78	91	27	66	69	-	56	87	71	65
Cuivre	0.002	100	100	98	100	100	100	-	100	100	99	100
Étain	0.003	3	5	71	7	7	0	-	44	55	58	35
Fer	0.1	91	100	98	84	98	88	-	69	95	85	88
Lithium	0.005	0	0	2	0	0	0	-	0	0	0	0
Magnésium	0.2	13	59	74	9	50	41	-	4	8	9	13
Manganèse	0.002	97	100	100	84	100	100	-	65	97	85	92
Molybdène	0.001	41	3	52	4	4	3	-	19	26	20	23
Nickel	0.003	21	38	14	5	18	61	-	38	63	48	32
Plomb	0.002	51	71	36	55	79	64	-	88	100	93	85
Potassium	0.06	90	98	98	75	86	88	-	23	45	39	40
Sélénium	0.0005	11	10	14	5	9	12	-	69	74	81	70
Sodium	0.4	41	50	53	43	48	36	-	2	18	10	12
Strontium	0.06	1	0	7	0	4	2	-	0	0	0	0
Tellure	0.005	0	0	0	0	0	0	-	2	5	4	1
Thallium	0.005	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Titane	0.005	73	98	98	57	91	78	-	15	32	30	38
Uranium	0.001	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Vanadium	0.007	4	3	3	4	4	2	-	0	0	0	0
Zinc	0.06	37	48	81	16	43	47	-	42	61	43	24

Annexe B1. Composantes du modèle de régression gamma

Description du modèle

Comme tout modèle de régression, un modèle de régression gamma cherche à prédire une variable réponse (variable dite endogène) à partir d'une ou de plusieurs variables explicatives (variables dites exogènes). Dans le cas ici présent, la variable réponse (c'est-à-dire celle que l'on cherche à prédire) correspond aux concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$ alors que les variables explicatives sont des composantes temporelles. Plus précisément, on présume qu'au fil des années les concentrations ont suivi une tendance linéaire ainsi que des cycles saisonniers. Contrairement à une régression ordinaire où on présume que les résidus de cette dernière présentent une distribution normale, dans une régression gamma on présume que la distribution des concentrations suit une loi gamma dont l'espérance varie en fonction de prédicteurs linéaires, c'est-à-dire les composantes temporelles le cas ici présent. Enfin, comme il n'est physiquement pas possible d'observer des concentrations négatives, la fonction logarithmique (log népérien) a été utilisée comme fonction de lien pour établir la relation entre les prédicteurs linéaires et les concentrations quotidiennes de $PM_{2,5}$. De même, comme le logarithme d'une valeur nulle n'est pas défini, une valeur de + 0,1 µg/m^3 a été ajoutée à toutes les concentrations. Cette annexe présente les composantes de modèle.

Composantes du modèle

Soit :

- **Yi** – la variable aléatoire correspondant à la concentration quotidienne au jour i de $PM_{2,5}$ à laquelle une quantité de 0,1 µg/m^3 est ajoutée afin d'éviter les valeurs nulles (i = 1,2,3, ... n; n étant le nombre de données).
- **t** – le temps exprimé en années (temps = nombre entier d'années + nombre de jours écoulés depuis le 1er janvier/365).
- **x1, x2, x3, x4** – des variables cycliques (de périodicité d'un an) construites à partir du nombre de jours écoulés depuis le premier janvier de chaque année et des fonctions trigonométriques pour incorporer une périodicité induite par la saisonnalité. Ces variables sont définies comme suit :

$$x1= \sin(2\pi*j/365) \qquad x2= \cos(2\pi*j/365) \qquad x3= \sin(4\pi*j/365) \qquad x4= \cos(4\pi*j/365)$$

Conditionnellement aux valeurs des variables t, x1, x2, x3 et x4, on présume que Y suit une loi gamma dont la valeur attendue selon le modèle de régression (µ) varie en fonction des variables explicatives.

Pour chaque station, le modèle statistique suivant utilisé est donc le suivant :

$$\mathbf{Y = [Concentration\ de\ PM_{2,5}] + 0,1\ \mu g/m^3}$$

Y suit une loi gamma à deux paramètres dont la valeur attendue (µ) varie en fonction du temps selon la relation ci-dessous :

$$\mathbf{Ln(\mu) = \theta + tendance\ linéaire + composante\ cyclique}$$

$$\mathbf{Ln(\mu) = \theta + m*t + c1*x1 + c2*x2 + c3*x3 + c4*x4}$$

Où :

