

Bilan de la qualité de l'air au Québec

2020



Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction 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

LABERGE, A. 2023. 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, Direction de la qualité de l'air et du climat, 64 p. + 31 annexes [En ligne], [\[https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air.htm\]](https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air.htm).

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-94953-4 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec - 2023

Équipe de réalisation

Rédaction	Antony Laberge ¹ , chimiste, M. Sc., MBA
Collaboration	Daniel Busque ¹ , biologiste, M. Sc. Marc-André Foucreault ¹ , B. Sc. biochimie Fabrice Godefroy ² , chef de section – RSQA Sébastien Lamarre ³ , chimiste, Ph. D. Sonia Melançon ² , chimiste, Ph. D. – RSQA Catherine Savard ¹ , physicienne, M. Sc. Manon Therrien ¹ , chimiste, M. Sc.
Révision scientifique	François d'Auteuil-Potvin ¹ , M. Sc. statistique Frédéric Bouffard ¹ , M. Sc. Fanny Eyboulet ¹ , biologiste, Ph. D.
Cartographie	Simon Magnan ⁴ , M. Sc.

¹ Direction de la qualité de l'air et du climat, MELCCFP.

² Section du 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 des inventaires et de la gestion des halocarbures, MELCCFP.

⁴ Direction de la qualité des milieux aquatiques, MELCCFP.

Résumé

Le Bilan de la qualité de l'air au Québec 2020 fait état des concentrations des dix contaminants les plus couramment mesurés au Québec à 63 stations de mesure situées en milieu urbain, rural et forestier, soit les particules en suspension totales (PST), les particules respirables (PM₁₀), les particules fines (PM_{2,5}), le carbone noir (BC), les particules ultrafines (PM_{0,1}), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone troposphérique (O₃) et le sulfure d'hydrogène (H₂S).

Depuis les 47 dernières années (de 1974 à 2020), la qualité de l'air s'est améliorée au Québec. Les tendances des concentrations des différents contaminants sont généralement à la baisse et les normes de qualité de l'atmosphère en vigueur dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) sont majoritairement respectées, ce qui confirme que la qualité de l'air est bonne. D'ailleurs, les concentrations sont semblables à celles observées ailleurs au Canada (Gouvernement du Canada, 2022).

Particules en suspension totales

Les concentrations moyennes de particules en suspension totales ont varié de 2,8 µg/m³ à la station Radisson à 86,0 µg/m³ à la station Québec–Henri IV. Les concentrations de PST mesurées aux stations rurales et forestières sont généralement plus faibles, moins variables que celles mesurées aux stations urbaines. Elles sont généralement en baisse aux stations urbaines, rurales et forestières. En 2020, 14 dépassements ont été observés au Québec, dont une majorité à proximité d'une autoroute. L'analyse de tendance des concentrations de PST démontre que les concentrations sont significativement à la baisse aux stations situées en milieu urbain. Aux stations situées en milieu rural et forestier, la tendance est aussi généralement à la baisse, mais plus faible que pour les stations urbaines.

Particules respirables

Les concentrations moyennes de particules respirables ont varié de 8,7 µg/m³ à la station Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue à 20,3 µg/m³ à la station Québec–Vieux-Limoilou. L'analyse de tendance des concentrations de PM₁₀ à toutes les stations démontre qu'elles sont significativement en baisse.

Particules fines

Les concentrations moyennes de particules fines ont varié de 2,5 µg/m³ à la station Radisson à 9,7 µg/m³ à la station Témiscaming. Les stations non urbaines ont enregistré généralement des concentrations moyennes moins élevées (entre 2,5 et 7,1 µg/m³) que les stations urbaines (entre 5,4 et 9,7 µg/m³). Les PM_{2,5} mesurées aux stations urbaines proviennent d'un mélange de différentes sources d'émission (chauffage au bois, industrie, transport et autres) dont la proportion de l'apport varie d'une station à l'autre. Le feu de tourbière de Rivière-Ouelle en juin 2020 a causé plusieurs pointes de fortes concentrations de PM_{2,5}. Bien que l'analyse de tendance soit limitée par de courtes séries chronologiques, de façon générale, les tendances des concentrations de particules fines calculées sont significativement à la baisse, et ce, pour chacune des stations. La majorité des dépassements de la norme sur les particules fines est survenue pendant les quatre mois les plus froids de l'année, si l'on exclut ceux causés par les feux de forêt.

Carbone noir

Les concentrations moyennes de carbone noir ont varié de 0,39 µg/m³ à la station Québec–Collège St-Charles-Garnier à 0,42 µg/m³ à la station Québec–École Les Primevères, et 0,68 µg/m³ à la station Québec–Henri IV. En général, le carbone noir provenant de la combustion de biomasse

domine l'hiver, tandis que l'été, les concentrations de carbone noir sont plus fortement influencées par la combustion de combustibles fossiles due au transport.

Particules ultrafines

Les concentrations moyennes de particules ultrafines ont varié de 6 700 particules/cm³ à la station Québec–Collège St-Charles-Garnier à 16 050 particules/cm³ à la station Québec–Henri IV. Les concentrations mesurées en bordure de l'autoroute Henri IV sont nettement plus variables et élevées, une conséquence du trafic routier.

Dioxyde d'azote

Les concentrations moyennes de dioxyde d'azote ont varié de 2,4 ppb à la station Saint-Anicet à 11,8 ppb à la station Montréal–Échangeur Décarie. Les concentrations de NO₂ varient en fonction de l'heure et de la journée de la semaine, et ce, proportionnellement à la densité de la circulation automobile. Ainsi, deux maxima sont observés aux heures de pointe, soit le matin et la fin de l'après-midi. L'analyse de tendance des concentrations de NO₂ au Québec indique que les concentrations moyennes sont en forte baisse à toutes les stations. Toutes les normes du RAA concernant le NO₂ sont respectées depuis l'entrée en vigueur du règlement en juin 2011.

Dioxyde de soufre

Les concentrations moyennes de dioxyde de soufre ont varié de 0,1 ppb à la station Gatineau–Hull à 5,4 ppb à la station Saguenay–Parc Powell. Les données mesurées aux stations situées près de sources de SO₂ connues (Saguenay, Témiscaming, Rouyn-Noranda) sont nettement plus élevées que celles des autres stations du réseau. Les concentrations de SO₂ sont significativement en baisse à toutes les stations du réseau mesurant ce contaminant. Les normes quotidiennes et annuelles sont respectées pour l'ensemble des stations en 2020. Le nombre de dépassements de la norme sur 4 minutes a, quant à lui, diminué de plus de 84 % depuis 2012.

Monoxyde de carbone

Les concentrations moyennes de monoxyde de carbone ont varié de 0,15 ppm à la station Saint-Anicet à 0,39 ppm à la station Québec–Henri IV. Les concentrations enregistrées en 2020 aux stations urbaines (Gatineau, Montréal, Laval et Québec) sont du même ordre de grandeur, à l'exception des stations Québec–Henri IV et Montréal–Échangeur Décarie qui sont légèrement plus élevées. Les concentrations de CO ont chuté au cours des quarante dernières années au Québec, particulièrement aux stations directement influencées par le secteur du transport routier. Toutes les normes du RAA concernant le CO sont respectées depuis l'entrée en vigueur du règlement en juin 2011.

Ozone

Les concentrations moyennes d'ozone ont varié de 21,2 à 32,5 ppb. Les concentrations les plus faibles sont observées à la station Montréal–Échangeur Décarie, située à l'intersection de deux autoroutes majeures, tandis que les concentrations les plus élevées sont observées aux stations situées en milieu rural ou forestier, éloignées des grands centres urbains comme les stations Saint-Hilaire-de-Dorset et Tingwick. Les concentrations d'O₃ varient grandement en fonction de la période de la journée et de l'année. Les concentrations moyennes les plus élevées sont généralement enregistrées en fin d'après-midi au printemps. L'analyse de tendance des concentrations d'O₃ indique que celles-ci augmentent en milieux urbains, tandis qu'elles sont stables ou légèrement à la hausse aux stations rurales et forestières. Aucun dépassement des normes de qualité de l'atmosphère de l'ozone n'a été observé en 2020 pour l'ensemble des stations de suivi, pour une deuxième année consécutive.

Sulfure d'hydrogène

Les concentrations de sulfure d'hydrogène ont varié de 0,23 ppb à la station Trois-Rivières–École MEES à 0,65 ppb à la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine. La norme annuelle a été respectée en 2020 aux deux stations de mesure du H₂S. Cependant, 2 815 dépassements de la norme sur 4 minutes ont été enregistrés aux deux stations, une nette augmentation par rapport aux 1 304 dépassements enregistrés en 2019. L'analyse de tendance des concentrations mensuelles de H₂S démontre que les concentrations sont significativement à la hausse à la station Trois-Rivières–École MEES, tandis qu'elles ont été significativement à la baisse à la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine.

Table des matières

Résumé	v
Liste des figures.....	x
Liste des tableaux.....	xii
Glossaire	xiii
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.....	2
2.3. Présentation des méthodes d'analyse statistique et des données.....	5
2.4. Comparaison aux normes d'air ambiant	6
3. Indicateurs de qualité de l'air	7
3.1. Indice de la qualité de l'air.....	7
3.2. Jours de smog.....	7
3.3. Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant.....	7
4. Résultats	9
4.1. Particules en suspension totales	9
4.2. Particules respirables.....	15
4.3. Particules fines.....	18
4.4. Carbone noir	29
4.5. Particules ultrafines.....	34
4.6. Dioxyde d'azote.....	37
4.7. Dioxyde de soufre	43
4.8. Monoxyde de carbone.....	48
4.9. Ozone.....	52
4.10. Sulfure d'hydrogène.....	58
4.11. Impact de la COVID-19 sur la qualité de l'air.....	61
Conclusion	63
Références bibliographiques	64
Annexe A1. Répartition des stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec, par régions administratives – 2020	69
Annexe A1. Répartition des stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec, par régions administratives – 2020 (suite)	70
Annexe A2. Statistiques annuelles des particules en suspension totales – 2020*	72
Annexe A3. Statistiques annuelles des particules respirables – 2020*	73
Annexe A4. Statistiques annuelles des particules fines – 2020*	74
Annexe A4. Statistiques annuelles des particules fines – 2020* (suite)	75

Annexe A5. Statistiques annuelles du carbone noir – 2020*	76
Annexe A6. Statistiques annuelles des particules ultrafines – 2020*	77
Annexe A7. Statistiques annuelles de dioxyde d'azote – 2020*	78
Annexe A8. Statistiques annuelles de dioxyde de soufre – 2020*	79
Annexe A9. Statistiques annuelles de monoxyde d'azote – 2020*	80
Annexe A10. Statistiques annuelles de monoxyde de carbone – 2020*	81
Annexe A11. Statistiques annuelles d'ozone – 2020*	82
Annexe A11. Statistiques annuelles d'ozone – 2020* (Suite)	83
Annexe A12. Statistiques annuelles du sulfure d'hydrogène – 2020*	84
Annexe B. Calcul des tendances	85
Annexe B1. Tendance des particules en suspension totales	86
Annexe B2. Tendance des particules respirables	87
Annexe B3. Tendance des particules fines	88
Annexe B4. Tendance du carbone noir	91
Annexe B5. Tendance des particules ultrafines	92
Annexe B6. Tendance du dioxyde d'azote	93
Annexe B7. Tendance du dioxyde de soufre	94
Annexe B8. Tendance du monoxyde de carbone	95
Annexe B9. Tendance de l'ozone	96
Annexe B10. Tendance du sulfure d'hydrogène	98
Annexe C. Date de changement des analyseurs de particules fines des appareils de type BAM pour des appareils de type T640	99

Liste des figures

Figure 2.1 Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air au Québec en 2020	3
Figure 2.2 Légende d'un diagramme en boîte	5
Figure 2.3 Exemple d'une figure d'analyse de tendance	6
Figure 4.1 Concentrations annuelles de particules en suspension totales aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	10
Figure 4.2 Concentrations moyennes de particules en suspension totales par saison aux stations de mesure de la qualité de l'air rurales et forestières ou urbaines en 2020	11
Figure 4.3 Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de particules en suspension totales à la station urbaine Saint-Jérôme-Rés. Marie-Lucie de 1993 à 2020	12
Figure 4.4 Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de particules en suspension totales à la station forestière Saint-Faustin-Lac-Carré de 1989 à 2020	12
Figure 4.5 Nombre de dépassements de la norme sur les particules en suspension totales au Québec de 2012 à 2020	13
Figure 4.6 Concentrations annuelles de particules respirables aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	16
Figure 4.7 Tendances des moyennes mensuelles des concentrations de particules respirables à la station urbaine Saguenay-Parc Powell de 1993 à 2020	17
Figure 4.8 Concentrations annuelles de particules fines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	19
Figure 4.9 Proportion des différents composés formant les particules fines de la station Saint-Anicet de 2004 à 2016	21
Figure 4.10 Variation des concentrations horaires de particules fines à plusieurs stations lors du feu de tourbière de Rivière-Ouelle le 20 et le 21 juin 2020	22
Figure 4.11 Concentrations horaires de particules fines et de carbone noir provenant de la combustion de biomasse mesurées à la station Québec-Collège St-Charles-Garnier entre le 20 et le 22 juin 2020	23
Figure 4.12 Tendances des moyennes mensuelles des concentrations de particules fines mesurées par des appareils de type BAM (bleu foncé) et T640 (bleu pâle) à la station rurale Deschambault de 2003 à 2020	24
Figure 4.13 Tendances des moyennes mensuelles des concentrations de particules fines mesurées par des appareils de type BAM (bleu foncé) et T640 (bleu pâle) à la station urbaine Québec-École Les Primevères de 2005 à 2020	25
Figure 4.14 Nombre de dépassements de la norme quotidienne des particules fines au Québec de 2012 à 2020	26
Figure 4.15 Nombre de dépassements de la norme quotidienne des particules fines en 2020, par mois	26
Figure 4.16 Concentrations annuelles de carbone noir aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	30
Figure 4.17 Concentrations moyennes mensuelles de carbone noir provenant de la combustion de biomasse et de la combustion de combustibles fossiles en 2020 aux stations Québec-École Les Primevères (03021), Québec-Collège St-Charles-Garnier (03028) et Québec-Henri IV (03052)	31
Figure 4.18 Concentrations moyennes horaires de carbone noir provenant de la combustion de biomasse et de combustibles fossiles en 2020 durant l'hiver (janvier, février et décembre), le printemps (mars, avril et mai), l'été (juin, juillet et août) et l'automne (septembre, octobre et novembre) à la station Québec-Henri IV	32
Figure 4.19 Concentrations annuelles de particules ultrafines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	35

Figure 4.20 Concentrations de particules ultrafines et de dioxyde d'azote ainsi que nombre moyen de voitures, par tranche de température, à la station Québec–Henri IV en 2020	36
Figure 4.21 Concentrations annuelles de dioxyde d'azote aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020.....	38
Figure 4.22 Pourcentage de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote dans les oxydes d'azote totaux en 2020	39
Figure 4.23 Nombre de véhicules circulant sur l'autoroute Henri IV à Québec chaque heure et concentrations horaires de monoxyde d'azote, de monoxyde de carbone, de particules ultrafines et de carbone noir provenant de la combustion de combustibles fossiles en 2020	40
Figure 4.24 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde d'azote à la station rurale St-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie de 1999 à 2020	41
Figure 4.25 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde d'azote à la station urbaine Québec–Vieux-Limoilou de 1998 à 2020.....	42
Figure 4.26 Concentrations annuelles de dioxyde de soufre aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020.....	44
Figure 4.27 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde de soufre à la station rurale Saint-Anicet de 2005 à 2020	45
Figure 4.28 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde de soufre à la station urbaine Québec–Vieux-Limoilou de 1990 à 2020.....	45
Figure 4.29 Nombre de dépassements de la norme de 400 ppb et du seuil de 500 ppb sur 4 minutes pour le dioxyde de soufre au Québec de 2012 à 2020.....	47
Figure 4.30 Concentrations annuelles de monoxyde de carbone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	49
Figure 4.31 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de monoxyde de carbone mesurées à la station rurale Saint-Anicet de 1998 à 2020	50
Figure 4.32 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de monoxyde de carbone mesurées à la station urbaine Gatineau–Hull de 1997 à 2020.....	50
Figure 4.33 Concentrations annuelles d'ozone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020	53
Figure 4.34 Concentrations moyennes horaires d'ozone à la station urbaine Montréal–Échangeur Décarie et à la station rurale Saint-Anicet pour l'année 2020.....	54
Figure 4.35 Concentrations mensuelles d'ozone à la station urbaine Montréal–Échangeur Décarie et à la station rurale Saint-Anicet en 2020.....	55
Figure 4.36 Tendence des moyennes mensuelles des concentrations d'ozone à la station Longueuil de 1981 à 2020	56
Figure 4.37 Tendence des moyennes mensuelles des concentrations d'ozone à la station rurale Saint-Zéphirin-de-Courval de 1988 à 2020.....	56
Figure 4.38 Nombre de dépassements des normes sur une (1) heure et sur huit (8) heures pour l'ozone au Québec entre 2012 et 2020.....	57
Figure 4.39 Concentrations annuelles de sulfure d'hydrogène aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020.....	58
Figure 4.40 Tendence des moyennes mensuelles des concentrations de sulfure d'hydrogène à la station urbaine Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine de 1988 à 2020	59
Figure 4.41 Distribution des concentrations des dépassements de la norme sur 4 minutes du H ₂ S de 4,3 ppb en 2020	60
Figure 4.42 Nombre de véhicules circulant sur l'autoroute Henri IV à Québec et concentrations de carbone noir provenant de la combustion de combustibles fossiles, de monoxyde de carbone, de monoxyde d'azote, de dioxyde d'azote et de particules ultrafines, par semaine, au cours de l'année 2020	61

Liste des tableaux

Tableau 4.1 Dépassements de la norme quotidienne pour les particules en suspension totales en 2020	14
Tableau 4.2 Types d'appareils de mesure des particules fines en continu utilisés au Québec....	19
Tableau 4.3 Nombre de dépassements de la norme quotidienne des particules fines en 2020, par station.....	27
Tableau 4.4 Concentrations horaires, quotidiennes et annuelles de dioxyde d'azote les plus élevées au Québec en 2020	42
Tableau 4.5 Concentrations quotidiennes et annuelles de dioxyde de soufre les plus élevées au Québec en 2020.....	46
Tableau 4.6 Stations dont la norme de 400 ppb et le seuil de 500 ppb sur 4 minutes pour le dioxyde de soufre ont été dépassés en 2020	47
Tableau 4.7 Concentrations horaires et huit (8) heures de monoxyde de carbone les plus élevées au Québec en 2020	51
Tableau 4.8 Concentrations horaires et huit (8) heures de l'ozone les plus élevées au Québec en 2020.	57
Tableau 4.9 Nombre de dépassements et valeurs maximales annuels des concentrations de sulfure d'hydrogène sur quatre (4) minutes entre 2016 et 2020	60
Tableau 4.10 Baisse estimée des concentrations de monoxyde d'azote, de dioxyde d'azote et de particules fines à différentes stations du Québec lors du premier confinement de la pandémie de COVID-19.....	62

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 le transport routier
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CO	monoxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
DICHOT	échantillonneur de particules de diamètre entre 2,5 et 10 µm ainsi qu'égal ou inférieur à 2,5 µm
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
H ₂ S	sulfure d'hydrogène
GRIMM	analyseur de particules fines de marque GRIMM 180 et 365 utilisant l'optique comme outil d'analyse
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
HNO ₃	acide nitrique
H ₂ SO ₄	acide sulfurique
IQA	indice de la qualité de l'air du Québec
MELCCFP	ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
µg/m ³	microgramme par mètre cube
µm	micromètre
NCQAA	normes canadiennes de qualité de l'air ambiant
NH ₃	ammoniac
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 outil d'analyse
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 occupé par des champs ou des activités agricoles et qui est située dans un milieu non urbain à densité de population faible
Station forestière	station de mesure de la qualité de l'air dont l'environnement immédiat est majoritairement occupé par la forêt et qui est située dans un milieu non urbain à densité de population très faible
T640	analyseur de particules fines de marque Teledyne API-T640 utilisant l'optique comme outil d'analyse
TEOM-SES	analyseur de particules fines de marque Rupprecht and Pataschnik TEOM-SES utilisant la gravimétrie comme outil d'analyse
TEOM-FDMS	analyseur de particules fines de marque Thermo TEOM-FDMS utilisant la gravimétrie 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 y ont été mesurés et analysés, que ce soit lors d'activités régulières ou pour des projets spéciaux visant à faire état de situations particulières. Le Bilan de la qualité de l'air au Québec en 2020 a pour but de répondre aux objectifs suivants :

- Établir un portrait des concentrations des principaux contaminants analysés dans l'ensemble du Québec pour l'année 2020;
- Évaluer les tendances historiques de la qualité de l'air au Québec;
- Comparer les concentrations mesurées en 2020 aux normes de qualité de l'atmosphère.

2. Méthodologie

Les contaminants analysés dans cette étude sont les particules en suspension totales, les particules respirables, les particules fines, le carbone noir, les particules ultrafines, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, l'ozone et le sulfure d'hydrogène. Il s'agit des dix contaminants qui sont les plus couramment analysés au Québec en raison, entre autres, de leur conséquence sur la santé humaine et sur l'environnement.

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

En 2020, le RSQAQ est composé de 63 stations, dont 52 sont exploitées par le MELCCFP et 11 par la Ville de Montréal. La localisation des 63 stations est présentée à la figure 2.1 et leur identification, leurs coordonnées géographiques et les contaminants analysés à chacune d'elles se trouvent à l'annexe A1, classées par région administrative.

Plusieurs nouveautés ont eu lieu au RSQAQ en 2020.

2.1.1. Fermeture de la station de Saint-François-de-l'Île-d'Orléans

La station Saint-François-de-l'Île-d'Orléans a été fermée en juillet 2020. Le suivi de l'O₃ en milieu rural dans la région de la Capitale-Nationale continue d'être assuré par la station de Deschambault.

2.1.2. Ouverture de la station de Charlesbourg

En février, une nouvelle station en milieu urbain a été ouverte dans le secteur de Charlesbourg à Québec. Elle permet de suivre les concentrations de PM_{2,5} et d'O₃.

2.1.3. Relocalisation de la station d'Asbestos–École Sacré-Cœur

La station Asbestos–École Sacré-Cœur, qui mesure les PST, a été relocalisée en raison d'un enjeu de sécurité pour le personnel entretenant la station. Elle se situe maintenant au sud de l'ancienne station, à 400 mètres de l'école. Son nom a été changé pour Val-des-Sources–Bolduc.

2.1.4. Changement technologique

Le remplacement des appareils de mesure en continu des $PM_{2,5}$ Met One BAM 1020 par des appareils Teledyne API T640, entrepris en 2017, s'est terminé en 2020. Les appareils T640 offrent une meilleure sensibilité et leurs résultats présentent une plus grande reproductibilité que les modèles précédents. De plus, les données générées par ces nouveaux appareils sont plus faciles à valider et l'opération en est simplifiée. Les dates de changement des appareils sont indiquées à l'annexe C.

2.1.5. Des capteurs dans les communautés autochtones du Québec

Le MELCCFP collabore avec le Grand Conseil de la Nation Waban-Aki dans le cadre d'un projet de déploiement de capteurs de la qualité de l'air dans les communautés dans le but d'obtenir des données de $PM_{2,5}$ lorsque des feux de forêt sont actifs. L'objectif du projet est de concevoir des stratégies d'atténuation des risques et des outils de prise de décision afin d'augmenter la résilience des communautés devant ces événements. Depuis mai 2020, l'expertise du MELCCFP a été mise à contribution, celui-ci offrant un soutien technique pour le déploiement des capteurs et aidant à l'interprétation des données. Ce projet de collaboration a permis au MELCCFP de développer son expertise quant à l'utilisation des différents types de capteurs. Le projet se poursuit en 2021.

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 le territoire de l'agglomération de Montréal) en matière de surveillance de qualité de l'air sur son territoire. L'exploitation du réseau de la surveillance de 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 font partie de ce bilan afin qu'un portrait de l'ensemble du Québec puisse être présenté. La Ville de Montréal publie chaque année son propre bilan qui est accessible sur son site Web (Ville de Montréal, 2022).



Figure 2.1 Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air au Québec en 2020

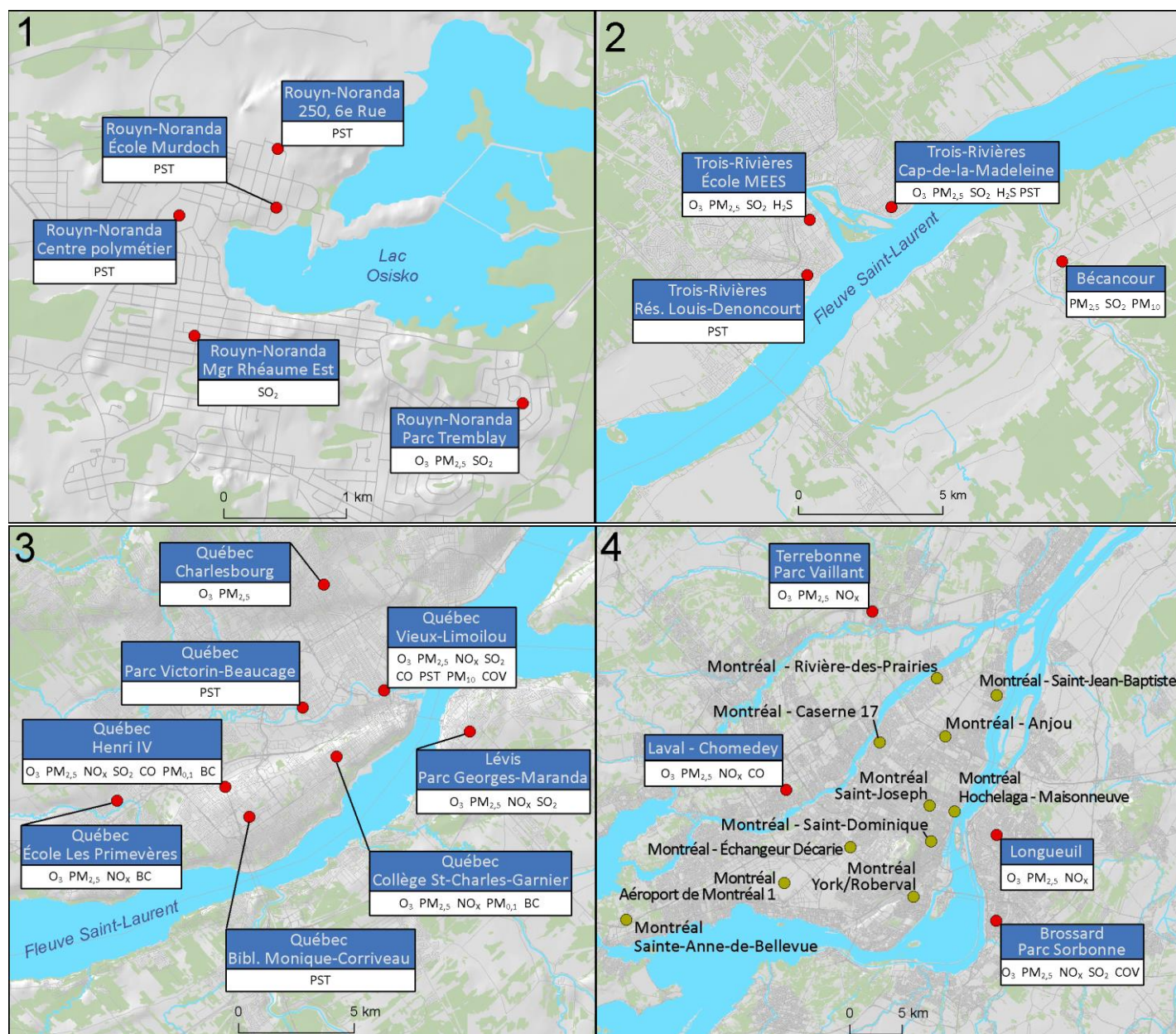


Figure 2.1 Localisation des stations de surveillance de la qualité de l'air au Québec en 2020 (suite)

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

Les données ayant servi à la production de ce bilan sont des données horaires provenant d'appareils de mesure en continu, à l'exception des données sur les particules en suspension totales (PST) et les particules respirables (PM₁₀), qui sont des mesures quotidiennes, effectuées généralement tous les six (6) jours.

Dans ce document, 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.

Les statistiques annuelles des contaminants sont présentées sous la forme de diagrammes en boîte (*box plot*). Ce type de diagramme est détaillé à la figure 2.2.

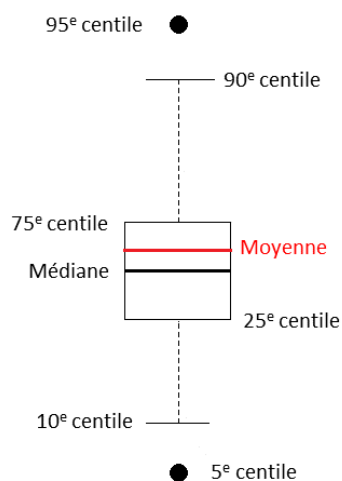


Figure 2.2 Légende d'un diagramme en boîte

En plus de présenter certains centiles, la médiane et la moyenne, les boîtes vertes indiquent que les stations sont situées en milieu forestier ou rural et les bleues représentent celles situées en milieu urbain.

De plus, les stations qui ne respectent pas le critère de complétude des données continues, soit un minimum de 75 % de données valides pour une année, sont suivies d'un astérisque (*) à côté de leur nom dans les figures. 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. 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 pour les données séquentielles, cependant le nombre de résultats utilisés pour produire les différentes figures est indiqué pour chacune des stations.

Une analyse de tendance a aussi été réalisée pour l'ensemble des contaminants. L'information sur le calcul des tendances se trouve à l'annexe B, tandis que les résultats de tous les calculs de tendance sont présentés aux annexes B1 à B10. Les tendances sont présentées sous le même format pour l'ensemble du bilan. Ainsi, comme le montre l'exemple de la figure 2.3, la statistique servant à la tendance (moyenne mensuelle) est représentée avec les points et la ligne bleu pâle. La ligne bleu foncé représente la tendance Theil-Sen. La pente de la tendance est affichée en haut du graphique, suivie du code de valeur p « p-value » (** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$; + = $p < 0,1$).

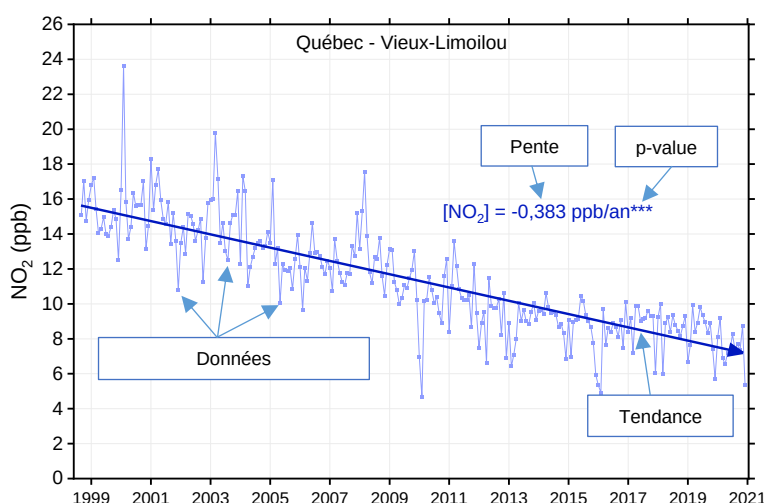


Figure 2.3 Exemple d'une figure d'analyse de tendance

Pour l'analyse de tendance, les données ont été préalablement désaisonnalisées (Cleveland *et al.*, 1990). La désaisonnalisation a pour but d'éliminer les fluctuations infra-annuelles, c'est-à-dire mensuelles ou trimestrielles, qui se répètent d'année en année, afin que l'analyse de tendance indique, sans distorsion, la direction que prennent les concentrations dans le temps.

Finalement, l'analyse des données de carbone noir s'est faite selon la méthode élaborée par Sandradewi *et al.* (2008) et Zotter *et al.* (2017), comme présenté 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 possède un degré d'incertitude pouvant atteindre 25 % (Zotter *et al.*, 2017) et que les paramètres de la méthode (α) ne sont probablement pas optimaux pour les conditions observées au Québec.

2.4. Comparaison aux normes d'air ambiant

Les concentrations des principaux contaminants ont été comparées aux normes de qualité de l'atmosphère prescrites dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) (MELCC, 2022a).

Une norme de qualité de l'atmosphère est la concentration limite dans l'air ambiant pour un contaminant intégrée dans le 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'air⁵, les stations de mesure de la qualité de l'air situées sur l'île de Montréal ont été comparées à titre indicatif aux mêmes seuils que celles situées ailleurs au Québec. Les normes de qualité de l'atmosphère prescrites dans le RAA sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$; or les concentrations des 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.

⁵ <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

3. Indicateurs de qualité de l'air

3.1. Indice de la qualité de l'air

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 (MELCC, 2022b). L'échelle locale de l'IQA représente l'environnement immédiat d'une station de mesure de la qualité de l'air. Le MELCCFP diffuse l'IQA en temps réel sur son site Web (MELCC, 2022c) pour l'ensemble du territoire québécois couvert par le RSQAQ, à l'exception de l'île de Montréal, où il est diffusé sur le site Web de la Ville de Montréal (Ville de Montréal, 2022).

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

En 2020, l'IQA a été calculé pour 24 régions météorologiques. Le pourcentage de jours où l'IQA a été qualifié de « bon » ou d'« acceptable » a varié de 97 % sur l'île de Montréal (environ 324 jours sur 366) à 100 % pour les régions de l'Estrie, des Laurentides, de Mont-Laurier et de la Haute-Gatineau. Pour l'ensemble des régions, l'IQA a été « bon », « acceptable » ou « mauvais » dans une proportion de 66 %, 33 % et 1 %.

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 2020, le nombre de jours de smog a varié de dix-neuf dans la région de la Capitale-Nationale à zéro dans plusieurs régions (MELCC, 2022d). Le chauffage au bois influence grandement le bilan des jours de smog, car près de 80 % des épisodes de smog ont été observés en hiver. La région de la Capitale-Nationale a d'ailleurs connu une série de huit jours de smog en décembre, dont sept consécutifs. L'ajout d'une nouvelle station à Québec (Québec–Charlesbourg) peut avoir influencé ce résultat, puisque la station couvre un nouveau secteur de la ville. En 2020, le nombre moyen de jours de smog a augmenté par rapport à 2019. Enfin, en 2020, les concentrations d' O_3 n'ont provoqué aucun jour de smog.

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, 2022a). 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 dans l'élaboration de certains éléments du SGQA, dont les zones atmosphériques de gestion et les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant

(NCQAA) (CCME, 2022b) qui sont le moteur de la gestion de la qualité de l'air dans le cadre du SGQA. Il faut 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 pour l'O₃ et deux pour les PM_{2,5} (une basée sur 24 heures et 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 SO₂ et le NO₂.

Pour la période 2017-2019, les NCQAA de l'O₃ et des PM_{2,5} étaient respectées dans l'ensemble des stations (MELCC, 2022e).

4. Résultats

4.1. Particules en suspension totales

4.1.1. Description et propriétés

Les particules en suspension totales (PST) sont des aérosols solides ou liquides ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 100 µm environ.

4.1.2. Origine

En 2020, au Québec, les PST ont principalement été émises par la mise en suspension de poussières (87,4 %), l'agriculture (8,1 %), le chauffage au bois (1,6 %) et les industries (1,5 %) (MELCCFP, 2023).

4.1.3. Impacts

Les impacts sur la santé des PST dépendent de la concentration à laquelle elles se retrouvent dans l'air, mais aussi de la composition chimique des particules, de leur teneur en métaux et autres composés toxiques et du diamètre des particules. Les particules les plus fines causent plus de préoccupations pour la santé que les fractions plus grossières, car elles pénètrent plus profondément dans les poumons et s'y déposent. Outre les conséquences sur la santé, les particules les plus grossières peuvent occasionner des problèmes de nuisance puisqu'elles se déposent sur certaines surfaces comme les fenêtres, les voitures, etc. (USEPA, 2022).

