

2020

Analyse de la qualité de l'air à Sherbrooke



Sylvain Vigier

pour Sherbrooke Citoyen

01/05/2020

Table des matières

I.	Introduction et plan du rapport	3
II.	Considérations générales sur la qualité de l'air	4
1.	Réglementation et réseau de mesure de la qualité de l'air au Québec	4
2.	Les contaminants de l'air	7
a)	Les particules (PST, PM10 et PM2.5)	7
b)	Les oxydes d'azote (NO et NO2)	10
c)	L'ozone troposphérique (O3)	12
d)	Le dioxyde de soufre (SO2)	14
e)	Le monoxyde de carbone (CO)	16
f)	Les composés organiques volatils (COV)	18
3.	L'indice de la qualité de l'air (IQA)	21
III.	Analyse de la qualité de l'air à Sherbrooke et en Estrie	25
1.	L'indice de la qualité de l'air (IQA) à Sherbrooke et en Estrie	25
2.	Comparaison de l'indice de la qualité de l'air à Sherbrooke avec d'autres villes au Québec	27
3.	Comparaison de l'indice de la qualité de l'air en Estrie avec d'autres régions au Québec	32
4.	Analyse des concentrations de particules fines PM2.5 à Sherbrooke et en Estrie	35
5.	Analyse des concentrations d'ozone (O3) à Sherbrooke et en Estrie	38
IV.	Conclusions sur la qualité de l'air à Sherbrooke	42
V.	Références et Bibliographie	45

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: Microgramme par mètre cube

μm : Micromètre

CO : Monoxyde de carbone

COV : Composés organiques volatils

IQA : Indice de la qualité de l'air

IQEA : Inventaire québécois des émissions atmosphériques

Kt : Kilotonne

MELCC : Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques

NO : Monoxyde d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

O₃ : Ozone

OMS : Organisation mondiale de la Santé

PM₁₀ : Particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 10 μm

PM_{2.5} : Particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 2,5 μm

PST : Particules en suspension totales

ppb : Partie par milliard

ppm : Partie par million

PSQA : Programme de surveillance de la qualité de l'air

RAA : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

RSQAQ : Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec

SO₂ : Dioxyde de soufre ou anhydride sulfureux

I. Introduction et plan du rapport

La mesure de la qualité de l'air au Québec est une responsabilité du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MELCC). Le MELCC gère et opère des stations de mesure de la qualité de l'air distribuées dans tout le pays (stations régionales et locales) via son Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ). La ville de Sherbrooke possède sa station locale située au parc Adrien-Cambron (représentativité de la qualité de l'air sur 1,5 km). La qualité de l'air en Estrie est donnée par la station de mesure située à La Patrie (représentativité de la qualité de l'air sur 150 km).

L'évaluation de la qualité de l'air au Québec correspond majoritairement au suivi des émissions déclarées par les émetteurs identifiés et à la mesure régulière des concentrations dans l'air ambiant de cinq contaminants principaux : l'ozone troposphérique (O₃), les particules en suspension (classées suivant leur taille en PST, PM₁₀ et PM_{2.5}), les oxydes d'azote (les NO_x, soit le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et le monoxyde de carbone (CO). À partir des mesures en continu de ces contaminants, le RSQAQ calcule un indice de la qualité de l'air (IQA) qu'il publie en temps réel sur une carte du territoire. Depuis 2018, une déclaration des émissions des gaz à effet de serre (GES) est également obligatoire. Cependant les GES ne sont pas considérés comme des « contaminants » de l'air, dans la mesure où majoritairement ces molécules ne présentent pas de danger direct pour la santé, et ne seront pas considérés dans ce rapport.

Dans le présent rapport, nous présentons le contexte réglementaire et technique qui régit la qualité de l'air au Québec ainsi que l'état de la qualité de l'air vis-à-vis des principaux contaminants de l'air classiquement répertoriés. Nous présentons également les principaux effets de ces contaminants sur la santé.

L'évaluation de la qualité de l'air à Sherbrooke porte sur l'analyse de l'IQA entre 2004 et 2018 et la comparaison des valeurs de l'IQA à Sherbrooke avec les valeurs calculées en Estrie et dans d'autres villes d'importance au Québec. L'analyse des concentrations dans l'air des particules fines PM_{2.5} et de l'ozone est également effectuée, et les mesures relevées à Sherbrooke sont comparées avec celles mesurées en Estrie et dans d'autres villes d'importance au Québec.

II. Considérations générales sur la qualité de l'air

1. Réglementation et réseau de mesure de la qualité de l'air au Québec

La mesure de la qualité de l'air au Québec est assurée par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MELCC), par sa division de la Direction de la qualité de l'air et du climat, suivant le [Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère](#) (RAA) adopté en 2011. Le RAA correspond à une refonte majeure du précédent *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* (RQA) qui était en vigueur depuis 1979. Le RAA s'intègre à la [Loi sur la qualité de l'environnement](#) (LQE), en particulier l'article 20 : « Nul ne peut rejeter un contaminant dans l'environnement ou permettre un tel rejet au-delà de la quantité ou de la concentration déterminée conformément à la présente loi ».

D'autres règlements ciblant des secteurs d'émissions spécifiques complètent la législation sur la qualité de l'air : le [Programme de réduction des rejets industriels \(PRRI\)](#) (adopté en 1988; pas exclusif aux rejets atmosphériques); le [Règlement sur les normes environnementales applicables aux véhicules lourds](#) (adopté en 2005); le [Règlement sur les appareils de chauffage au bois](#) (adopté en 2009). Il est à noter qu'un standard pancanadien sur la qualité de l'air (spécifiquement pour les contaminants O3 et PM2.5) a été établi en 2000 et bonifié en 2012. Cependant, la province du Québec « a choisi de ne pas y adhérer afin d'éviter un chevauchement entre les exigences fédérales pour les émissions industrielles et la réglementation du Québec dans le domaine de l'air »¹ mais [publie un rapport annuel](#) sur la convergence des contaminants mesurés avec les normes pancanadiennes. De plus, le RAA ne s'applique pas sur le territoire de l'Île de Montréal où le suivi de la qualité de l'air s'effectue selon un règlement spécifique ([R2001- 10 de la CMM](#)).