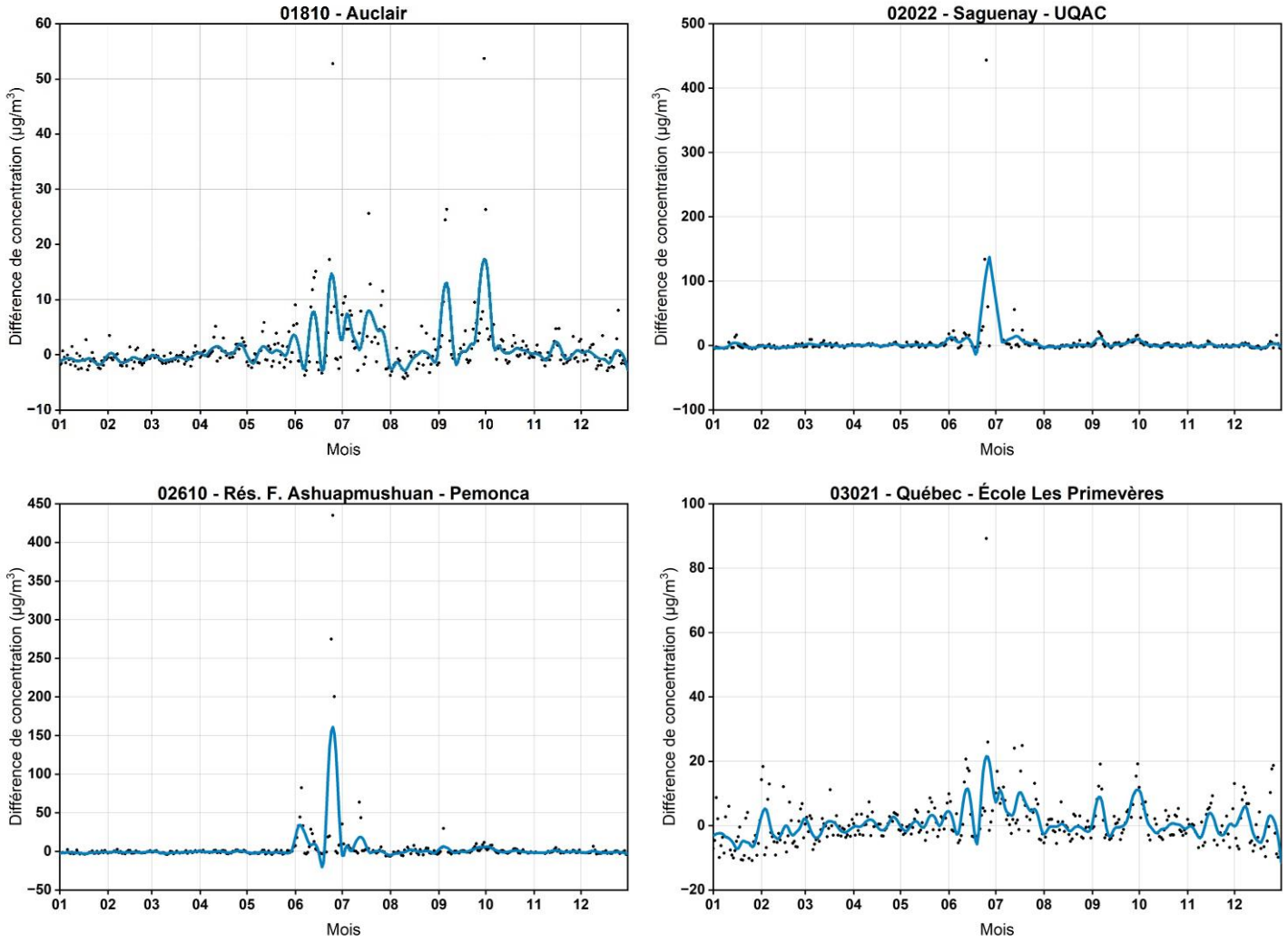
- **j** – le nombre de jours écoulés depuis le 1er janvier de chaque année.
- **m** – le coefficient de régression associé à la tendance linéaire du paramètre µ (sur une échelle logarithmique).
- **c1, c2, c3, c4** – les coefficients de régressions associées aux composantes cycliques (saisonnières).

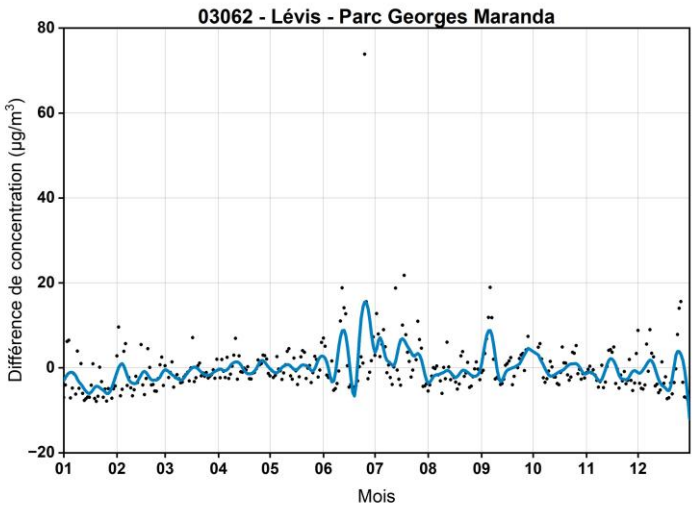
Comme la distribution des concentrations peut varier d'une station à l'autre, un modèle de régression est appliqué à chaque station. Une fois le modèle construit, la différence entre les valeurs prédites et celles mesurées (Δ) est utilisée pour évaluer la contribution des feux de forêt. En effet, les concentrations de 2023 sont prédites (extrapolées) à partir des données historiques (2022 et avant). Pour estimer les coefficients de régression **c1, c2, c3, c4**, la procédure *proc genmod*[49] du module SAS/STAT du logiciel SAS a été utilisée.