4.1.4. Le suivi au Québec

Les concentrations de PST mesurées en 2020 aux 29 stations de mesure de la qualité de l'air du Québec sont présentées à la figure 4.1 et les statistiques détaillées se trouvent à l'annexe A2. Les PST sont mesurées par un échantillonnage séquentiel d'une durée de 24 heures et généralement réalisé tous les six (6) jours. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses à la suite du nom de chacune des stations de la figure 4.1.

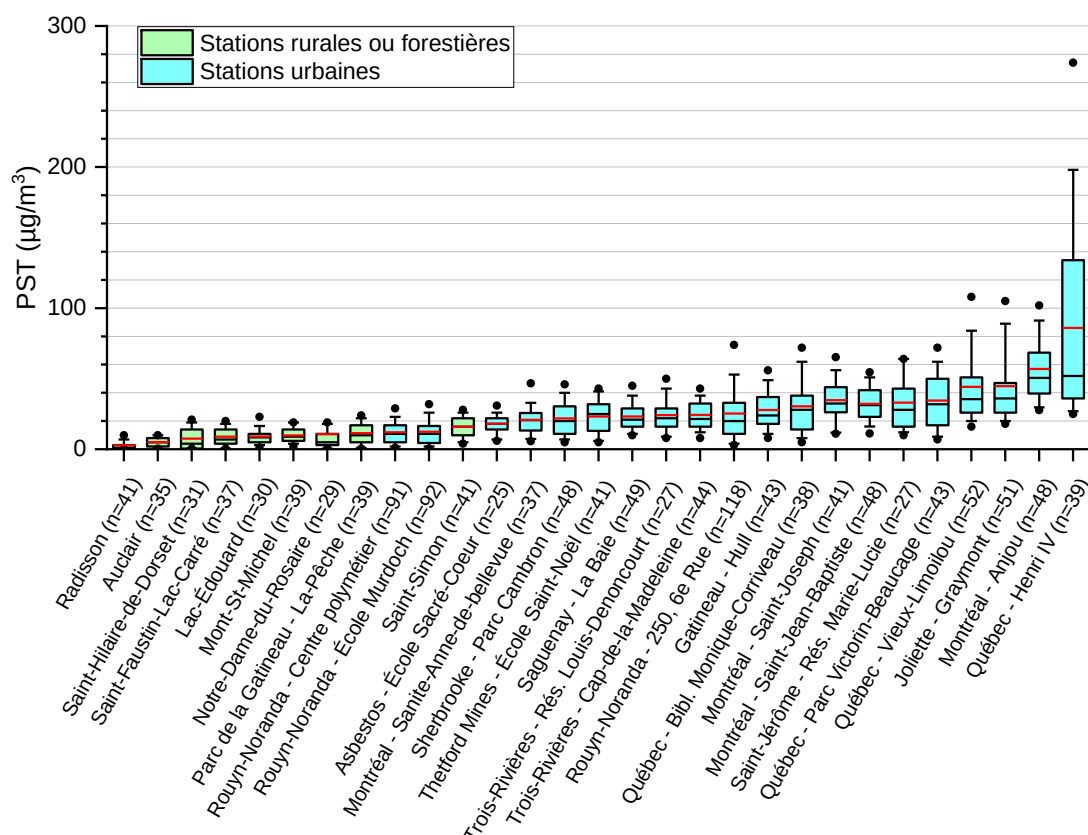


Figure 4.1 Concentrations annuelles de particules en suspension totales aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations moyennes de PST ont varié de 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Radisson à 86,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Québec–Henri IV. Les concentrations moyennes de PST mesurées aux stations rurales ou forestières, qui varient de 2,8 à 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sont nettement moins élevées que celles mesurées aux stations urbaines, qui sont de 12,0 à 86,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations de PST fluctuent aussi d'une saison à l'autre. La figure 4.2 suivante illustre les variations saisonnières des concentrations de PST au Québec en 2020.

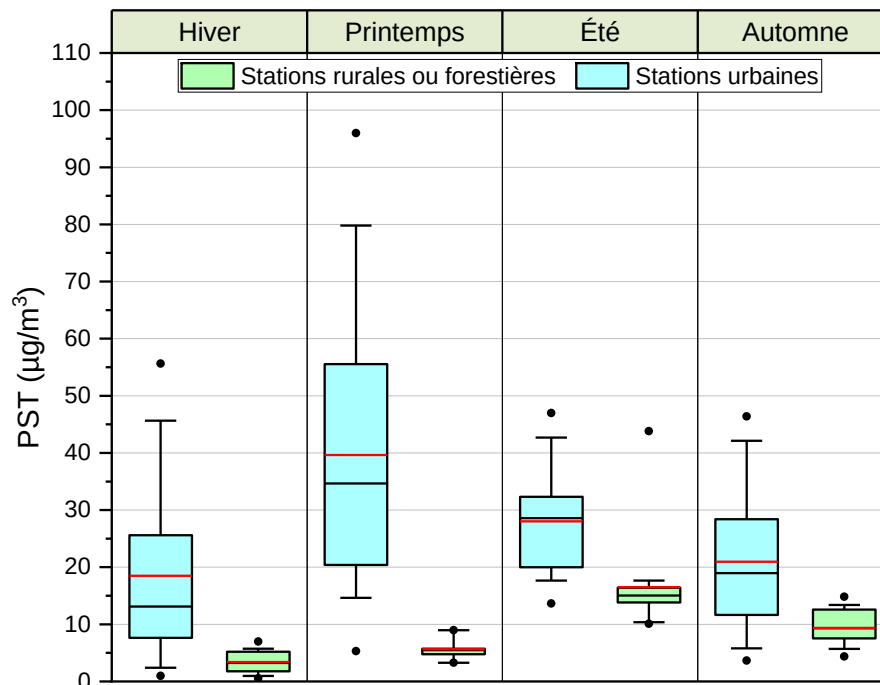


Figure 4.2 Concentrations moyennes de particules en suspension totales par saison aux stations de mesure de la qualité de l'air rurales et forestières ou urbaines en 2020

Les concentrations de PST mesurées aux stations rurales et forestières sont beaucoup plus faibles et généralement moins variables que celles mesurées aux stations urbaines. De plus, elles sont généralement plus élevées, particulièrement au printemps, mais aussi l'été, puisque l'absence de couverture neigeuse favorise l'érosion éolienne du sol ou la remise en suspension de matières particulaires, comme les abrasifs répandus sur les routes au cours de l'hiver. Les concentrations de PST sont aussi plus faibles en hiver compte tenu de l'absence de plusieurs sources de contamination (pollen, feux de forêt, mise en suspension de poussières, agriculture, etc.), l'effet étant encore plus marqué aux stations rurales ou forestières. Finalement, les particules provenant d'activités industrielles contribuent à ce que les concentrations aux stations urbaines soient plus élevées, et ce, indépendamment des saisons.

4.1.5. Tendances des concentrations

L'analyse de tendance des concentrations de PST à toutes les stations du RSQAQ (voir annexe B1) démontre que les concentrations sont significativement à la baisse aux stations situées en milieu urbain. Aux stations situées en milieu rural et forestier, la tendance est aussi généralement à la baisse, mais moins marquée que pour les stations urbaines. Les figures 4.3 et 4.4 suivantes illustrent, à titre d'exemple, les tendances à la station urbaine de Saint-Jérôme–Rés. Marie-Lucie et à la station forestière Saint-Faustin–Lac-Carré.

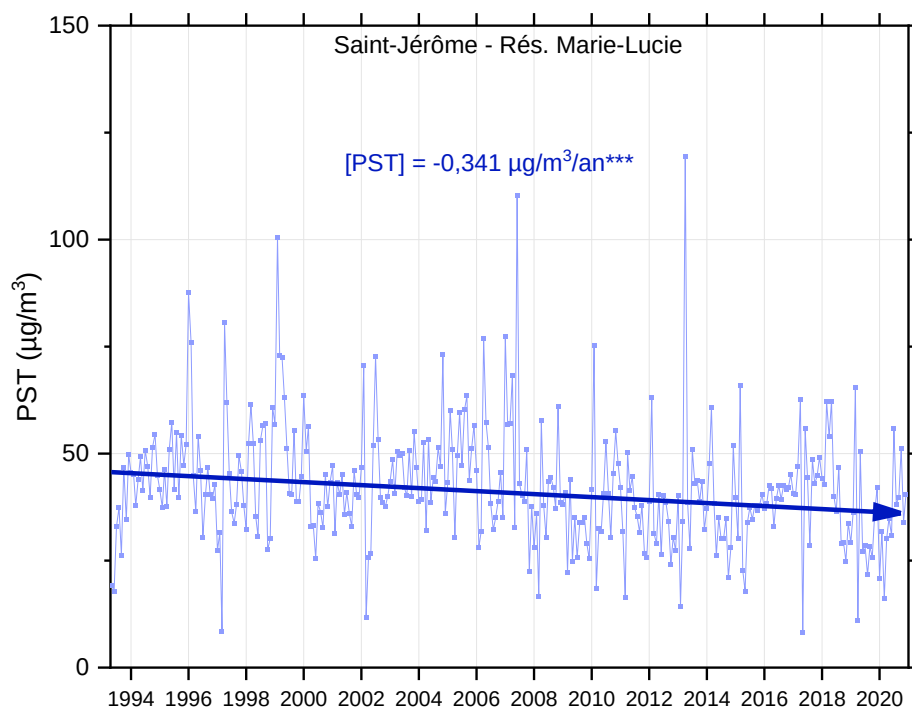


Figure 4.3 Tendence des moyennes mensuelles des concentrations de particules en suspension totales à la station urbaine Saint-Jérôme–Rés. Marie-Lucie de 1993 à 2020

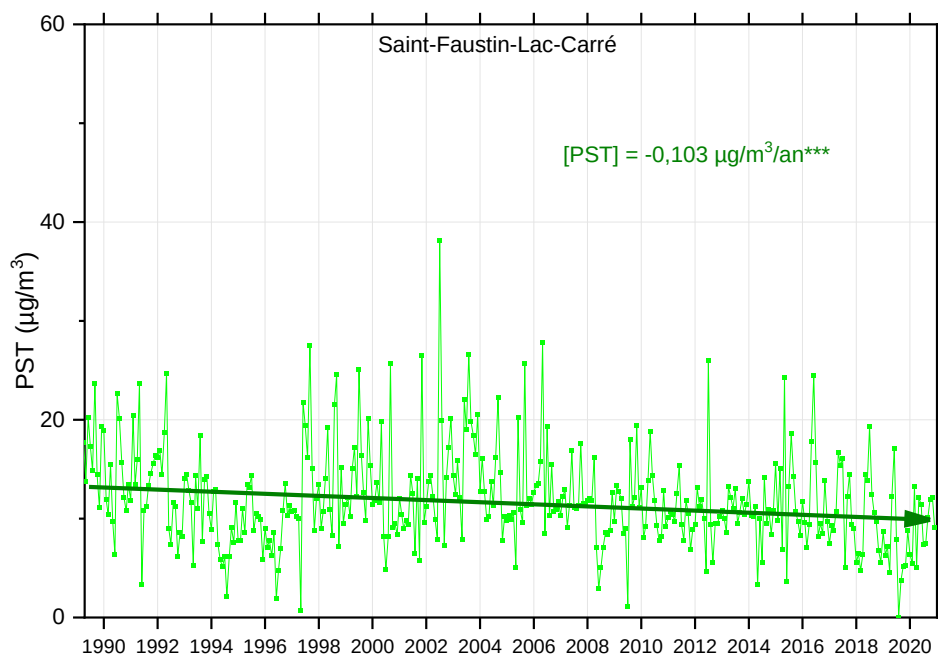


Figure 4.4 Tendence des moyennes mensuelles des concentrations de particules en suspension totales à la station forestière Saint-Faustin–Lac-Carré de 1989 à 2020

4.1.6. Conformité à la norme

Une norme de qualité de l'atmosphère pour les PST est prescrite dans le RAA. Elle est fixée à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une période de 24 heures. La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air⁶.

Depuis 2012, soit la première année complète depuis l'entrée en vigueur du RAA, le nombre de dépassements de la norme a fluctué d'une année à l'autre variant de six à quinze.

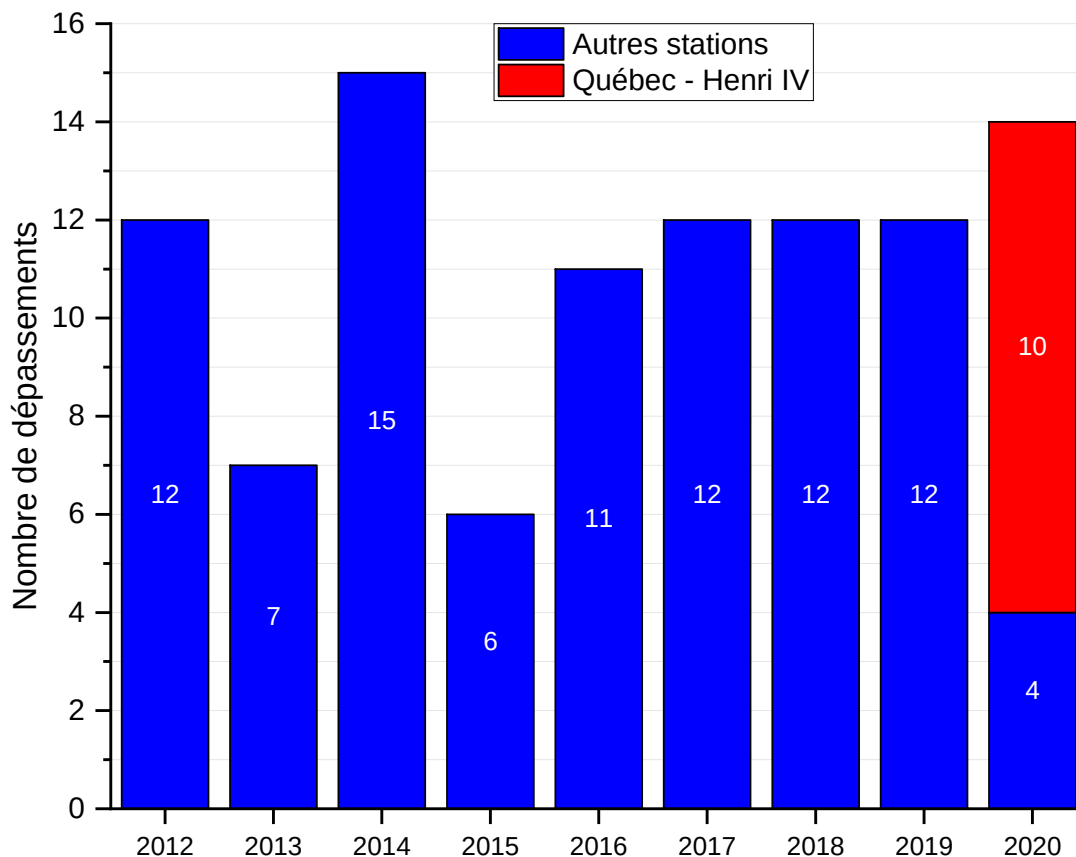


Figure 4.5 Nombre de dépassements de la norme sur les particules en suspension totales au Québec de 2012 à 2020

En 2020, quatorze dépassements ont été observés au Québec. Ces dépassements ont été observés en majorité durant les mois les plus froids de l'année à la station Québec–Henri IV et ont été causés par la remise en suspension de sels de déglacage et d'abrasifs sur l'autoroute (tableau 4.1). Les dépassements enregistrés à la station urbaine Joliette–Graymont sont de nature

⁶ <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

industrielle, tandis que le dépassement enregistré à la station rurale Notre-Dame-du-Rosaire a été causé par un feu de tourbière (4.3 Particules fines – Feu de tourbière).

Tableau 4.1 Dépassements de la norme quotidienne pour les particules en suspension totales en 2020

Date	Station	Concentration PST ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2020-02-21	Québec–Henri IV	290
2020-02-15	Québec–Henri IV	274
2020-02-09	Québec–Henri IV	256
2020-03-16	Québec–Henri IV	198
2020-11-05	Québec–Henri IV	179
2020-12-23	Québec–Henri IV	169
2020-11-11	Québec–Henri IV	168
2020-12-11	Québec–Henri IV	149
2020-02-21	Joliette–Graymont	144
2020-11-05	Montréal–Anjou	135,38
2020-02-21	Montréal–Anjou	133,02
2020-03-22	Québec–Henri IV	134
2020-11-17	Québec–Henri IV	134
2020-06-20	Notre-Dame-du-Rosaire	123

4.2. Particules respirables

4.2.1. Description et propriétés

Les particules respirables (PM₁₀) sont des aérosols en suspension dans l'air sous forme solide ou liquide possédant un diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 10 µm.

4.2.2. Origine

Les PM₁₀ 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 SO₂ (USEPA, 2022a).

Au Québec, en 2020, les particules respirables ont été émises principalement par la mise en suspension de poussières (81,5 %), l'agriculture (6,5 %), le chauffage au bois (5,0 %), les industries (2,8 %) et les transports (1,7 %) (MELCCFP, 2023).

4.2.3. Impacts

L'effet des PM₁₀ sur la santé dépend de la concentration à laquelle elles se retrouvent dans l'air, mais aussi de leur composition chimique, comme leur teneur en métaux et autres composés toxiques.

Comme leur nom l'indique, les particules respirables sont reconnues pour pénétrer profondément dans le système respiratoire, où elles peuvent parfois se retrouver 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, 2022a) (California Air Resources Board, 2022).

4.2.4. Le suivi au Québec

Les concentrations de PM₁₀ mesurées en 2020 aux sept stations de mesure de la qualité de l'air du Québec sont présentées à la figure 4.6 et les statistiques détaillées se trouvent à l'annexe A3. Les PM₁₀ sont mesurées de façon séquentielle, soit par un échantillonnage d'une durée de 24 heures, généralement réalisé tous les six (6) jours. Une tête sélective est ajoutée à l'échantillonneur afin de ne capter que les particules plus petites ou égales à 10 µm. Le nombre d'échantillons valides est inscrit entre parenthèses à la suite du nom de chacune des stations de la figure 4.6.

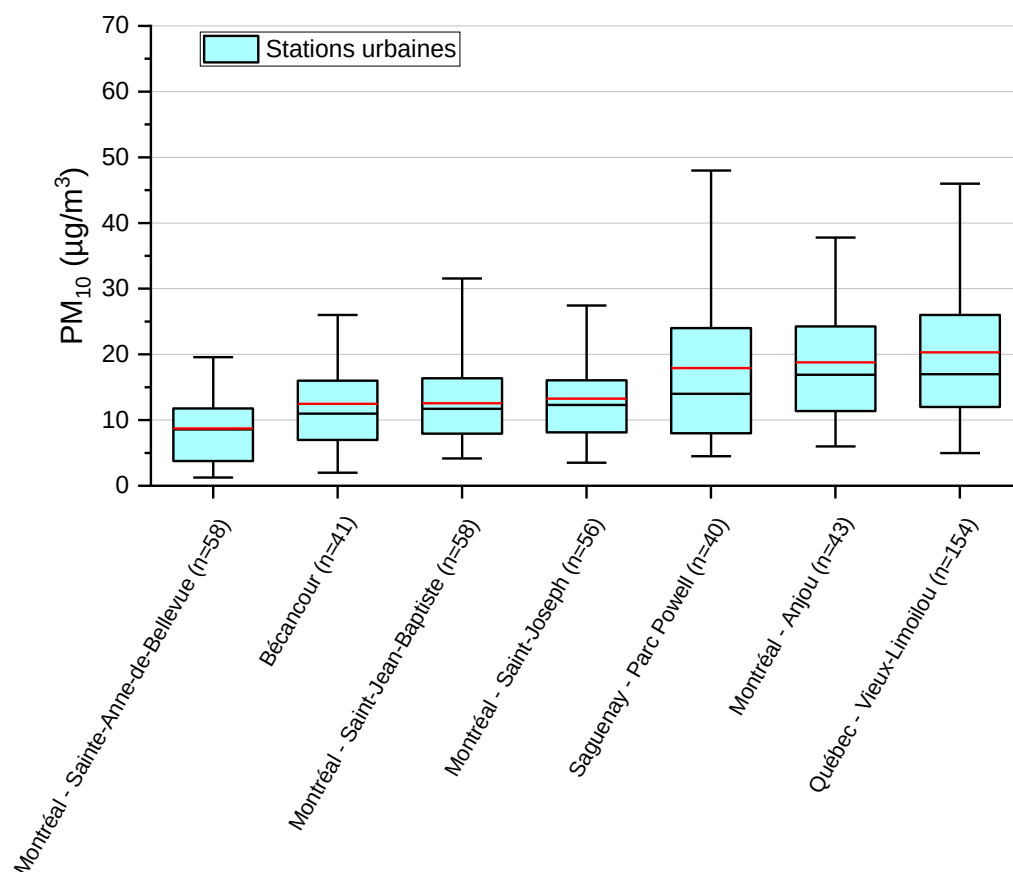


Figure 4.6 Concentrations annuelles de particules respirables aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations annuelles moyennes de PM_{10} ont varié de $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue à $20,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Québec–Vieux-Limoilou. Par ailleurs, les concentrations de PM_{10} sont nettement plus variables à la station Saguenay–Parc Powell, située à proximité d'un complexe industriel majeur.

4.2.5. Tendence des concentrations

À l'instar de ce qui est observé pour les $PM_{2,5}$ et les PST, l'analyse de tendance des concentrations de PM_{10} à toutes les stations démontre qu'elles sont significativement en baisse (voir annexe B2). La figure 4.7 suivante illustre l'exemple de la station urbaine Saguenay–Parc Powell.

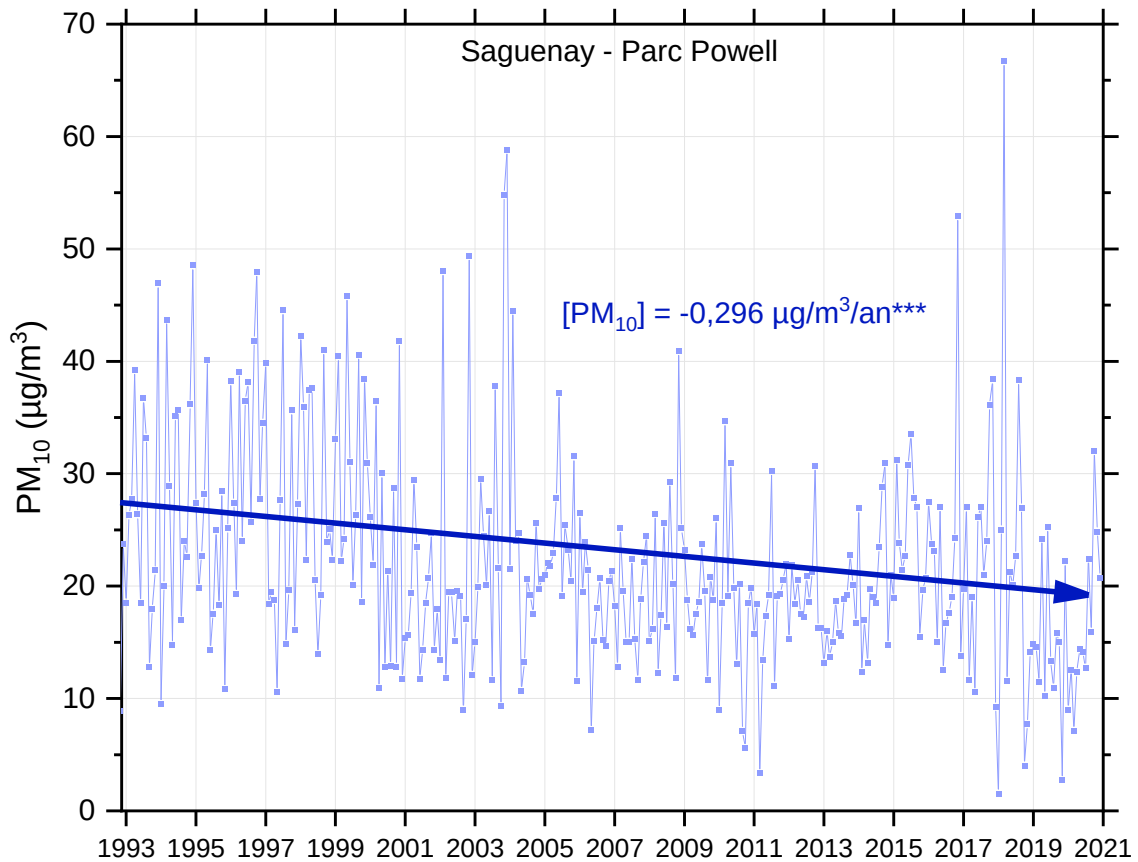


Figure 4.7 Tendances des moyennes mensuelles des concentrations de particules respirables à la station urbaine Saguenay–Parc Powell de 1993 à 2020

4.2.6. Conformité aux normes

Le RAA ne prescrit pas de norme pour les PM₁₀ puisque celles-ci se trouvent déjà être limitées par l'application des normes pour les PM_{2,5} et les PST.

4.3. Particules fines

4.3.1. Description et propriétés

Les particules fines ($PM_{2,5}$) désignent les aérosols en suspension dans l'air sous forme solide ou liquide dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 2,5 micromètres (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 la principale composante du smog (MELCC, 2022b).

4.3.2. 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 2020, les $PM_{2,5}$ ont été émises principalement par la mise en suspension de poussières (48,4 %), le chauffage au bois (19,9 %), l'agriculture (10,3 %), l'industrie (7,5 %), la combustion non industrielle⁷ (5,4 %) et les transports (4,9 %) (MELCCFP, 2023). 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 $PM_{2,5}$.

4.3.3. Impacts

En raison de leur petite taille, les $PM_{2,5}$ pénètrent profondément dans le système respiratoire et peuvent entrer dans la circulation sanguine. Elles peuvent occasionner des effets importants sur les systèmes respiratoire et cardiovasculaire, pouvant même causer des décès prématurés. Les particules fines sont aussi considérées comme des cancérigènes reconnus pour l'homme (OMS, 2020). 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, 2022a) (California Air Resources Board, 2022). Les $PM_{2,5}$ n'ont pas de seuil de concentration en dessous duquel elles n'ont aucun effet pour la santé.

4.3.4. Le suivi au Québec

Débutant en 1997, les premières mesures en continu de $PM_{2,5}$ étaient effectuées à l'aide d'appareils TEOM-SES (*Tapered Element Oscillating Microbalance-Sample Equilibrium System*). Il est désormais connu que ces appareils sous-estimaient les concentrations de $PM_{2,5}$ par temps froid. Différents appareils de nouvelle génération ont graduellement été déployés sur le réseau pour corriger cette lacune (tableau 4.2).

⁷ Ce secteur comprend les émissions de contaminants générées par les sources de combustion résidentielles, commerciales et institutionnelles, excluant le chauffage au bois résidentiel.

Tableau 4.2 Types d'appareils de mesure des particules fines en continu utilisés au Québec

Type d'appareil	Technologie	Utilisateur	Années d'utilisation
API T640	Optique	MELCCFP	2017 à 2020
BAM 1020	Absorption de rayonnement bêta	MELCCFP	2001 à 2020
GRIMM 180 et 365	Optique	Montréal	2007 à 2020
SHARP 5030	Optique + absorption de rayonnement bêta	Montréal	2013 à 2020
TEOM-FDMS	Gravimétrie	Montréal	2004 à 2015
TEOM-SES	Gravimétrie	Tous	1997 à 2009

Depuis la fin de l'année 2017, les appareils de mesure en continu des $PM_{2,5}$ de modèles BAM 1020 ont été progressivement remplacés par les modèles API-T640. Ces derniers offrent une meilleure sensibilité ainsi qu'une plus grande reproductibilité des résultats que les modèles précédents. Ainsi, depuis la fin de 2020, les appareils API-T640 sont utilisés à toutes les stations du Québec, sauf à Bécancour où un BAM 1020 est installé dans le cadre du Programme de surveillance de la qualité de l'air de Bécancour (Laberge, 2018) et aux stations de l'île de Montréal, où ce sont principalement les appareils SHARP 5030 et GRIMM 180 qui sont utilisés. Les dates de changement d'instruments sont détaillées à l'annexe C.

Les concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées à 48 stations de mesure de la qualité de l'air du Québec en 2020 sont présentées à la figure 4.8 et les statistiques détaillées se trouvent à l'annexe A4.

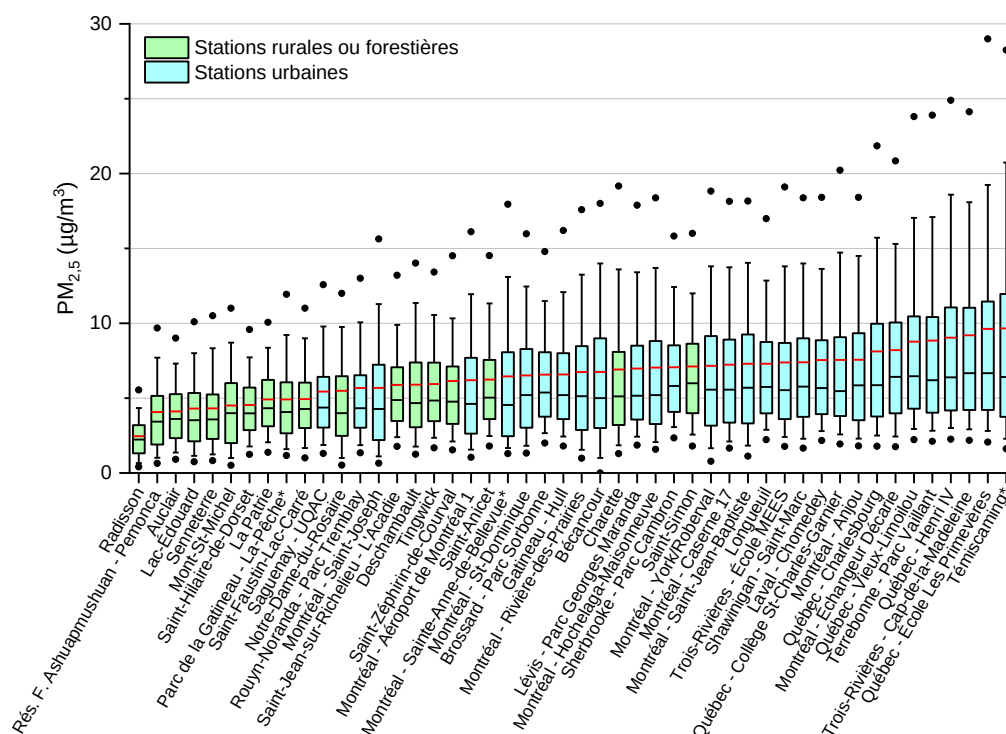


Figure 4.8 Concentrations annuelles de particules fines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ ont varié de $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Radisson, située dans le Nord-du-Québec, à $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station Témiscaming. De façon générale, les concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées au Québec sont comparables à celles mesurées ailleurs au Canada (Gouvernement du Canada, 2022). Comme le démontre la figure précédente, les stations rurales et forestières, et spécialement la station Radisson, seule station située en zone nordique, enregistrent généralement des concentrations moyennes moins élevées (de $2,5$ à $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que les stations urbaines (de $5,4$ à $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces concentrations sont semblables à celles mesurées en 2019 (Bilan 2019 - Foucreault et Laberge, en rédaction). Les $PM_{2,5}$ mesurées aux stations urbaines proviennent d'un mélange de sources d'émission différentes (chauffage au bois, industrie, transport, etc.) dont la proportion varie d'une station à l'autre.

D'ailleurs, différentes sources de particules ont influencé les concentrations des stations affichant les concentrations de $PM_{2,5}$ parmi les plus élevées au Québec en 2020 : les stations de mesure de la qualité de l'air de Témiscaming, dont la moyenne des concentrations est la plus élevée en 2020, et la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine, sont situées à proximité d'installations industrielles; la station Québec–École Les Primevères se trouve dans un secteur où l'influence du chauffage au bois est très présente (MELCC, 2022f; Foucreault, 2016); la station Québec–Henri-IV est située en bordure d'une autoroute majeure.

4.3.5. Spéciation des particules fines

Les analyses de spéciation d'un composé chimique permettent de différencier toutes les espèces chimiques qui le forment. Ainsi, grâce à l'analyse de la spéciation, il est possible de mesurer les concentrations des différents composés qui forment les $PM_{2,5}$. La mesure de la spéciation des $PM_{2,5}$ s'effectue par un échantillonnage avec un appareil (modèle SuperSASS) disposant de plusieurs cartouches, chacune d'elles comprenant un réactif spécifique à un groupe de contaminants, dont les métaux, les ions, les nitrates, les composés organiques, les marqueurs de combustion de biomasse, l'ammoniac et les précurseurs de $PM_{2,5}$ gazeux. Chaque cartouche est ensuite analysée en laboratoire.

La figure 4.9 illustre la proportion de chacun des composés formant les particules fines à la station Saint-Anicet de 2004 à 2016. Les données de 2017 à 2020 ne sont pas présentées puisqu'elles sont incomplètes ou que le suivi a été arrêté temporairement. Les données proviennent du suivi de la spéciation des $PM_{2,5}$ du Programme de surveillance nationale de la pollution atmosphérique, et les proportions ont été calculées selon les recommandations de Dabek-Zlotorzynska *et al.* (2011).

Il est possible de constater que les sels d'ammonium (sulfate et nitrate) composent la majorité des $PM_{2,5}$ mesurés à la station Saint-Anicet. Ces derniers sont formés lors de la réaction en phase gazeuse de l'acide nitrique (HNO_3) et de l'acide sulfurique (H_2SO_4) avec l'ammoniac (NH_3). Le HNO_3 et le H_2SO_4 sont quant à eux formés lorsque le NO_2 et le SO_2 réagissent avec l'eau dans l'atmosphère (Dabek-Zlotorzynska *et al.*, 2011).

La proportion des différents composés formant les $PM_{2,5}$ change aussi d'une année à l'autre, en raison de la variation des concentrations des contaminants ou gaz précurseurs qui les composent. Par exemple, la diminution de la proportion de sulfates d'ammonium est directement liée à la baisse des concentrations de SO_2 mesurées à cette station (voir section 4.7).