Le suivi de la qualité de l'air au Québec se fait d'abord en amont par l'Inventaire québécois des émissions atmosphériques mis en place en 1985 sur une base volontaire et [rendu obligatoire](#) en 2007. Cet inventaire s'applique « à tout exploitant dont l'entreprise, l'installation ou l'établissement émet dans l'atmosphère l'un des contaminants mentionnés »². L'autorisation d'un nouveau projet ou la modification d'un projet existant est ainsi confiée au MELCC qui statue

¹ Rapport d'avancement 2018 par rapport aux normes canadiennes de la qualité de l'air ambiant; p1

² Q-2, r. 15 - Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère ; alinéa 1

sur le respect des normes du RAA vis-à-vis des émissions déclarées par le demandeur. La liste des contaminants ainsi que leurs valeurs de référence se trouve dans l'annexe K du RAA et inclue les particules, les NOx, le SO2, le CO et l'O3 ainsi que les composés organiques volatiles (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les fluorocarbures (HFC, PFC). Les normes et critères d'émission « ont été déterminés de manière à protéger la santé humaine et à minimiser les nuisances et les effets des contaminants sur le milieu. Ils ont été établis à partir d'études et de revues de littérature réalisées par des organismes tels que l'Environmental Protection Agency (États-Unis), l'Organisation mondiale de la santé et Santé Canada »³. La déclaration obligatoire a été augmentée en 2018 d'une déclaration des GES. Les entreprises québécoises sont également tenues de faire une déclaration à [l'Inventaire national des rejets polluants](#) (INRP) auprès du gouvernement fédéral.

En 2016, les mesures dans l'air de contaminants sont effectuées par 68 stations de mesure situées en milieu urbain et rural et pilotées par le RSQAQ (58 stations), par le ministère fédéral d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC; 3 stations) et par la Ville de Montréal qui possède son propre réseau de mesure (12 stations) (Figure 1, tirée de Giguère et McKinnon 2017). Ce réseau de stations de mesure a été mis en place très progressivement (de 1975 à aujourd'hui) et le type de contaminant mesuré ainsi que les méthodes de mesure et les appareillages utilisés ont évolué avec le temps, ce qui rend difficile une analyse exhaustive de l'évolution de la qualité de l'air sur une longue période pour tous les lieux de mesure et pour tous les contaminants. De plus, il s'ajoute à ce réseau permanent des stations temporaires et des stations mobiles qui sont mises en place pour répondre à des projets spéciaux de mesure (par exemple, à proximité d'une usine ou d'un chantier de construction).

En Estrie, on compte trois stations de mesure qui donnent les valeurs d'un maximum de trois contaminants : Asbestos – École Sacré-Cœur (PST), Lac-Mégantic – Du Barrage (PST et métaux), La Patrie (O3 et PM2.5), et Sherbrooke – Parc Adrien-Cambon (O3, PM2.5 et PST). Une station était également présente à Eastman – Lac Stukely (O3 et PM2.5) mais est fermée depuis 2015. Les stations de Sherbrooke et de La Patrie calculent à chaque heure l'indice de la qualité de l'air à partir de leurs mesures de PM2.5 et d'O3.

³ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 6, Québec, Direction des avis et des expertises, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2018.



Figure 1 : Carte du réseau de surveillance de la qualité de l'air (2017)

2. Les contaminants de l'air

Dans cette partie, nous présentons les principales caractéristiques des contaminants de l'air qui sont mesurés dans le suivi de la qualité de l'air et le calcul de l'indice de la qualité de l'air. Sont présentés l'origine des contaminants et les secteurs d'activité qui en sont les principaux émetteurs, leurs effets connus sur la santé humaine et l'évolution des émissions depuis 1990.

La majorité des données et graphiques présentés dans cette section sont issus des rapports *Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2011) et du *Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009* de l'Institut national de santé publique du Québec (2012).

a) **Les particules (PST, PM10 et PM2.5)**

Les « particules » correspondent aux éléments liquides ou solides en suspension dans l'air (des « gouttelettes »; tout ce qui « flotte » dans l'air et qui n'est pas un gaz) de taille microscopique (< 150 micromètres). Les particules proviennent aussi bien d'éléments naturels comme les pollens et l'érosion des sols (les « poussières ») que des activités humaines en particulier les suies (« fumées ») de combustion. Ainsi, la composition chimique des particules est très variée et n'est donc pas considérée dans leur analyse même si certains composés chimiques se trouvent préférentiellement sous forme de particules que de gaz et que la dangerosité des particules est également influencée par leur composition chimique.

La dangerosité des particules pour la santé humaine vient d'abord de leur capacité à pénétrer dans les poumons et ainsi à affecter les fonctions respiratoires, ce qui est un facteur aggravant voire déclenchant pour les personnes souffrant d'asthme, de bronchite ou de maladies cardiovasculaires.

Plus les particules sont de petite taille, plus leur pouvoir pénétrant dans l'appareil respiratoire est important. Elles sont donc classées suivant leur taille (diamètre), les plus petites pouvant être considérées comme les plus « dangereuses » pour la santé. On distingue donc :

- Les particules en suspension totales (PST) d'une taille entre 0.1 µm et 150 µm qui correspondent à la majorité des particules en suspension;

- Les PM10, de diamètre < 10 µm qui sont les particules « respirables », c'est-à-dire assez petites pour pénétrer les poumons;
- Les particules fines (PM2.5) de diamètre < 2.5 µm qui peuvent pénétrer en profondeur dans l'organisme et voyagent également sur de très longues distances suivant les conditions météorologiques (plusieurs milliers de km). Elles sont des composantes importantes du smog, mais ne sont inventoriées par InfoAir que depuis 2002.