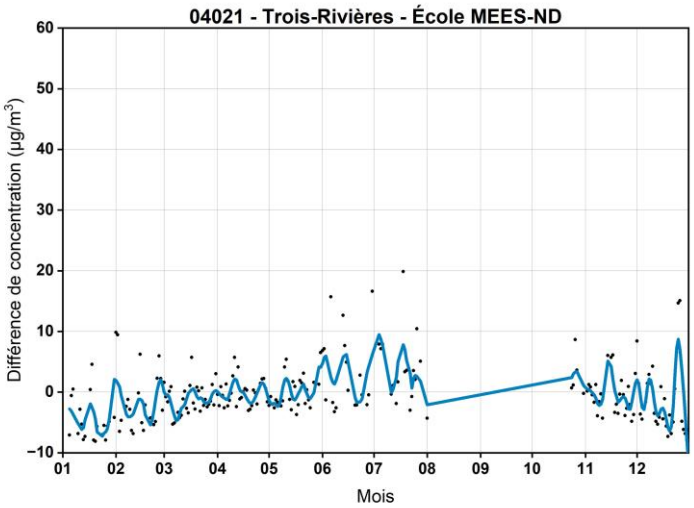
[49] SAS Institute Inc. 2016. SAS/STAT® 14.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

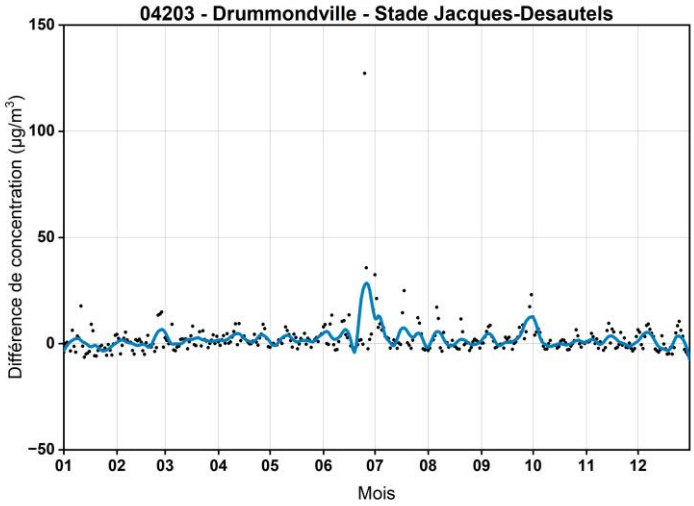
Annexe B2. Estimation quotidienne de l'impact des feux de forêt sur les concentrations de $PM_{2,5}$

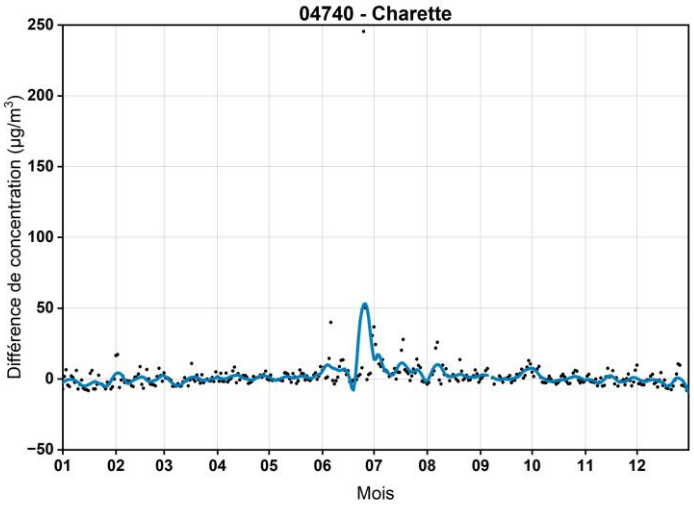
Différence en fonction du temps entre la concentration quotidienne de PM2,5 de 2023 et celle extrapolée à l'aide d'un modèle de régression gamma, soit celui présenté à l'annexe B1. Les cercles noirs correspondent à la différence de concentration pour chaque jour de l'année, alors que la ligne bleue représente la tendance par le biais d'une régression locale (LOESS).

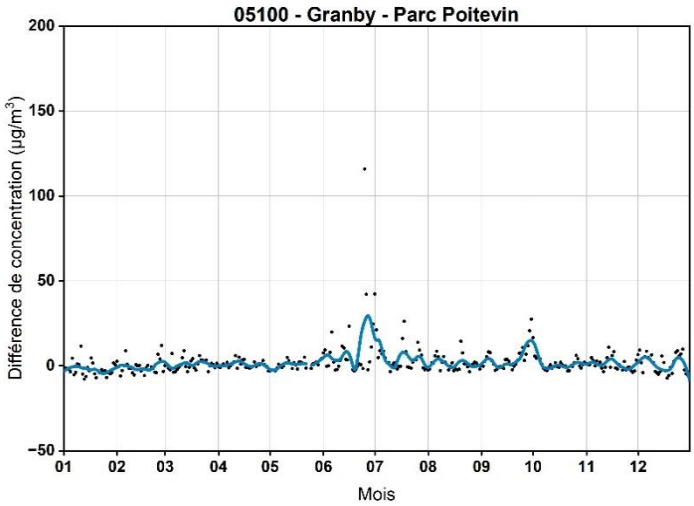


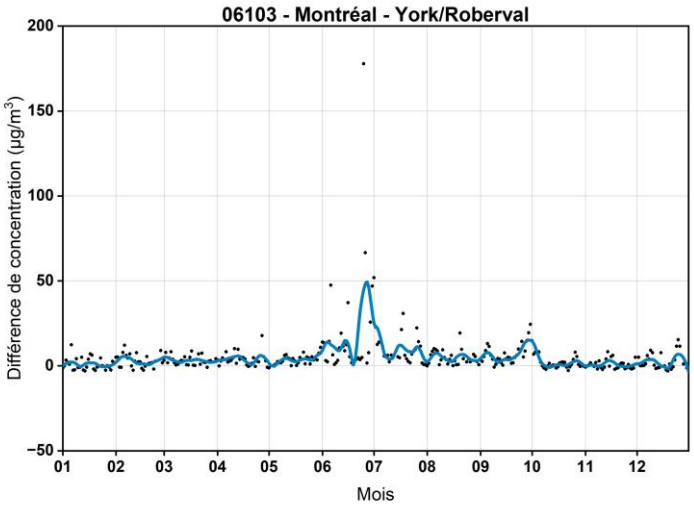

03062 - Lévis - Parc Georges Maranda
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