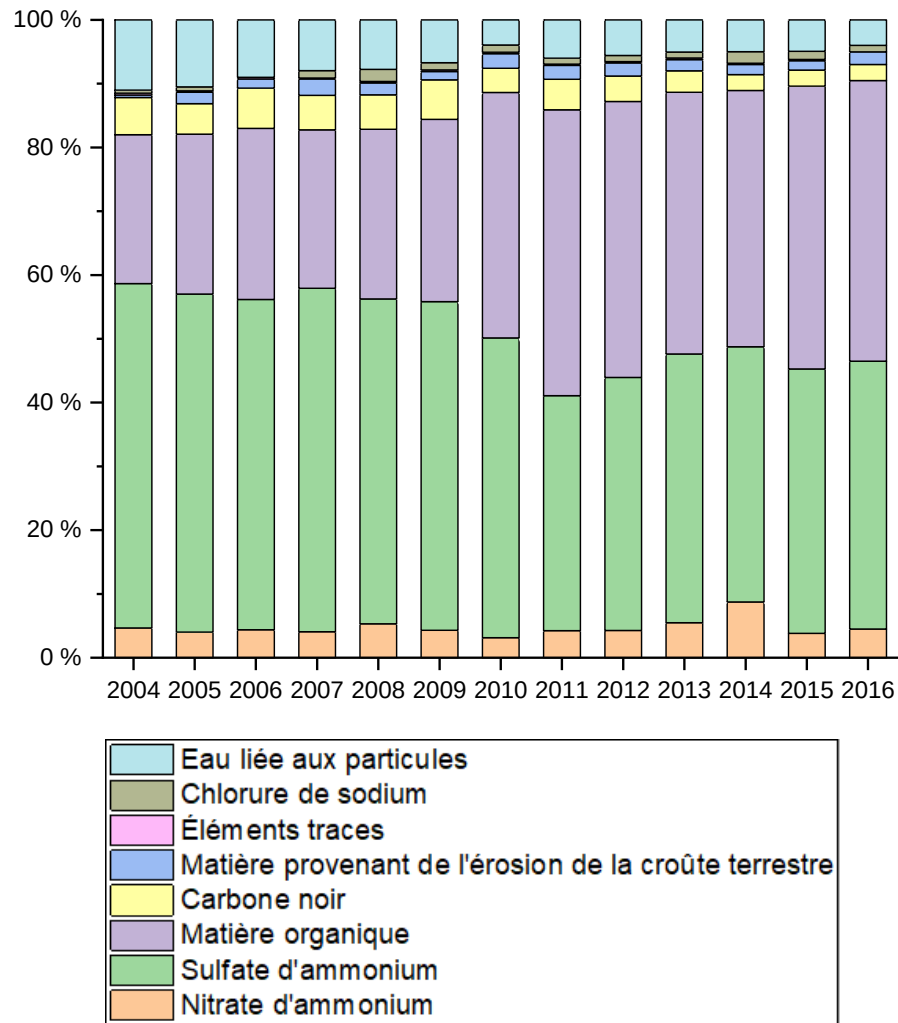


Figure 4.9 Proportion des différents composés formant les particules fines de la station Saint-Anicet de 2004 à 2016

4.3.6. Feu de tourbière

Le début de l'été 2020 a été le théâtre d'un feu de tourbière à Rivière-Ouelle, près de La Pocatière, qui a commencé en après-midi le 19 juin et dont la fumée a grandement influencé la qualité de l'air de la station Notre-Dame-du-Rosaire située à proximité (MELCC, 2022g). Les panaches de fumée de cet incendie se sont aussi propagés le long de la vallée du fleuve Saint-Laurent, touchant chacune leur tour les régions de Chaudière-Appalaches, de la Capitale-Nationale, de la Mauricie, du Centre-de-Québec et de la Montérégie.

La figure suivante illustre les concentrations horaires de $PM_{2.5}$ enregistrées aux stations Notre-Dame-du-Rosaire (Chaudière-Appalaches), Québec–Collège St-Charles-Garnier (Capitale-Nationale), Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine (Mauricie), Bécancour et Saint-Zéphirin-de-Courval (Centre-du-Québec) ainsi qu'à Saint-Simon et Longueuil (Montérégie).

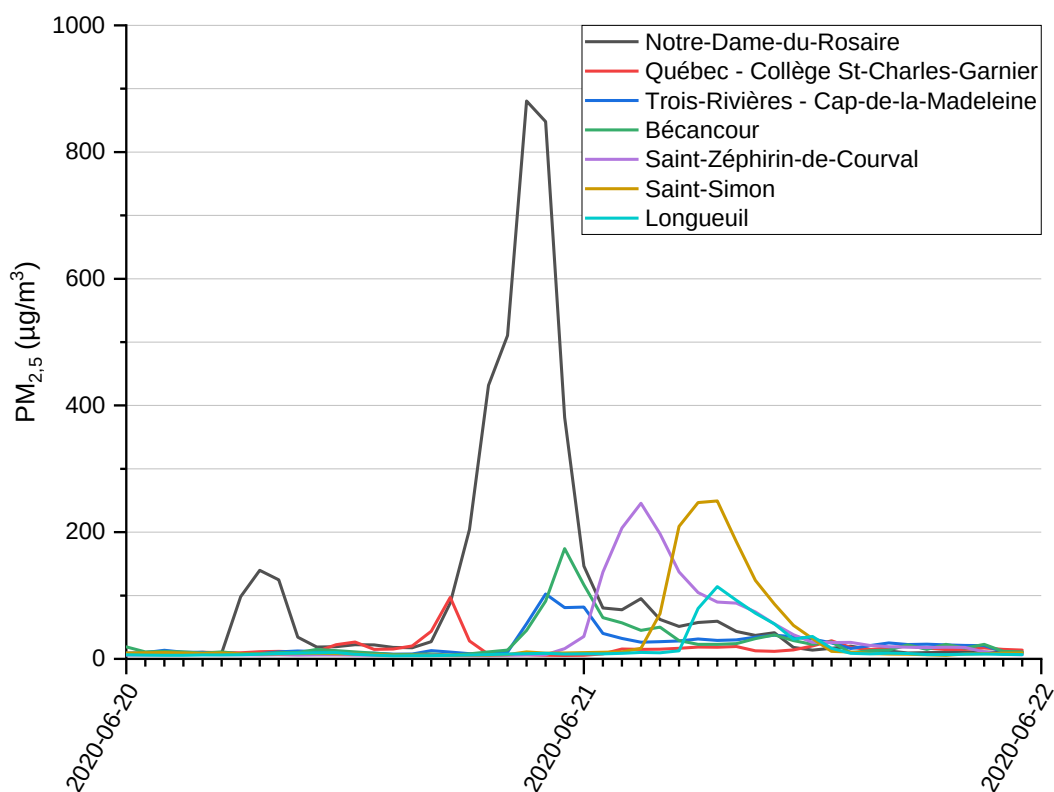


Figure 4.10 Variation des concentrations horaires de particules fines à plusieurs stations lors du feu de tourbière de Rivière-Ouelle le 20 et le 21 juin 2020

Les pointes de concentration de PM_{2.5} illustrées proviennent de la fumée émise par le feu de tourbière et démontrent bien l'impact de l'est vers l'ouest que cette fumée a eu sur les stations situées le long de la vallée du Saint-Laurent. Le déplacement des panaches de fumée de l'est vers l'ouest a aussi été confirmé à l'aide de l'outil HMS Smoke⁸ disponible sur le site d'AirNow, qui numérise les panaches de fumée du Canada et des États-Unis grâce à des données satellitaires et les présente sur une carte.

La figure suivante illustre les concentrations horaires de PM_{2.5} et de carbone noir provenant de la combustion de biomasse (BC_{bb}), un autre contaminant émis par cet incendie (voir section 4.4), mesurées à la station Québec–Collège St-Charles-Garnier durant l'épisode de feu de tourbière de Rivière-Ouelle.

⁸ L'outil *Hazard Mapping System Fire and Smoke Product* a été mis au point par la National Environmental Satellite, Data and Information Services - Satellite Analysis Branch's de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2022a).

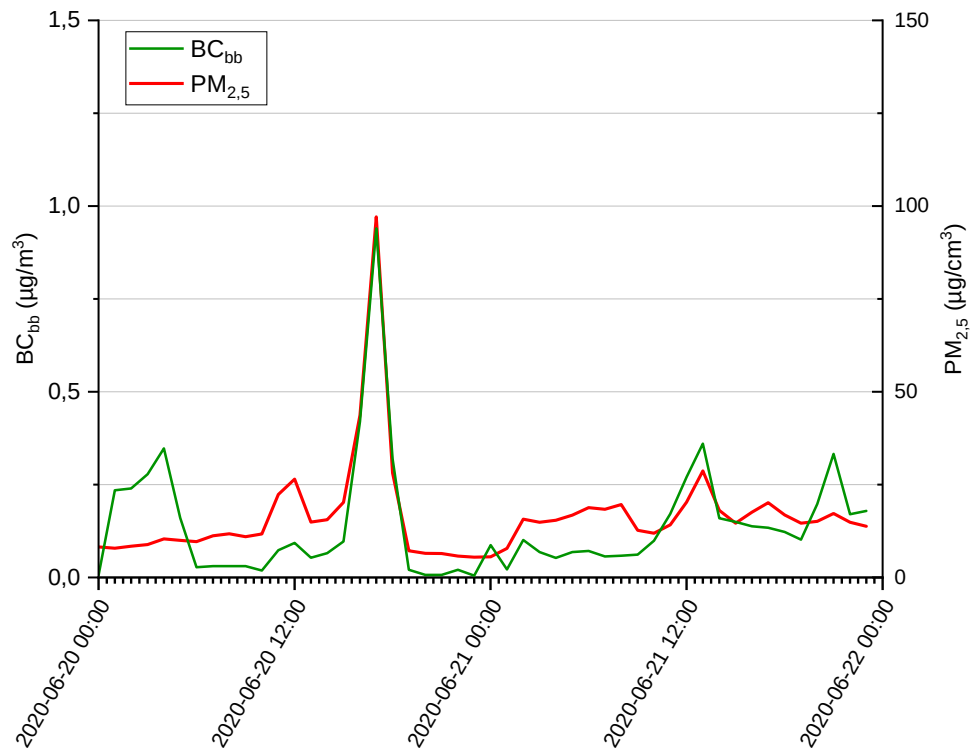


Figure 4.11 Concentrations horaires de particules fines et de carbone noir provenant de la combustion de biomasse mesurées à la station Québec–Collège St-Charles-Garnier entre le 20 et le 22 juin 2020

Une pointe de plus forte intensité est observée entre 16 h et 18 h le 20 juin pour les PM_{2,5} et le BC_{bb}. Une analyse de rétrotrajectoire, réalisée à l'aide de l'outil HYSPLIT⁹ disponible sur le site d'AirNow, a permis de confirmer que la pointe de contaminants enregistrée l'après-midi du 20 juin à la station Québec–Collège St-Charles-Garnier provenait du feu de tourbière de Rivière-Ouelle. L'outil HYSPLIT est un modèle informatique qui permet de calculer les trajectoires que prendront les polluants dans l'atmosphère en se basant sur des données météorologiques et des simulations de dispersion, de transformation chimique et déposition des polluants.

4.3.7. Tendence des concentrations

L'analyse de tendance des PM_{2,5} est limitée par la courte série chronologique de données. En effet, le suivi des PM_{2,5} est relativement récent, ayant débuté à la fin des années 1990 dans quelques villes avant d'être généralisé vers la fin de la décennie suivante. De plus, comme le montre le tableau 4.2, plusieurs types d'appareils utilisant des technologies différentes sont ou ont été utilisés. Les appareils de première génération (TEOM-SES) ont progressivement été remplacés

⁹ L'outil [HYSPLIT](#) a été mis au point par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

par des appareils BAM, puis les T640 aux stations du MELCCFP et principalement par des appareils TEOM-FDMS et SHARP aux stations de la ville de Montréal. Les tendances des concentrations de particules fines à toutes les stations du RSQAQ, par type d'analyseur déployé, sont présentées à l'annexe B3. De manière générale, les tendances des concentrations des particules fines sont significativement à la baisse autant en milieu rural qu'urbain depuis le début du suivi de ce paramètre. Par contre, certaines tendances calculées à partir des données des appareils T640 aux stations urbaines sont légèrement à la hausse, quoiqu'elles soient peu significatives, signe d'une probable augmentation des concentrations de $PM_{2,5}$ depuis quelques années. À titre d'exemple, les figures 4.12 et 4.13 présentent les tendances des concentrations de $PM_{2,5}$ mesurées avec les appareils BAM et T640 à la station rurale Deschambault et à la station urbaine Québec-École Les Primevères.

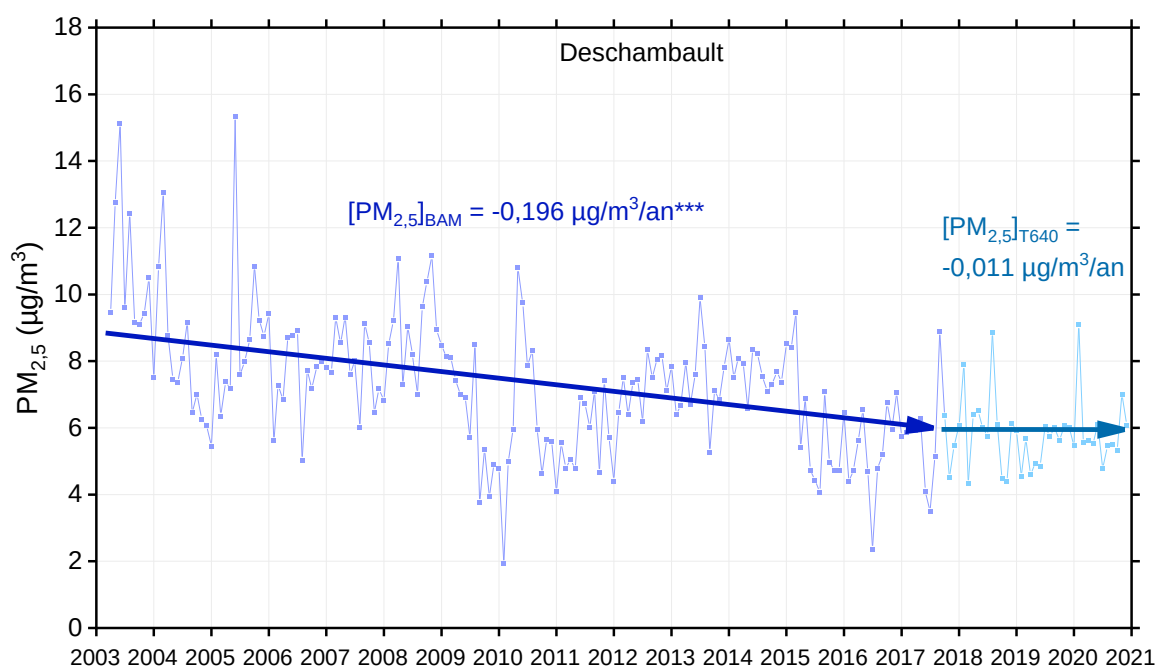


Figure 4.12 Tendances des moyennes mensuelles des concentrations de particules fines mesurées par des appareils de type BAM (bleu foncé) et T640 (bleu pâle) à la station rurale Deschambault de 2003 à 2020

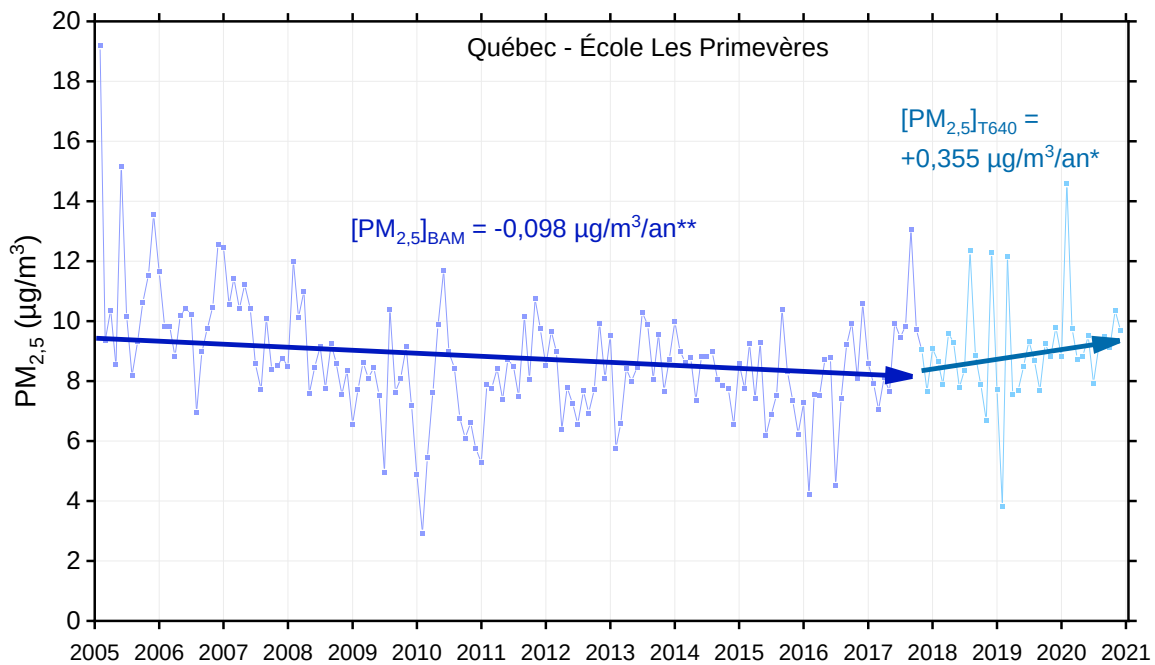


Figure 4.13 Tendances des moyennes mensuelles des concentrations de particules fines mesurées par des appareils de type BAM (bleu foncé) et T640 (bleu pâle) à la station urbaine Québec-École Les Primevères de 2005 à 2020

4.3.8. Conformité à la norme

La norme de qualité de l'atmosphère pour les particules fines prescrite dans le RAA est de 30 µg/m³ sur une période de 24 heures. La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air¹⁰.

Pour l'ensemble des stations mesurant les PM_{2,5} au Québec, un total de 110 dépassements de cette norme a été observé en 2020. Un nombre aussi élevé de dépassements n'a pas été observé au Québec depuis 2013.

¹⁰ <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

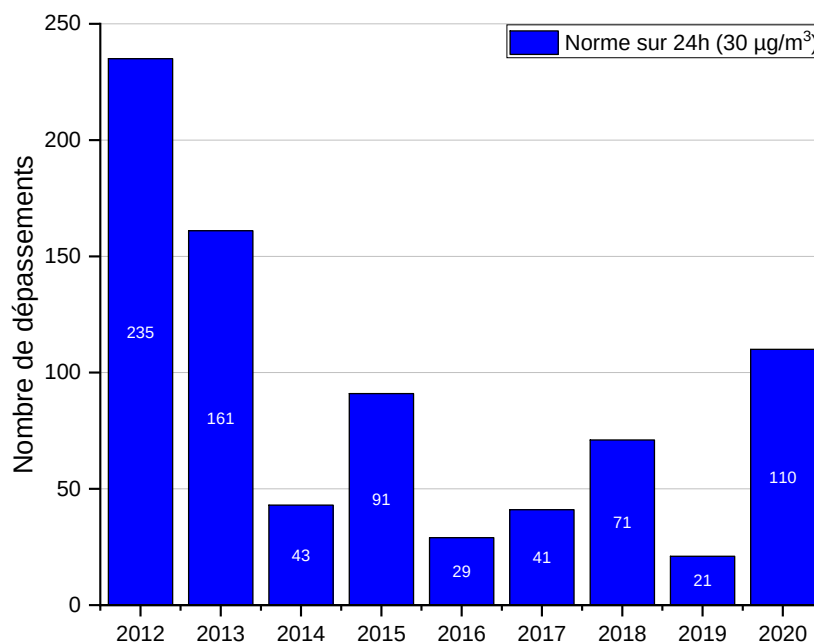


Figure 4.14 Nombre de dépassements de la norme quotidienne des particules fines au Québec de 2012 à 2020

La distribution du nombre de dépassements mensuels montre que la quasi-totalité des dépassements est survenue durant les mois les plus froids de l'année (figure 4.15).

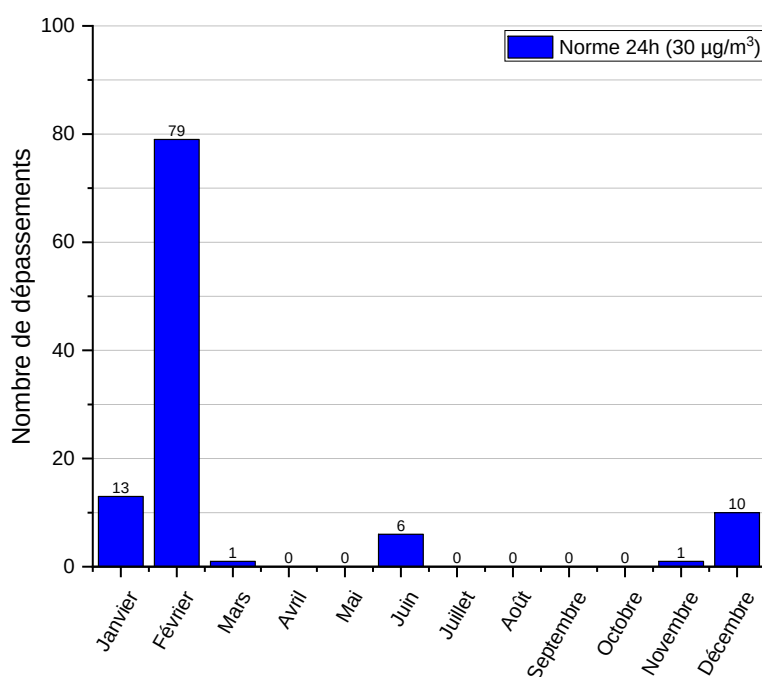


Figure 4.15 Nombre de dépassements de la norme quotidienne des particules fines en 2020, par mois

Deux phénomènes contribuent à l'augmentation des concentrations et du nombre de dépassements de la norme des particules fines l'hiver, soit l'influence du chauffage au bois et de mauvaises conditions de dispersions de contaminants, comme les inversions thermiques, plus fréquentes par temps froid. En condition normale, l'air le plus près du sol est le plus chaud et devient de plus en plus froid en s'éloignant du sol. En condition d'inversion thermique, une couche d'air chaude s'insère au-dessus d'une couche d'air plus froide et plus lourde. 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 (Gouvernement du Canada, 2015).

Les dépassements observés en juin ont été causés par la fumée dégagée par le feu de tourbière de Rivière-Ouelle (voir section précédente) aux stations Notre-Dame-du-Rosaire (20 et 21 juin), Saint-Simon, Saint-Zéphirin-de-Courval et Bécancour (tableau 4.3). La concentration quotidienne la plus élevée de 2020 a d'ailleurs été enregistrée à la station Notre-Dame-du-Rosaire le 20 juin, s'établissant à 164,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Un dépassement a aussi été enregistré à la station Rés. F. Ashuapmushuan–Pemonca le 20 juin, conséquence d'un feu de forêt ayant sévi à une centaine de kilomètres au nord-est de Dolbeau-Mistassini (MELCC, 2022g).

Tableau 4.3 Nombre de dépassements de la norme quotidienne des particules fines en 2020, par station

Stations	Nombre de dépassements de la norme sur 24 h (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Saguenay–UQAC	1
Rés. F. Ashuapmushuan–Pemonca	1
Québec–Vieux-Limoilou	6
Québec–École Les Primevères	9
Québec–Collège -Charles-Garnier	3
Québec–Charlesbourg	1
Québec–Henri IV	5
Lévis–Parc Georges-Maranda	4
Deschambault	1
Notre-Dame-du-Rosaire	2
Trois-Rivières–École MEES	3
Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	7
Shawinigan–Saint-Marc	2
Bécancour	4
Saint-Zéphirin-de-Courval	4
Charette	3
Montréal–Saint-Jean-Baptiste	3
Montréal–Anjou	4
Montréal–Échangeur Décarie	5
Montréal–Caserne 17	3

Stations	Nombre de dépassements de la norme sur 24 h (30 µg/m ³)
Montréal–Saint-Dominique	2
Montréal–Hochelaga-Maisonneuve	2
Montréal–Rivière-des-Prairies	3
Montréal–Aéroport de Montréal 1	3
Montréal–Saint-Joseph	1
Montréal–ISainte-Anne-de-Bellevue	2
Montréal–York/Roberval	4
Laval–Chomedey	5
Terrebonne–Parc Vaillant	6
Longueuil	1
Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie	2
Saint-Simon	3
Saint-Anicet	1
Témiscaming	4
Total :	110

4.4. Carbone noir

4.4.1. Description et propriétés

Le carbone noir (BC) est un constituant important des particules fines à l'aspect poreux et rugueux, composé principalement de carbone élémentaire.

4.4.2. Origine

Le BC est produit lors de la combustion incomplète de composés organiques, comme les carburants fossiles et le bois.

4.4.3. Impacts

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 des COV et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), qui contribuent à sa toxicité (USEPA, 2011).

Le BC influence aussi le climat. D'une part, il absorbe très efficacement le rayonnement solaire à cause 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 noyau 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 n'en réfléchit, contribuant au réchauffement de la température ambiante (Schimel *et al.*, 2022).

4.4.4. Le suivi au Québec

Le suivi en continu des concentrations de BC a été effectué à trois stations de la ville de Québec en 2020 à l'aide d'analyseurs mesurant l'absorption de lumière des aérosols à des longueurs d'onde spécifiques (*Magee Scientific Aethalometer® Model AE33*). Ce type de suivi du carbone noir permet de distinguer s'il provient de la combustion de carburants fossiles, comme le transport routier (*black carbon fossil fuel*; BC_{ff}) ou de la combustion de biomasse, comme le chauffage au bois ou les feux de forêt (*black carbon biomass burning*; BC_{bb}). Les longueurs d'onde plus longues, dans l'infrarouge, sont utilisées pour quantifier le carbone noir (carbone élémentaire), alors que les plus courtes, dans l'ultraviolet, fournissent une 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.

La figure 4.16 à la page suivante illustre les concentrations de carbone noir total (BC_{ff} + BC_{bb}) aux stations de suivi en 2020. Les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A5.

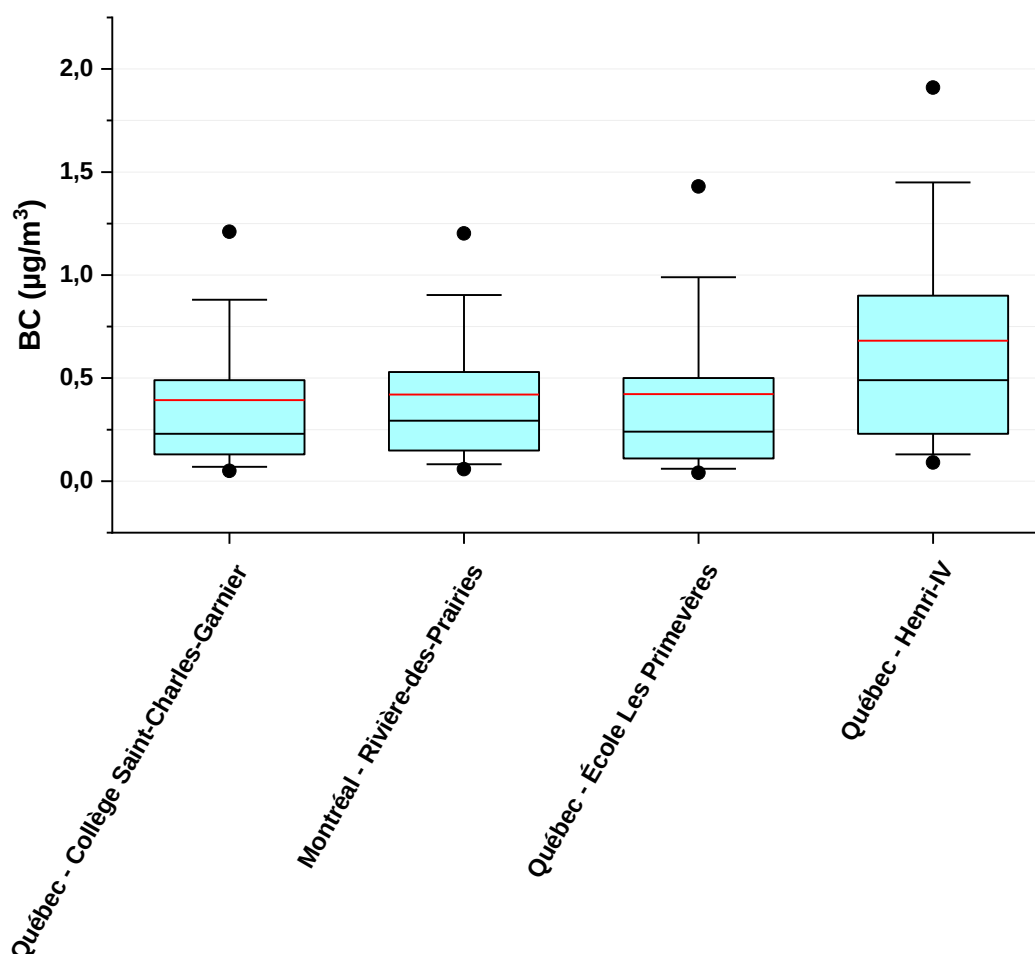


Figure 4.16 Concentrations annuelles de carbone noir aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations moyennes les plus élevées et les plus variables ont été mesurées à la station Québec–Henri IV située en bordure d'une autoroute, à 0,68 µg/m³, suivies de celles des stations Québec–École Les Primevères et Montréal–Rivière-des-Prairies, à 0,42 µg/m³, puis de celles de la station Québec–Collège St-Charles-Garnier, à 0,39 µg/m³.

La figure suivante illustre les concentrations moyennes mensuelles de BC_{bb} et de BC_{ff} aux trois stations de la ville de Québec en 2020.

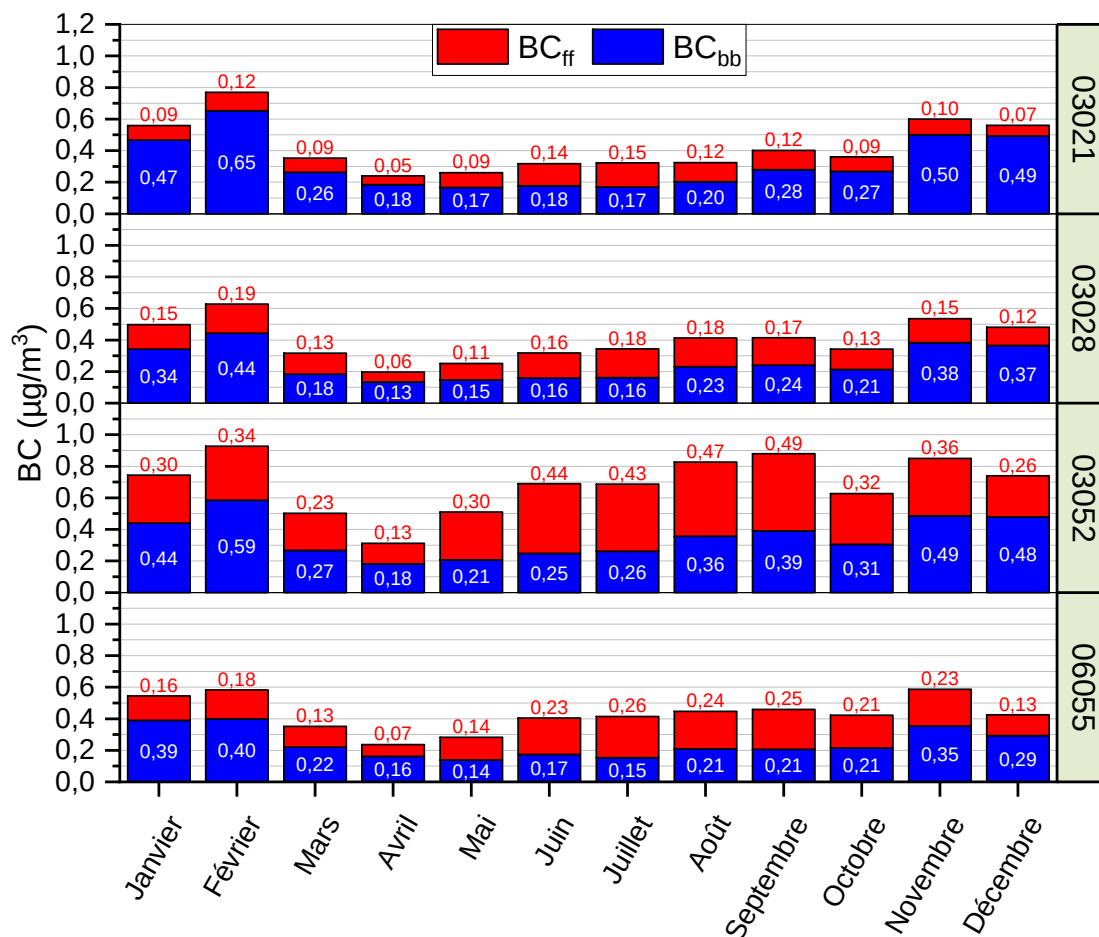


Figure 4.17 Concentrations moyennes mensuelles de carbone noir provenant de la combustion de biomasse et de la combustion de combustibles fossiles en 2020 aux stations Québec-École Les Primevères (03021), Québec-Collège St-Charles-Garnier (03028), Québec-Henri IV (03052) et Montréal-Rivière-des-Prairies (06055)

Les concentrations de BC sont généralement plus élevées à la station Québec-Henri IV pour ce qui est du BC_{ff}, signe de l'influence de l'autoroute adjacente, tandis qu'elles sont plus élevées à Québec-École Les Primevères pour le BC_{bb}, puisque la station est située dans un secteur où le chauffage au bois est très répandu. Les concentrations totales sont plus élevées l'hiver et l'été, tandis que les concentrations les plus faibles sont enregistrées au printemps. En hiver, le carbone noir provenant de la combustion de biomasse (chauffage au bois) domine. Contrairement à l'été 2019, où les concentrations de carbone noir étaient plus fortement influencées par la combustion de combustibles fossiles provenant du transport à toutes les stations (Foucreault et Laberge, en rédaction), l'apport du transport sur les concentrations de BC a été moins élevé à l'été 2020 en raison d'une diminution du trafic routier causée par les mesures de confinement imposées pour lutter contre la pandémie de COVID-19 au Québec (section 4.11). Cependant, la combustion de biomasse attribuable aux feux de plaisance à ciel ouvert est demeurée bien présente en été.

La figure suivante illustre les concentrations moyennes horaires de carbone noir provenant de la combustion de biomasse et de combustibles fossiles à la station Québec–Henri IV.

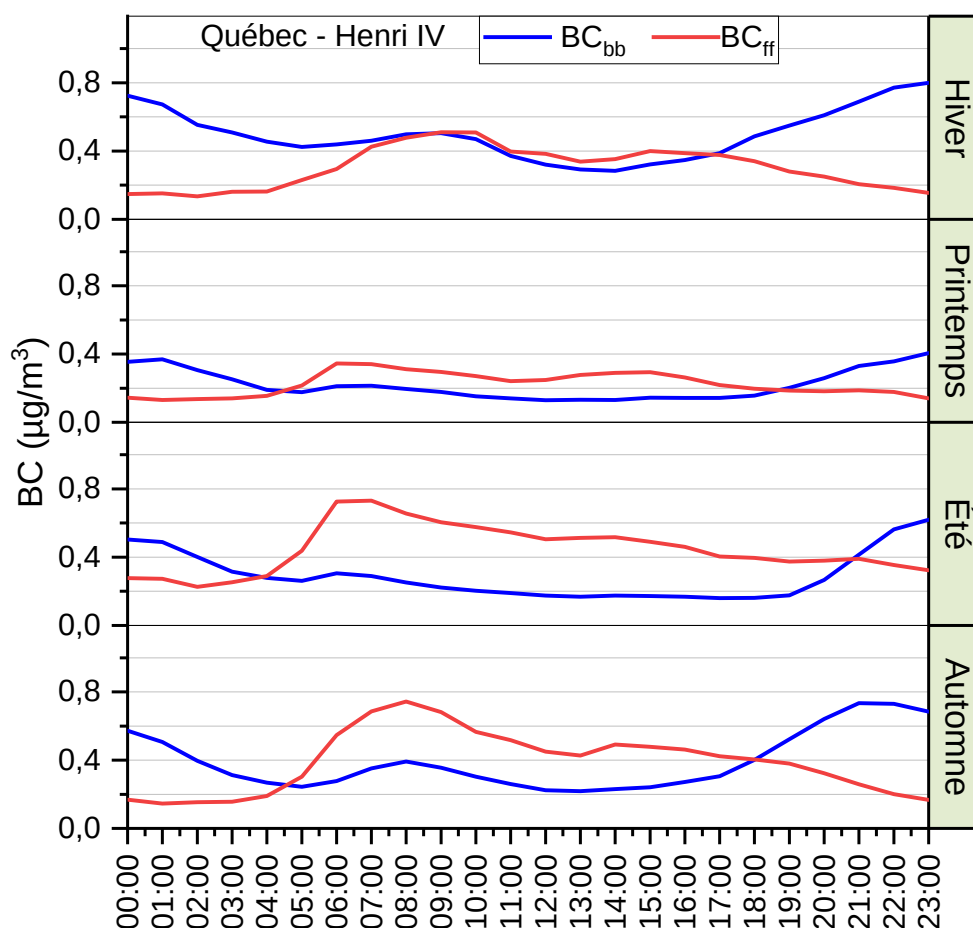


Figure 4.18 Concentrations moyennes horaires de carbone noir provenant de la combustion de biomasse et de combustibles fossiles en 2020 durant l'hiver (janvier, février et décembre), le printemps (mars, avril et mai), l'été (juin, juillet et août) et l'automne (septembre, octobre et novembre) à la station Québec–Henri IV

Les concentrations moyennes horaires de BC_{bb} sont plus élevées en hiver et en été qu'au printemps et à l'automne. En hiver, une augmentation importante des concentrations est observée en début de soirée jusque dans la nuit, et une deuxième augmentation moins importante est observée en matinée. La présence de carbone noir dans l'air à ces stations l'hiver est attribuable au chauffage au bois (Busque, 2022). En été, les concentrations augmentent en fin de soirée et perdurent durant la nuit aux trois stations. Comme il est mentionné précédemment, en l'absence de chauffage au bois en été, cette hausse est en partie attribuable aux feux de plaisance à ciel ouvert, qui sont généralement allumés après le coucher du soleil. Les niveaux de BC_{bb} sont nettement plus élevés que ceux enregistrés en Ontario (Healy *et al.*, 2017).