Il n'existe pas de concentration minimale en dessous de laquelle les particules n'ont pas d'effet sur la santé, et l'exposition à laquelle nous sommes soumis en milieu urbain et rural est nuisible pour la santé (Organisation mondiale de la santé, 2006). De plus, l'exposition prolongée et chronique aux particules fines (PM2.5) pourrait engendrer une diminution permanente de la capacité pulmonaire. Des études ont montré des corrélations fortes entre exposition à long terme aux PM2.5 et mortalité (OMS, 2006).

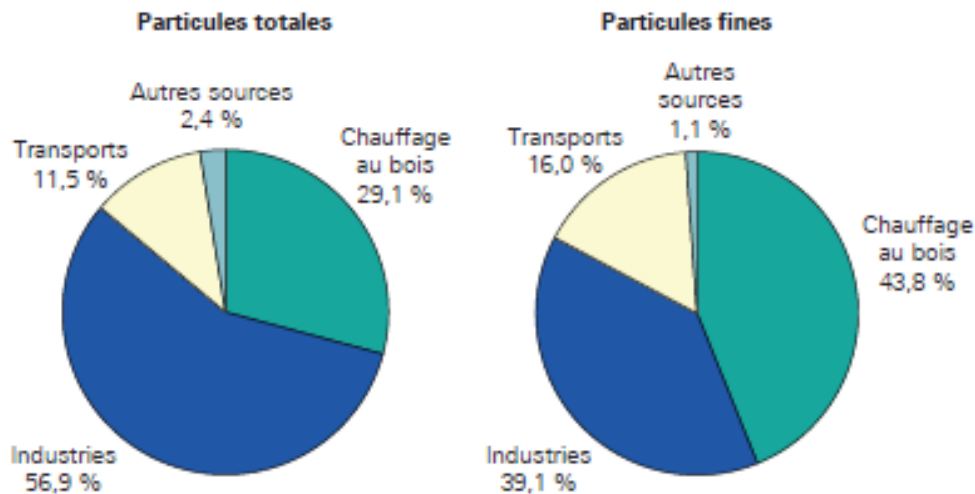


Figure 2 : Répartition des émissions de particules totales (PM) et de particules fines (PM2.5) au Québec en 2008 (Paradis et al, 2011)

Les PST sont émises majoritairement par le secteur industriel et par la combustion « non industrielle », c'est-à-dire majoritairement le chauffage au bois. Ce dernier est même l'émetteur majoritaire de PM2.5, devant le secteur industriel (Figure 2).

Dans le secteur industriel, l'extraction minière et les alumineries représentent plus de 30 % des émissions de PST du secteur et plus de 25 % pour les PM2.5 (voir Tableau 1).

Secteur ou catégorie de sources	Émissions de PM (kt)	Part du secteur (%)	Émissions de PM _{2,5} (kt)	Part du secteur (%)
Chauffage au bois	30,5	29,1	28,9	43,8
Industries				
Extraction de minerais	24,1	23,0	12,0	18,2
Alumineries	8,9	8,5	5,0	7,8
Autres	26,8	25,4	8,8	13,3
Transports	12,1	11,5	10,6	16,0
Autres sources	2,5	2,4	0,7	1,1
Total	104,8	100	65,9	100

Tableau 1 : Quantités de particules émises par secteur au Québec en 2008 (Lebel et al 2012)

Les émissions du secteur du transport correspondent principalement aux moteurs diesel hors transport routier, car ces moteurs sont rarement munis de dispositifs anti-pollution avancés, à la différence du transport routier par camions. Cela correspond principalement à l'équipement lourd utilisé dans les secteurs forestier, agricole et minier, ainsi que les bateaux diesel et à essence.

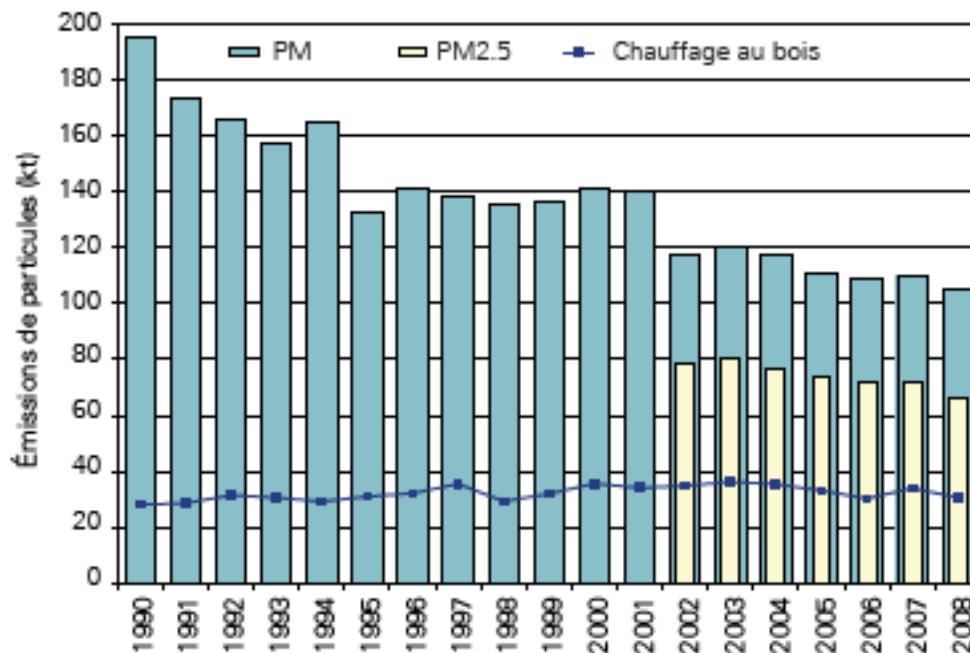


Figure 3 : Évolution au Québec des émissions de particules totales (PM) de 1990 à 2008 et de particules fines (PM2.5) de 2002 à 2008 (Paradis et al, 2011)

Entre 1990 et 2008, les émissions de PST au Québec ont diminué de 46 % alors que celles directement imputables au chauffage par bois ont augmenté de 9 % et fluctuent suivant les besoins en chauffage. Les émissions de PM_{2.5} (inventoriées depuis 2002) ont diminué d'au moins 20 % (Figure 3).

b) Les oxydes d'azote (NO et NO₂)

Les oxydes d'azote (appelés NO_x) comprennent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Le NO est très réactif et se transforme en NO₂ au contact de l'ozone (O₃). Inversement, le NO₂ sous l'action de la lumière du soleil (rayonnement UV) va réagir avec l'oxygène de l'air pour former de l'ozone et produire du NO.