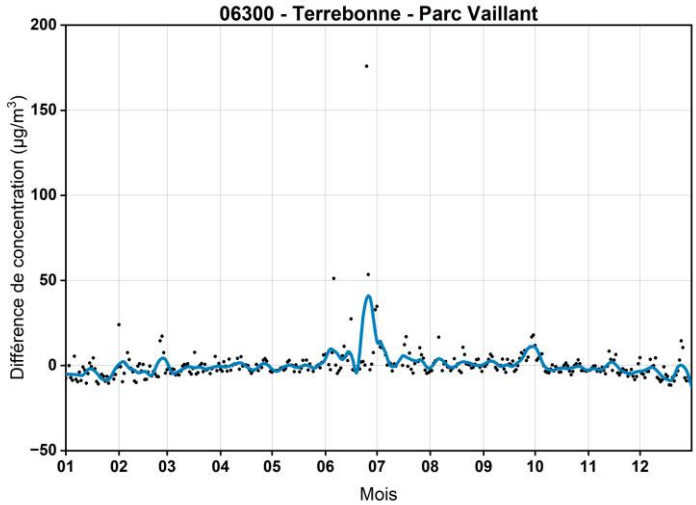

04021 - Trois-Rivières - École MEES-ND
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

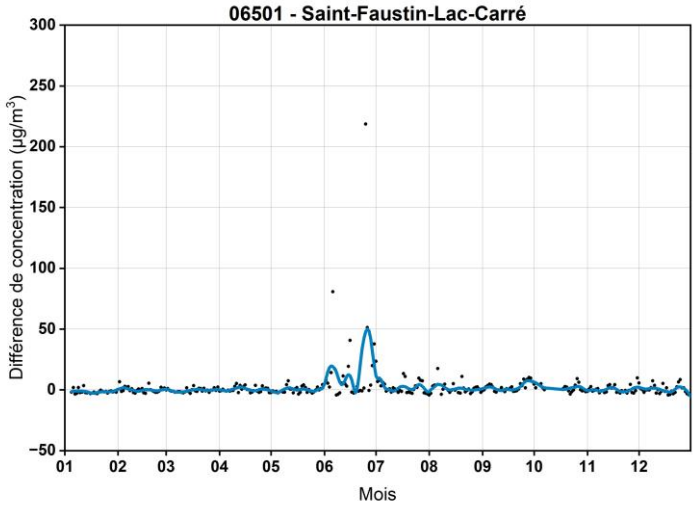

04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

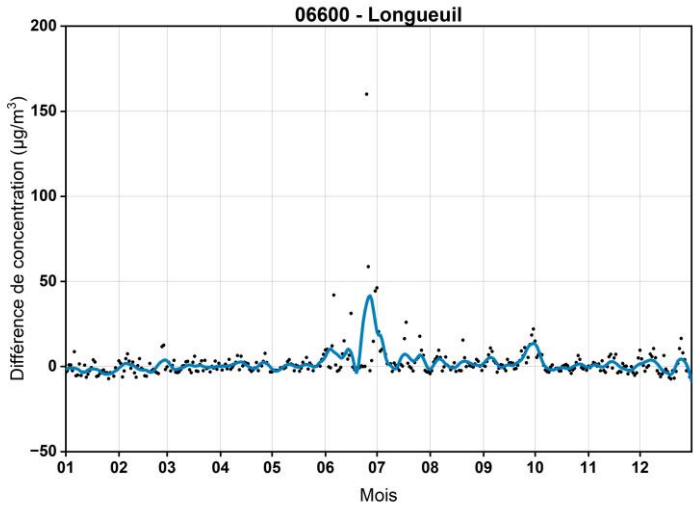

04740 - Charette
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

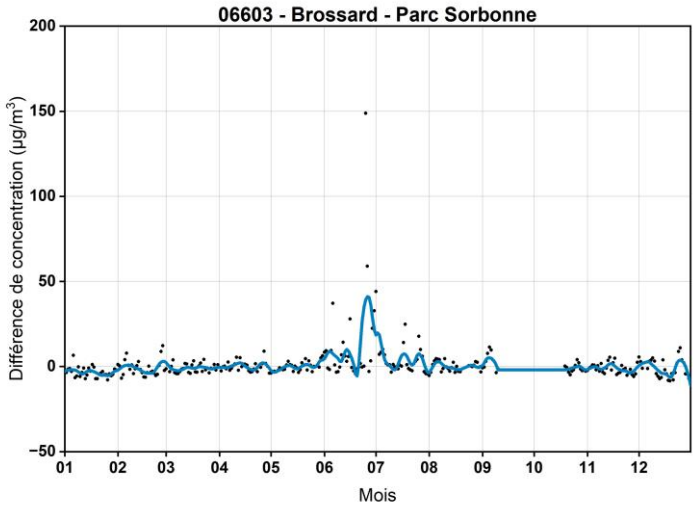

05100 - Granby - Parc Poitevin
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