Les concentrations de BC_{ff} sont généralement plus élevées l'été qu'en toute autre saison, entre autres parce que la circulation automobile y est plus importante selon les débits de circulation

mesurés par le ministère des Transports (MTQ, 2022). L'augmentation matinale des concentrations est aussi plus importante l'été et la diminution qui s'ensuit perdure jusqu'à plus tard en soirée. La composition de l'essence des voitures utilisée en été a aussi une influence sur les concentrations de BC plus élevées observées (SOCAAR, 2019). Ces niveaux de BC_{ff} observés à la station Québec–Henri IV sont toutefois nettement moins élevés que ceux enregistrés en bordure de l'autoroute 401 à Toronto (Healy *et al.*, 2017), à cause d'une densité de circulation plus faible aux abords de l'autoroute Henri IV.

4.4.5. Tendances des concentrations

L'analyse de tendance des concentrations de BC depuis le début de ce suivi au Québec n'indique aucune tendance significative à la hausse ou à la baisse, probablement parce que la période de suivi n'est pas assez longue. Les résultats des analyses de tendance à toutes les stations actives en 2020 sont détaillés à l'annexe B4.

4.4.6. Conformité aux normes

Le RAA ne contient aucune norme de qualité de l'atmosphère pour le carbone noir. Comme il s'agit d'un constituant des particules fines, leur norme quotidienne de 30 µg/m³ peut, par extension, s'appliquer. Aucun dépassement de cette norme par les concentrations de BC uniquement n'a été enregistré au Québec en 2020, la concentration quotidienne maximale s'élevant à 2,9 µg/m³ le 10 février à la station Québec–Henri IV.

4.5. Particules ultrafines

4.5.1. 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). 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 retrouvant dans l'air, mais elles représentent plus de 85 à 90 % du nombre total de particules (Solomon, 2012).

4.5.2. 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 à diesel qui en sont la source principale. Les activités humaines, comme les industries et le transport, sont aussi des sources importantes de précurseurs à la formation secondaire de $PM_{0,1}$, dont les NO_x , le CO, le SO_2 et plusieurs composés organiques volatils (Solomon, 2012).

4.5.3. Impacts

Les recherches sur l'effet sur la santé des $PM_{0,1}$ sont encore peu nombreuses sur le sujet, et plusieurs aspects, comme les effets à long terme de ce polluant, n'ont pas encore été étudiés. Toutefois, il est connu qu'étant donné leur très petite taille les particules ultrafines peuvent traverser l'épithélium respiratoire et entrer dans la circulation sanguine, où elles peuvent avoir des effets néfastes. Les résultats récents démontrent que les $PM_{0,1}$ peuvent causer l'inflammation des voies respiratoires et de l'hypertension et aggraver certains symptômes respiratoires comme l'asthme (USEPA, 2022c) (Baldauf et collab., 2016).

4.5.4. Le suivi au Québec

En 2020, les concentrations de $PM_{0,1}$ ont été mesurées à deux stations du RSQAQ, soit Québec–Collège St-Charles-Garnier et Québec–Henri IV. L'analyseur de particules ultrafines utilisé à ces deux stations (PALAS-ENVI-CPC 200) effectue un comptage optique de chacune des particules individuelles. Au préalable, la taille des particules est augmentée artificiellement par condensation avec du butanol afin de permettre à l'appareil de les détecter. Cette technologie permet de compter les particules d'une plage de concentration située entre 0 et 200 000 part./cm³. Lorsque les concentrations dépassent cette plage, soit de 200 000 à 2 000 000 part./cm³, un néphélomètre prend le relais et évalue la concentration de $PM_{0,1}$ en analysant la turbidité de l'air.

La figure suivante illustre les concentrations de particules ultrafines aux deux stations de suivi en 2020. Les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A6.

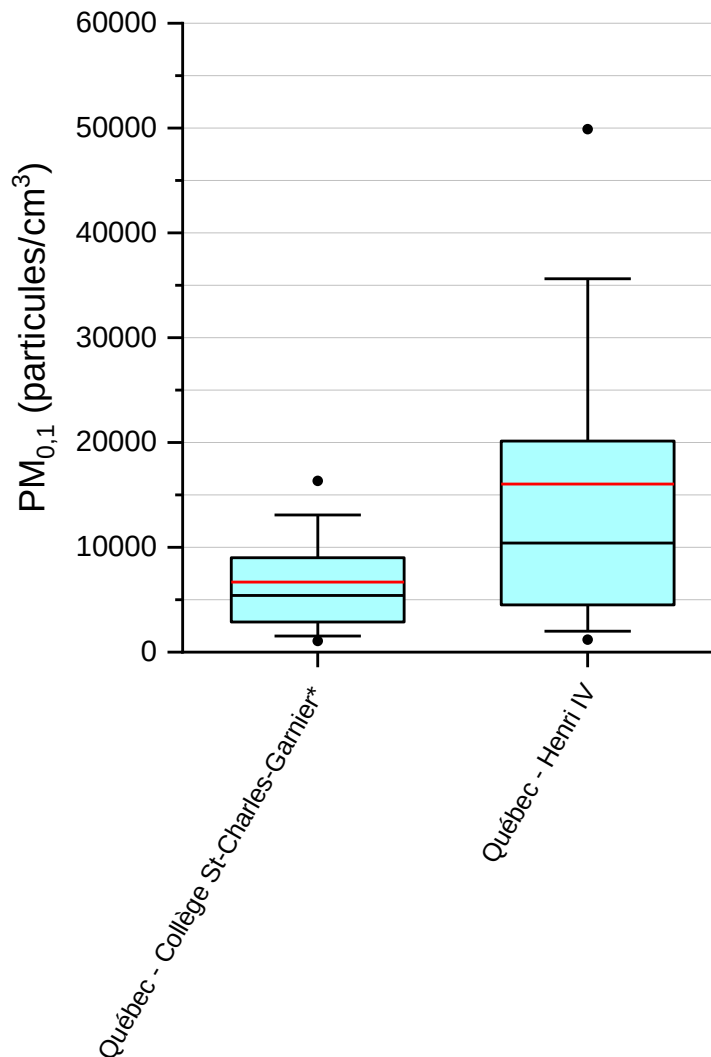


Figure 4.19 Concentrations annuelles de particules ultrafines aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020. *La station Québec–Collège St-Charles-Garnier ne possède des données que du 1^{er} janvier au 1^{er} juillet 2020

Les concentrations moyennes enregistrées à la station Québec–Henri IV (16 050 particules/cm³) sont nettement plus variables et élevées que celles de la station Québec–Collège St-Charles-Garnier (6 700 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 Québec–Collège St-Charles-Garnier sont les moins élevées parmi celles enregistrées dans différents milieux urbains à travers le monde (De Jesus *et al.*, 2019).

La figure 4.20 suivante illustre, par tranche de température, les concentrations de $PM_{0,1}$ et de NO_2 et le nombre moyen de voitures à la station Québec–Henri IV en 2020.

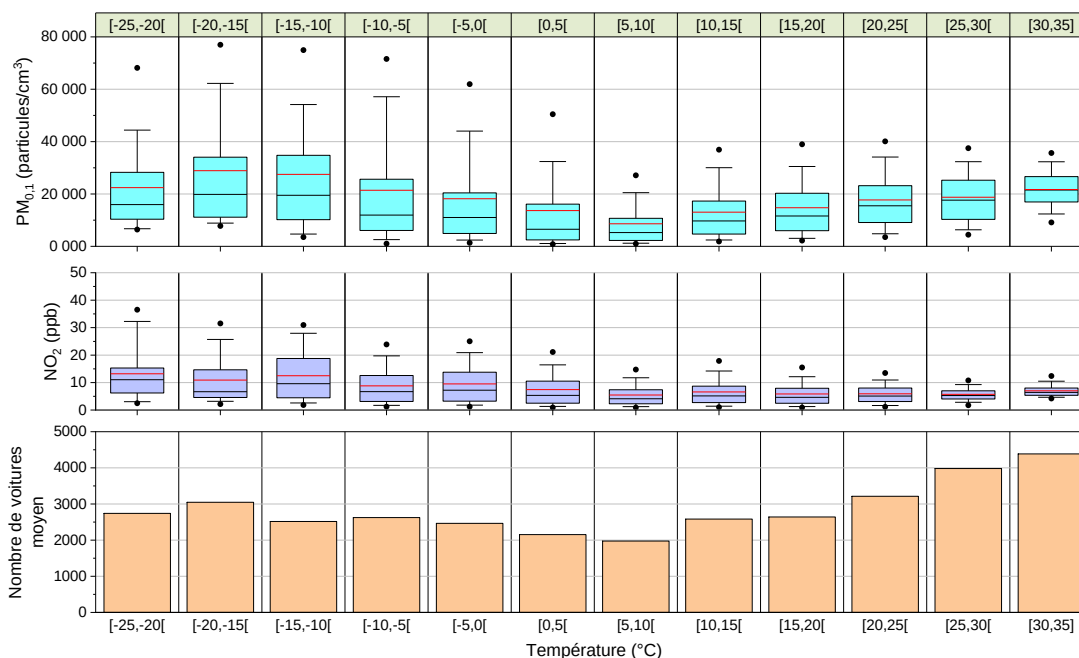


Figure 4.20 Concentrations de particules ultrafines et de dioxyde d'azote ainsi que le nombre moyen de voitures, par tranche de température, à la station Québec–Henri IV en 2020

Les concentrations de $PM_{0,1}$ sont aussi plus élevées lorsque les températures sont plus froides parce que ces dernières favorisent le processus de formation secondaire des $PM_{0,1}$ par condensation (SOCAAR, 2019). L'été, les concentrations sont plus faibles parce que les températures plus élevées favorisent l'évaporation d'une partie des $PM_{0,1}$. Une légère augmentation des concentrations de $PM_{0,1}$ est tout de même observée entre 5°C et 35°C, mais elle serait plutôt corrélée à l'augmentation du nombre de véhicules.

Le NO_2 est reconnu pour rester plus longtemps dans l'air par temps froid. Les périodes froides surviennent l'hiver où les périodes d'ensoleillement sont moins fréquentes, occasionnant moins de réactions photochimiques de transformation du NO_2 (NOAA, 2022b).

Bien que le nombre de voitures moyen circulant sur l'autoroute Henri IV soit plus élevé par temps chaud, conséquence d'une plus grande circulation automobile sur l'autoroute l'été, les concentrations de NO_2 et de $PM_{0,1}$ sont plus élevées lorsque les températures sont plus froides.

4.5.5. Tendence des concentrations

L'analyse de tendance des concentrations mensuelles de $PM_{0,1}$ depuis le début de ce suivi au Québec n'indique aucune tendance significative à la hausse ou à la baisse, parce que la période de suivi n'est pas assez longue. Les résultats des analyses de tendance à toutes les stations actives en 2020 sont détaillés à l'annexe B5.

4.5.6. Conformité aux normes

Le RAA ne contient aucune norme de qualité de l'atmosphère pour les particules ultrafines.

4.6. Dioxyde d'azote

4.6.1. Description et propriétés

Le NO₂ est un gaz irritant généré par tous les processus de combustion. À température élevée, l'azote et l'oxygène dans l'air se combinent pour former du monoxyde d'azote (NO), ce dernier étant partiellement oxydé en NO₂ dans l'atmosphère. Ces deux substances, le NO₂ et le NO, sont les principaux composés de la famille des oxydes d'azote (NO_x). Le NO₂ est l'un des constituants du smog et l'un des principaux contaminants précurseurs d'O₃. Par la suite, le NO₂ réagit avec l'eau se trouvant dans l'atmosphère pour former des nitrates (NO₃⁻) sous forme liquide ou solide. Les NO₃⁻ contribuent fortement à l'acidification des précipitations.

4.6.2. Origine

Au Québec, en 2020, les NO_x étaient principalement émis par le secteur du transport (66,8 %) et le secteur industriel (22,3 %) ainsi que par la combustion non industrielle¹¹ (5,8 %) (MELCCFP, 2023).

Le NO₂ 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.

4.6.3. Impacts

Le NO₂ 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 NO₂ (USEPA, 2022d).

4.6.4. Le suivi au Québec

Les concentrations de NO₂ qui ont été mesurées à 22 stations de suivi de la qualité de l'air au Québec en 2020 sont présentées à la figure 4.21. Les statistiques détaillées pour le NO₂ se trouvent à l'annexe A7 et celles pour le NO, à l'annexe A9. Les concentrations moyennes annuelles de NO₂ ont varié de 2,4 ppb à la station Saint-Anicet à 11,8 ppb à la station Montréal–Échangeur Décarie. De façon générale, les concentrations de NO₂ mesurées au Québec sont comparables à celles mesurées ailleurs au Canada, à l'exception des Maritimes où elles sont généralement plus faibles (Gouvernement du Canada, 2022).

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

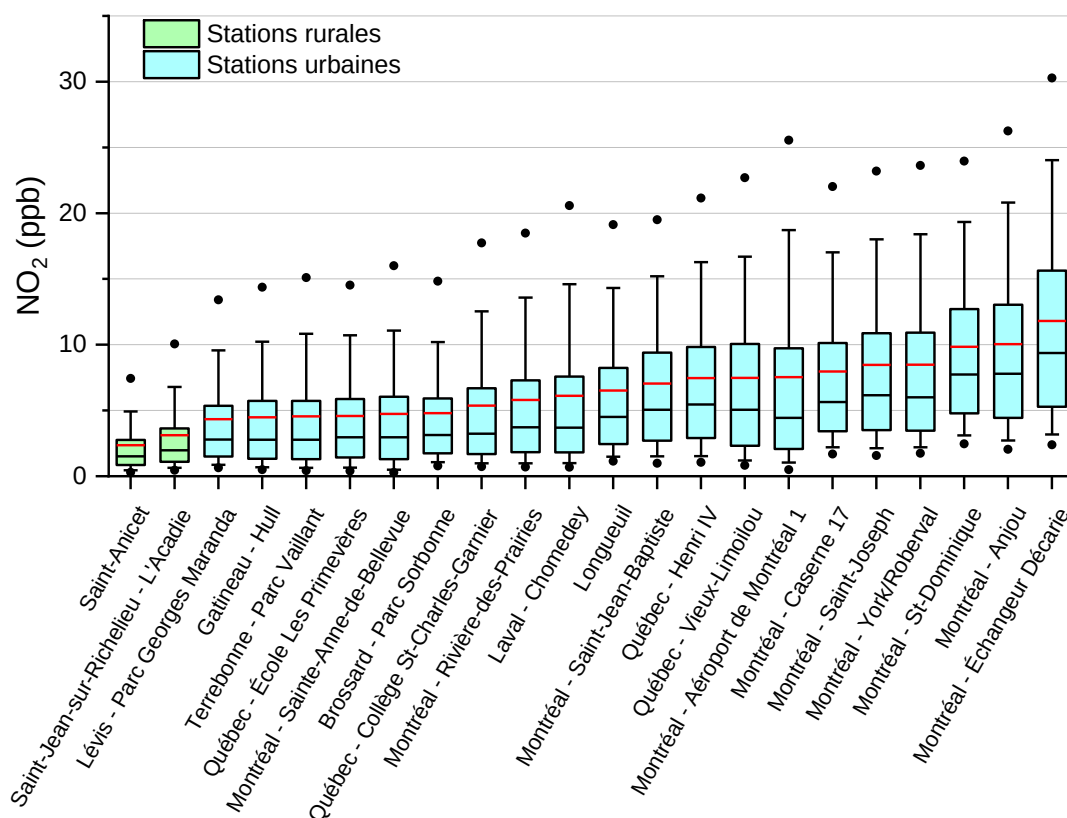


Figure 4.21 Concentrations annuelles de dioxyde d'azote aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations de NO_2 mesurées aux stations de suivi dépendent en bonne partie de la densité de circulation à proximité de celles-ci. Ainsi, au Québec, les concentrations de NO_2 les plus élevées sont observées à la station de 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. Il est étonnant de constater que la station Québec–Henri IV n'enregistre pas de concentrations de NO_2 plus élevées étant donné sa proximité avec une autoroute majeure. Les NO_x sont impliquées 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 probablement pas le temps de se produire complètement avant la prise de mesure à la station Québec–Henri IV, qui se trouve à seulement six (6) mètres de l'autoroute.

Cette hypothèse est confirmée à la figure 4.22 suivante qui illustre le pourcentage de NO et de NO₂ dans les NO_x totaux aux stations de mesure en 2020.

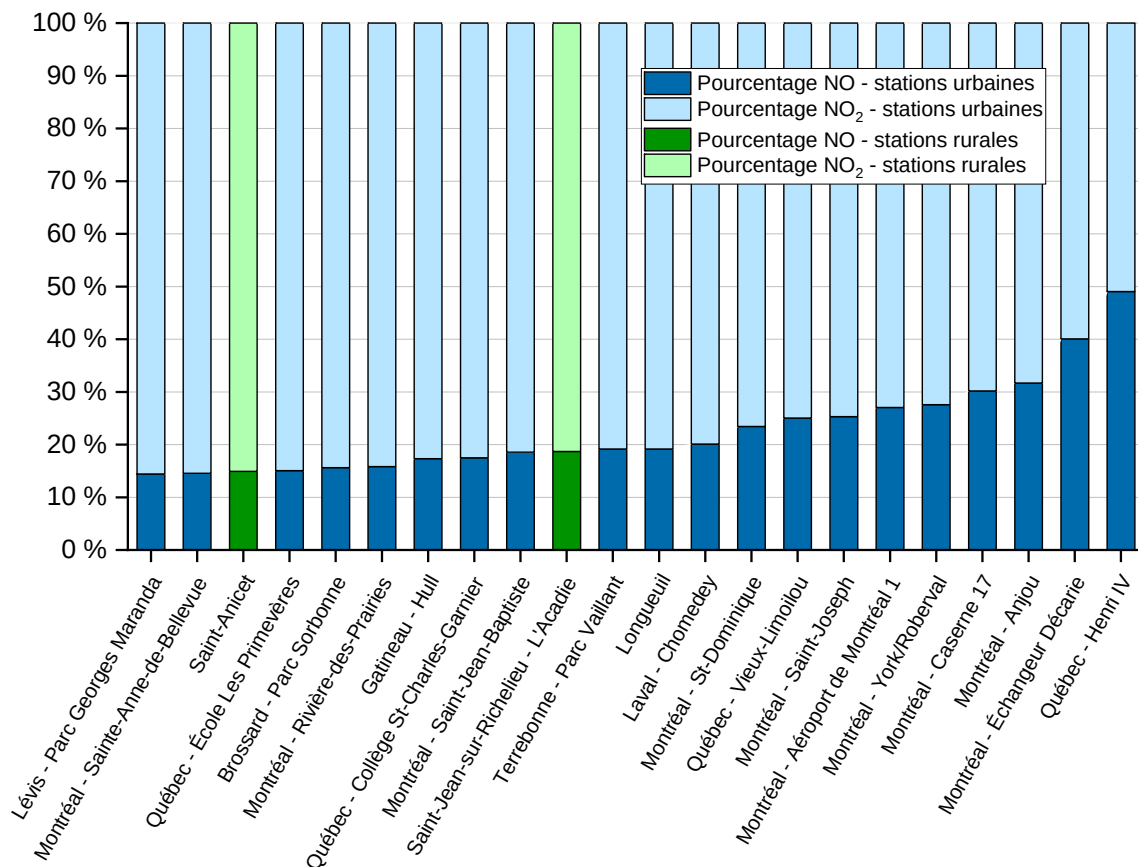


Figure 4.22 Pourcentage de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote dans les oxydes d'azote totaux en 2020

La proportion de NO par rapport au NO₂ est beaucoup plus élevée à la station Québec–Henri IV qu'aux autres stations de mesure, ce qui démontre habituellement une plus grande proximité avec une source de transport.

4.6.5. Le suivi en bordure d'autoroute

Les concentrations des contaminants principalement émis par le transport routier, comme le NO, mais aussi le CO, le BC_f et les PM_{0,1}, varient en fonction de l'heure, et ce, proportionnellement à la densité de la circulation.

La figure 4.23 suivante illustre les concentrations horaires de ces quatre contaminants et la densité de circulation à la station Québec–Henri IV en 2020.

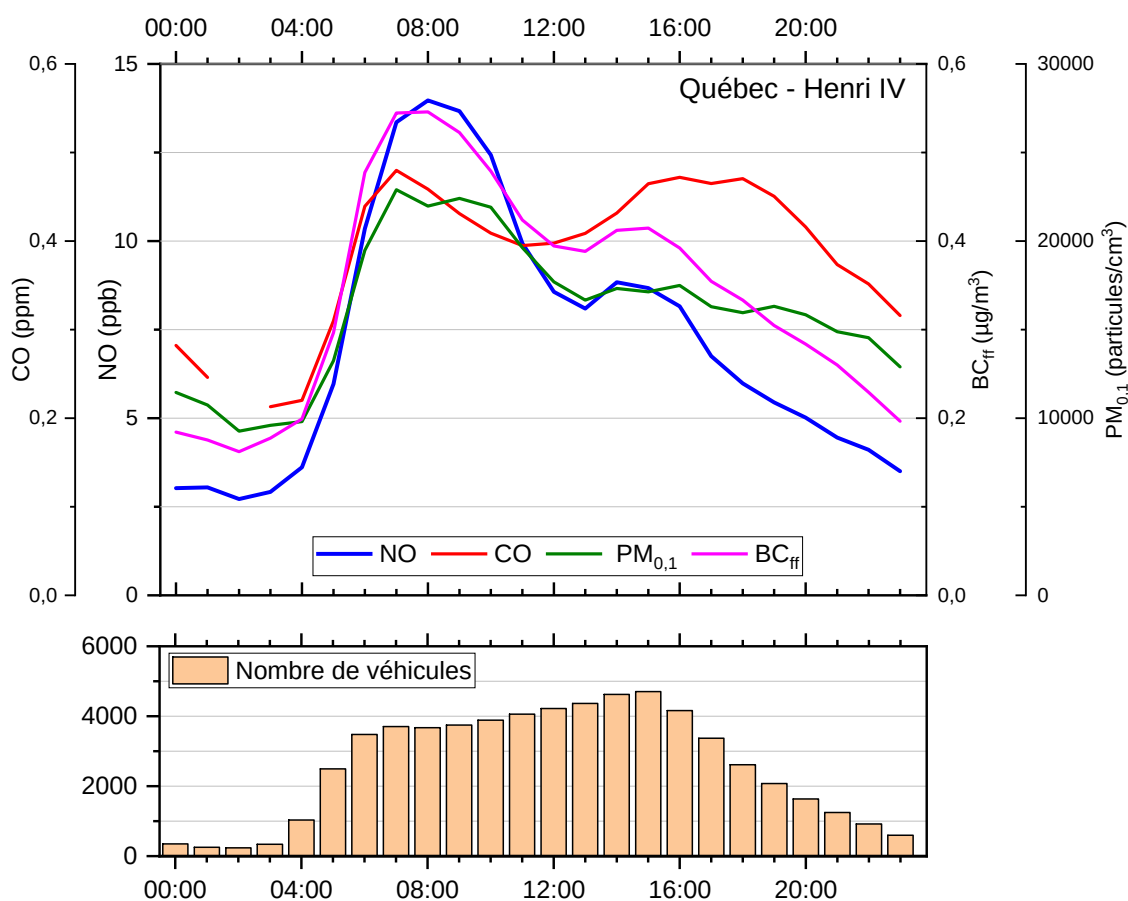


Figure 4.23 Nombre de véhicules circulant sur l'autoroute Henri IV à Québec chaque heure et concentrations horaires de monoxyde d'azote, de monoxyde de carbone, de particules ultrafines et de carbone noir provenant de la combustion de combustibles fossiles en 2020

Deux maxima de concentrations sont observés pour les contaminants, un en matinée et un en soirée. Ces pointes correspondent environ aux heures de pointe, qui sont observables par les deux maxima du nombre de véhicules circulant sur l'autoroute chaque heure.

L'intensité des pointes de concentrations des contaminants ne suit pas celle du nombre de véhicules puisque certains contaminants, comme les NO_x et le CO, participent au processus de création de l'O₃ en présence de rayonnement UV durant le jour, ce qui n'est pas possible après le coucher du soleil (voir section 4.9). De plus, les vents sont plus forts l'après-midi à la station Henri IV, ce qui favorise la dispersion des contaminants. Finalement, le type de véhicule circulant sur l'autoroute n'est pas le même chaque heure de la journée. Par exemple, les poids lourds, reconnus pour émettre beaucoup de PM_{0,1} (SOCAAR, 2019), circulent davantage le matin sur l'autoroute Henri IV.

4.6.6. Tendence des concentrations

L'analyse de tendance des concentrations de NO₂ au Québec indique que celles-ci sont en baisse à toutes les stations, à l'exception de Montréal–Anjou. À titre d'exemple, les figures 4.24 et 4.25 illustrent que les concentrations moyennes de NO₂ à une station rurale (Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie) et à une station urbaine (Québec–Vieux-Limoilou) ont diminué significativement ($p < 0,001$) depuis 1999, bien qu'elles soient demeurées stables depuis 2015 à la station Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie (Foucreault et Laberge, en rédaction). Cette diminution des concentrations de NO₂ est directement associée aux améliorations des véhicules, notamment les nouveaux systèmes antipollution, et à l'amélioration de l'efficacité énergétique, et ce, en dépit de la croissance du parc automobile (MDDEP, 2011). Les résultats des analyses de tendance à toutes les stations actives en 2020 sont détaillés à l'annexe B6.

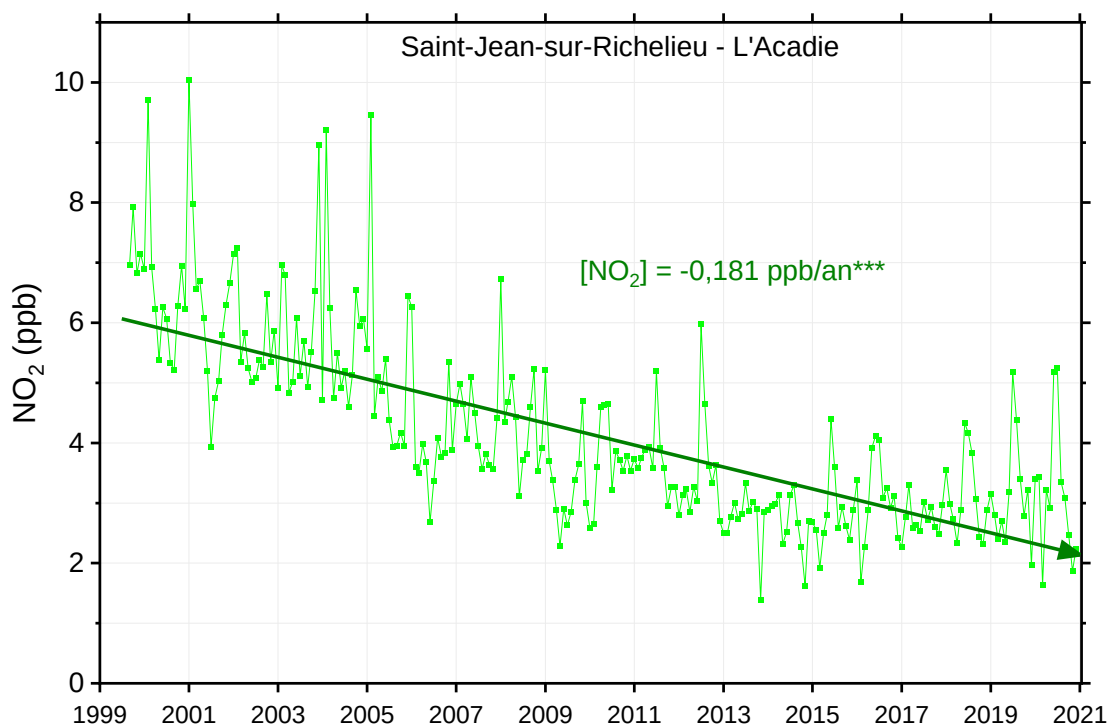


Figure 4.24 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde d'azote à la station rurale Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie de 1999 à 2020

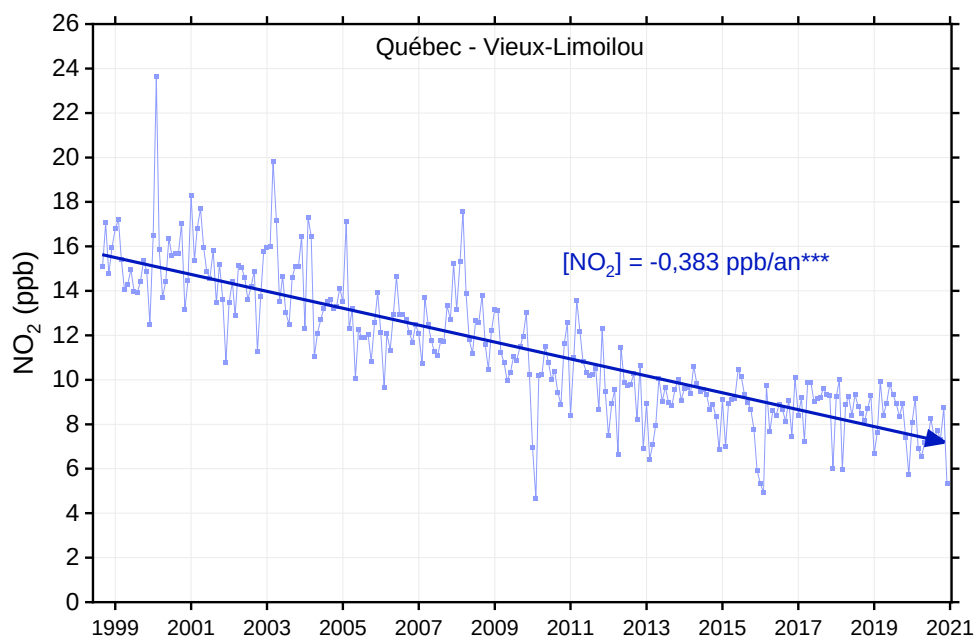


Figure 4.25 Tendance des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde d'azote à la station urbaine Québec-Vieux-Limoilou de 1998 à 2020

4.6.7. Conformité aux normes

Le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (MELCC, 2022a) prescrit les normes suivantes pour le dioxyde d'azote :

- 220 ppb (414 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour une période d'une (1) heure;
- 110 ppb (207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour une période de 24 heures;
- 55 ppb (103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour une période d'un an.

La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air¹².

En 2020 et depuis l'entrée en vigueur du RAA, aucun dépassement des normes de NO_2 n'a été observé au Québec. En 2020, les concentrations de NO_2 les plus élevées ont été enregistrées à la station 06028-Montréal-Échangeur Décarie.

Tableau 4.4 Concentrations horaires, quotidiennes et annuelles de dioxyde d'azote les plus élevées au Québec en 2020

Période (Norme)	Station	Concentration	% de la norme	Date et heure
1 h (220 ppb)	Montréal-Échangeur Décarie	64,35 ppb	29,3 %	2020-02-11 13:00
24 h (110 ppb)	Montréal-Échangeur Décarie	45,72 ppb	41,6 %	2020-02-11
1 an (55 ppb)	Montréal-Échangeur Décarie	11,81 ppb	21,5 %	s. o.

¹² <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

4.7. Dioxyde de soufre

4.7.1. Description et propriétés

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

4.7.2. Origine

Au Québec, en 2020, le SO_2 provenait presque exclusivement des industries (96,6 %) et dans une moindre mesure de la combustion non industrielle¹³ (1,8 %) ainsi que des transports (0,8 %) (MELCCFP, 2023). Les concentrations élevées de ce contaminant sont observées à proximité de sources industrielles.

Le SO_2 est émis directement dans l'air ambiant; il n'est donc pas le résultat de transformations complexes comme l' O_3 ou les $\text{PM}_{2,5}$ secondaires par exemple. Ainsi, les concentrations mesurées sont proportionnelles à la quantité de SO_2 émise par une source d'émission et à la distance de la station par rapport à celle-ci.

4.7.3. Impacts

Le SO_2 est un gaz irritant qui agit en synergie avec d'autres polluants, qui affecte principalement le système respiratoire. Les asthmatiques sont particulièrement sensibles au SO_2 (USEPA, 2022e).

4.7.4. Le suivi au Québec

Les concentrations de SO_2 mesurées aux vingt stations de mesure de la qualité de l'air du Québec en 2020 sont aussi présentées à la figure 4.26 et les statistiques détaillées se trouvent à l'annexe A8. Il faut noter que l'axe de la partie droite de la figure présente des valeurs dix fois plus élevées que celles de la partie gauche.

¹³ Ce secteur comprend les émissions de contaminants générées par les sources de combustion résidentielles, commerciales et institutionnelles, excluant le chauffage au bois résidentiel.

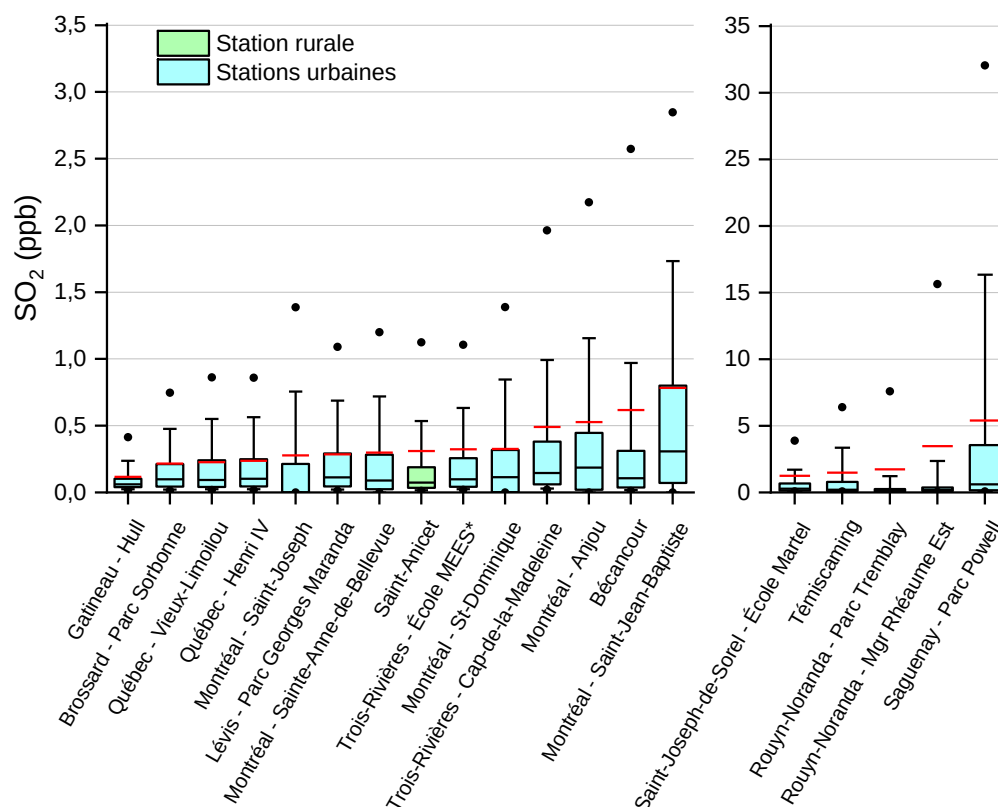


Figure 4.26 Concentrations annuelles de dioxyde de soufre aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations moyennes de SO_2 ont varié de 0,1 ppb à la station Gatineau–Hull à 5,4 ppb à la station Saguenay–Parc Powell. Les concentrations mesurées aux stations situées près de sources industrielles de SO_2 connues (Saguenay, Témiscaming, Rouyn-Noranda) sont plus élevées que celles des autres stations du réseau. D'ailleurs, en excluant les stations directement influencées par des sources industrielles, les concentrations de SO_2 mesurées au Québec sont comparables à celles mesurées ailleurs au Canada (Gouvernement du Canada, 2022).