NO et NO₂ sont donc des précurseurs de l'ozone, et on observe une présence inversement proportionnelle entre NO₂ et O₃. De plus, les NO_x peuvent se transformer en nitrates qui participent à la formation des « pluies acides ».

Au niveau de la santé, le NO est sans danger dans les concentrations observées dans l'air ambiant et est trop réactif aux autres éléments contenus dans l'air pour s'y concentrer. Le suivi de sa concentration est fait majoritairement pour anticiper la formation de l'ozone.

Le NO₂ est un irritant important. C'est sa concentration dans l'air ambiant qui est réglementée et non celle du NO. Pour des concentrations fortes de NO₂ (200 µg/m³), même sur de courtes durées, il est un gaz toxique provoquant une inflammation des voies respiratoires (OMS 2008). L'exposition au NO₂ a également été associée aux symptômes respiratoires chez les enfants. Une exposition sur le long terme au NO₂ provoquerait une diminution de la capacité pulmonaire, une augmentation des symptômes respiratoires chez les asthmatiques et même un ralentissement du développement de la fonction pulmonaire chez les enfants exposés à d'importantes concentrations.

Les NOx sont majoritairement produits lors de combustions à haute température, ce qui fait du secteur du transport l'émetteur principal (75,8 % en 2008), les camions de transport représentant 26 % de ces émissions et les voitures à essence 11 % (voir Figure 4). L'industrie est le 2^e secteur d'émission de NOx (15,4 %), essentiellement par les activités des fonderies, des pâtes et papiers et des cimenteries.

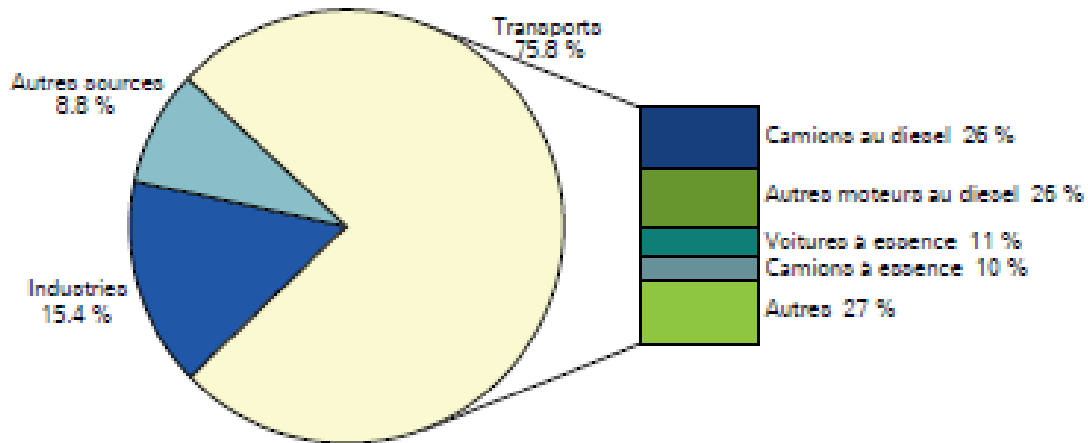


Figure 4 : Répartition par secteur des émissions de NOx au Québec en 2008 (Paradis et al, 2011)

Entre 1990 et 2008, les émissions de NOx ont diminué de façon constante jusqu'à être réduites de 21 % (voir Figure 5). La part de cette diminution vient majoritairement du transport automobile à essence qui a diminué ses émissions de 75 % alors que le parc automobile a augmenté de 29 % sur cette période. L'introduction de normes de pollution plus drastiques généralisant l'utilisation de catalyseurs sur les échappements des voitures à essence a permis cette diminution. En revanche, on observe une augmentation des émissions dues au transport par camion dont l'utilisation a augmenté sur cette période.

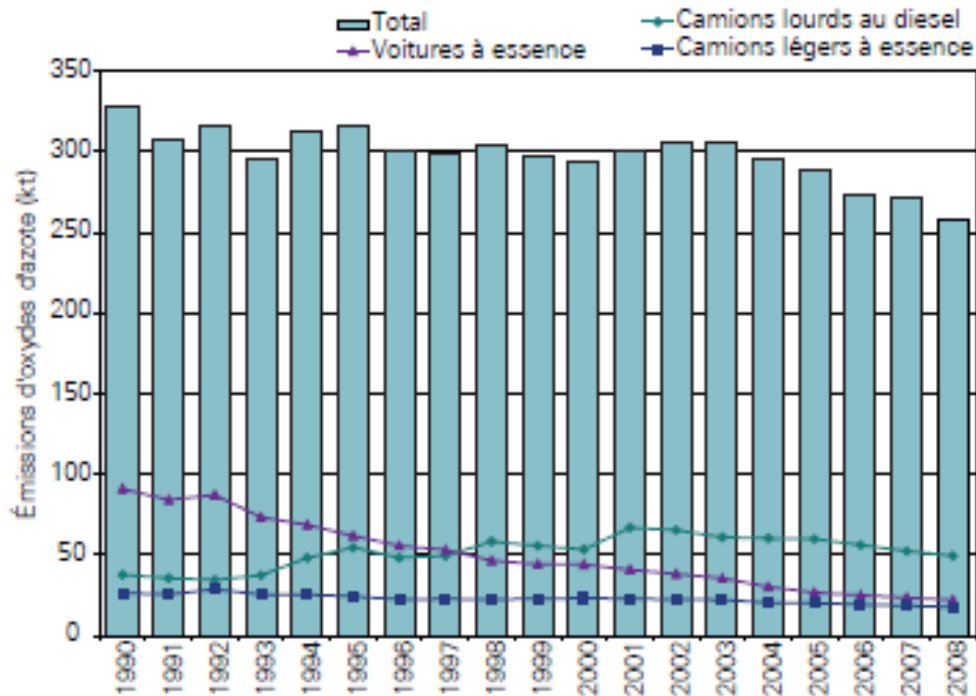


Figure 5 : Évolution des émissions de NOx au Québec de 1990 à 2008 (Paradis et al, 2011)