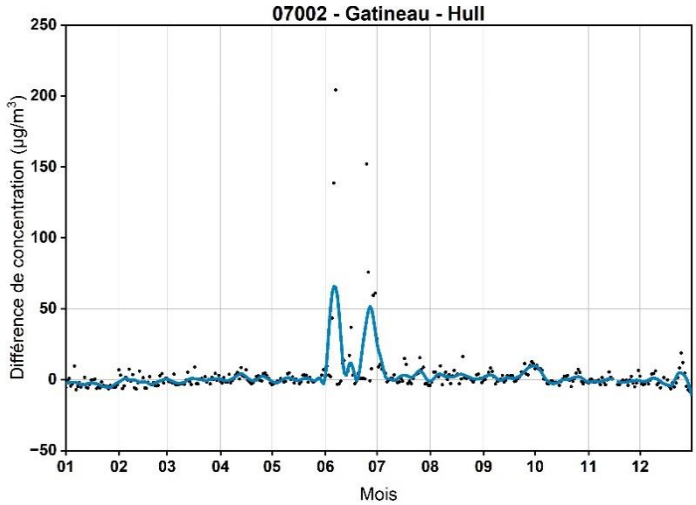

06103 - Montréal - York/Roberval
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

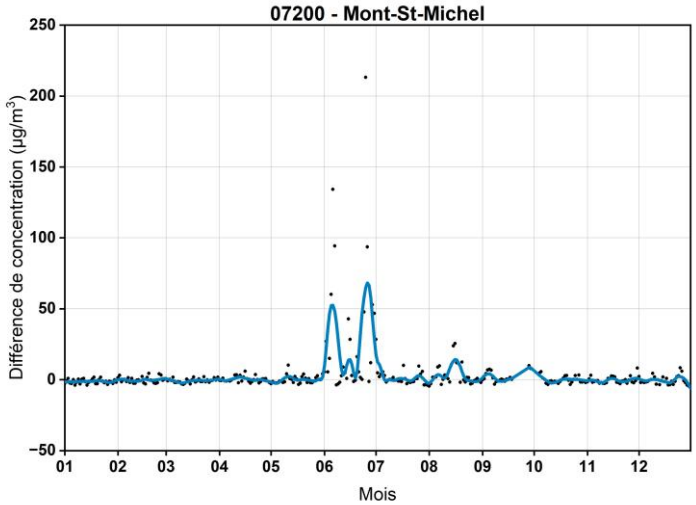

06300 - Terrebonne - Parc Vaillant
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

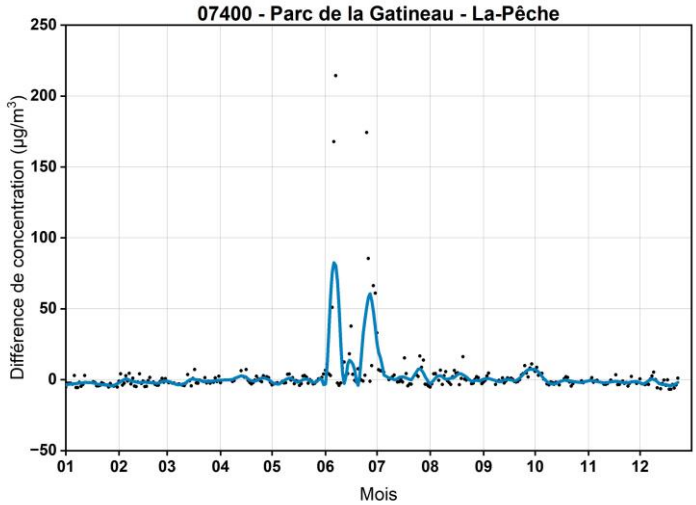

06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

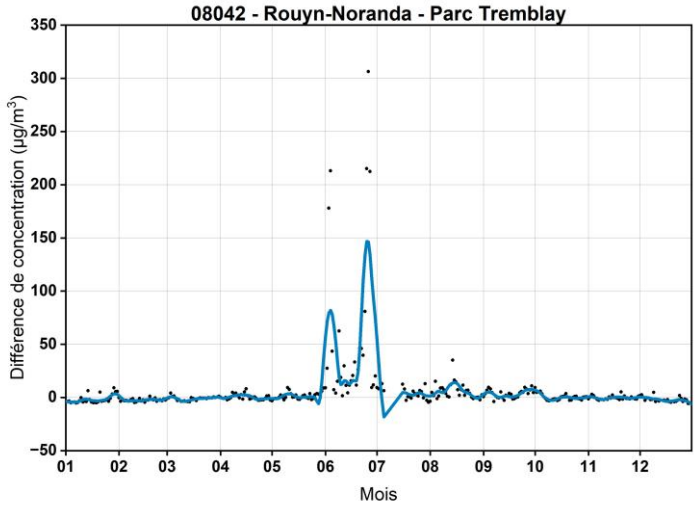

06600 - Longueuil
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

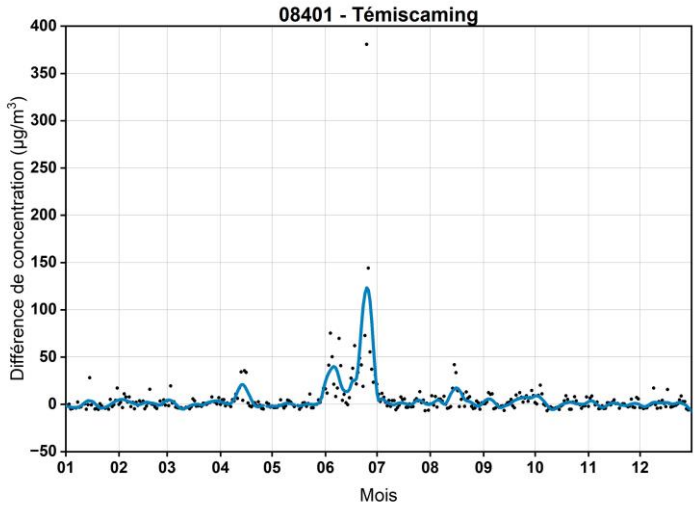

06603 - Brossard - Parc Sorbonne
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