4.7.5. Tendence des concentrations

L'analyse de tendance des concentrations de SO_2 au Québec indique que les concentrations sont en baisse à toutes les stations, à l'exception de celles de Québec–Henri IV et de Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine dont les tendances sont non significatives. À titre d'exemple, les figures 4.27 et 4.28 illustrent que les concentrations moyennes de SO_2 à une station rurale (Saint-Anicet) et à une station urbaine (Québec–Vieux-Limoilou) ont diminué significativement ($p < 0,001$) depuis le début de ce suivi à ces stations. Ces baisses de concentrations de SO_2 sont attribuables aux efforts d'assainissement de l'ensemble du secteur industriel, aux interventions coordonnées par le MELCCFP, ainsi qu'à la diminution des concentrations de soufre dans les carburants (Gouvernement du Canada, 2013). Les résultats des analyses de tendance à toutes les stations actives en 2020 sont détaillés à l'annexe B7.

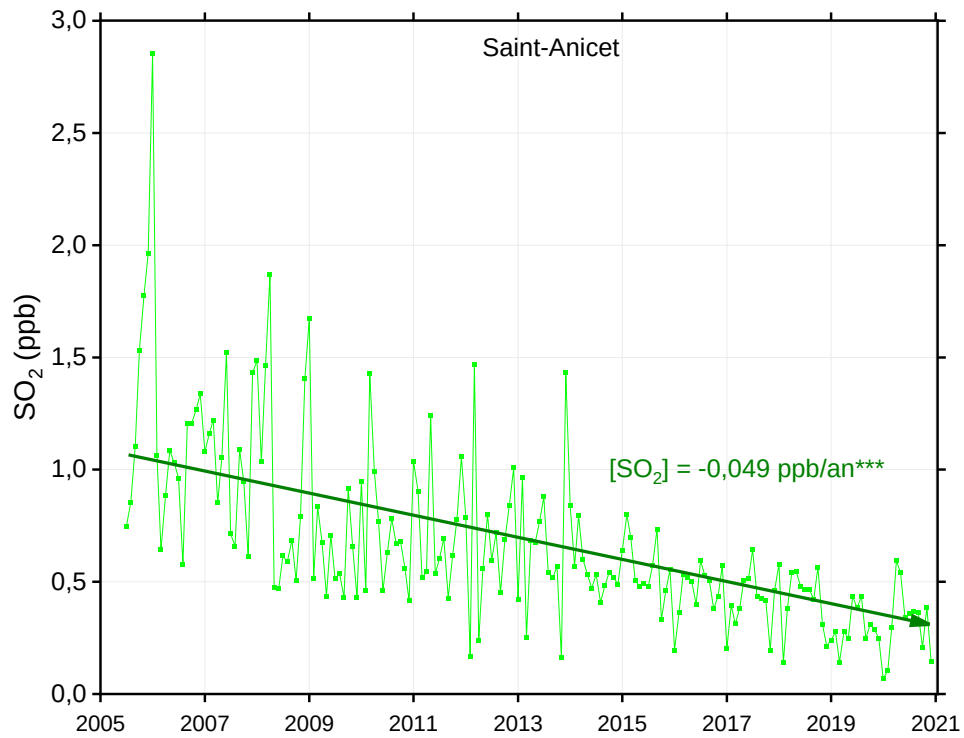


Figure 4.27 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde de soufre à la station rurale Saint-Anicet de 2005 à 2020

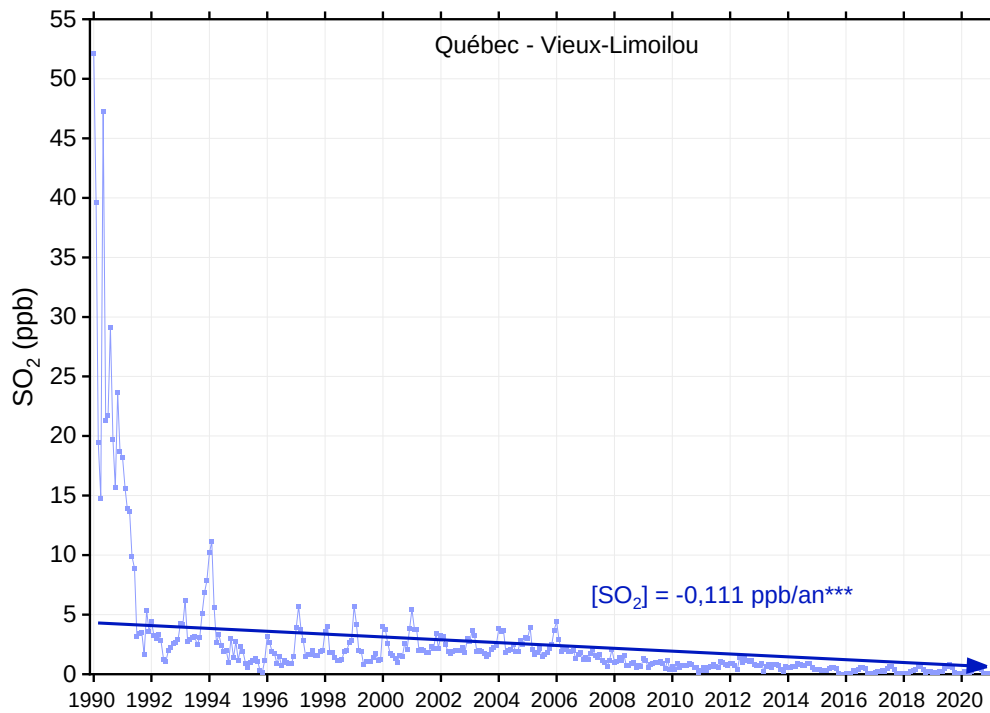


Figure 4.28 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de dioxyde de soufre à la station urbaine Québec-Vieux-Limoilou de 1990 à 2020

4.7.6. Conformité aux normes

Le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère prescrit les normes suivantes pour le dioxyde de soufre :

- 400 ppb (1050 µg/m³) pour une période de quatre (4) minutes; celle-ci peut être excédée jusqu'à 0,5 % du temps sur une base annuelle, sans dépasser 500 ppb (1310 µg/m³);
- 110 ppb (288 µg/m³) pour une période de 24 heures et;
- 20 ppb (52 µg/m³) pour une période d'un an.

La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air¹⁴.

Pour l'ensemble des stations au Québec en 2020, seule la norme sur 4 minutes a été dépassée.

9.7.6.1. Normes quotidiennes et annuelles

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.

En 2020, les concentrations quotidiennes et annuelles de SO₂ 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 4.5 Concentrations quotidiennes et annuelles de dioxyde de soufre les plus élevées au Québec en 2020

Période (norme)	Station	Concentration	% de la norme	Date
24 h (110 ppb)	Rouyn-Noranda–Mgr Rhéaume Est	67,53 ppb	61,4 %	2020-11-30
1 an (20 ppb)	Saguenay–Parc Powell	5,41 ppb	27,1 %	s. o.

9.7.6.2. Norme 4 minutes

Entre 2012 et 2020, le nombre de dépassements de la norme 4 minutes de 400 ppb a considérablement diminué passant de 449 à 71 (figure 4.29) et de 250 à 51 pour le seuil de 500 ppb.

¹⁴ <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

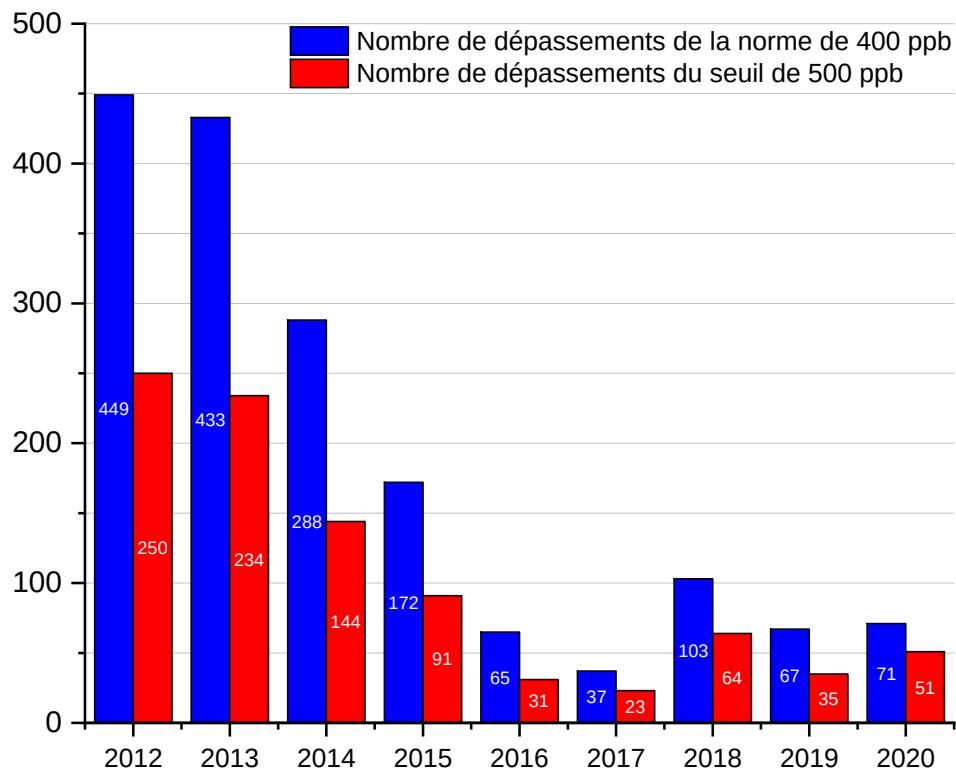


Figure 4.29 Nombre de dépassements de la norme de 400 ppb et du seuil de 500 ppb sur 4 minutes pour le dioxyde de soufre au Québec de 2012 à 2020

Pour l'année 2012, il a été impossible de vérifier la conformité de la norme aux stations de la ville de Montréal, car les données 4 minutes n'étaient pas disponibles. Cependant, pour la période de 2013 à 2020, aucun dépassement n'a été observé aux stations de la ville de Montréal.

En 2020, les 71 dépassements de la norme sur 4 minutes ont été enregistrés à seulement trois (3) stations (tableau 4.6). Ces stations sont situées dans les villes de Rouyn-Noranda et de Témiscaming, à proximité d'émetteurs importants de SO₂. 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 4.6 Stations dont la norme de 400 ppb et le seuil de 500 ppb sur 4 minutes pour le dioxyde de soufre ont été dépassés en 2020

Station	Nombre de dépassements (400 ppb)	Nombre de dépassements (500 ppb)
Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	13	10
Rouyn-Noranda–Mgr Rhéaume Est	38	26
Témiscaming	20	15

4.8. Monoxyde de carbone

4.8.1. Description et propriétés

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore et inodore produit par la combustion incomplète de toute matière organique, y compris les carburants fossiles, les déchets et le bois. Une fois dans l'atmosphère, il se transforme en dioxyde de carbone (CO₂), un important gaz à effet de serre, contribuant aux changements climatiques.

4.8.2. Origine

En 2020, le CO était majoritairement émis par le secteur du transport (47,8 %), mais aussi par les industries (35,6 %) et le chauffage au bois (11,4 %) (MELCCFP, 2023). En ville, les concentrations maximales de CO sont observées à proximité des grands axes routiers aux heures de pointe de circulation automobile.

4.8.3. Impacts

Le CO est un polluant toxique qui 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 affectés par le CO. Les symptômes d'intoxication se traduisent par des étourdissements, des maux de tête, de la somnolence, des troubles de la vision et des troubles moteurs (USEPA, 2022f). Cependant, il est important de mentionner que ces effets se produisent à des concentrations beaucoup plus élevées que celles rencontrées dans l'air ambiant au Québec.

4.8.4. Le suivi au Québec

Les concentrations de CO mesurées aux dix stations de mesure de la qualité de l'air du Québec en 2020 sont présentées à la figure 4.30 et les statistiques détaillées se trouvent à l'annexe A10.

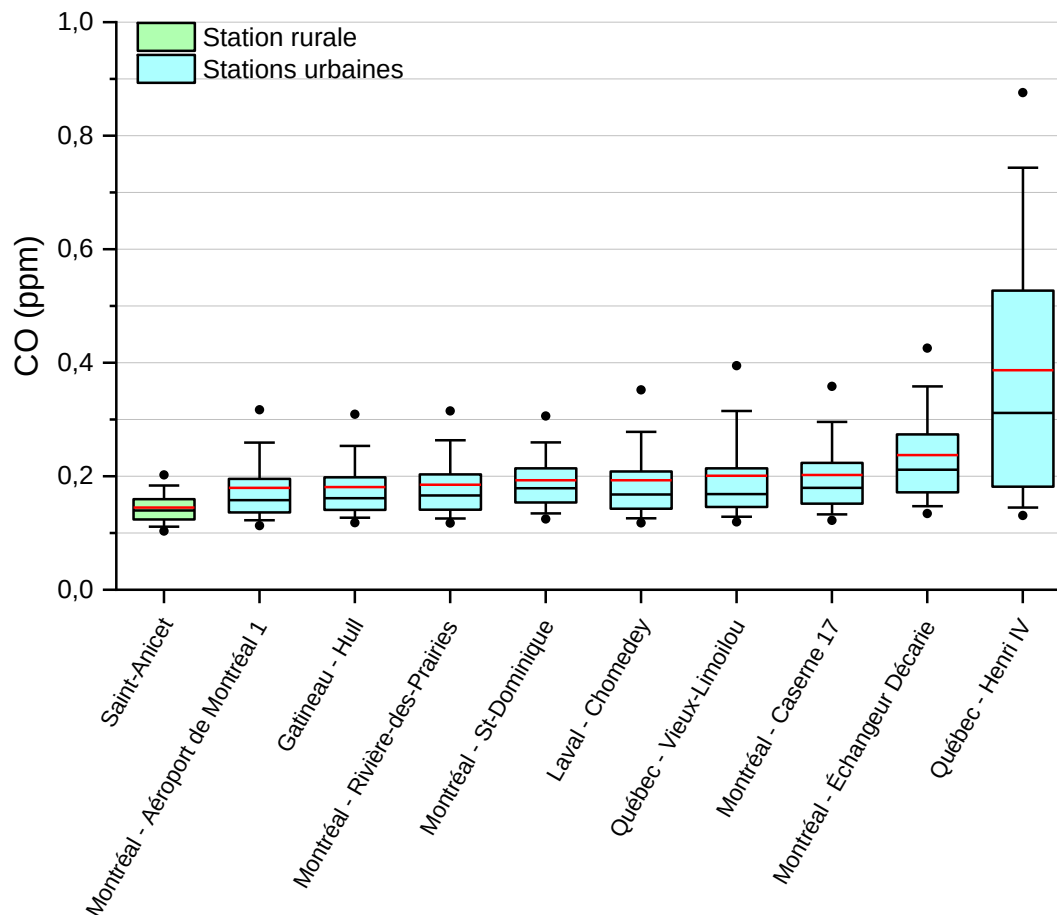


Figure 4.30 Concentrations annuelles de monoxyde de carbone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations moyennes de CO ont varié de 0,15 ppm à la station Saint-Anicet à 0,39 ppm à la station Québec–Henri IV. Les concentrations de CO mesurées aux stations urbaines (Gatineau, Montréal, Laval et Québec) en 2020 sont toutes du même ordre de grandeur et plus élevées que celles mesurées à la station rurale Québec–Saint-Anicet. La proximité des autoroutes majeures explique que les concentrations mesurées aux stations Montréal–Échangeur Décarie et Québec–Henri IV soient plus élevées.

4.8.5. Tendence des concentrations

Les concentrations de CO ont diminué significativement ($p < 0,001$) au cours des dernières années à toutes les stations du Québec, à l'exception de Québec–Henri IV, où une diminution est aussi observée, mais non significative vu son ouverture récente (annexe B8). Comme pour le NO_2 , cette diminution est directement associée au perfectionnement des moteurs et des systèmes antipollution des véhicules (MDDEP, 2011). Les figures 4.31 et 4.32 illustrent bien cette diminution à une station rurale (Saint-Anicet) et une station urbaine (Gatineau–Hull).

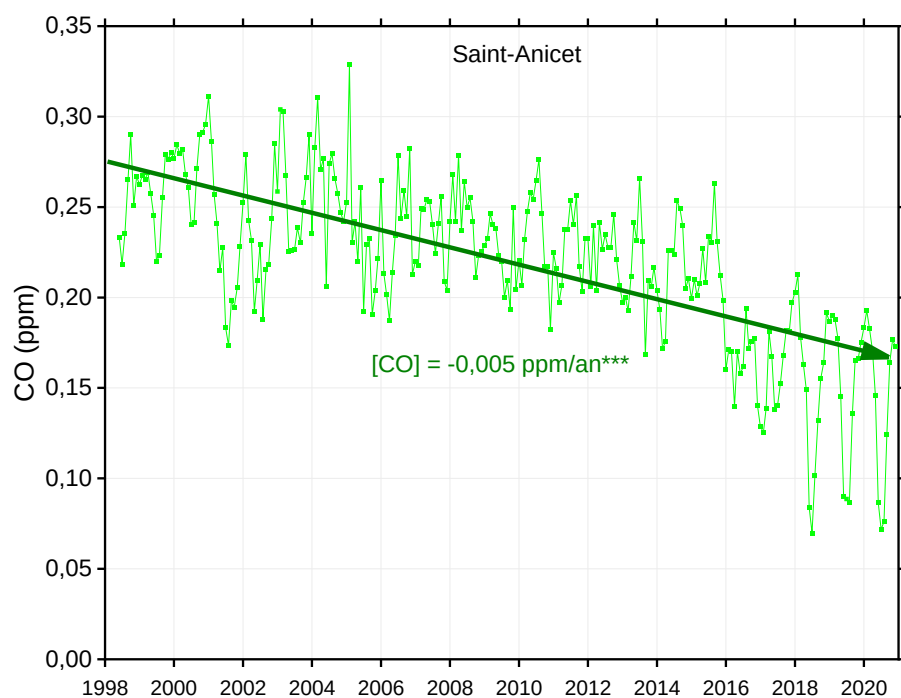


Figure 4.31 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de monoxyde de carbone mesurées à la station rurale Saint-Anicet de 1998 à 2020

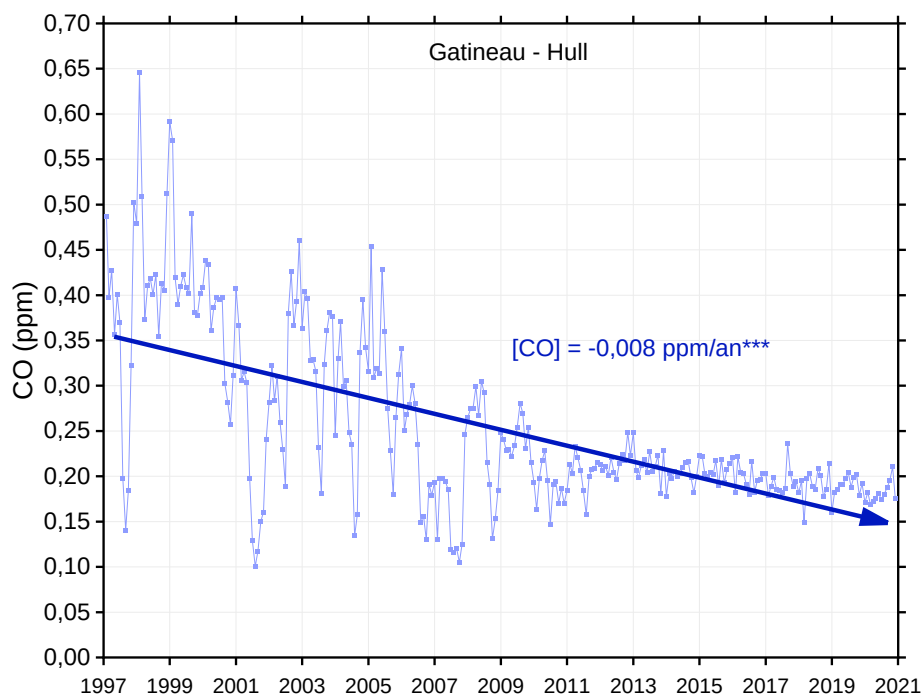


Figure 4.32 Tendence des concentrations moyennes mensuelles de monoxyde de carbone mesurées à la station urbaine Gatineau–Hull de 1997 à 2020

4.8.6. Conformité aux normes

Deux normes de qualité de l'atmosphère pour le CO sont prescrites dans le RAA :

- une première, applicable sur une période d'une (1) heure, est fixée à 30 ppm (34 000 µg/m³);
- une deuxième, à 11 ppm (12 700 µg/m³) pour une période de 8 heures.

La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air¹⁵.

Depuis l'entrée en vigueur du RAA, aucun dépassement des normes de CO n'a été observé au Québec. Au cours de cette journée, le maximum horaire a atteint 39 ppm et la moyenne sur 8 heures, 13,1 ppm. En 2020, les concentrations de CO les plus élevées ont été enregistrées à la station Québec–Henri IV.

Tableau 4.7 Concentrations horaires et huit (8) heures de monoxyde de carbone les plus élevées au Québec en 2020

Période (Norme)	Station	Concentration	% de la norme	Date et heure
1 h (30 ppm)	Québec–Henri IV	1,90	6,3 %	2020-09-26 19:00
8 h (11 ppm)	Québec–Henri IV	1,31	11,9 %	2020-09-26 22:00

¹⁵ <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

4.9. Ozone

4.9.1. Description et propriétés

L'ozone (O_3) est un gaz formé de trois atomes d'oxygène. Relativement instable, il réagit chimiquement avec les autres composantes 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 (UV). Près du sol (troposphère), c'est un polluant qui est nuisible à la santé et à l'environnement. Il est un des principaux composants du smog.

4.9.2. 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 fleuve 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 (Gouvernement du Canada, 2016). 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 .

4.9.3. Impacts

L' O_3 est un oxydant qui peut occasionner des irritations du nez 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 causée notamment par 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. De plus, il peut causer des dommages à la végétation et nuire au rendement des cultures (USEPA, 2022g).

4.9.4. Le suivi au Québec

Les concentrations d' O_3 mesurées aux 47 stations de suivi de la qualité de l'air du Québec en 2020 sont présentées à la figure 4.33 et les statistiques détaillées se trouvent à l'annexe A11.

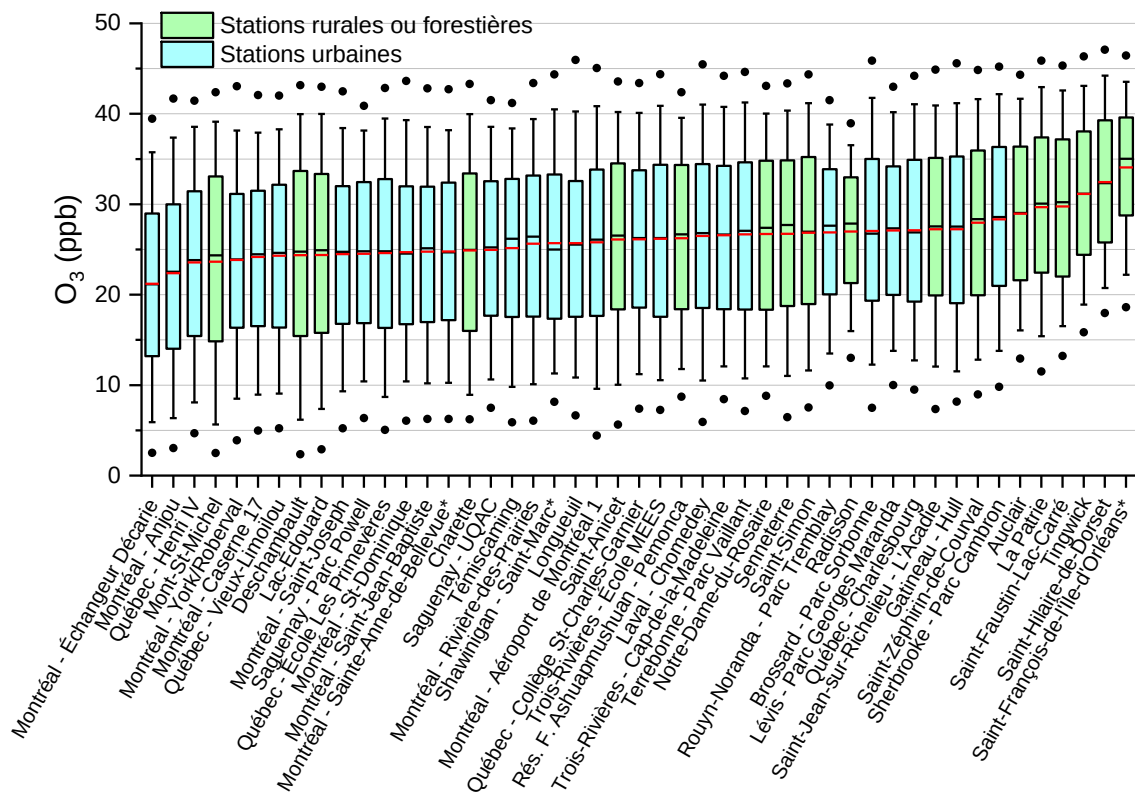


Figure 4.33 Concentrations annuelles d'ozone aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

Les concentrations moyennes annuelles d'O₃ ont varié de 21,2 ppb à la station Montréal–Échangeur Décarie à 32,5 ppb à la station Saint-Hilaire-de-Dorset¹⁶. De façon générale, les concentrations d'O₃ mesurées au Québec sont relativement 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 (Gouvernement du Canada, 2022).

Comme il est mentionné précédemment, l'O₃ 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 (NO₂), dont le transport est la principale source d'émission (MDDEP, 2011). En présence de rayonnement UV, le NO₂ est réduit par l'oxygène, qui forme de l'O₃. Le NO, quant à lui, titre rapidement l'O₃, diminuant temporairement la concentration d'O₃ dans l'air ambiant. Le résultat net est qu'à proximité d'une zone de grande circulation automobile, les concentrations d'O₃ diminuent (INSPQ, 2012; Couture, 2008). En revanche, loin des sources de NO, les concentrations d'O₃ augmentent de nouveau. Conséquemment, les concentrations d'O₃ sont généralement plus élevées dans les milieux ruraux situés à des dizaines, voire des centaines de kilomètres en aval des points d'émission de ces

¹⁶ La station Saint-François-de-l'Île-d'Orléans n'est pas considérée comme la plus élevée puisque le nombre de données à cette station ne respecte pas le critère de complétude de 75 % de données valides pour permettre le calcul d'une moyenne annuelle.

précurseurs (Künzli *et al.*, 2010). Ainsi, en 2020, la concentration moyenne d'O₃ la plus faible est observée à la station Montréal–Échangeur Décarie, située à l'intersection de deux autoroutes majeures, alors que les stations situées plus loin présentent des concentrations plus élevées.

Les concentrations moyennes horaires d'O₃ sont généralement à leur minimum au lever du soleil, atteignent leur maximum au milieu de l'après-midi, puis diminuent en fin de journée, comme l'illustre la figure suivante pour la station urbaine (Montréal–Échangeur Décarie) et la station rurale (Saint-Anicet).

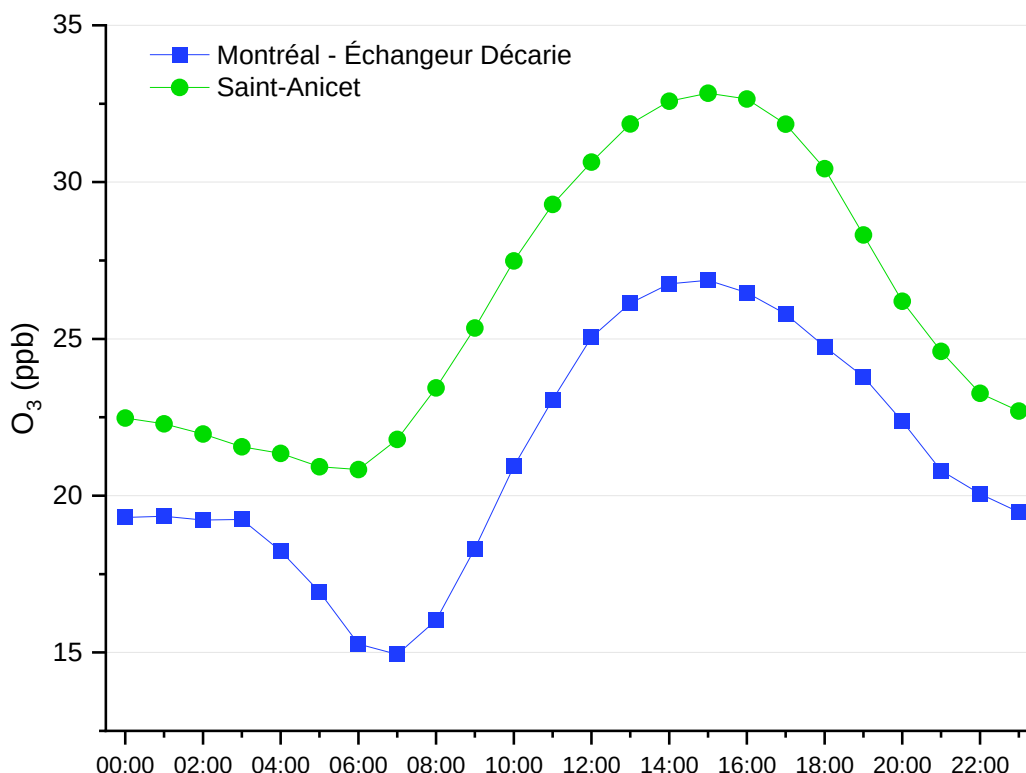


Figure 4.34 Concentrations moyennes horaires d'ozone à la station urbaine Montréal–Échangeur Décarie et à la station rurale Saint-Anicet pour l'année 2020

Les concentrations mensuelles d'ozone des stations urbaines et des stations rurales et forestières suivent un profil semblable, comme il est démontré à la figure 4.35 qui illustre les concentrations mensuelles d'ozone pour la station urbaine (Montréal–Échangeur Décarie) et la station rurale (Saint-Anicet) en 2020. Le maximum des concentrations moyennes d'O₃ n'est pas mesuré en été, au moment où le rayonnement UV est à son maximum, mais plutôt à la fin de l'hiver et au printemps. Il n'y a pas de consensus scientifique sur les sources de l'O₃ printanier (Monks, 2000); il pourrait s'agir d'échanges entre la stratosphère et la troposphère ou d'augmentation des réactions photochimiques favorisées par un air plus frais et sec en hiver et au printemps. Cependant, cette augmentation des concentrations d'O₃ au printemps est observée un peu partout dans l'hémisphère nord. Les concentrations moyennes mensuelles les plus basses sont quant à elles observées vers la fin de l'été et à l'automne.

À la station rurale Saint-Anicet (figure 4.35), les concentrations sont beaucoup moins variables vers la fin de l'automne et au début de l'hiver, ce qui coïncide avec un rayonnement UV moins important. Par ailleurs, les concentrations les plus variables sont observées à la station urbaine Montréal–Échangeur Décarie durant l'été, période de l'année où il y a habituellement le plus de transport routier et où le rayonnement UV est le plus élevé, favorisant ainsi la formation d'O₃ par la réduction du NO₂ provenant du transport.

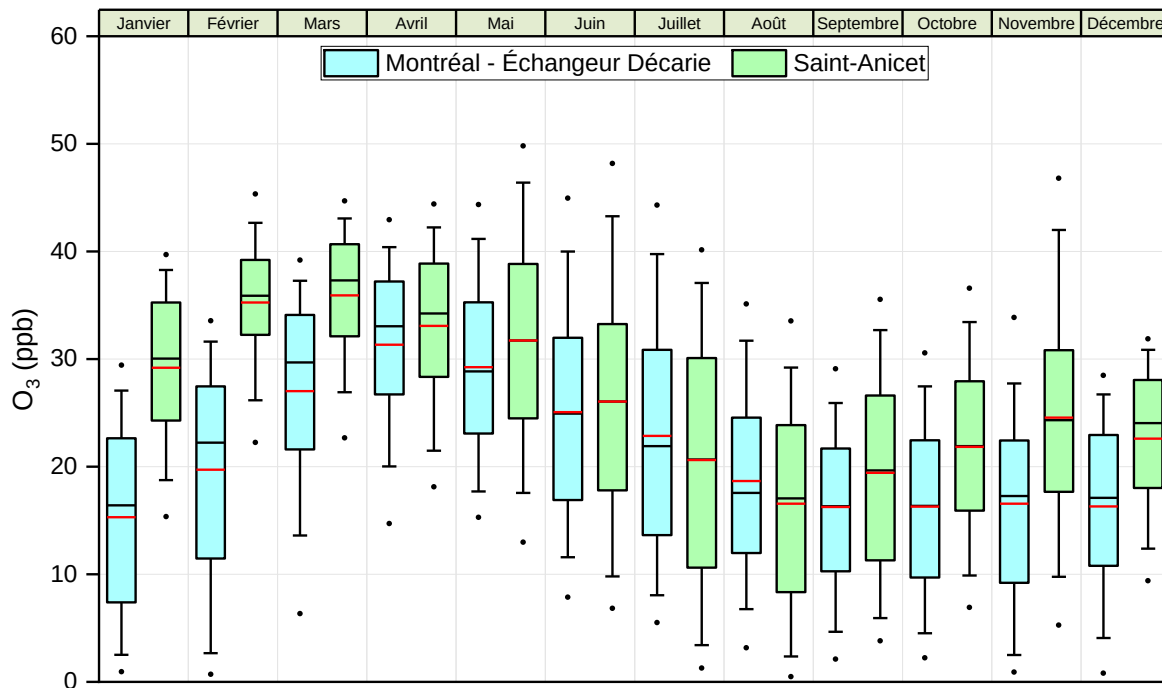


Figure 4.35 Concentrations mensuelles d'ozone à la station urbaine Montréal–Échangeur Décarie et à la station rurale Saint-Anicet en 2020

4.9.5. Tendence des concentrations

De façon générale, l'analyse de tendance des concentrations d'O₃ au Québec indique qu'elles augmentent significativement en milieu urbain (voir annexe B9) comme pour le reste de l'Amérique du Nord (Cooper *et al.*, 2014). Les stations en milieu rural et forestier affichent quant à elles des tendances très légèrement à la hausse, mais bien souvent ces hausses sont peu significatives. Les figures 4.36 et 4.37 illustrent des exemples de ces tendances pour une station urbaine (Longueuil) et une station rurale (Saint-Zéphirin-de-Courval). Comme il est mentionné précédemment, la présence de NO_x contribue à la diminution des concentrations d'O₃. Ainsi, la diminution constante des émissions de NO_x liée au secteur du transport (MDDEP, 2011) explique en bonne partie la tendance à la hausse des concentrations d'O₃, spécialement aux stations urbaines.