Dans le secteur industriel, les usines de pâtes et papiers ont vu leurs émissions de NOx baisser de 46 % depuis 1990 (conversion des chaudières à l'huile lourde en chaudières au gaz naturel; fermetures de sites de production) alors que sur la même période les cimenteries ont vu leurs émissions augmenter respectivement de 43 %, ce qui globalement produit une diminution faible d'émissions de NOx par le secteur industriel.

c) L'ozone troposphérique (O3)

L'ozone considéré dans la qualité de l'air et mesuré dans les stations du RSQAQ correspond à l'ozone troposphérique, c'est-à-dire celui retrouvé dans la couche basse de l'atmosphère (la troposphère : zone allant du sol à 15 km d'altitude). Même si chimiquement se sont les mêmes molécules, il ne doit pas être confondu avec l'ozone stratosphérique situé dans la couche haute de l'atmosphère (au-delà de 15 km) et forme la « couche d'ozone » qui participe à l'absorption du rayonnement UV du soleil délétère pour la santé (appelé aussi « bon ozone »).

L'ozone troposphérique (aussi appelé « mauvais ozone ») est un des principaux constituants du smog. Il n'est pas émis directement dans l'air par un secteur d'activité. Il se forme à partir d'autres contaminants précurseurs comme les NOx (voir précédemment) et les composés organiques

volatils (COV) sous l'effet du rayonnement solaire et avec l'oxygène de l'air. Ainsi, les concentrations d'ozone présentes dans l'air dépendent des conditions d'ensoleillement ce qui explique l'apparition de « pic d'ozone » en cas de fort ensoleillement. De plus, l'ozone a une durée de vie dans l'air de plusieurs jours et peut en fonction des vents se déplacer sur de grandes distances. Ainsi, on observe ce phénomène paradoxal où dans les milieux urbains les concentrations d'ozone diminuent sous l'action des NOx (NO particulièrement), alors que transporté par les vents dans un milieu plus pauvre en NOx, l'O3 s'accumule entraînant une concentration plus élevée en milieu rural.

Au niveau de la santé, l'ozone est un gaz irritant qui pénètre profondément dans l'appareil respiratoire et peut diffuser dans le sang et réagir avec les composantes cellulaires et affecter les capacités respiratoires. À des concentrations très élevées, il est irritant pour les yeux, le nez et la gorge et provoque des toux et de la difficulté à respirer. L'augmentation des concentrations quotidiennes est associée à une hausse de la sévérité et de la fréquence des crises d'asthme, à une augmentation des hospitalisations et des visites à l'urgence pour des maladies respiratoires et à la diminution des fonctions pulmonaires, particulièrement chez les enfants et les personnes sensibles. À long terme, les effets de l'exposition à l'ozone seraient l'augmentation du risque de développer de l'asthme, la diminution de façon irréversible des fonctions pulmonaires et l'augmentation de la mortalité prématurée liée à des troubles respiratoires (United States Environmental Protection Agency, 2006). Les personnes âgées, les enfants, ainsi que les personnes présentant des problèmes respiratoires sont parmi les personnes les plus sensibles et vulnérables aux pics d'ozone.

Comme l'ozone n'est pas directement émis par un secteur d'activité, ce sont les émissions de ses précurseurs qui sont responsables de sa formation et de sa présence. Ainsi, la présence d'ozone est majoritairement due aux émissions du secteur du transport (NOx) et de l'industrie (NOx et COV).

Les concentrations d'ozone dans l'air ont été mesurées d'abord dans les milieux urbains dès le milieu des années 1970 et ont ensuite progressivement été mesurées dans les zones rurales à partir des années 1990. Si les concentrations d'O3 étaient globalement stables en milieu urbain, elles ont progressivement augmenté à partir de la fin des années 1990 (voir Figure 6). À l'inverse, on mesure une faible diminution en milieu rural.