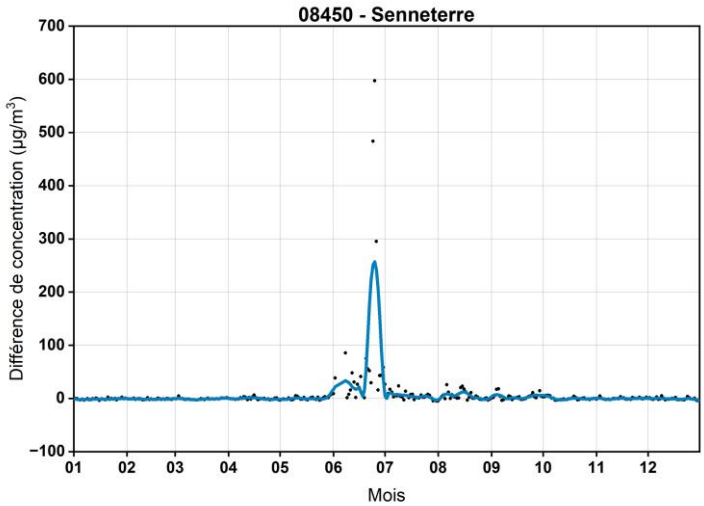

07002 - Gatineau - Hull
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

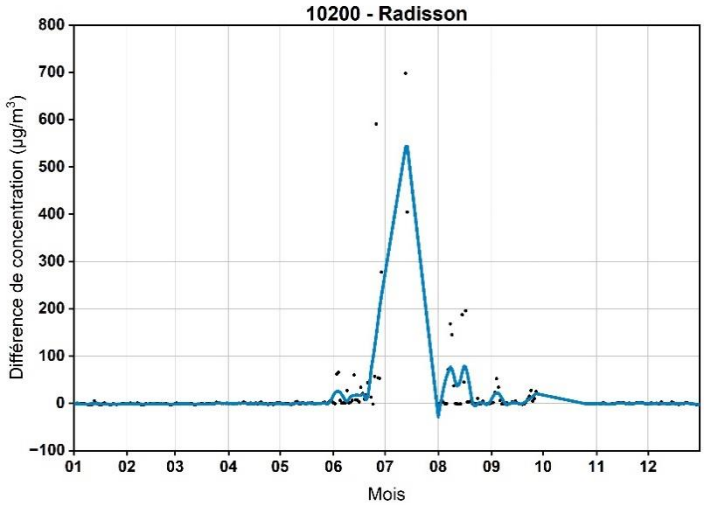

07200 - Mont-St-Michel
Différence de concentration (µg/m³)
Mois


07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche
Différence de concentration (µg/m³)
Mois


08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay
Différence de concentration (µg/m³)
Mois


08401 - Témiscaming
Différence de concentration (µg/m³)
Mois


08450 - Senneterre
Différence de concentration (µg/m³)
Mois


10200 - Radisson
Différence de concentration (µg/m³)
Mois

Annexe B3. Estimation mensuelle de l'impact des feux de forêt sur les concentrations de $PM_{2,5}$

Différence entre les concentrations moyennes mensuelles de PM2,5 de 2023 et celles extrapolées à l'aide d'un modèle de régression gamma

Numéro – Nom de station	Concentration de $PM_{2,5}$	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
01810 - Auclair	Extrapolée	4,27	4,21	3,61	3,26	3,75	5,18	6,64	6,42	4,79	3,51	3,22	3,71
	Réelle	3,23	3,55	3,10	4,13	4,14	9,30	11,25	5,48	10,57	5,64	3,51	3,52
	Différence	-1,04	-0,67	-0,51	0,87	0,40	4,12	4,61	-0,93	5,78	2,13	0,30	-0,18
02022 - Saguenay - UQAC	Extrapolée	8,25	7,64	5,69	4,44	4,62	5,90	7,27	6,63	5,02	4,18	4,74	6,59
	Réelle	7,02	6,04	6,56	5,17	5,45	36,92	13,54	6,04	10,16	5,09	4,69	6,35
	Différence	-1,23	-1,60	0,87	0,74	0,83	31,02	6,27	-0,59	5,14	0,90	-0,05	-0,24
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca	Extrapolée	4,39	4,69	4,35	4,15	4,90	6,81	8,68	8,12	5,65	3,90	3,35	3,83
	Réelle	2,77	3,76	3,18	3,88	3,78	48,14	14,09	7,38	8,04	4,66	3,06	2,68
	Différence	-1,62	-0,93	-1,18	-0,27	-1,11	41,33	5,41	-0,74	2,39	0,76	-0,29	-1,15
03021 - Québec - École Les Primevères	Extrapolée	14,68	12,62	8,84	6,53	6,40	7,81	9,20	8,87	7,57	7,27	8,99	12,50
	Réelle	10,17	12,42	7,97	7,11	7,20	14,51	15,30	8,13	10,93	7,93	8,49	12,44
	Différence	-4,51	-0,21	-0,87	0,59	0,80	6,70	6,10	-0,74	3,36	0,65	-0,50	-0,07
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda	Extrapolée	11,02	9,77	7,24	5,74	6,01	7,65	9,14	8,64	7,08	6,30	7,32	9,81
	Réelle	6,93	8,13	6,01	5,90	6,08	11,77	12,59	7,17	9,08	6,17	6,21	8,62
	Différence	-4,09	-1,65	-1,23	0,16	0,08	4,12	3,45	-1,48	2,00	-0,13	-1,11	-1,19
04021 - Trois-Rivières - École MEES-ND	Extrapolée	10,78	9,48	7,05	5,46	5,39	6,44	7,45	7,48	-	5,84	6,88	9,19
	Réelle	6,09	8,12	5,77	5,37	5,32	9,69	11,69	3,18	-	8,63	6,43	7,86
	Différence	-4,69	-1,37	-1,28	-0,10	-0,07	3,25	4,23	-4,30	-	2,79	-0,45	-1,33
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels	Extrapolée	9,58	8,59	6,41	4,96	4,91	5,94	7,01	6,79	5,69	5,12	5,76	7,44
	Réelle	8,86	9,93	7,84	7,56	6,54	14,47	12,23	8,00	9,51	6,15	6,71	8,40
	Différence	-0,72	1,34	1,43	2,60	1,63	8,53	5,23	1,21	3,82	1,03	0,95	0,96
04740 - Charette	Extrapolée	9,84	9,00	6,83	5,24	4,98	5,76	6,71	6,73	5,97	5,65	6,47	8,36
	Réelle	7,04	9,62	6,11	6,38	6,19	20,97	14,88	10,15	8,23	6,29	5,98	6,61
	Différence	-2,79	0,62	-0,73	1,13	1,20	15,21	8,17	3,42	2,26	0,63	-0,49	-1,75