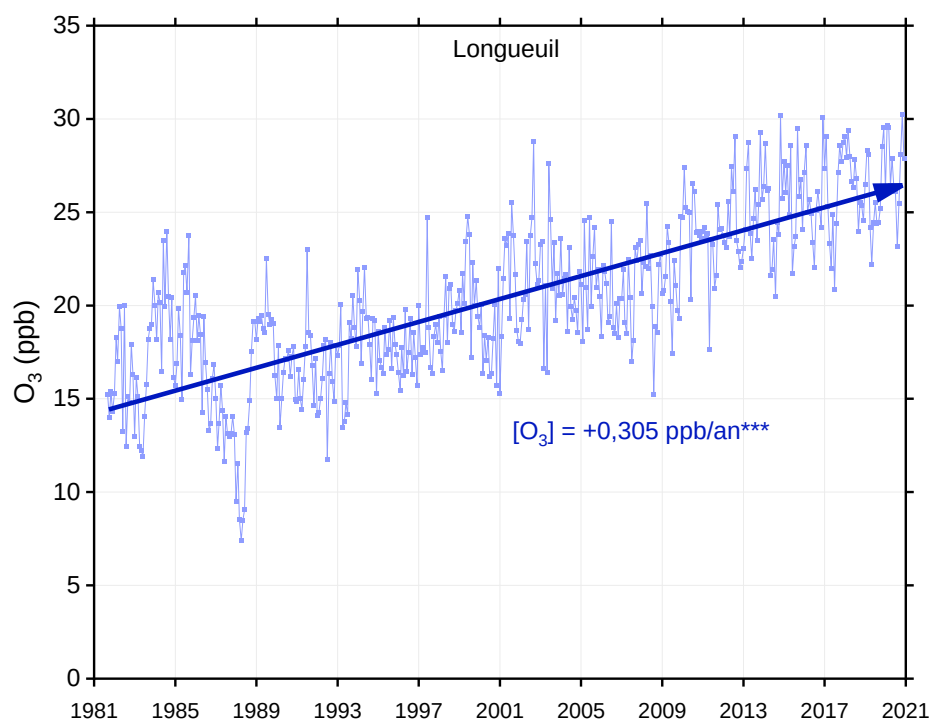


Figure 4.36 Tendance des moyennes mensuelles des concentrations d'ozone à la station Longueuil de 1981 à 2020

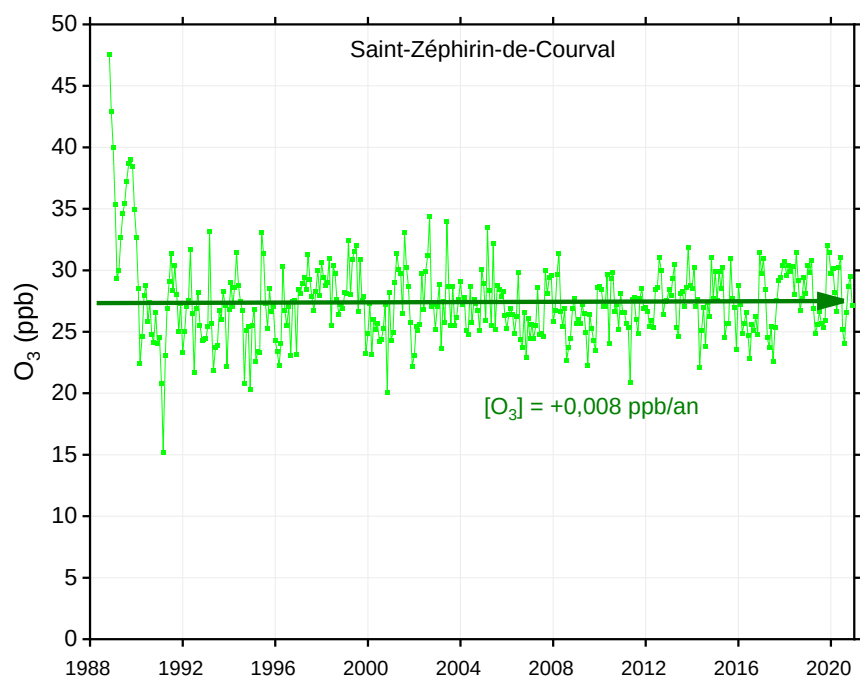


Figure 4.37 Tendance des moyennes mensuelles des concentrations d'ozone à la station rurale Saint-Zéphirin-de-Courval de 1988 à 2020

4.9.6. Conformité aux normes

Deux normes de qualité de l'atmosphère pour l'ozone sont prescrites dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA).

- une première, applicable sur une période d'une (1) heure, est fixée à 82 ppb ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- une deuxième, à 64 ppb ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$), pour une période de huit (8) heures.

La CMM dispose de ses propres normes de qualité de l'air¹⁷.

En 2020, aucun dépassement de la norme sur 1 heure et 44 dépassements de la norme sur 8 heures ont été observés pour l'ensemble des stations du Québec.

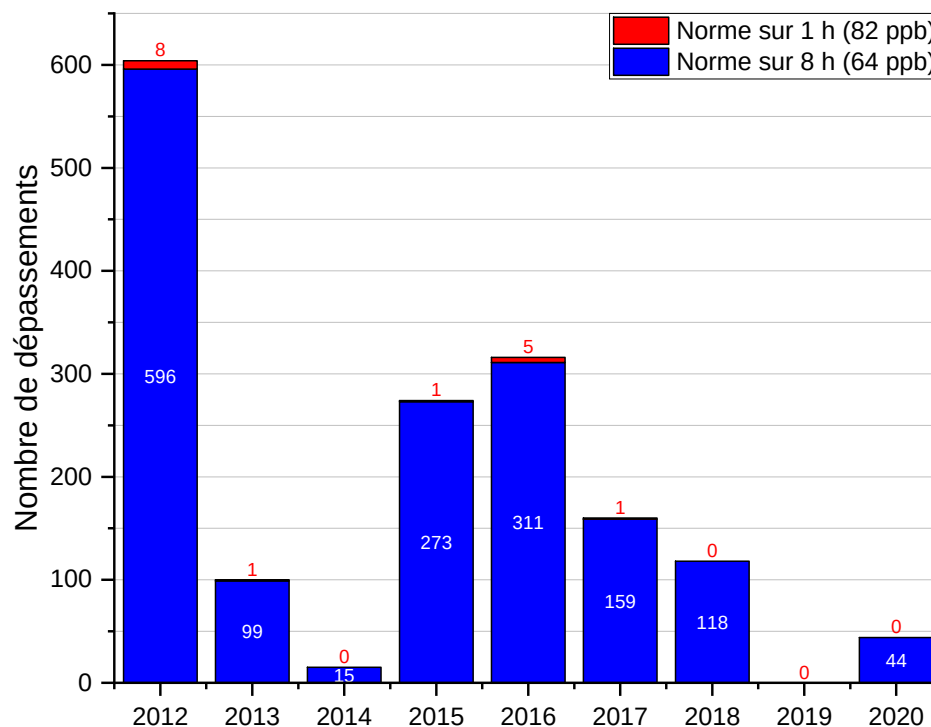


Figure 4.38 Nombre de dépassements des normes sur une (1) heure et sur huit (8) heures pour l'ozone au Québec entre 2012 et 2020

Deux facteurs principaux expliquent cette variation interannuelle, soit la variation des émissions des polluants précurseurs d'O₃ et surtout les conditions météorologiques, dont la température. Les concentrations les plus élevées du Québec en 2020 ont été mesurées à la station Saint-Zéphirin-de-Courval.

Tableau 4.8 Concentrations horaires et huit (8) heures de l'ozone les plus élevées au Québec en 2020

Période (Norme)	Station	Concentration	% de la norme	Date et heure
1 h (82 ppb)	Saint-Zéphirin-de-Courval	78,01 ppb	95,1 %	2020-06-18 14:00
8 h (64 ppb)	Saint-Zéphirin-de-Courval	71,95 ppb	112 %	2020-06-18 18:00

¹⁷ <https://montreal.ca/sujets/qualite-de-lair>

4.10. Sulfure d'hydrogène

4.10.1. Description et propriétés

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

4.10.2. 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. Le H_2S peut aussi être émis lors de la combustion de combustibles fossiles (CNESST, 2022).

4.10.3. Impacts

Aux concentrations rencontrées dans l'air ambiant, le H_2S est principalement une nuisance olfactive, mais il peut aussi irriter les yeux et les voies respiratoires (CNESST, 2022) (USEPA, 2003).

4.10.4. Le suivi au Québec

En 2020, les concentrations de H_2S sont mesurées à deux stations, soit Trois-Rivières–École MEES (04021) et Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine (04048) afin de connaître l'influence des activités industrielles de la ville de Trois-Rivières sur la qualité de l'air ambiant. Les concentrations de H_2S mesurées à ces deux stations sont illustrées à la figure 4.39 suivante, et les statistiques détaillées sont présentées à l'annexe A12.

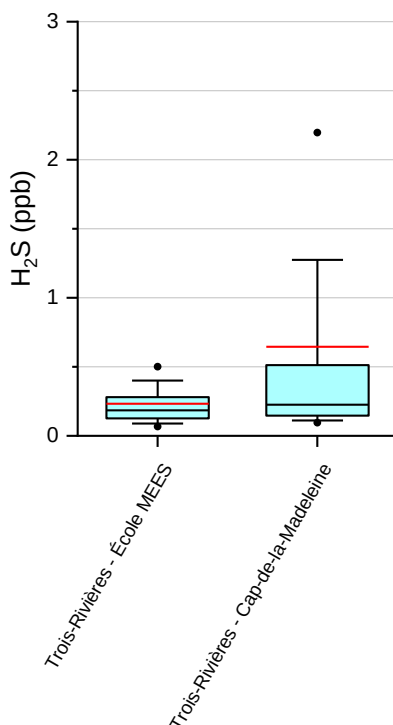


Figure 4.39 Concentrations annuelles de sulfure d'hydrogène aux stations de mesure de la qualité de l'air en 2020

La concentration annuelle moyenne à la station Trois-Rivières–École MEES (0,23 ppb) est beaucoup plus faible que celle mesurée à la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine (0,65 ppb), puisque cette dernière est située beaucoup plus près des sources industrielles de H₂S.

4.10.5. Tendence des concentrations

L'analyse de tendance des concentrations mensuelles des concentrations de H₂S (voir annexe B10) démontre que les concentrations ont été significativement à la hausse à la station Trois-Rivières–École MEES entre 2014 et 2020, tandis qu'elles ont été significativement à la baisse à la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine entre 1988 et 2020. La figure 4.40 suivante illustre, à titre d'exemple, la tendance des concentrations de H₂S à la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine.

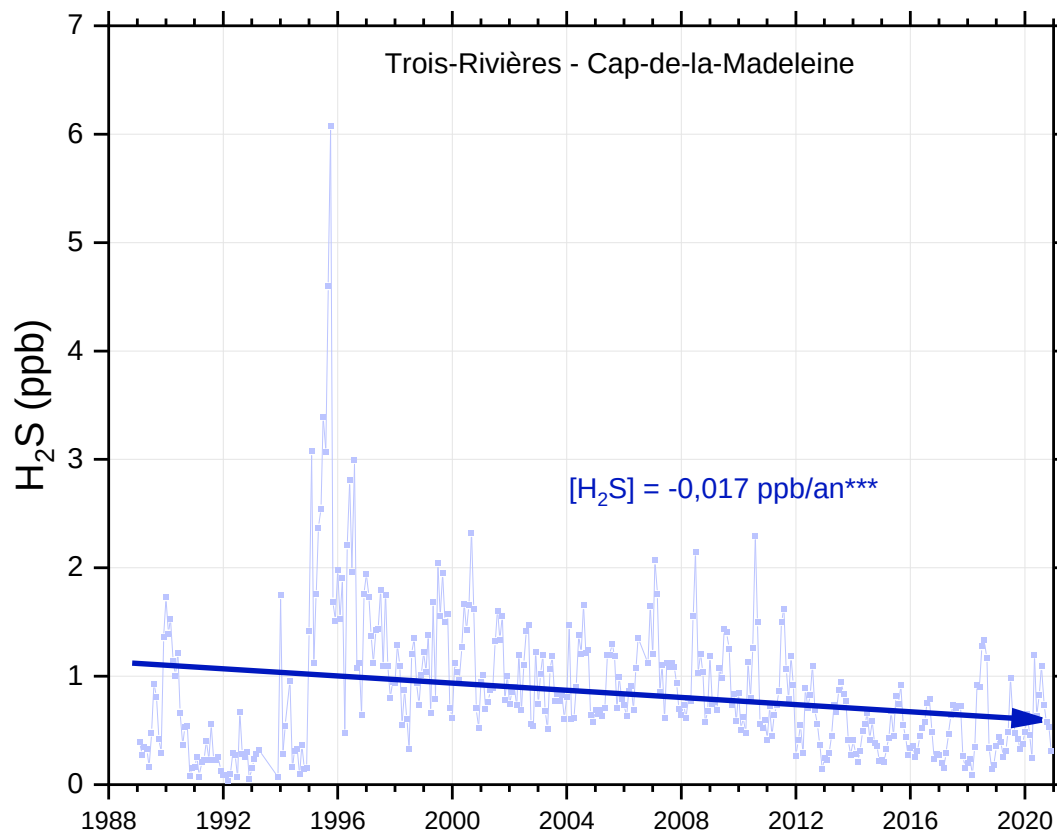


Figure 4.40 Tendence des moyennes mensuelles des concentrations de sulfure d'hydrogène à la station urbaine Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine de 1988 à 2020

4.10.6. Conformité aux normes

Deux normes de qualité de l'atmosphère pour le sulfure d'hydrogène sont prescrites dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) :

- une première, applicable sur une période de quatre (4) minutes, est fixée à 4,3 ppb (6 µg/m³);
- une deuxième, à 1,4 ppb (2 µg/m³), pour une période d'un (1) an.

La norme annuelle a été respectée en 2020 aux deux stations de mesure du H₂S. Cependant, 2 815 dépassements de la norme sur 4 minutes ont été enregistrés aux deux stations en 2020, comme le démontre le tableau 4.9 suivant.

Tableau 4.9 Nombre de dépassements et valeurs maximales annuels des concentrations de sulfure d'hydrogène sur quatre (4) minutes entre 2016 et 2020

Année	Trois-Rivières–École MEES		Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	
	Nombre de dépassements	Concentration maximale (ppb)	Nombre de dépassements	Concentration maximale (ppb)
2016			1322	39,7
2017	1	8,5	1302	32,9
2018	5	5,8	3153	93,7
2019	10	11,1	1294	84,1
2020	110	35,2	2705	279,8

Le nombre de dépassements de la norme et la valeur maximale mesurée sur 4 minutes du sulfure d'hydrogène varient beaucoup d'une année à l'autre. Par sa proximité avec les sources industrielles, la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine enregistre toujours le plus de dépassements et les valeurs les plus élevées.

La distribution des concentrations des dépassements de la norme sur 4 minutes du H₂S est présentée à la figure suivante.

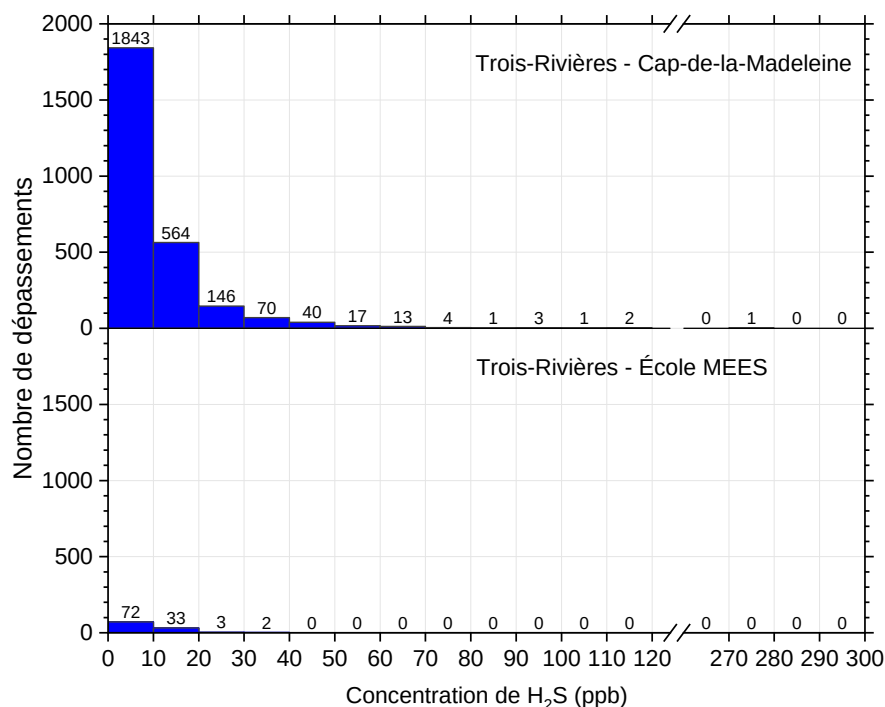


Figure 4.41 Distribution des concentrations des dépassements de la norme sur 4 minutes du H₂S de 4,3 ppb en 2020

La majorité des dépassements aux deux stations sont inférieurs à 10 ppb. Cependant, la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine a tout de même enregistré des centaines de dépassements à des concentrations supérieures à 10 ppb en 2020.

4.11. Impact de la COVID-19 sur la qualité de l'air

La pandémie de COVID-19 a eu un effet positif sur la qualité de l'air. Les mesures de confinement associées à la COVID-19 ont entraîné une diminution du transport routier, ce qui a eu pour effet de diminuer les concentrations de contaminants associés au trafic. La figure suivante illustre la variation du trafic routier sur l'autoroute Henri IV à Québec et les concentrations de contaminants qui lui sont associées au cours de l'année 2020 en fonction des différentes mesures sanitaires décrétées par le Gouvernement du Québec.

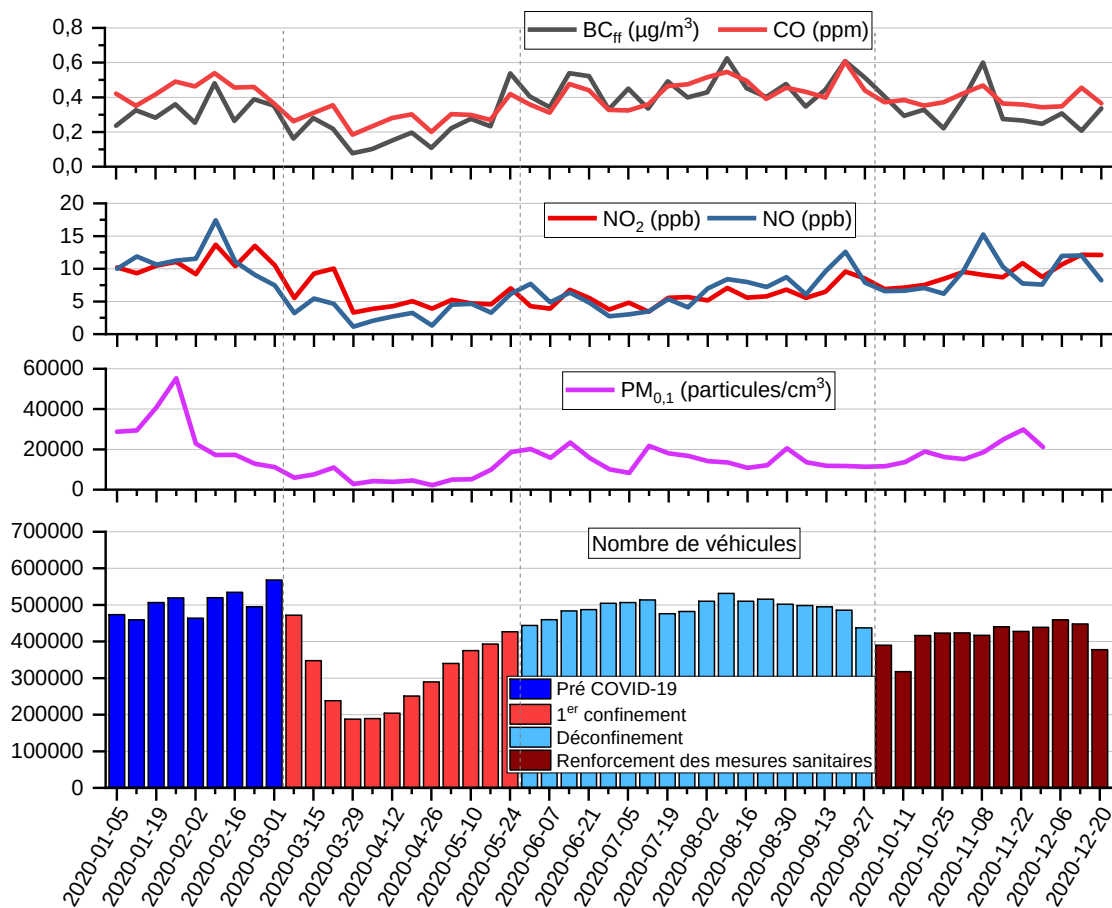


Figure 4.42 Nombre de véhicules circulant sur l'autoroute Henri IV à Québec et concentrations de carbone noir provenant de la combustion de combustibles fossiles, de monoxyde de carbone, de monoxyde d'azote, de dioxyde d'azote et de particules ultrafines, par semaine, au cours de l'année 2020

Une baisse de près de 60 % du nombre de véhicules circulant sur l'autoroute a été constatée entre la période avant la pandémie et la période du premier confinement. Les concentrations des principaux contaminants associés au trafic routier et mesurés à la station Québec–Henri IV ont toutes diminué au cours de la même période de comparaison :

- Carbone noir : - 45 %
- Monoxyde de carbone : - 35 %
- Dioxyde d'azote : - 60 %
- Particules ultrafines : - 80 %
- Monoxyde d'azote : - 65 %

Le niveau de trafic est ensuite remonté à celui d'avant la COVID-19 lors du déconfinement de l'été 2020, avant de diminuer légèrement de nouveau lors du renforcement des mesures sanitaires à l'automne 2020.

Une analyse statistique plus poussée¹⁸ a permis d'évaluer la baisse des concentrations de NO, de NO₂ et de PM_{2,5} à plusieurs stations au Québec lors du premier confinement.

Tableau 4.10 Baisse estimée des concentrations de monoxyde d'azote, de dioxyde d'azote et de particules fines à différentes stations du Québec lors du premier confinement de la pandémie de COVID-19

Station	Baisse de NO	Baisse de NO ₂	Baisse de PM _{2,5}
Québec–Vieux-Limoilou	Non significative	40 %	Non significative
Montréal–Saint-Jean-Baptiste	30 %	40 %	Non significative
Montréal–Échangeur Décarie	55 %	35 %	Non significative
Montréal–Aéroport de Montréal 1	55 %	50 %	Non significative
Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	Non significative	35 %	Non significative
Laval–Chomedey	55 %	40 %	Non significative
Longueuil	25 %	50 %	Non significative
Saint-Anicet	Non significative	40 %	Non significative
Gatineau–Hull	Non significative	20 %	Non significative

Le NO et le NO₂ étant des contaminants majoritairement émis par le transport routier, l'effet de la baisse de trafic lors du premier confinement de la pandémie de COVID-19 a été important sur leurs concentrations partout au Québec. Les concentrations de NO ont baissé significativement de 25 % à 55 % à la majorité des stations tandis que les concentrations de NO₂ ont diminué de 20 % à 50 % significativement à toutes les stations analysées. Les concentrations de PM_{2,5} n'ont pas diminué de manière significative au cours du premier confinement, notamment parce que d'autres sources contribuent de manière importante aux concentrations de PM_{2,5} dans l'air, comme le chauffage au bois. Ces résultats démontrent qu'une diminution des émissions liées au transport routier peut avoir un effet positif important sur la qualité de l'air.

18 Ces baisses ont pu être estimées à l'aide de modèles de régressions autorégressifs contenant une tendance linéaire des vingt dernières années de suivi de ces contaminants au Québec, une composante cyclique afin de tenir compte de la saisonnalité et une variable dichotomique indiquant si le confinement a lieu.

Conclusion

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

Certaines localités sont toutefois influencées par les émissions de certains secteurs d'activité comme ceux du transport ou de l'industrie. Ainsi, les stations de mesure situées à proximité de routes majeures enregistrent les concentrations de contaminants associés au transport, comme le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, le carbone noir et les particules ultrafines, les plus élevées au Québec. Pour leur part, les localités qui se trouvent à proximité de complexes industriels mesurent des concentrations de dioxyde de soufre moyennes jusqu'à 45 fois plus élevées que ce qui est mesuré dans les milieux urbains non influencés. Bien qu'elles soient 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 résulte de plusieurs réactions photochimiques complexes.

L'étude des tendances des concentrations démontre une tendance significative à la baisse du dioxyde d'azote, des particules fines, des particules respirables, des particules en suspension totales, du monoxyde de carbone et du dioxyde de soufre. Seules les concentrations d'ozone troposphérique en milieu urbain montrent une tendance significative à la hausse, celles mesurées en milieu rural et forestier affichant des tendances très légèrement à la hausse, mais peu significatives. Dans le cas du sulfure d'hydrogène, les concentrations sont à la hausse à la station Trois-Rivières–École MEES, tandis qu'elles sont à la baisse à la station Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine.

Références bibliographiques

- BALDAUF, R. W., R. B. DEVLIN, P. GEHR, R. GIANNELLI, B. HASSETT-SIPPLE, H. JUNG, G., MARTINI, J. McDONALD, J. D. SACKS, K. WALKER (2016). « Ultrafine Particle Metrics and Research Considerations: Review of the 2015 UFP Workshop ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 13(11). [En ligne]. [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27801854/>].
- BUSQUE, D. (2022). *Variations spatiotemporelles et saisonnalité des concentrations de particules fines à Québec : 2010-2018*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 49 p. + 5 annexes. [En ligne]. [[Variations spatiotemporelles et saisonnalité des concentrations de particules fines à Québec : 2010-2018 \(gouv.qc.ca\)](https://www.gouv.qc.ca/air/criteres/Guide-azote-Aout2008.pdf)].
- CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (2022). « Inhalable Particulate Matter and Health », California Air Resources Board, [En ligne]. [<https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health>].
- CARSLAW, D. C., et K. ROPKINS (2012). « Openair – an R package for air quality data analysis », *Environmental Modelling & Software*, vol. 27-28, p. 52-61.
- CARSLAW, D. C. (2019). « The Openair manual – open-source tools for analysing air pollution data. » Manual for version 2.6-6, University of York. 224 p. [En ligne]. [<https://davidcarslaw.com/files/openairManual.pdf>].
- CLEVELAND, R. B., W. S. CLEVELAND, J. E. MCRAE et I. TERPENNIG (1990). « Stl: A seasonal-trend decomposition procedure based on Loess », *Journal of Official Statistics*, vol. 6, n° 1, p. 373.
- COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (CNESST) (2022). « Répertoire toxicologique – Numéro CAS : 7783-06-4 », [En ligne]. [https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=4143].
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME) (2022a). SGQA, [En ligne]. [<https://ccme.ca/fr/qualite-de-lair>].
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME) (2022b). « Current Activities – Air », [En ligne]. [<https://ccme.ca/en/current-activities/air>].
- COOPER, O. R., D. D. PARRISH, J. ZIEMKE, N. V. BALASHOV, M. CUPEIRO, I. E. GALBALLY, S. GILGE, L. HOROWITZ, N. R. JENSEN, J. F. LAMARQUE, V. NAIK, S. J. OLTMANS, J. SCHWAB, D. T. SHINDELL, A. M. THOMPSON, V. THOURET, Y. WANG et R. M. ZBINDEN (2014). « Global distribution and trends of tropospheric ozone: An observation-based review », *Elementa, Science of the Anthropocene*, vol. 2, p. 29. doi : [10.12952/journal.elementa.000029](https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000029).
- 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]. [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Guide-azote-Aout2008.pdf>].
- DABEK-ZLOTORZYNSKA, E., T. F. DANN, P. KALYANI MARTINELANGO, V. CELO, J. R. BROOK, D. MATHIEU, L. DING et C. C. AUSTIN (2014). « Canadian National Air Pollution Surveillance (NAPS) PM_{2.5} speciation program : Methodology and PM_{2.5} chemical composition for the years 2003-2008 », *Atmospheric Environment*, vol. 45, p. 673-686. doi : [10.1016/j.atmosenv.2010.10.024](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.10.024).

- 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](https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.021).
- FOUCREAU, M. A. (2016). *Analyse des concentrations de particules fines attribuables au chauffage au bois dans la municipalité de Lac-Beauport*, Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 7 p. + 1 annexe. [En ligne]. [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/Lac-Beauport/lac-Beauport.pdf>].
- FOUCREAU, M.-A., et A. LABERGE (en rédaction). *Bilan de la qualité de l'air au Québec 2019*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction de la qualité de l'air et du climat, 56 p. + 34 annexes. [En rédaction].
- GOVERNEMENT DU CANADA (2013). *Guide concernant le Règlement sur le soufre dans le carburant diesel : questions sur l'article 3*, Environnement et Changement climatique Canada, [En ligne]. [www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/publications/guide-reglement-soufre-carburant-diesel/questions-article-3.html].
- GOVERNEMENT DU CANADA (2015). *Smog hivernal*, Environnement et Changement climatique Canada, [En ligne]. [<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/enjeux/smog-causes-effets/hivernal.html>].
- GOVERNEMENT DU CANADA (2016). *Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air : Rapport d'étape 2016 : Section 2*, Environnement et Changement climatique Canada, [En ligne]. [<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/publications/qualite-air-canada-etats-unis-rapport-2016/chapitre-2.html>].
- GOVERNEMENT DU CANADA (2022). *Indicateurs environnementaux – Qualité de l'air*. Environnement et Changement climatique Canada, [En ligne]. [<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/qualite-air.html>].
- 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.
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (INSPQ) (2012). *Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009*, Québec : Institut national de santé publique du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, [En ligne]. [www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1432_BilanQualiteAirQcLienSante1975-2009.pdf].
- KÜNZLI, N., L. PEREZ et R. RAPP. (2010). *Qualité de l'air et santé*, Suisse : European Respiratory Society, Swiss Tropical and Public Health Institute, 68 p. [En ligne]. [http://www.aefu.ch/fileadmin/user_upload/aefu-data/b_documents/themen/luft/air_qualite_et_sante.pdf].
- LABERGE, A. (2018). *La qualité de l'air à Bécancour entre 1995 et 2017*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 2018, 13 p. + 1 annexe. [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/becancour/index.htm].
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) (2011). *Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques*

au Québec en 2008 et évolution depuis 1990. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/inventaire/rapport2008.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022a). *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm>].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022b). *Smog*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/index.htm].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022c). *Indice de la qualité de l'air*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.iga.environnement.gouv.qc.ca/contenu/index.asp].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022d). *Smog*, Portrait statistique, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/portrait/index.htm].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022e). *Rapports de suivi relatif aux normes canadiennes de qualité de l'air ambiant*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/rapports-qualite-air.htm].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022f). *Le chauffage au bois*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/chauf-bois/index.htm#pollution].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022g). *Revue de la qualité de l'air 2020*, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/air/revue-qualite-air/revue-qualite-air-2020.pdf].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022h). *Homogénéisation et calcul des tendances des températures*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/climat/tendances/homogeneisation.htm#methode-calcul].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023). *Inventaire québécois des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2020 et leur évolution depuis 1990*, 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/index.htm>].

MINISTÈRE DES TRANSPORTS (MTQ) (2022). *Données Québec : Débit de circulation*, [En ligne]. [www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/debit-de-circulation].

MONKS, P. S. (2000). « A review of the observations and origins of the spring ozone maximum », *Atmospheric Environment*, vol. 34, p. 3545-3561. [En ligne]. [https://www-legacy.dge.carnegiescience.edu/DGE/BERRY/PCTM_discussion/arcticO3_aenv_monkssom.pdf].

- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – EARTH OBSERVATORY (NASA Earth Observatory) (2010). « *Ecosystem Effects of Ozone* », NASA Earth Observatory - Aerosols: Tiny Particles, Big Impact, [En ligne]. [<https://earthobservatory.nasa.gov/features/Aerosols>].
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA) (2022a) « *Hazard Mapping System Fire and Smoke Product* », NOAA National Environmental Satellite, Data and Information Services - Satellite Analysis Branch, [En ligne]. [<https://www.ospo.noaa.gov/Products/land/hms.html#about>].
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA) (2022b). « *Nitrogen Dioxide* », NOAA Science on a Sphere, [En ligne]. [<https://sos.noaa.gov/catalog/datasets/nitrogen-dioxide/>].
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS) (2020). « *Agents classified by the IARC Monographs* », Volumes 1–128, [En ligne]. [<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>].
- 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* », Environmental Science & Technology, vol. 42(9), p. 3316– 3323, [En ligne]. [https://www.researchgate.net/publication/51398523_Using_Aerosol_Light_Absorption_Measurements_for_the_Quantitative_Determination_of_Wood_Burning_and_Traffic_Emission_Contributions_to_Part particulate_Matter].
- SCHIMEL, D., D. EHHALT, P. FRASER, E. SANHUEZA, X. ZHOU, P. JONAS, R. CHARLSON, H. RODHE, S. SADASIVAN, K. SHINE, Y. FOUQUART, D. ALVES, S. RAMASWAMY, S. SOLOMON, J. SRINIVASAN, D. ALBRITTON, R. DERWENT, I. ISAKSEN, M. LAL et M. PRATHER (2002). Radiative forcing of climate change, 69 p. [En ligne]. [https://www.researchgate.net/publication/47446115_Radiative_forcing_of_climate_change].
- SEN, P. K. (1968). « Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau », *Journal of the American Statistical Association*, vol. 63, p. 1379 1389.
- SOLOMON, P. A. (2012). « An Overview of Ultrafine Particles in Ambient Air », *Air and Waste Management Association's Magazine for Environmental Managers*. Air & Waste Management Association, Pittsburgh, PA, vol. 5, p.18-27.
- SOUTHERN ONTARIO CENTRE FOR ATMOSPHERIC AEROSOL RESEARCH (SOCAAR) (2019). « *Near-Road Air Pollution Pilot Study – Summary Report* », University of Toronto, [En ligne]. [www.socaar.utoronto.ca/wp-content/uploads/2019/10/SOCAAR-Near-Road-Air-Pollution-Pilot-Study-Summary-Report-Fall-2019-web-Final.pdf].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2003). *Toxicological Review of Hydrogen Sulfide*, Integrated Risk Information System, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0061tr.pdf].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2011). *Black Carbon Research and Future Strategies*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [www.epa.gov/sites/default/files/2013-12/documents/black-carbon-fact-sheet_0.pdf].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2022a). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm].

- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2022c). *Particle Pollution Exposure*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [<https://www.epa.gov/pmcourse/particle-pollution-exposure>].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2022d). *Basic Information about NO₂*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#Effects].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2022e). *Sulfur Dioxide Basics*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#effects].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2022f). *Basic Information about Carbon Monoxide (CO) Outdoor Air Pollution*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution#Effects].
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2022g). *Ecosystem Effects of Ozone*, United States Environmental Protection Agency, [En ligne]. [www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ecosystem-effects-ozone-pollution].
- VILLE DE MONTRÉAL (2022). *Qualité de l'air*, [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*, Atmospheric Chemistry and Physics, vol. 17(6), p. 4229-4249. [En ligne]. [[Evaluation_of_the_absorption_Angstrom_exponents_fo.pdf](#)].