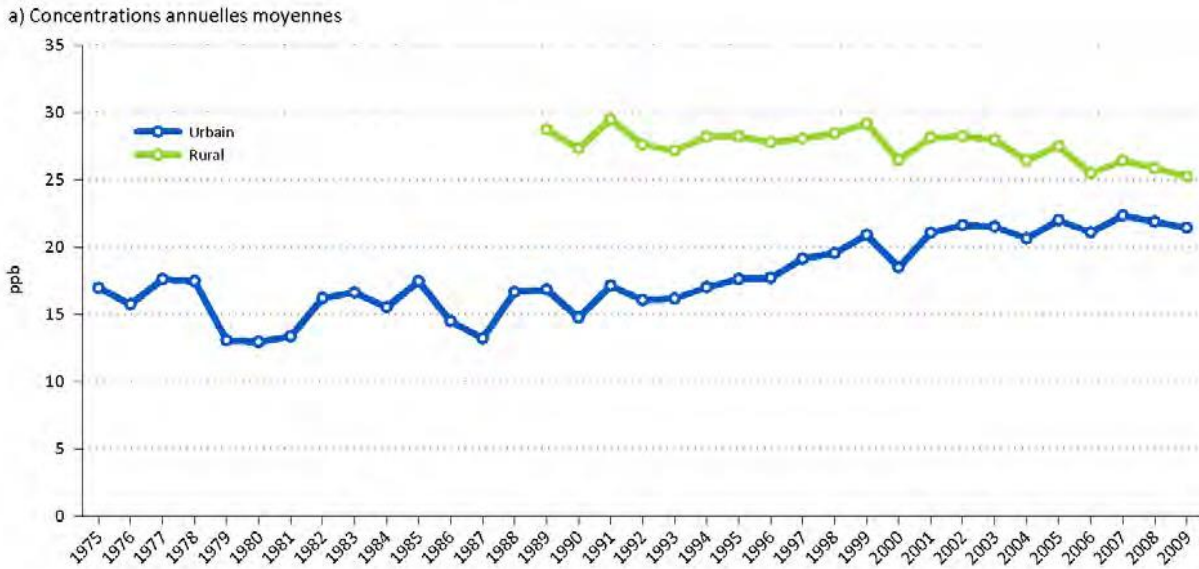


Figure 6 : Évolution des concentrations annuelles d’ozone au Québec en milieu urbain et rural de 1975 à 2009 (Lebel et al 2012)

d) Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre (SO₂) est un gaz incolore qui dégage une odeur âcre. Le soufre (S) est présent dans les produits pétroliers bruts et également dans les minerais (cuivre, zinc, plomb, fer). Ainsi, le SO₂ est émis dans l’air lors de la combustion des carburants fossiles (transport, chauffage résidentiel et commercial) et par les industries de transformation des matières brutes qui en contiennent (métallurgie, pâtes et papiers, raffineries de pétrole, etc.). De plus, le SO₂ réagit avec d’autres molécules présentes dans l’air, ce qui provoque la formation de particules, et participe ainsi à la formation du smog, ou se transforme en acide sulfurique qui est un des composés majeurs des pluies acides.

Au niveau de la santé, le dioxyde de soufre est un gaz irritant et associé à de nombreuses pathologies respiratoires, souvent en combinaison avec les particules présentes dans l’air ambiant. Il est associé à une inflammation de l’appareil respiratoire, à la toux et à une exacerbation de l’asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires (OMS, 2008). Des augmentations de visites aux urgences et des admissions à l’hôpital lors de concentrations élevées de SO₂ sur une journée ont été documentées, particulièrement pour les personnes souffrant d’asthme ou fragiles (enfants, personnes âgées).

En 2008, le secteur industriel est responsable de la majorité des émissions de SO₂ avec plus de 80 % des émissions (Figure 7, graphique), et le secteur de l'extraction de métaux non ferreux (aluminerie, cuivre, zinc) représente plus de 40 % des émissions totales (Figure 7, tableau). Il est à noter que le secteur des pâtes et papier émet autant que les raffineries de pétrole (7 % des émissions totales).

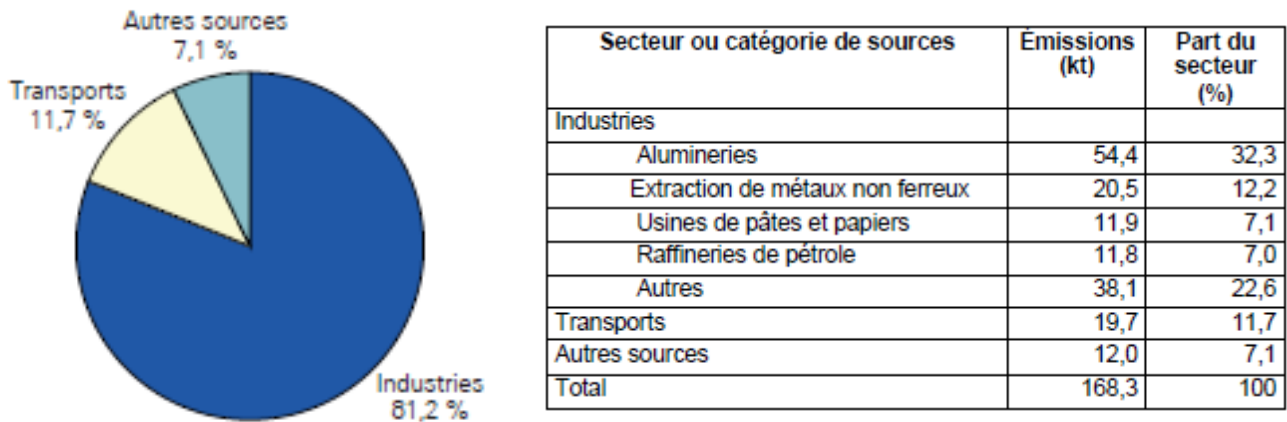


Figure 7 : Répartition par secteurs des émissions de SO₂ au Québec en 2008 (Paradis et al, 2011)

Entre 1990 et 2008, les émissions de SO₂ au Québec ont diminué de 58 %, surtout à partir de la fin des années 1990 (Figure 8). Cette baisse est majoritairement due à la diminution dans le secteur des métaux non ferreux, principalement par les fonderies de cuivre, dont les émissions ont diminué de 59 % sur cette période. Ces résultats proviennent de l'évolution des procédés industriels par le captage et le traitement des émissions ainsi que par la fermeture de la fonderie de cuivre de Murdochville en 2002. Le secteur du transport a également vu ses émissions diminuer d'environ de moitié sur la période, notamment par l'introduction de carburant à faible teneur en soufre. En revanche, les émissions de SO₂ par les alumineries ont plus que doublé de 1990 à 2008, en particulier du fait du fort développement qu'a connu ce secteur au Québec.

La mesure et la surveillance du SO₂ est uniquement réalisée par des stations locales, essentiellement celles proches de sites d'émissions localisés en milieu urbain. Loin de ces sources, des concentrations de SO₂ sont considérées comme négligeables (MELCC, com. pers.).