(suite) Différence entre les concentrations moyennes mensuelles de PM2,5 de 2023 et celles extrapolées à l'aide d'un modèle de régression gamma

Numéro – Nom de station	Concentration de $PM_{2,5}$	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
04740 - Charette	Extrapolée	9,84	9,00	6,83	5,24	4,98	5,76	6,71	6,73	5,97	5,65	6,47	8,36
	Réelle	7,04	9,62	6,11	6,38	6,19	20,97	14,88	10,15	8,23	6,29	5,98	6,61
	Différence	-2,79	0,62	-0,73	1,13	1,20	15,21	8,17	3,42	2,26	0,63	-0,49	-1,75
05100 - Granby - Parc Poitevin	Extrapolée	11,08	9,78	6,93	5,06	4,86	5,93	7,17	7,10	6,08	5,66	6,73	9,21
	Réelle	8,99	9,30	7,70	5,77	5,46	15,54	12,97	8,35	10,31	6,91	7,56	10,41
	Différence	-2,09	-0,48	0,77	0,71	0,60	9,60	5,80	1,25	4,23	1,25	0,83	1,19
06103 - Montréal - York/Roberval	Extrapolée	8,54	7,04	5,29	4,14	3,85	4,12	4,56	4,79	4,78	4,86	5,20	5,52
	Réelle	9,44	9,96	8,50	8,05	7,27	22,82	15,25	9,58	11,71	7,03	5,91	8,19
	Différence	0,89	2,92	3,21	3,91	3,42	18,70	10,69	4,79	6,93	2,17	0,70	2,67
06205 - Laval - Chomedey	Extrapolée	11,94	10,55	7,82	6,02	5,90	6,29	7,80	7,43	6,51	6,37	7,74	10,34
	Réelle	8,87	10,40	7,02	6,91	6,48	16,25	10,48	9,07	10,69	6,90	6,82	9,53
	Différence	-3,07	-0,15	-0,80	0,88	0,58	9,96	2,68	1,64	4,18	0,53	-0,92	-0,81
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	Extrapolée	14,91	12,80	9,12	6,90	6,76	7,94	8,91	8,39	7,31	7,34	9,41	13,16
	Réelle	9,73	12,12	7,43	6,64	6,05	20,67	13,58	9,33	10,45	6,91	7,33	9,27
	Différence	-5,18	-0,68	-1,70	-0,26	-0,71	12,73	4,67	0,94	3,15	-0,43	-2,08	-3,89
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	Extrapolée	4,97	4,61	4,11	4,10	4,93	6,36	7,21	6,48	5,10	4,21	4,18	4,62
	Réelle	3,40	4,80	3,64	4,41	4,95	24,18	9,93	7,54	7,39	5,95	4,36	4,89
	Différence	-1,57	0,19	-0,47	0,31	0,02	17,82	2,72	1,06	2,29	1,74	0,18	0,28
06600 - Longueuil	Extrapolée	11,03	9,79	7,44	6,00	6,10	7,28	8,24	7,77	6,63	6,30	7,44	9,74
	Réelle	8,68	9,88	7,40	6,84	6,40	21,05	14,15	9,28	10,92	7,13	7,56	10,41
	Différence	-2,35	0,09	-0,04	0,84	0,29	13,77	5,91	1,50	4,29	0,84	0,11	0,67
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	Extrapolée	11,44	10,22	7,71	6,22	6,46	7,93	9,07	8,43	7,31	6,47	7,57	10,29
	Réelle	8,06	9,43	6,78	6,39	6,27	20,44	14,27	8,44	10,58	5,32	6,38	9,12
	Différence	-3,38	-0,79	-0,93	0,17	-0,19	12,51	5,20	0,02	3,26	-1,14	-1,20	-1,17
07002 - Gatineau - Hull	Extrapolée	10,03	8,96	6,94	5,72	5,86	6,92	7,69	7,15	6,10	5,82	6,88	8,94
	Réelle	6,76	8,16	6,65	6,82	6,15	35,34	11,56	9,27	9,26	6,91	6,06	8,41
	Différence	-3,27	-0,79	-0,29	1,10	0,29	28,42	3,87	2,11	3,16	1,09	-0,82	-0,53
07200 - Mont-St-Michel	Extrapolée	4,99	4,60	3,92	3,76	4,58	6,22	7,36	6,63	5,18	3,95	3,95	4,56
	Réelle	3,72	4,53	3,27	4,01	4,68	36,61	9,16	9,75	7,22	3,84	3,62	4,06
	Différence	-1,27	-0,07	-0,65	0,25	0,10	30,39	1,80	3,12	2,04	-0,10	-0,33	-0,50
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	Extrapolée	7,75	6,92	5,56	5,01	5,76	7,44	8,51	7,65	6,03	5,40	6,07	7,43
	Réelle	4,60	5,68	4,31	5,62	5,09	38,82	12,29	8,75	7,75	5,31	4,60	5,08
	Différence	-3,15	-1,24	-1,26	0,60	-0,66	31,38	3,78	1,10	1,72	-0,09	-1,46	-2,35