Annexe A1. Répartition des stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec, par régions administratives – 2020

Station		Mesure en continu									Mesure séquentielle						Latitude	Longitude	IQA ¹
Numéro	Nom	O ₃	PM _{2,5}	NO	NO ₂	SO ₂	CO	H ₂ S	BC	PM _{0,1}	PST	PM ₁₀	PM _{2,5}	Dichot	Métaux	COV			
01 Bas-Saint-Laurent																			
01810	Auclair	x	x								x				x		47,7181	-68,7067	x
02 Saguenay–Lac-Saint-Jean																			
02016	Saguenay–Parc Powell	x				x						x					48,4342	-71,185	x
02022	Saguenay–UQAC	x	x														48,4164	-71,0525	x
02202	Saguenay–La Baie										x						48,34	-70,8817	
02610	Rés. faun. Ashuapmushuan–Pémouca	x	x														48,8097	-72,7389	x
03 Capitale-Nationale																			
03006	Québec–Vieux-Limoilou	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	46,8211	-71,2208	x
03011	Québec–Bibl. Monique-Corriveau										x						46,77	-71,2945	
03020	Québec–Parc Victorin-Beaucage										x						46,8133	-71,2667	
03021	Québec–École Les Primevères	x	x	x	x				x								46,7742	-71,3697	x
03028	Québec–Collège St-Charles-Garnier	x	x	x	x				x	x	x						46,7947	-71,2464	x
03039	Québec–Charlesbourg	x	x														46,8615	-71,2572	x
03052	Québec–Henri IV	x	x	x	x	x	x		x	x					x		46,78133	-71,30871	x
03200	Deschambault	x	x														46,6822	-71,9678	x
03712	Saint-François-de-l'Île-d'Orléans	x															47,0153	-70,8628	x
04 Mauricie																			
04021	Trois-Rivières–École MEES	x	x			x		x									46,3571	-72,5462	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	-72,5461	
04130	Shawinigan–Saint-Marc	x	x			x											46,5544	-72,7356	x
04740	Charette	x	x														46,4415	-72,8924	x
04750	Lac-Édouard	x	x								x						47,6347	-72,2903	x
05 Estrie																			
05018	Sherbrooke–Parc Cambron	x	x								x	x			x		45,4125	-71,8744	x
05211	Val-des-Sources–Bolduc										x						45,77511	-71,93746	
05810	La Patrie	x	x								x				x		45,3672	-71,2494	x

Annexe A1. Répartition des stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air au Québec, par régions administratives – 2020 (suite)

Station		Mesure en continu									Mesure séquentielle						Latitude	Longitude	IQA ¹
Numéro	Nom	O ₃	PM _{2,5}	NO	NO ₂	SO ₂	CO	H ₂ S	BC	PM _{10,1}	PST	PM ₁₀	PM _{2,5}	Dichot	Métaux	COV			
06 Montréal²																			
06003	Montréal–Saint-Jean-Baptiste	x	x	x	x	x					x	x			x		45,641	-73,4997	x
06006	Montréal–Anjou	x	x	x	x	x					x	x	x			x	45,6028	-73,5589	
06028	Montréal–Échangeur Décarie	x	x	x	x		x										45,5026	-73,6639	x
06030	Montréal–Caserne 17	x	x	x	x		x										45,5934	-73,6373	x
06031	Montréal–Saint-Dominique	x	x	x	x	x	x									x	45,5122	-73,5668	x
06054	Montréal–Hochelaga-Maisonneuve		x														45,5399	-73,5404	x
06055	Montréal–Rivière-des-Prairies	x	x	x	x		x		x				x	x	x	x	45,6517	-73,5738	x
06066	Montréal–Aéroport de Montréal 1	x	x	x	x		x									x	45,4683	-73,7412	x
06081	Montréal–Saint-Joseph	x	x	x	x	x					x		x		x	x	45,5427	-73,5718	x
06099	Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	x	x	x	x	x					x	x			x	x	45,4265	-73,9289	x
06103	Montréal–York/Roberval	x	x	x	x												45,464611	-73,5826	x
07 Outaouais																			
07002	Gatineau–Hull	x	x	x	x	x	x				x	x			x		45,4361	-75,7233	x
07400	Parc de la Gatineau–La-Pêche	x	x								x						45,6222	-76,0178	x
08 Abitibi-Témiscamingue																			
08006	Rouyn-Noranda–250, 6 ^e Rue										x				x		48,2494	-79,0136	
08042	Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	x	x			x											48,2344	-78,9833	x
08044	Rouyn-Noranda–M ^{gr} Rhéaume Est					x											48,2358	-79,0203	x
08045	Rouyn-Noranda–École Murdoch										x				x		48,2456	-79,015	
08049	Rouyn-Noranda–Centre polymétier										x				x		48,2444	-79,0239	
08401	Témiscaming	x	x			x											46,7167	-79,1	x
08450	Senneterre	x	x														48,4317	-77,1967	x
10 Nord-du-Québec																			
010200	Radisson	x	x								x				x		53,6921	-77,7407	
12 Chaudière-Appalaches																			
03062	Lévis–Parc George-Maranda	x	x	x	x	x											46,8065	-71,1713	x
03123	Thetford Mines–École Saint-Noël										x						46,1036	-71,2867	
03720	Notre-Dame-du-Rosaire	x	x								x						46,8492	-70,4539	x
03730	Saint-Hilaire-de-Dorset	x	x								x						45,8172	-70,8556	x

¹ IQA : station utilisée pour l'indice de la qualité de l'air.² Réseau exploité par la Ville de Montréal.

Bilan de la qualité de l'air au Québec – 2020

Station		Mesure en continu									Mesure séquentielle						Latitude	Longitude	IQA ¹
Numéro	Nom	O ₃	PM _{2,5}	NO	NO ₂	SO ₂	CO	H ₂ S	BC	PM _{10,1}	PST	PM ₁₀	PM _{2,5}	Dichot	Métaux	COV			
13 Laval																			
06205	Laval–Chomedey	x	x	x	x		x										45,5475	-73,7469	x
14 Lanaudière																			
06300	Terrebonne–Parc Vaillant	x	x	x	x								x				45,7048	-73,6578	x
06355	Joliette–Graymont										x				x		46,0111	-73,4544	
15 Laurentides																			
06329	Saint-Jérôme–Rés. Marie-Lucie										x				x		45,7764	-74,0094	
06501	Saint-Faustin–Lac-Carré	x	x								x						46,035	-74,4808	x
07200	Mont-Saint-Michel	x	x								x				x		46,7687	-75,4326	x
16 Montérégie																			
06600	Longueuil	x	x	x	x												45,5217	-73,4875	x
06603	Brossard–Parc Sorbonne	x	x	x	x	x										x	45,4487	-73,4808	x
06620	Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie	x	x	x	x								x				45,2942	-73,3489	x
06641	Saint-Simon	x	x								x						45,7155	-72,8404	x
06678	Saint-Joseph-de-Sorel–École Martel					x											46,045	-73,1297	x
06804	Saint-Anicet	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	45,1206	-74,2894	x
17 Centre-du-Québec																			
04504	Bécancour		x			x						x					46,3486	-72,4319	x
04711	Saint-Zéphirin-de-Courval	x	x								x	x			x		46,0423	-72,6601	x
04730	Tingwick	x	x														45,9058	-71,9489	x

Nombre de stations par paramètre	47	47	21	21	19	10	2	4	3	31	8	7	3	18	9
Nombre total de stations	63														

Annexe A2. Statistiques annuelles des particules en suspension totales – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles										Max	Dépassement RAA (n) ² 24 h (120 µg/m ³)
					5°	10°	25°	50°	75°	90°	95°	98°	99°			
01810 - Auclair	5,0	35	3,6	0,5	0,5	0,5	2,0	5,0	8,0	9,6	10,0	11,0	12,0	13,0		
02202 - Saguenay—La Baie	23,3	49	11,2	5,0	10,0	11,0	16,0	21,0	29,0	34,8	44,2	48,6	55,8	63,0		
03006 - Québec—Vieux-Limoilou	44,2	52	26,2	13,0	16,0	20,1	26,0	35,5	48,0	83,5	105,3	111,9	112,5	113,0		
03011 - Québec—Bibl. Monique-Corriveau	30,4	38	19,6	3,0	6,7	8,0	14,3	28,0	37,5	60,6	70,3	72,0	72,0	72,0		
03020 - Québec—Parc Victorin-Beaucage	34,6	43	22,2	2,0	7,1	9,0	18,5	32,0	50,0	61,2	71,3	93,8	95,9	98,0		
03052 - Québec—Henri IV	86,0	39	73,0	17,0	25,9	27,0	38,5	52,0	121,5	182,8	257,8	277,8	283,9	290,0	10	
03123 - Thetford Mines—École Saint-Noël	23,2	41	12,6	2,0	5,0	6,0	13,0	25,0	32,0	41,0	43,0	44,2	44,6	45,0		
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	10,7	29	22,2	0,5	0,5	1,7	3,0	5,0	11,0	15,6	18,6	64,8	93,9	123,0	1	
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	7,6	31	9,1	0,5	0,5	0,5	0,5	4,0	13,5	19,0	20,5	28,2	33,6	39,0		
04048 - Trois-Rivières—Cap-de-la-Madeleine	24,3	44	12,2	5,0	8,0	12,0	16,0	21,5	32,3	37,4	42,7	57,4	58,7	60,0		
04052 - Trois-Rivières—Rés. Louis-Denoncourt	24,2	27	11,7	6,0	8,3	12,0	16,5	22,0	29,0	40,0	47,9	51,0	51,5	52,0		
04750 - Lac-Édouard	9,1	30	6,1	0,5	1,5	3,8	5,0	8,5	11,0	16,1	20,3	25,1	26,6	28,0		
05018 - Sherbrooke—Parc Cambron	21,9	48	13,7	3,0	5,4	7,0	11,0	20,0	30,3	39,3	45,0	53,8	60,4	67,0		
05209 - Asbestos—École Sacré-Cœur	18,1	25	7,4	5,0	6,2	8,6	14,0	18,0	22,0	25,6	30,0	34,1	35,6	37,0		
06003 - Montréal—Saint-Jean-Baptiste	32,2	48	13,5	9,9	12,8	17,2	23,0	31,3	41,3	49,7	53,9	62,4	62,9	63,4		
06006 - Montréal—Anjou	57,0	41	26,7	17,4	27,8	29,7	39,5	50,6	68,5	91,2	102,0	133,5	134,4	135,4	2	
06081 - Montréal—Saint-Joseph	35,2	41	15,1	9,2	11,4	17,6	26,2	32,4	45,7	56,1	64,1	66,2	67,9	69,6		
06099 - Montréal—Sainte-Anne-de-Bellevue	20,3	48	11,2	2,1	5,3	6,7	12,7	19,6	26,2	33,8	40,3	47,0	48,6	50,3		
06329 - Saint-Jérôme—Rés. Marie-Lucie	33,1	27	20,5	7,0	10,6	12,6	18,0	28,0	41,5	59,8	64,0	80,3	89,2	98,0		
06355 - Joliette—Graymont	44,7	51	27,9	8,0	18,5	20,0	27,0	36,0	47,0	89,0	103,5	111,0	127,5	144,0	1	
06501 - Saint-Faustin—Lac-Carré	8,9	37	6,7	0,5	0,5	0,5	4,0	7,0	14,0	16,8	19,2	22,2	25,1	28,0		
06641 - Saint-Simon	16,0	41	8,0	3,0	4,0	5,0	10,0	16,0	22,0	26,0	28,0	29,8	31,4	33,0		
07002 - Gatineau—Hull	27,8	43	15,0	5,0	8,1	11,2	18,0	24,0	37,0	47,8	55,4	66,0	68,5	71,0		
07200 - Mont-Saint-Michel	9,8	39	5,0	1,0	3,8	4,0	6,0	9,0	13,5	16,6	19,0	19,0	19,0	19,0		
07400 - Parc de la Gatineau—La-Pêche	11,4	39	7,6	0,5	1,0	2,6	5,0	10,0	17,0	22,0	22,2	25,9	29,0	32,0		
08006 - Rouyn-Noranda—250, 6 ^e Rue	25,3	118	21,2	0,5	3,9	4,7	11,0	20,0	33,0	52,3	71,5	90,2	95,8	100,0		
08045 - Rouyn-Noranda—École Murdoch	12,4	92	10,1	0,5	0,8	2,1	4,8	11,0	16,3	25,7	30,9	46,0	46,1	47,0		
08049 - Rouyn-Noranda—Centre polymétier	12,0	91	8,9	0,5	1,0	2,0	5,0	11,0	17,0	23,0	28,5	31,8	35,6	41,0		
10200 - Radisson	2,8	41	3,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	3,0	7,0	10,0	13,0	15,0	17,0		

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m³);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.

Annexe A3. Statistiques annuelles des particules respirables – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	
02016 - Saguenay—Parc Powell	17,9	40	12,8	1,0	6,8	7,0	8,0	14,0	24,0	31,2	39,9	57,2	57,6	58,0
03006 - Québec—Vieux-Limoilou	20,3	154	12,9	1,0	5,0	6,3	12,0	17,0	26,0	36,7	45,4	53,9	61,6	69,0
04504 - Bécancour	12,5	41	8,2	0,5	2,0	4,0	7,0	11,0	16,0	24,0	26,0	31,2	33,6	36,0
06003 - Montréal—Saint-Jean-Baptiste	12,6	58	7,0	3,5	4,2	4,7	8,0	11,7	16,3	20,9	25,9	31,9	33,5	35,5
06006 - Montréal—Anjou	18,8	43	10,5	4,6	6,0	6,5	11,7	16,9	24,0	32,3	37,3	42,4	48,7	54,9
06081 - Montréal—Saint-Joseph	13,3	56	6,8	2,9	3,8	5,2	8,2	12,3	15,8	23,4	27,2	27,5	29,5	31,9
06099 - Montréal—Sainte-Anne-de-Bellevue	8,7	58	5,7	0,2	1,5	2,7	3,9	8,6	11,7	15,7	17,3	21,3	24,2	27,7

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

1. n : nombre de mesures quotidiennes; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations quotidiennes; Max : concentration maximale.

Annexe A4. Statistiques annuelles des particules fines – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles										Max	Dépassement RAA (n) ²
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	24 h (30 µg/m ³)		
01810 - Auclair	4,11	8728	2,67	0,10	0,91	1,37	2,33	3,61	5,27	7,31	9,00	11,57	13,02	45,30		
02022 - Saguenay—UQAC	5,44	8763	4,54	0,15	1,31	1,87	3,04	4,37	6,42	9,79	12,57	18,39	23,34	103,6	1	
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan—Pemonca	4,07	8599	4,23	0,00	0,65	1,01	1,90	3,43	5,15	7,70	9,66	12,26	13,93	143,2	1	
03006 - Québec—Vieux-Limoilou	8,78	8399	7,54	0,00	2,22	2,94	4,30	6,46	10,45	17,03	23,79	32,48	38,89	83,72	6	
03021 - Québec—École Les Primevères	9,63	8770	9,18	0,15	2,06	2,81	4,21	6,67	11,45	19,23	28,99	39,34	48,76	96,32	9	
03028 - Québec—Collège St-Charles-Garnier	7,56	8682	6,40	0,24	1,93	2,57	3,81	5,47	9,07	14,73	20,22	27,56	33,53	97,09	3	
03039 - Québec—Charlesbourg	8,12	6999	7,44	0,13	1,79	2,50	3,78	5,87	9,97	15,71	21,82	30,43	38,00	104,7	1	
03052 - Québec—Henri IV	9,04	8646	8,21	0,18	2,25	3,00	4,17	6,39	11,06	18,59	24,89	33,08	39,20	270,1	5	
03062 - Lévis—Parc Georges-Maranda	6,98	8773	5,73	0,19	1,86	2,43	3,57	5,16	8,51	13,41	17,88	25,53	30,33	63,70	4	
03200 - Deschambault	5,90	8014	4,73	0,18	1,25	1,77	3,06	4,67	7,38	11,36	14,02	18,81	23,91	74,55	1	
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	5,49	7714	17,24	0,00	0,54	1,00	2,48	4,00	6,47	9,75	12,00	15,00	17,11	880,6	2	
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	4,54	8546	2,69	0,05	1,24	1,77	2,86	3,99	5,71	7,72	9,58	12,36	14,42	29,73		
04021 - Trois-Rivières—École MEES	7,38	8773	6,81	0,34	1,78	2,41	3,60	5,54	8,69	13,80	19,10	27,34	37,72	90,39	3	
04048 - Trois-Rivières—Cap-de-la-Madeleine	9,19	8548	8,54	0,47	2,18	2,92	4,21	6,67	11,03	18,07	24,12	35,76	45,16	111,7	7	
04130 - Shawinigan—Saint-Marc	7,39	8444	6,11	0,00	1,66	2,29	3,75	5,77	9,00	14,00	18,37	26,00	31,00	61,22	2	
06205 - Bécancour	6,76	8250	6,88	0,00	0,00	1,00	3,00	5,00	9,00	14,00	18,00	24,00	33,00	174,0	4	
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	6,14	8692	6,95	0,32	1,54	2,11	3,28	4,77	7,11	10,33	14,51	21,29	30,61	245,5	4	
04730 - Tingwick	5,94	8708	4,08	0,17	1,68	2,35	3,46	4,83	7,37	10,55	13,41	18,46	21,35	59,64		
04740 - Charette	6,91	8420	6,64	0,21	1,30	1,85	3,21	5,12	8,09	13,60	19,16	26,63	32,75	84,28	3	
04750 - Lac-Édouard	4,30	8574	3,94	0,00	0,75	1,14	2,11	3,53	5,34	8,00	10,09	13,68	16,44	114,7		
05018 - Sherbrooke—Parc Cambron	7,06	8729	4,85	0,22	2,35	3,07	4,09	5,81	8,53	12,43	15,82	21,20	26,47	58,73		
05810 - La Patrie	4,91	7769	2,83	0,05	1,38	2,05	3,12	4,32	6,22	8,37	10,07	12,55	14,96	51,96		
06003 - Montréal—Saint-Jean-Baptiste	7,29	8716	6,47	0,00	1,13	1,82	3,31	5,69	9,26	14,04	18,16	26,27	33,48	105,2	3	
06006 - Montréal—Anjou	7,57	8173	6,70	0,00	1,81	2,29	3,53	5,86	9,34	14,50	18,39	26,99	34,17	148,3	4	
06028 - Montréal—Échangeur Décarie	8,21	8416	7,13	0,00	1,75	2,44	3,99	6,42	10,05	15,30	20,83	28,76	38,33	117,4	5	
06030 - Montréal—Caserne 17	7,24	8081	6,43	0,00	1,65	2,10	3,37	5,57	8,91	13,74	18,14	26,80	35,02	79,53	3	
06031 - Montréal—Saint-Dominique	6,52	8669	5,50	0,00	1,32	1,81	3,02	5,21	8,28	12,46	15,97	21,79	28,19	110,1	2	
06054 - Montréal—Hochelaga-Maisonneuve	7,04	8203	6,22	0,07	1,58	2,07	3,27	5,20	8,81	13,69	18,38	25,45	31,11	107,7	2	

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m³);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.

Annexe A4. Statistiques annuelles des particules fines – 2020* (suite)

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles									Max	Dépassement RAA (n)2
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e		24 h (30 µg/m3)
06055 - Montréal–Rivière-des-Prairies	6,74	8564	6,31	0,00	0,98	1,55	2,87	5,13	8,47	13,24	17,59	25,83	32,64	68,58	3
06066 - Montréal–Aéroport de Montréal 1	6,19	8716	6,02	0,00	1,04	1,56	2,63	4,62	7,69	11,94	16,10	24,32	32,10	125,9	3
06081 - Montréal–Saint-Joseph	5,69	8603	5,62	0,00	0,66	1,12	2,20	4,28	7,23	11,29	15,63	22,21	27,38	101,4	1
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue*	6,45	5556	6,39	0,00	1,30	1,67	2,46	4,54	8,07	13,09	17,93	27,56	33,41	57,05	2
06103 - Montréal–York/Roberval	7,16	8118	6,56	0,00	0,78	1,65	3,17	5,57	9,14	13,80	18,81	26,63	33,16	135,6	4
06205 - Laval–Chomedey	7,55	8524	6,75	0,39	2,17	2,80	3,93	5,67	8,87	13,63	18,41	26,90	38,88	96,17	5
06300 - Terrebonne–Parc Vaillant	8,85	8461	8,92	0,30	2,12	2,82	4,02	6,20	10,42	17,09	23,90	37,58	46,27	144,8	6
06501 - Saint-Faustin–Lac-Carré	4,93	8587	3,15	0,00	1,00	1,66	3,00	4,28	6,03	9,00	11,00	13,66	15,52	22,28	1
06600 - Longueuil	7,30	8618	5,94	0,41	2,22	2,88	3,99	5,75	8,75	12,85	16,99	24,34	30,30	114,0	
06603 - Brossard–Parc Sorbonne	6,57	8586	4,63	0,26	1,99	2,66	3,76	5,37	8,07	11,48	14,78	20,34	24,67	64,35	
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie	5,88	8780	4,29	0,20	1,77	2,40	3,47	4,87	7,06	9,89	13,19	17,33	23,00	48,22	2
06641 - Saint-Simon	7,12	8355	7,26	0,00	1,79	2,56	4,00	5,99	8,63	12,00	16,00	23,35	30,00	249,4	3
06804 - Saint-Anicet	6,24	7982	4,45	0,23	1,80	2,47	3,60	5,03	7,55	11,32	14,52	19,42	24,43	50,00	1
07002 - Gatineau–Hull	6,59	8775	4,83	0,28	1,80	2,44	3,61	5,20	8,00	12,08	16,18	21,70	26,12	40,60	4
07002 - Parc de la Gatineau–La-Pêche*	4,92	5164	3,54	0,15	1,17	1,59	2,65	4,07	6,06	9,22	11,94	15,48	17,49	27,75	
07200 - Mont-Saint-Michel	4,51	8667	3,26	0,00	0,51	1,00	2,00	4,00	6,00	8,71	11,00	13,09	15,57	39,73	
08042 - Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	5,68	8547	5,87	0,13	1,35	1,86	3,02	4,33	6,53	10,06	12,99	20,55	29,08	110,6	
08401 - Témiscaming*	9,66	6365	9,99	0,32	1,62	2,29	3,75	6,41	11,95	20,72	28,24	38,76	45,68	166,8	
08450 - Senneterre	4,32	8714	3,30	0,08	0,82	1,24	2,27	3,58	5,25	8,33	10,50	13,57	15,68	44,21	
10200 - Radisson	2,45	8760	1,59	0,00	0,41	0,67	1,32	2,23	3,19	4,34	5,55	6,96	7,69	12,27	

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en microgrammes par mètre cube (µg/m³);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5°, 10°, 25°, 50°, 75°, 90°, 95°, 98° et 99° : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm

Annexe A5. Statistiques annuelles du carbone noir – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles									Max
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	
[BC]bb														
03021 - Québec—École Les Primevères	0,32	8694	0,48	0,00	0,01	0,02	0,06	0,14	0,36	0,83	1,23	1,85	2,37	5,65
03028 - Québec—Collège St-Charles-Garnier	0,25	8676	0,37	0,00	0,02	0,03	0,06	0,12	0,28	0,60	0,88	1,38	1,82	5,38
03052 - Québec—Henri IV	0,35	8663	0,49	0,00	0,03	0,05	0,09	0,19	0,40	0,79	1,21	1,84	2,47	6,36
06055 - Montréal—Rivière-des-Prairies	0,24	8632	0,30	0,00	0,03	0,04	0,07	0,15	0,29	0,55	0,79	1,17	1,43	4,25
[BC]ff														
03021 - Québec—École Les Primevères	0,10	8694	0,15	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,14	0,26	0,36	0,53	0,69	2,75
03028 - Québec—Collège Saint-Charles-Garnier	0,14	8676	0,19	0,00	0,00	0,01	0,04	0,08	0,18	0,34	0,48	0,68	0,89	2,77
03052 - Québec—Henri IV	0,34	8663	0,37	0,00	0,02	0,04	0,09	0,22	0,47	0,77	1,03	1,37	1,68	4,07
06055 - Montréal—Rivière-des-Prairies	0,19	8632	0,24	0,00	0,01	0,02	0,05	0,12	0,24	0,42	0,56	0,81	1,04	6,44
[BC] total2														
03021 - Québec—École Les Primevères	0,42	8694	0,52	0,00	0,04	0,06	0,11	0,24	0,50	0,99	1,43	2,11	2,62	5,85
03028 - Québec—Collège Saint-Charles-Garnier	0,39	8676	0,47	0,01	0,05	0,07	0,13	0,23	0,49	0,88	1,21	1,82	2,28	7,27
03052 - Québec—Henri IV	0,68	8663	0,67	0,01	0,09	0,13	0,23	0,49	0,90	1,45	1,91	2,64	3,31	7,09
06055 - Montréal—Rivière-des-Prairies	0,42	8632	0,44	0,00	0,06	0,08	0,15	0,29	0,53	0,90	1,20	1,69	2,10	6,97

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

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Concentration basée sur la mesure de la longueur d'onde à 880 nm.

Annexe A6. Statistiques annuelles des particules ultrafines – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart-type	Min	Centiles									Max
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	
03028 - Québec—Collège St-Charles-Garnier	6683	3269	5311	0	1067	1550	2883	5417	9017	13087	16313	21825	26405	59750
03052 - Québec—Henri IV	16036	8013	19315	0	1200	2017	4500	10397	20133	35604	49890	72037	91089	232317

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en particules par centimètre cube (part./cm³).

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.

Annexe A7. Statistiques annuelles de dioxyde d'azote – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles										Max	Dépassement RAA (n) ²		
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	1 h (220 ppb)		24 h (110 ppb)	1 an (55 ppb)	
03006 - Québec-Vieux-Limoilou	7,48	8615	7,49	0,15	0,83	1,20	2,33	5,06	10,05	16,69	22,70	30,71	36,49	63,36				
03021 - Québec-École Les Primevères	4,59	8352	4,88	0,10	0,41	0,65	1,43	2,97	5,88	10,72	14,53	19,54	22,78	45,83				
03028 - Québec-Collège St-Charles-Garnier	5,37	8723	5,89	0,20	0,73	0,98	1,69	3,24	6,70	12,54	17,75	24,13	28,35	53,00				
03052 - Québec-Henri IV	7,46	8713	6,48	0,04	1,07	1,54	2,91	5,46	9,83	16,29	21,15	26,96	30,48	48,10				
03062 - Lévis-Parc Georges-Maranda	4,35	8073	4,61	0,03	0,65	0,87	1,51	2,80	5,36	9,58	13,41	19,07	23,47	39,52				
06003 - Montréal-Saint-Jean-Baptiste	7,05	8662	6,26	0,00	0,99	1,52	2,71	5,06	9,41	15,21	19,50	25,73	30,16	45,30				
06006 - Montréal-Anjou	10,05	8459	7,90	0,45	2,05	2,73	4,45	7,80	13,04	20,81	26,26	33,88	37,73	55,44				
06028 - Montréal-Échangeur Décarie	11,81	8142	8,92	0,48	2,40	3,18	5,28	9,37	15,63	24,03	30,28	37,68	42,67	64,35				
06030 - Montréal-Caserne 17	7,97	8625	6,82	0,04	1,69	2,20	3,42	5,65	10,13	17,03	22,03	28,16	34,09	51,39				
06031 - Montréal-Saint-Dominique	9,85	8592	7,25	0,54	2,47	3,12	4,79	7,74	12,72	19,33	23,94	31,79	37,39	51,58				
06055 - Montréal-Rivière-des-Prairies	5,81	8706	6,19	0,04	0,71	0,99	1,83	3,73	7,29	13,57	18,48	25,43	31,35	48,23				
06066 - Montréal-Aéroport de Montréal 1	7,54	8654	8,33	0,00	0,51	1,05	2,08	4,44	9,73	18,72	25,56	33,77	39,47	60,13				
06081 - Montréal-Saint-Joseph	8,47	7977	7,36	0,00	1,58	2,13	3,51	6,16	10,88	18,02	23,21	31,37	37,69	53,68				
06099 - Montréal-Sainte-Anne-de-Bellevue	4,74	8756	5,44	0,00	0,29	0,51	1,30	2,97	6,05	11,07	15,98	22,17	27,18	47,47				
06103 - Montréal-York/Roberval	8,49	8714	7,33	0,39	1,75	2,21	3,47	6,01	10,92	18,41	23,62	31,44	35,82	48,78				
06205 - Laval-Chomedey	6,12	8730	6,83	0,02	0,68	1,00	1,82	3,69	7,58	14,60	20,57	28,37	34,05	57,31				
06300 - Terrebonne-Parc Vaillant	4,56	8313	5,15	0,02	0,44	0,65	1,31	2,78	5,73	10,83	15,09	21,55	25,38	42,59				
06600 - Longueuil	6,52	8518	6,13	0,11	1,15	1,49	2,45	4,51	8,25	14,31	19,08	25,80	30,95	44,48				
06603 - Brossard-Parc Sorbonne	4,81	8689	5,04	0,08	0,80	1,08	1,75	3,14	5,92	10,20	14,82	20,73	26,24	43,34				
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu-L'Acadie	3,13	8462	3,59	0,02	0,46	0,65	1,11	1,98	3,64	6,80	10,06	15,00	19,32	39,38				
06804 - Saint-Anicet	2,37	8395	2,84	0,01	0,30	0,46	0,87	1,52	2,76	4,93	7,43	10,94	14,33	40,49				
07002 - Gatineau-Hull	4,49	8759	4,93	0,11	0,51	0,69	1,33	2,78	5,73	10,22	14,35	20,07	24,19	48,23				

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par milliard (ppb);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.

Annexe A8. Statistiques annuelles de dioxyde de soufre – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles									Max	Dépassement RAA (n) ²		
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e		4 min (400 ppb)	24 h (110 ppb)	1 an (20 ppb)
02016 - Saguenay–Parc Powell	5,41	8759	12,06	0,02	0,08	0,10	0,17	0,62	3,56	16,3 5	32,0 1	50,2 0	59,8 0	109, 1			
03006 - Québec–Vieux-Limoilou	0,23	8681	0,40	0,00	0,02	0,02	0,04	0,09	0,24	0,55	0,86	1,38	1,94	6,66			
03052 - Québec–Henri IV	0,24	8731	0,43	0,00	0,02	0,02	0,05	0,10	0,25	0,56	0,86	1,46	2,00	7,23			
03062 - Lévis–Parc Georges-Maranda	0,29	8745	0,56	0,00	0,01	0,02	0,05	0,11	0,29	0,69	1,09	1,74	2,53	12,0 4			
04021 - Trois-Rivières–École MEES	0,32	5551	1,01	0,00	0,02	0,03	0,04	0,10	0,26	0,63	1,11	2,65	4,19	30,7 0			
04048 - Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	0,49	8761	1,31	0,00	0,02	0,03	0,06	0,15	0,38	0,99	1,96	4,25	6,03	39,5 9			
04130 - Shawinigan–Saint-Marc	0,21	1810	0,28	0,00	0,02	0,03	0,05	0,11	0,26	0,54	0,82	1,11	1,29	2,43			
04504 - Bécancour	0,62	8687	2,10	0,00	0,01	0,02	0,04	0,11	0,31	0,97	2,57	6,95	11,0 9	31,8 4			
06003 - Montréal–Saint-Jean-Baptiste	0,78	8752	1,85	0,00	0,00	0,00	0,07	0,31	0,80	1,73	2,85	5,41	8,04	46,7 3			
06006 - Montréal–Anjou	0,53	8485	1,28	0,00	0,00	0,00	0,02	0,19	0,45	1,15	2,17	4,63	6,71	34,3 9			
06031 - Montréal–Saint-Dominique	0,33	8768	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,32	0,85	1,39	2,44	3,21	9,50			
06081 - Montréal–Saint-Joseph	0,28	8727	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,76	1,38	2,50	3,78	32,7 1			
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	0,30	8745	0,73	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,28	0,72	1,20	2,23	3,37	20,7 9			
06603 - Brossard–Parc Sorbonne	0,22	8697	0,46	0,00	0,01	0,02	0,04	0,10	0,21	0,48	0,75	1,39	2,11	16,6 8			
06678 - Saint-Joseph-de-Sorel–École Martel	1,26	8771	5,26	0,02	0,08	0,10	0,15	0,28	0,68	1,71	3,88	11,0 7	21,0 7	126, 0			
06804 - Saint-Anicet	0,31	8619	1,08	0,00	0,01	0,02	0,03	0,08	0,19	0,53	1,12	2,77	4,82	33,3 4			
07002 - Gatineau–Hull	0,12	8761	0,24	0,00	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10	0,24	0,41	0,64	0,85	6,70			
08042 - Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	1,75	8572	8,81	0,00	0,04	0,05	0,08	0,13	0,26	1,23	7,56	25,2 2	40,9 8	418, 7	13		
08044 - Rouyn-Noranda–M ^{gr} Rhéaume Est	3,49	8743	17,26	0,00	0,06	0,08	0,12	0,19	0,38	2,36	15,6 3	53,4 9	83,0 2	627, 6	38		
08401 - Témiscaming	1,49	8355	11,47	0,02	0,07	0,09	0,12	0,21	0,80	3,36	6,40	11,0 9	15,5 8	888, 5	20		

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par milliard (ppb);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5°, 10°, 25°, 50°, 75°, 90°, 95°, 98° et 99° : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.

Annexe A9. Statistiques annuelles de monoxyde d'azote – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart-type	Min	Centiles										Max
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e		
03006 - Québec-Vieux-Limoilou	2,50	8615	5,63	0,02	0,08	0,10	0,21	0,66	2,43	6,31	10,28	17,65	26,59	91,17	
03021 - Québec-École Les Primevères	0,81	8352	2,27	0,01	0,05	0,06	0,10	0,20	0,59	1,73	3,27	6,56	11,00	47,90	
03028 - Québec-Collège St-Charles-Garnier	1,14	8723	4,11	0,03	0,07	0,09	0,13	0,28	0,78	2,05	4,09	9,72	16,06	127,2	
03052 - Québec-Henri IV	7,18	8713	10,46	0,02	0,22	0,37	1,04	3,74	9,47	17,56	24,16	36,62	48,24	151,0	
03062 - Lévis-Parc Georges-Maranda	0,73	8073	1,86	0,01	0,04	0,06	0,09	0,25	0,62	1,48	2,79	5,39	8,72	37,67	
06003 - Montréal-Saint-Jean-Baptiste	1,61	8662	4,06	0,00	0,00	0,03	0,21	0,60	1,31	3,52	6,49	11,69	17,95	74,45	
06006 - Montréal-Anjou	4,66	8459	10,36	0,00	0,00	0,04	0,46	1,48	4,59	11,62	18,58	31,59	47,75	219,0	
06028 - Montréal-Échangeur Décarie	7,89	8142	14,37	0,00	0,40	0,60	0,98	2,86	8,35	19,81	32,13	53,04	69,38	203,2	
06030 - Montréal-Caserne 17	3,44	8625	7,04	0,00	0,00	0,10	0,51	1,48	3,62	7,83	12,71	21,01	30,46	128,5	
06031 - Montréal-Saint-Dominique	3,01	8592	5,96	0,00	0,16	0,22	0,55	1,29	3,18	6,48	10,71	18,86	29,29	131,0	
06055 - Montréal-Rivière-des-Prairies	1,09	8706	4,30	0,00	0,00	0,00	0,02	0,15	0,57	2,13	4,42	9,67	17,06	92,95	
06066 - Montréal-Aéroport de Montréal 1	2,80	8654	8,96	0,00	0,00	0,00	0,08	0,40	1,55	6,16	12,84	27,87	42,80	207,99	
06081 - Montréal-Saint-Joseph	2,87	7977	6,47	0,00	0,00	0,06	0,28	0,88	2,69	7,38	11,75	19,31	27,75	140,8	
06099 - Montréal-Sainte-Anne-de-Bellevue	0,81	8756	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,39	1,48	3,40	7,77	13,70	66,29	
06103 - Montréal-York/Roberval	3,23	8714	7,72	0,00	0,00	0,07	0,20	0,75	2,78	8,33	14,17	24,89	36,13	134,2	
06205 - Laval-Chomedey	1,54	8730	6,04	0,01	0,06	0,08	0,13	0,28	0,72	2,43	6,12	15,87	24,50	135,8	
06300 - Terrebonne-Parc Vaillant	1,08	8313	3,36	0,00	0,03	0,05	0,10	0,27	0,81	2,26	4,30	8,39	13,45	97,10	
06600 - Longueuil	1,55	8518	4,01	0,01	0,04	0,06	0,13	0,37	1,18	3,49	6,64	13,42	19,90	60,78	
06603 - Brossard-Parc Sorbonne	0,89	8689	2,92	0,00	0,03	0,04	0,08	0,19	0,59	1,71	3,35	7,73	13,92	53,20	
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu-L'Acadie	0,72	8462	2,92	0,01	0,03	0,04	0,06	0,15	0,45	1,19	2,33	5,77	11,30	87,16	
06804 - Saint-Anicet	0,42	8395	1,76	0,00	0,02	0,03	0,05	0,09	0,22	0,63	1,35	3,80	6,45	42,58	
07002 - Gatineau-Hull	0,94	8759	3,01	0,01	0,04	0,05	0,10	0,23	0,69	1,87	3,40	7,84	12,89	64,29	

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par milliard (ppb);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.