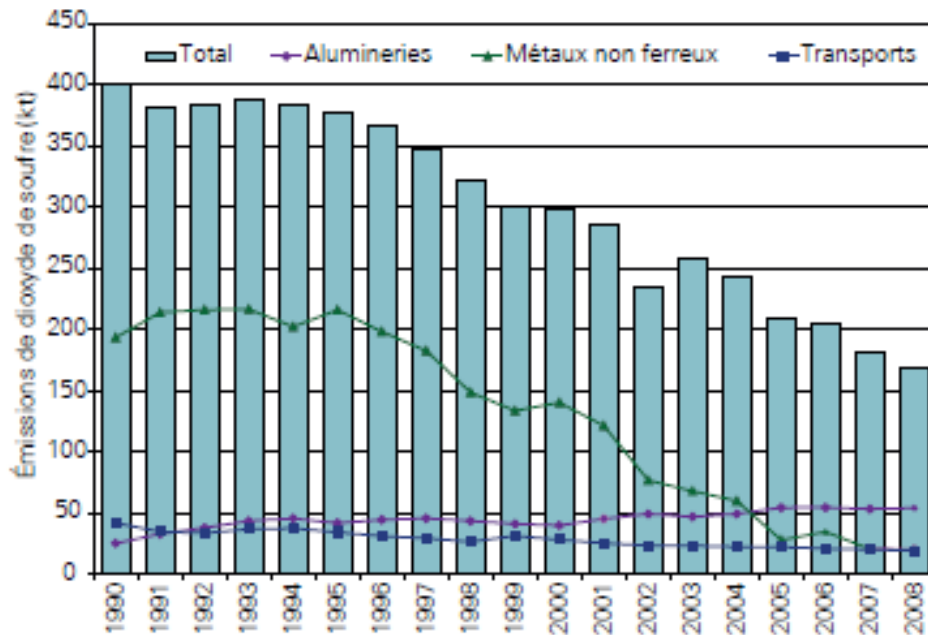


Figure 8 : Évolution des émissions annuelles de SO2 totales et par secteur au Québec de 1990 à 2008 (Paradis et al, 2011)

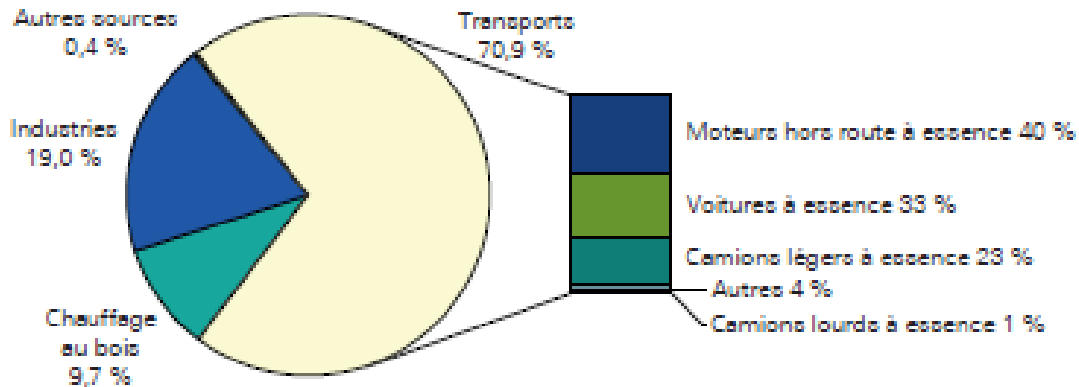
e) Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore et inodore, produit lors d'une mauvaise combustion des combustibles fossiles et des matières organiques (bois, butane, charbon, essence, mazout, gaz naturel, pétrole, propane, etc.). On observe les pics d'émission de CO aux moments où la circulation automobile est la plus importante, soit le matin et en fin d'après-midi.

Le CO est un gaz toxique, et ce, peu importe sa concentration : à faible dose sur une longue période, ou à dose élevée sur une courte période. Il provoque une asphyxie en prenant la place de l'oxygène sur l'hémoglobine (globules rouges), son affinité pour celle-ci étant 200 fois plus forte que celle de l'oxygène. Les symptômes de l'intoxication au CO sont les maux de tête, les nausées, les étourdissements et finalement, l'évanouissement et le coma. Les personnes avec des problèmes cardiovasculaires sont les plus sensibles aux effets du CO.

Le transport est l'émetteur principal de CO avec 70,9 % des émissions en 2008 (Figure 9, graphique), vient ensuite le secteur industriel (19 %) dont les alumineries représentent à elles seules 80 % des émissions du secteur (Figure 9, tableau). Comme le CO est principalement émis

par la combustion incomplète des matières organiques, le chauffage au bois est un émetteur important et représente presque 10 % des émissions totales. Il est à noter que les émissions naturelles de CO au Québec sont majoritairement dues aux incendies de forêt.



Secteur ou catégorie de sources	Émissions (kt)	Part du secteur (%)
Transports	1424,4	70,9
Industries		
Alumineries	312,2	15,5
Industries du fer et de l'acier	32,1	1,6
Autres	37,0	1,8
Chauffage au bois	195,4	9,7
Autres sources	8,9	0,4
Total	2010,0	100

Figure 9 : Répartition des émissions de CO par secteur au Québec en 2008 (Paradis et al, 2011)

De 1990 à 2008, les émissions de CO au Québec ont diminué de 30 % (Figure 10), mais elles avaient diminué d'un facteur 5,5 sur la période 1975-1990. La baisse depuis le début des années 1990 est majoritairement due aux réductions dans le secteur du transport, en particulier par le développement technique réalisé sur les moteurs à essence (alors que le parc automobile a augmenté de 29 %). Les émissions dues au chauffage au bois sont globalement constantes sur cette période et fluctuent d'une année sur l'autre suivant la demande en chauffage. Les alumineries ont vu leurs émissions augmenter de 31 % sur la période 1990-2008 du fait du développement de cette activité.

Les stations de mesure qui analysent les concentrations de CO sont au nombre de 10 à l'échelle de la province et sont exclusivement situées dans des secteurs urbains.