(suite) Différence entre les concentrations moyennes mensuelles de PM2,5 de 2023 et celles extrapolées à l'aide d'un modèle de régression gamma

Numéro – Nom de station	Concentration de $PM_{2,5}$	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	Extrapolée	8,19	7,50	5,54	4,28	4,43	5,72	6,91	6,36	4,85	4,07	4,60	6,40
	Réelle	6,37	5,06	4,46	4,63	5,80	63,44	11,60	11,95	8,12	4,36	4,21	4,22
	Différence	-1,83	-2,44	-1,07	0,34	1,36	57,73	4,69	5,60	3,27	0,29	-0,40	-2,18
08401 - Témiscaming	Extrapolée	8,51	7,91	6,89	6,46	7,20	8,84	10,08	9,59	8,01	6,89	6,83	7,49
	Réelle	8,33	9,37	7,45	11,48	7,86	55,93	12,75	14,84	11,57	7,72	7,19	7,54
	Différence	-0,18	1,46	0,56	5,02	0,66	47,10	2,66	5,25	3,56	0,83	0,36	0,05
08450 - Senneterre	Extrapolée	4,63	4,71	4,17	3,84	4,37	5,95	7,21	6,79	5,04	3,69	3,40	3,94
	Réelle	3,49	3,59	3,35	3,65	4,59	89,45	12,52	11,19	8,27	3,72	3,32	3,26
	Différence	-1,14	-1,12	-0,82	-0,18	0,22	83,50	5,31	4,40	3,23	0,03	-0,08	-0,68
10200 - Radisson	Extrapolée	3,69	4,16	3,81	3,22	3,12	3,72	4,66	4,94	4,11	2,81	2,75	3,22
	Réelle	2,50	2,81	2,95	2,76	3,23	54,10	556,10	32,87	11,79	1,95	2,51	2,70
	Différence	-1,19	-1,35	-0,86	-0,46	0,11	50,38	551,43	27,93	7,68	-0,86	-0,24	-0,51

Annexe B4. Évaluation de la date à laquelle les feux de forêt ont commencé à exercer une influence significative sur la qualité de l'air à chaque station.

Point de rupture dans la série de données d'après les résultats du test statistique de Pettitt, pour la période du 1er avril au 31 juillet 2023. Ce test a été effectué à l'aide des données correspondant aux écarts entre les concentrations quotidiennes mesurées de PM2,5 et celles prédites à l'aide modèle statistique de régression gamma.

Numéro – Nom de station [50]	Date du point de rupture[51]	p-value	Différence de concentration moyenne (µg/m³)	
			Avant le point de rupture	Après le point de rupture
01810 - Auclair	2023-06-22	p < 0,05	0,95	5,49
02022 - Saguenay - UQAC	2023-05-27	p < 0,05	0,55	17,01
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan - Pemonca	2023-05-27	p < 0,001	-0,91	21,01
03021 - Québec - École Les Primevères	2023-06-22	p < 0,05	1,24	7,95
03062 - Lévis - Parc Georges Maranda*	2023-06-22	p > 0,05	0,40	4,88
04021 - Trois-Rivières - École MEES-ND	2023-05-26	p < 0,05	-0,26	3,46
04203 - Drummondville - Stade Jacques-Desautels*	2023-06-25	p > 0,05	2,39	8,99
04740 - Charette	2023-05-31	p < 0,001	1,04	11,34
05100 - Granby - Parc Poitevin	2023-05-27	p < 0,05	0,52	7,12
06103 - Montréal - York/Roberval	2023-05-30	p < 0,001	3,47	14,34
06205 - Laval - Chomedey*	2023-05-19	p > 0,05	0,32	2,50
06300 - Terrebonne - Parc Vaillant	2023-05-30	p < 0,001	-0,61	8,47
06501 - Saint-Faustin-Lac-Carré	2023-05-28	p < 0,05	0,06	9,42
06600 - Longueuil	2023-05-30	p < 0,05	0,40	9,43
06603 - Brossard - Parc Sorbonne	2023-05-30	p < 0,05	-0,20	8,47
07002 - Gatineau - Hull	2023-05-29	p < 0,05	0,56	15,08
07200 - Mont-St-Michel	2023-05-27	p < 0,05	0,04	14,51
07400 - Parc de la Gatineau - La-Pêche	2023-05-29	p < 0,001	-0,25	17,12
08042 - Rouyn-Noranda - Parc Tremblay	2023-05-26	p < 0,001	0,49	31,94
08401 - Témiscaming	2023-05-28	p < 0,001	2,48	23,15
08450 - Senneterre	2023-05-27	p < 0,001	-0,33	36,56
10200 - Radisson	2023-05-26	p < 0,001	-0,43	67,77

[50] Les stations identifiées par un astérisque (*) ne présentent pas de point rupture statistiquement significatif (p-value > 0,05). La date est présentée à titre indicatif seulement.
[51] Correspond à la date où les feux de forêt ont commencé à exercer une influence statistiquement significative sur la qualité de l'air ambiant.

Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs

Québec