Annexe A10. Statistiques annuelles de monoxyde de carbone – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles										Max	Dépassement RAA (n) ²	
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	1 h (30 ppm)		8 h (11 ppm) ³	
03006 - Québec-Vieux-Limoilou	0,20	8281	0,10	0,06	0,12	0,13	0,15	0,17	0,21	0,32	0,40	0,53	0,63	1,10			
03052 - Québec-Henri IV	0,39	8364	0,25	0,09	0,13	0,15	0,18	0,31	0,53	0,74	0,88	1,04	1,17	1,90			
06028 - Montréal-Échangeur Décarie	0,24	8656	0,10	0,08	0,13	0,15	0,17	0,21	0,27	0,36	0,43	0,52	0,60	1,15			
06030 - Montréal-Caserne 17	0,20	8434	0,09	0,09	0,12	0,13	0,15	0,18	0,22	0,30	0,36	0,45	0,55	1,40			
06031 - Montréal-Saint-Dominique	0,19	8768	0,06	0,09	0,12	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26	0,31	0,39	0,46	0,84			
06055 - Montréal-Rivière-des-Prairies	0,19	8747	0,07	0,08	0,12	0,13	0,14	0,17	0,20	0,26	0,31	0,40	0,48	1,00			
06066 - Montréal-Aéroport de Montréal 1	0,18	8646	0,08	0,07	0,11	0,12	0,14	0,16	0,20	0,26	0,32	0,43	0,53	1,04			
06205 - Laval-Chomedey	0,19	8189	0,09	0,08	0,12	0,13	0,14	0,17	0,21	0,28	0,35	0,48	0,56	1,50			
06804 - Saint-Anicet	0,15	8111	0,03	0,06	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26	0,37			
07002 - Gatineau-Hull	0,18	8344	0,07	0,09	0,12	0,13	0,14	0,16	0,20	0,25	0,31	0,39	0,45	0,98			

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par million (ppm);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.
3. Moyenne mobile 8 heures.

Annexe A11. Statistiques annuelles d'ozone – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles										Max	Dépassement RAA (n) ²	
					5°	10°	25°	50°	75°	90°	95°	98°	99°	1 h (82 ppb)		8 h (64 ppb) ³	
01810 - Auclair	28,96	8696	9,78	0,42	12,95	16,07	21,60	29,05	36,38	41,66	44,32	47,30	49,98	61,71			
02016 - Saguenay–Parc Powell	24,53	8732	10,42	0,63	6,38	10,43	16,87	24,80	32,46	38,16	40,89	43,70	46,42	53,79			
02022 - Saguenay–UQAC	24,96	8497	10,26	0,52	7,50	10,64	17,67	25,23	32,56	38,56	41,52	44,71	46,92	53,39			
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan–Pemonca	26,25	8567	10,56	0,21	8,73	11,80	18,41	26,67	34,35	39,56	42,40	45,76	48,59	57,67			
03006 - Québec–Vieux-Limoilou	24,31	8650	11,10	0,38	5,23	9,08	16,38	24,64	32,16	38,28	42,01	46,54	49,87	74,14			
03021 - Québec–École Les Primevères	24,62	8703	11,48	0,13	5,05	8,71	16,34	24,80	32,78	39,47	42,85	47,05	50,27	73,47			
03028 - Québec–Collège St-Charles-Garnier	26,14	8690	10,95	0,34	7,39	11,24	18,58	26,27	33,76	40,10	43,40	47,27	50,88	75,26			
03052 - Québec–Henri IV	23,57	8651	11,17	0,17	4,69	8,10	15,43	23,82	31,45	38,57	41,44	44,82	47,14	69,51			
03062 - Lévis–Parc Georges-Maranda	27,11	8583	10,20	0,21	10,02	13,81	19,98	27,34	34,19	40,19	43,00	46,53	49,90	70,63			
03200 - Deschambault	24,37	8440	12,46	0,03	2,37	6,19	15,45	24,77	33,69	39,97	43,17	47,47	51,63	71,00			
03712 - Saint-François-de-l'Île-d'Orléans	34,08	4749	8,48	7,57	18,63	22,26	28,76	35,03	39,60	43,53	46,42	50,53	54,48	70,84			
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	26,72	7190	10,71	0,23	8,82	12,08	18,35	27,40	34,83	40,02	43,08	46,37	48,41	66,39			
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	32,45	8632	9,05	4,63	17,98	20,75	25,78	32,34	39,29	44,22	47,09	50,25	52,49	65,27			
04021 - Trois-Rivières–École MEES	26,19	8762	11,65	0,55	7,27	10,57	17,57	26,27	34,37	40,89	44,39	49,92	55,61	73,03			
04048 - Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	26,59	8674	11,16	0,83	8,45	12,08	18,41	26,66	34,24	40,76	44,20	49,74	55,31	73,66			
04130 - Shawinigan–Saint-Marc	25,70	6516	11,30	1,05	8,18	11,30	17,35	25,00	33,28	40,50	44,35	49,67	54,81	72,91			
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	27,97	8525	11,33	0,48	8,98	12,82	19,94	28,35	35,94	41,63	44,85	50,65	56,72	78,01			
04730 - Tingwick	31,15	8634	9,50	3,55	15,85	18,92	24,41	31,16	38,06	43,09	46,33	50,03	53,42	68,64			
04740 - Charette	24,91	8462	11,66	0,34	6,23	8,93	16,00	24,96	33,42	39,97	43,31	47,78	51,33	73,56			
04750 - Lac-Édouard	24,40	8311	11,97	0,00	2,91	7,37	15,79	24,93	33,35	39,98	43,00	45,97	48,12	55,69			
05018 - Sherbrooke–Parc Cambron	28,34	8679	10,74	0,39	9,83	13,80	20,98	28,59	36,33	42,18	45,21	48,80	51,21	59,79			
05810 - La Patrie	29,68	7578	10,51	1,77	11,53	15,43	22,44	30,08	37,39	42,95	45,87	49,48	51,96	61,78			
06003 - Montréal–Saint-Jean-Baptiste	24,77	8578	11,03	0,17	6,28	10,22	16,98	25,15	31,96	38,54	42,78	48,41	52,37	67,74			
06006 - Montréal–Anjou	22,38	8295	11,58	0,00	3,04	6,36	14,03	22,55	30,00	37,38	41,69	47,40	50,89	61,71			
06028 - Montréal–Échangeur Décarie	21,22	8595	10,99	0,11	2,53	5,92	13,22	21,16	28,98	35,75	39,45	43,81	46,47	56,46			
06030 - Montréal–Caserne 17	24,18	8624	11,13	0,00	4,98	8,96	16,53	24,48	31,50	37,91	42,07	47,94	51,85	65,82			
06031 - Montréal–Saint-Dominique	24,72	8706	11,21	0,30	6,08	10,43	16,75	24,55	31,98	39,29	43,64	49,18	52,82	66,76			
06055 - Montréal–Rivière-des-Prairies	25,64	8714	11,38	0,02	6,08	10,10	17,59	26,42	33,18	39,42	43,39	49,15	53,82	66,42			
06066 - Montréal–Aéroport de Montréal 1	25,80	8663	11,94	0,00	4,43	9,61	17,66	26,09	33,84	40,85	45,07	50,31	53,49	63,94			

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par milliard (ppb);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale ; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires ; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.
3. Moyenne mobile 8 heures.

Annexe A11. Statistiques annuelles d'ozone – 2020* (Suite)

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart- type	Min	Centiles										Max	Dépassement RAA (n) ²	
					5 ^e	10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	98 ^e	99 ^e	1 h (82 ppb)		8 h (64 ppb) ³	
06081 - Montréal–Saint-Joseph	24,50	8723	11,27	0,18	5,22	9,33	16,78	24,75	32,02	38,42	42,48	48,89	52,53	66,10			
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	24,79	6447	11,13	0,08	6,28	10,27	17,19	24,68	32,39	38,18	42,73	49,84	53,96	65,99			
06103 - Montréal–York/Roberval	23,85	8680	11,38	0,00	3,91	8,52	16,35	23,90	31,14	38,16	43,06	49,10	52,33	66,05			
06205 - Laval–Chomedey	26,50	8561	11,79	0,38	5,93	10,51	18,53	26,82	34,45	41,02	45,47	50,92	55,08	70,74			
06300 - Terrebonne–Parc Vaillant	26,68	8506	11,65	0,85	7,14	10,75	18,37	27,07	34,65	41,25	44,63	50,46	56,10	70,65			
06501 - Saint-Faustin–Lac-Carré	29,75	8678	10,04	3,72	13,23	16,53	22,02	30,23	37,18	42,59	45,34	49,25	51,94	67,45			
06600 - Longueuil	25,71	7081	11,70	0,18	6,65	10,86	17,57	25,55	32,57	40,26	45,97	53,81	58,27	70,15			
06603 - Brossard–Parc Sorbonne	27,05	8480	11,56	0,04	7,50	12,29	19,34	26,77	35,01	41,75	45,89	51,36	55,23	68,92			
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie	27,24	8726	11,16	0,09	7,37	12,07	19,93	27,55	35,12	40,93	44,88	49,18	53,27	60,38			
06641 - Saint-Simon	26,85	8649	11,37	0,85	7,53	11,63	18,97	26,98	35,22	41,17	44,36	49,76	53,79	67,94			
06804 - Saint-Anicet	26,10	8419	11,43	0,00	5,66	10,08	18,39	26,54	34,52	40,19	43,57	47,81	50,57	62,07			
07002 - Gatineau–Hull	27,24	8565	11,49	0,54	8,20	11,54	19,06	27,54	35,29	41,16	45,59	51,12	55,66	66,62			
07200 - Mont-Saint-Michel	23,66	8694	12,08	0,18	2,51	5,65	14,86	24,35	33,07	39,12	42,37	45,36	47,52	53,75			
07400 - Parc de la Gatineau–La-Pêche	23,94	3664	9,51	0,22	6,64	10,04	17,84	24,98	30,50	35,05	38,12	41,46	45,81	55,57			
08042 - Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	26,90	8561	9,80	0,29	9,98	13,50	20,04	27,64	33,87	38,83	41,52	45,09	48,40	66,32			
08401 - Témiscaming	25,16	8650	10,91	0,09	5,89	9,82	17,55	26,19	32,80	38,38	41,19	46,16	51,10	70,65			
08450 - Senneterre	26,74	8675	11,18	0,03	6,47	11,03	18,76	27,72	34,86	40,35	43,36	46,80	50,19	64,31			
10200 - Radisson	26,99	8726	7,98	0,57	13,01	15,99	21,30	27,86	32,97	36,54	38,95	41,38	42,75	48,23			

Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par milliard (ppb);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>;

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>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5^e, 10^e, 25^e, 50^e, 75^e, 90^e, 95^e, 98^e et 99^e : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.
3. Moyenne mobile 8 heures.

Annexe A12. Statistiques annuelles du sulfure d'hydrogène – 2020*

Numéro - Nom de station	Concentration moyenne	n ¹	Écart-type	Min	Centiles									Max	Dépassement RAA (n) ²	
					5°	10°	25°	50°	75°	90°	95°	98°	99°		4 min (4,3 ppb)	1 an (1,4 ppb)
04021 - Trois-Rivières–École MEES	0,23	861 5	0,30	0,00	0,07	0,09	0,13	0,19	0,28	0,40	0,50	0,65	0,84	13,05	110	
04048 - Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	0,65	877 2	1,88	0,03	0,10	0,11	0,15	0,23	0,51	1,28	2,19	4,29	7,13	59,56	2705	

*Notes : Les concentrations du tableau sont exprimées en partie par milliard (ppb);

Les données des cinq années les plus récentes sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp>.

1. n : nombre de mesures horaires; Min : concentration minimale; 5°, 10°, 25°, 50°, 75°, 90°, 95°, 98° et 99° : centiles des concentrations horaires; Max : concentration maximale.
2. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm.

Annexe B. Calcul des tendances

Les tendances sont évaluées à l'aide de la méthode de Theil-Sen (Sen, 1968), une méthode non paramétrique basée sur la pente médiane. Cette dernière étant moins sensible aux valeurs aberrantes que les méthodes de régression traditionnelles, elle permet une évaluation plus fiable de la tendance (MELCC, 2022h). Les analyses de tendance Theil-Sen ont été réalisées avec le logiciel R et le progiciel (*package*) Openair (Carslaw et Ropkins, 2012; Carslaw, 2019).

La statistique servant au calcul des tendances est la moyenne mensuelle, laquelle a été calculée en utilisant un critère de complétude de 75 % de données horaires valides dans le cas des contaminants mesurés en continu, tandis qu'aucun critère de complétude n'a été utilisé dans le cas des mesures séquentielles.

Les résultats des calculs des tendances pour tous les contaminants sont détaillés dans les tableaux des annexes B1 à B10 suivantes. Dans ces tableaux, une pente Theil-Sen positive démontre une tendance à la **hausse** tandis qu'une pente Theil-Sen négative démontre une tendance à la **baisse**. La probabilité (p), ou *p-value*, donne une indication sur le niveau de significativité de la tendance. D'une manière générale, les probabilités peuvent être interprétées de cette façon :

- Très significatif : *** = $p < 0,001$;
- Significatif : ** = $0,001 \leq p < 0,01$;
- Moyennement significatif : * = $0,01 \leq p < 0,05$;
- Peu significatif : + = $0,05 \leq p < 0,1$;
- Non significatif : N. S. = $p \geq 0,1$.

Annexe B1. Tendence des particules en suspension totales

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de particules en suspension totales aux stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen PST ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$)	Probabilité
01810 - Auclair	1989-2020	-0,1525	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
02202 - Saguenay–La Baie	1982-2020	-0,6270	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03006 - Québec–Vieux-Limoilou	1989-2020	-0,1425	0,0333 (*)
03011 - Québec–Bibl. Monique-Corriveau	2014-2020	0,0905	0,821 (N. S.)
03020 - Québec–Parc Victorin-Beaucage	1986-2020	-0,6874	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03052 - Québec–Henri IV	2020-2020	16,9129	0,698 (N. S.)
03123 - Thetford Mines–École Saint-Noël	1975-2020	-0,3974	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	1989-2020	-0,1174	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	1990-2020	-0,1873	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
04048 - Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	1978-2020	-0,8210	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
04052 - Trois-Rivières–Rés. Louis-Denoncourt	1985-2020	-0,8354	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
04750 - Lac-Édouard	1991-2020	-0,1866	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
05018 - Sherbrooke–Parc Cambron	2013-2020	-0,8867	0,0267 (*)
05209 - Asbestos–École Sacré-Cœur	1978-2020	-0,8425	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06003 - Montréal–Saint-Jean-Baptiste	1976-2020	-0,7591	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06006 - Montréal–Anjou	1982-2020	-0,5170	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06081 - Montréal–Saint-Joseph	2016-2020	-1,4429	0,110 (N. S.)
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	1998-2020	-0,2030	0,00333 (**)
06329 - Saint-Jérôme–Rés. Marie-Lucie	1993-2020	-0,3407	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06355 - Joliette–Graymont	1997-2020	-2,2206	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06501 - Saint-Faustin–Lac-Carré	1989-2020	-0,1026	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06641 - Saint-Simon	1988-2020	0,0470	0,147 (N. S.)
07002 - Gatineau–Hull	1997-2020	-0,3131	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
07200 - Mont-Saint-Michel	1991-2020	-0,6549	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
07400 - Parc de la Gatineau–La-Pêche	1989-2020	-0,2126	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
08006 - Rouyn-Noranda–250, 6 ^e Rue	2001-2020	-0,1914	0,0968 (+)
08045 - Rouyn-Noranda–École Murdoch	1986-2020	-0,5015	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
08049 - Rouyn-Noranda–Centre polymétier	2005-2020	-0,5590	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
10200 - Radisson	2018-2020	-0,9031	0,190 (N. S.)

Annexe B2. Tendence des particules respirables

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de particules respirables aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen PM ₁₀ (µg/m ³ /an)	Probabilité
02016 - Saguenay–Parc Powell	1992-2020	-0,295	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03006 - Québec–Vieux-Limoilou	1989-2020	-0,159	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04504 - Bécancour	1995-2020	-0,147	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06003 - Montréal–Saint-Jean-Baptiste	1996-2020	-0,549	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06006 - Montréal–Anjou	1994-2020	-0,612	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06081 - Montréal–Saint-Joseph	2016-2020	-0,594	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	1998-2020	-0,348	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)

Annexe B3. Tendance des particules fines

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de particules fines aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Appareil	Pente Theil-Sen PM _{2,5} (µg/m ³ /an)	Probabilité
01810 - Auclair	2005-2019	BAM	-0,094	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
01810 - Auclair	2017-2020	T640	0,017	0,878 (N. S.)
02022 - Saguenay-UQAC	2009-2018	BAM	0,147	0,017 (*)
02022 - Saguenay-UQAC	2018-2020	T640	0,161	0,347 (N. S.)
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan-Pemonca	2003-2020	BAM	0,027	0,157 (N. S.)
02610 - Rés. F. Ashuapmushuan-Pemonca	2020-2020	T640	-1,350	0,217 (N. S.)
03006 - Québec-Vieux-Limoilou	2009-2020	BAM	-0,314	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03006 - Québec-Vieux-Limoilou	2017-2020	T640	-0,114	0,598 (N. S.)
03021 - Québec-École Les Primevères	2005-2018	BAM	-0,098	0,010 (*)
03021 - Québec-École Les Primevères	2017-2020	T640	0,355	0,043 (*)
03028 - Québec-Collège St-Charles-Garnier	2009-2018	BAM	-0,316	0,003 (**)
03028 - Québec-Collège St-Charles-Garnier	2018-2020	T640	0,045	0,698 (N. S.)
03039 - Québec-Charlesbourg	2020-2020	T640	1,084	0,945 (N. S.)
03052 - Québec-Henri IV	2018-2020	T640	0,555	0,067 (+)
03062 - Lévis-Parc Georges-Maranda	2013-2018	BAM	-0,933	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03062 - Lévis-Parc Georges-Maranda	2018-2020	T640	0,272	0,230 (N. S.)
03200 - Deschambault	2003-2019	BAM	-0,200	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03200 - Deschambault	2017-2020	T640	0,039	0,631 (N. S.)
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	2003-2020	BAM	-0,057	0,017 (*)
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	2020-2020	T640	-	-
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	2003-2018	BAM	-0,107	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	2018-2020	T640	-0,069	0,761 (N. S.)
04021 - Trois-Rivières-École MEES	2014-2018	BAM	-0,570	0,007 (**)
04021 - Trois-Rivières-École MEES	2018-2020	T640	0,711	0,027 (*)
04048 - Trois-Rivières-Cap-de-la-Madeleine	2014-2018	BAM	-0,704	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04048 - Trois-Rivières-Cap-de-la-Madeleine	2018-2020	T640	1,055	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04130 - Shawinigan-Saint-Marc	2009-2020	BAM	-1,093	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04130 - Shawinigan-Saint-Marc	2020-2020	T640	3,230	0,270 (N. S.)
04504 - Bécancour	2009-2020	BAM	-0,450	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	2005-2019	BAM	-0,050	0,057 (+)
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	2019-2020	T640	-1,642	0,524 (N. S.)
04730 - Tingwick	2003-2019	BAM	-0,193	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04730 - Tingwick	2019-2020	T640	-1,135	0,324 (N. S.)

Station	Période	Appareil	Pente Theil-Sen PM _{2,5} (µg/m ³ /an)	Probabilité
04740 - Charette	2003-2019	BAM	-0,101	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04740 - Charette	2019-2020	T640	-0,632	0,761 (N. S.)
04750 - Lac-Édouard	2006-2020	BAM	0,116	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
04750 - Lac-Édouard	2020-2020	T640	-0,801	0,384 (N. S.)
05018 - Sherbrooke—Parc Cambron	2008-2018	BAM	-0,032	0,755 (N. S.)
05018 - Sherbrooke—Parc Cambron	2018-2020	T640	0,044	0,788 (N. S.)
05810 - La Patrie	2004-2019	BAM	-0,028	0,421 (N. S.)
05810 - La Patrie	2019-2020	T640	0,475	0,247 (N. S.)
06003 - Montréal—Saint-Jean-Baptiste	2007-2015	FDMS	-0,543	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06003 - Montréal—Saint-Jean-Baptiste	2013-2020	SHARP	-0,080	0,120 (N. S.)
06006 - Montréal—Anjou	2020-2020	SHARP	-2,187	0,497 (N. S.)
06028 - Montréal—Échangeur Décarie	2008-2015	FDMS	-0,502	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06028 - Montréal—Échangeur Décarie	2016-2020	SHARP	-0,162	0,114 (N. S.)
06030 - Montréal—Caserne 17	2013-2015	FDMS	-0,546	0,023 (*)
06030 - Montréal—Caserne 17	2016-2020	SHARP	0,058	0,180 (N. S.)
06031 - Montréal—Saint-Dominique	2016-2020	SHARP	-0,070	0,294 (N. S.)
06055 - Montréal—Rivière-des-Prairies	2004-2014	FDMS	-0,504	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06055 - Montréal—Rivière-des-Prairies	2014-2020	SHARP	-0,142	0,013 (*)
06066 - Montréal—Aéroport de Montréal 1	2008-2015	FDMS	-0,334	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06066 - Montréal—Aéroport de Montréal 1	2013-2020	SHARP	-0,128	0,023 (*)
06081 - Montréal—Saint-Joseph	2009-2015	FDMS	-0,620	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06081 - Montréal—Saint-Joseph	2013-2020	SHARP	-0,508	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06099 - Montréal—Sainte-Anne-de-Bellevue	2008-2015	FDMS	-0,283	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06099 - Montréal—Sainte-Anne-de-Bellevue	2013-2020	SHARP	-0,107	0,027 (*)
06103 - Montréal—York/Roberval	2016-2020	SHARP	-0,008	0,898 (N. S.)
06205 - Laval—Chomedey	2008-2018	BAM	-0,483	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06205 - Laval—Chomedey	2018-2020	T640	-0,231	0,080 (+)
06300 - Terrebonne—Parc Vaillant	2016-2018	BAM	-0,287	0,851 (N. S.)
06300 - Terrebonne—Parc Vaillant	2018-2020	T640	0,278	0,033 (*)
06501 - Saint-Faustin—Lac-Carré	2003-2020	BAM	-0,129	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06501 - Saint-Faustin—Lac-Carré	2020-2020	T640	-5,571	0,394 (N. S.)
06600 - Longueuil	2008-2018	BAM	0,047	0,487 (N. S.)
06600 - Longueuil	2018-2020	T640	-0,015	0,871 (N. S.)
06603 - Brossard—Parc Sorbonne	2016-2018	BAM	0,313	0,437 (N. S.)
06603 - Brossard—Parc Sorbonne	2018-2020	T640	0,006	0,955 (N. S.)
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu—L'Acadie	2001-2019	BAM	-0,332	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu—L'Acadie	2019-2020	T640	-1,429	0,324 (N. S.)

Station	Période	Appareil	Pente Theil-Sen PM _{2,5} (µg/m ³ /an)	Probabilité
06641 - Saint-Simon	2003-2020	BAM	-0,214	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06641 - Saint-Simon	2020-2020	T640	-0,911	0,982 (N. S.)
06804 - Saint-Anicet	2006-2019	BAM	-0,378	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06804 - Saint-Anicet	2019-2020	T640	-1,593	0,104 (N. S.)
07002 - Gatineau—Hull	2009-2019	BAM	-0,193	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
07002 - Gatineau—Hull	2019-2020	T640	-0,949	0,351 (N. S.)
07200 - Mont-Saint-Michel	2005-2020	BAM	-0,121	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
07200 - Mont-Saint-Michel	2020-2020	T640	-5,717	0,284 (N. S.)
07400 - Parc de la Gatineau—La-Pêche	2003-2019	BAM	-0,074	0,007 (**)
07400 - Parc de la Gatineau—La-Pêche	2019-2020	T640	0,494	0,534 (N. S.)
08042 - Rouyn-Noranda—Parc Tremblay	2003-2019	BAM	-0,164	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
08042 - Rouyn-Noranda—Parc Tremblay	2019-2020	T640	-1,664	0,321 (N. S.)
08401 - Témiscaming	2005-2020	BAM	-0,115	0,003 (**)
08401 - Témiscaming	2018-2020	T640	-1,270	0,040 (*)
08450 - Senneterre	2005-2019	BAM	0,035	0,210 (N. S.)
08450 - Senneterre	2019-2020	T640	0,731	0,461 (N. S.)
10200 - Radisson	2017-2019	BAM	2,624	0,023 (*)
10200 - Radisson	2019-2020	T640	0,214	0,574 (N. S.)

Annexe B4. Tendance du carbone noir

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de carbone noir aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$)	Probabilité
03021 - Québec—École Les Primevères	2018-2020	0,002	0,838 (N. S.)
03028 - Québec—Collège St-Charles-Garnier	2018-2020	0,032	0,104 (N. S.)
03052 - Québec—Vieux-Limoilou	2019-2020	0,025	0,678 (N. S.)

Annexe B5. Tendances des particules ultrafines

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de particules ultrafines aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen PM _{0,1} (kpart./cm ³ /an)	Probabilité
Québec—Collège St-Charles-Garnier	2019-2020	0,070	0,925 (N. S.)
Québec—Henri IV	2019-2020	-1,473	0,664 (N. S.)

Annexe B6. Tendence du dioxyde d'azote

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de dioxyde d'azote aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen NO ₂ (ppb/an)	Probabilité
03006 - Québec—Vieux-Limoilou	1998-2020	-0,383	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03021 - Québec—École Les Primevères	2009-2020	-0,193	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03028 - Québec—Collège St-Charles-Garnier	2009-2020	-0,239	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03052 - Québec—Henri IV	2018-2020	-1,425	0,020 (*)
03062 - Lévis—Parc Georges-Maranda	2013-2020	-0,119	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06003 - Montréal—Saint-Jean-Baptiste	1977-2020	-0,371	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06006 - Montréal—Anjou	2011-2020	0,001	0,998 (N. S.)
06028 - Montréal—Échangeur Décarie	1975-2020	-0,624	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06030 - Montréal—Caserne 17	2013-2020	-0,252	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06031 - Montréal—Saint-Dominique	2016-2020	-0,442	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06055 - Montréal—Rivière-des-Prairies	2010-2020	-0,176	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06066 - Montréal—Aéroport de Montréal 1	1997-2020	-0,347	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06081 - Montréal—Saint-Joseph	2008-2020	-0,289	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06099 - Montréal—Sainte-Anne-de-Bellevue	1997-2020	-0,250	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06103 - Montréal—York/Roberval	2016-2020	-0,666	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06205 - Laval—Chomedey	1976-2020	-0,433	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06300 - Terrebonne—Parc Vaillant	2016-2020	-0,086	0,053 (+)
06600 - Longueuil	1981-2020	-0,498	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06603 - Brossard—Parc Sorbonne	2016-2020	-0,301	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu—L'Acadie	1999-2020	-0,181	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06804 - Saint-Anicet	2014-2020	-0,043	0,060 (+)
07002 - Gatineau—Hull	1997-2020	-0,351	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)

Annexe B7. Tendence du dioxyde de soufre

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de dioxyde de soufre aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen SO ₂ (ppb/an)	Probabilité
02016 - Saguenay–Parc Powell	1992-2020	-0,263	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03006 - Québec–Vieux-Limoilou	1989-2020	-0,111	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03052 - Québec–Henri IV	2018-2020	0,027	0,217 (N. S.)
03062 - Lévis–Parc Georges-Maranda	2013-2020	-0,074	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
04021 - Trois-Rivières–École MEES	2014-2020	-0,007	0,457 (N. S.)
04048 - Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	1975-2020	-0,143	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
04504 - Bécancour	1977-2020	-0,058	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06003 - Montréal–Saint-Jean-Baptiste	1995-2020	-0,373	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06006 - Montréal–Anjou	2020-2020	-0,721	0,020 (*)
06031 - Montréal–Saint-Dominique	2016-2020	-0,059	0,003 (**)
06081 - Montréal–Saint-Joseph	2009-2020	-0,073	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	2012-2020	-0,040	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06678 - Saint-Joseph-de-Sorel–École Martel	1987-2020	-0,306	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06804 - Saint-Anicet	2005-2020	-0,049	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
08042 - Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	1985-2020	-0,224	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
08044 - Rouyn-Noranda–M ^{Br} Rhéaume Est	2003-2020	-0,072	0,003 (**)
08401 - Témiscaming	1993-2020	-1,020	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)

Annexe B8. Tendence du monoxyde de carbone

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de monoxyde de carbone aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen CO (ppm/an)	Probabilité
03006 - Québec-Vieux-Limoilou	1998-2020	-0,010	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
03052 - Québec-Henri IV	2018-2020	-0,010	0,227 (N. S.)
06028 - Montréal-Échangeur Décarie	1975-2020	-0,051	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06030 - Montréal-Caserne 17	2013-2020	-0,007	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06031 - Montréal-Saint-Dominique	2016-2020	-0,006	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06055 - Montréal-Rivière-des-Prairies	2001-2020	-0,012	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06205 - Laval-Chomedey	1976-2020	-0,013	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06804 - Saint-Anicet	1998-2020	-0,005	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
07002 - Gatineau-Hull	1997-2020	-0,008	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)

Annexe B9. Tendence de l'ozone

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations d'ozone aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen O ₃ (ppb/an)	Probabilité
01810 - Auclair	1990-2020	-0,084	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
02016 - Saguenay–Parc Powell	2014-2020	-0,026	0,861 (N. S.)
02022 - Saguenay–UQAC	2002-2020	0,142	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
02610 – Rés. faun. Ashuapmushuan–Pemonca	1990-2020	0,040	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03006 - Québec–Vieux-Limoilou	1998-2020	0,270	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03021 - Québec–École Les Primevères	1990-2020	0,248	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03028 - Québec–Collège St-Charles-Garnier	2000-2020	0,295	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03039 - Québec–Charlesbourg	2020-2020	-19,627	0,030 (*)
03052 - Québec–Henri IV	2018-2020	0,708	0,250 (N. S.)
03062 - Lévis–Parc Georges-Maranda	2013-2020	0,218	0,020 (*)
03200 - Deschambault	1991-2020	0,057	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03712 - Saint-François-de-l'Île-d'Orléans	1989-2020	0,054	0,007 (**)
03720 - Notre-Dame-du-Rosaire	1989-2020	-0,088	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
03730 - Saint-Hilaire-de-Dorset	1990-2020	-0,020	0,217 (N. S.)
04021 - Trois-Rivières–École MEES	2014-2020	0,300	0,017 (*)
04048 - Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	2014-2020	0,138	0,187 (N. S.)
04130 - Shawinigan–Saint-Marc	2020-2020	-24,604	0,110 (N. S.)
04711 - Saint-Zéphirin-de-Courval	1988-2020	0,008	0,644 (N. S.)
04730 - Tingwick	1989-2020	0,009	0,548 (N. S.)
04740 - Charette	1988-2020	0,042	0,023 (*)
04750 - Lac-Édouard	1991-2020	-0,006	0,634 (N. S.)
05018 - Sherbrooke–Parc Cambron	2003-2020	0,330	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
05810 - La Patrie	1991-2020	-0,034	0,063 (+)
06003 - Montréal–Saint-Jean-Baptiste	1975-2020	0,208	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06006 - Montréal–Anjou	2011-2020	-3,878	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06028 - Montréal–Échangeur Décarie	1975-2020	0,325	< 2 x 10 ⁻³⁴ (***)
06030 - Montréal–Caserne 17	2013-2020	0,117	0,127 (N. S.)

Station	Période	Pente Theil-Sen O ₃ (ppb/an)	Probabilité
06031 - Montréal–Saint-Dominique	2016-2020	0,347	0,033 (*)
06055 - Montréal–Rivière-des-Prairies	2000-2020	0,114	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06066 - Montréal–Aéroport de Montréal 1	1997-2020	0,201	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06081 - Montréal–Saint-Joseph	2008-2020	0,262	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06099 - Montréal–Sainte-Anne-de-Bellevue	1997-2020	0,242	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06103 - Montréal–York/Roberval	2016-2020	0,532	0,003 (**)
06205 - Laval–Chomedey	1976-2020	0,192	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06300 - Terrebonne–Parc Vaillant	2016-2020	-0,149	0,487 (N. S.)
06501 - Saint-Faustin–Lac-Carré	1989-2020	-0,026	0,100 (N. S.)
06600 - Longueuil	1981-2020	0,305	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06603 - Brossard–Parc Sorbonne	2016-2020	0,096	0,544 (N. S.)
06620 - Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie	1999-2020	0,114	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06641 - Saint-Simon	1989-2020	0,090	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
06804 - Saint-Anicet	1994-2020	-0,020	0,357 (N. S.)
07002 - Gatineau–Hull	1997-2020	0,240	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
07200 - Mont-Saint-Michel	1991-2020	-0,076	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
08042 - Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	2003-2020	0,075	0,013 (*)
08401 - Témiscaming	2005-2020	0,036	0,431 (N. S.)
08450 - Senneterre	1992-2020	0,009	0,598 (N. S.)
10200 - Radisson	2017-2020	-0,723	0,003 (**)

Annexe B10. Tendance du sulfure d'hydrogène

Tendance des moyennes mensuelles des concentrations de sulfure d'hydrogène aux stations du RSQAQ actives en 2020.

Station	Période	Pente Theil-Sen H ₂ S (ppb/an)	Probabilité
04021 - Trois-Rivières—École MEES	2014-2020	0,012	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)
04048 - Trois-Rivières—Cap-de-la-Madeleine	1989-2020	-0,017	$< 2 \times 10^{-34}$ (***)

Annexe C. Date de changement des analyseurs de particules fines des appareils de type BAM pour des appareils de type T640

Numéro	Station	Appareil	Date de changement
01810	Auclair	T640	2017-10-31
02022	Saguenay–UQAC	T640	2018-05-30
02610	Rés. faun. Ashuapmushuan–Pemonca	T640	2020-01-29
03006	Québec–Vieux-Limoilou	T640	2017-09-07
03021	Québec–École Les Primevères	T640	2017-11-08
03028	Québec–Collège St-Charles-Garnier	T640	2018-03-07
03039	Québec–Charlesbourg	T640	2020-02-05
03052	Québec–Henri IV	T640	2018-11-23
03062	Lévis–Parc Georges-Maranda	T640	2018-09-05
03200	Deschambault	T640	2017-10-04
03720	Notre-Dame-du-Rosaire	T640	2020-06-18
03730	Saint-Hilaire-de-Dorset	T640	2018-06-11
04021	Trois-Rivières–École MEES	T640	2018-06-06
04048	Trois-Rivières–Cap-de-la-Madeleine	T640	2018-06-06
04130	Shawinigan–Saint-Marc	T640	2020-03-17
04504	Bécancour	BAM	
04711	Saint-Zéphirin-de-Courval	T640	2019-10-15
04730	Tingwick	T640	2019-12-10
04740	Charette	T640	2019-11-04
04750	Lac-Édouard	T640	2020-01-22
05018	Sherbrooke–Parc Cambron	T640	2018-02-01
05810	La Patrie	T640	2019-12-02
06205	Laval–Chomedey	T640	2018-08-28
06300	Terrebonne–Parc Vaillant	T640	2018-08-27
06501	Saint-Faustin–Lac-Carré	T640	2020-06-30
06600	Longueuil	T640	2018-06-19
06603	Brossard–Parc Sorbonne	T640	2018-06-20
06620	Saint-Jean-sur-Richelieu–L'Acadie	T640	2019-12-03
06641	Saint-Simon	T640	2020-05-21
06804	Saint-Anicet	T640	2019-10-23
07002	Gatineau–Hull	T640	2019-10-01
07200	Mont-Saint-Michel	T640	2020-07-01
07400	Parc de la Gatineau–La-Pêche	T640	2019-10-02
08042	Rouyn-Noranda–Parc Tremblay	T640	2019-10-10
08401	Témiscaming	T640	2018-05-02
08450	Senneterre	T640	2019-10-08
10200	Radisson	T640	2019-04-29



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

Québec 