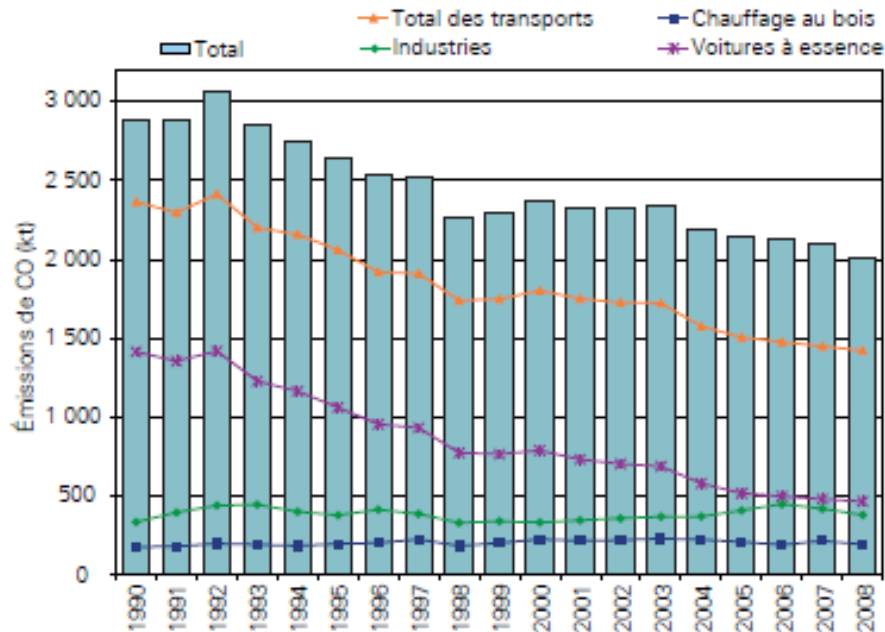


Figure 10 : Évolution des émissions annuelles de CO totales et par secteur au Québec de 1990 à 2008 (Paradis et al, 2011)

f) Les composés organiques volatils (COV)

Les composés organiques volatils (COV) sont des molécules contenant au moins un atome de carbone (à l'exclusion du CO₂ et du CO) et qui peuvent se trouver à l'état gazeux à la température de l'air ambiant. Il s'agit donc d'une famille de composés chimiques très variés parmi lesquels les solvants organiques occupent une bonne place, par exemple le benzène, le toluène et l'acétone.

Au niveau de la santé, les COV ont un effet qui dépend de leur nature chimique. Ils constituent généralement une nuisance olfactive. Certains participent à la formation de l'ozone troposphérique et du smog, d'autres sont irritants et affectent le système respiratoire, d'autres sont classés comme cancérigènes et mutagènes. Enfin, même si sans impact chimique sur la santé, certains COV contribuent à l'effet de serre.

Les COV sont majoritairement d'origine humaine, les COV naturels étant produits par la décomposition et le métabolisme des végétaux. Les grands secteurs d'émissions cités précédemment émettent des COV en proportion similaires, le secteur des transports étant majoritaire avec 36,9 % des émissions (Figure 11, graphique). Plus de 20 % des émissions de COV proviennent de sources variées, dont l'utilisation des solvants hors procédés industriels (nettoyage, peinture, aérosols, lave-glace, antigel...) et de la distribution de carburant au détail (Figure 11, tableau). Globalement, l'utilisation des solvants industriels et non-industriels représente 20 % des émissions de COV au Québec. Le chauffage au bois représente à lui seul plus de 10 % des émissions.

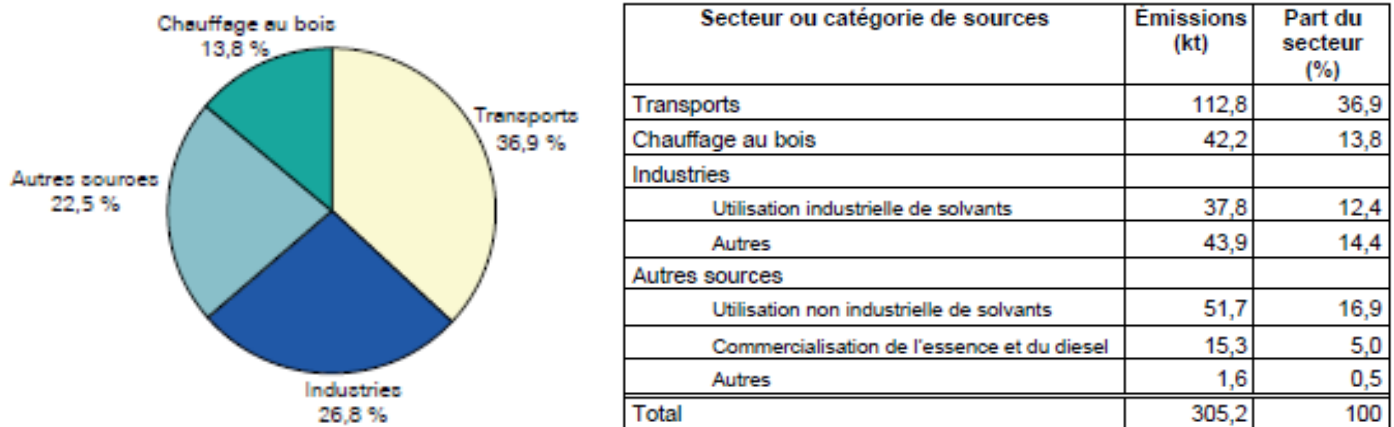


Figure 11 : Répartition par secteurs des émissions de COV au Québec en 2008 (Paradis et al, 2011)

Les émissions de COV ont diminué de 26 % entre 1990 et 2008 (Figure 12). Cette diminution est principalement due aux baisses des émissions des véhicules routiers à essence (69 % de diminution) notamment par le développement de l'efficacité des moteurs, l'introduction des échappements catalytiques et l'application du règlement fédéral sur le benzène dans l'essence en 1997.

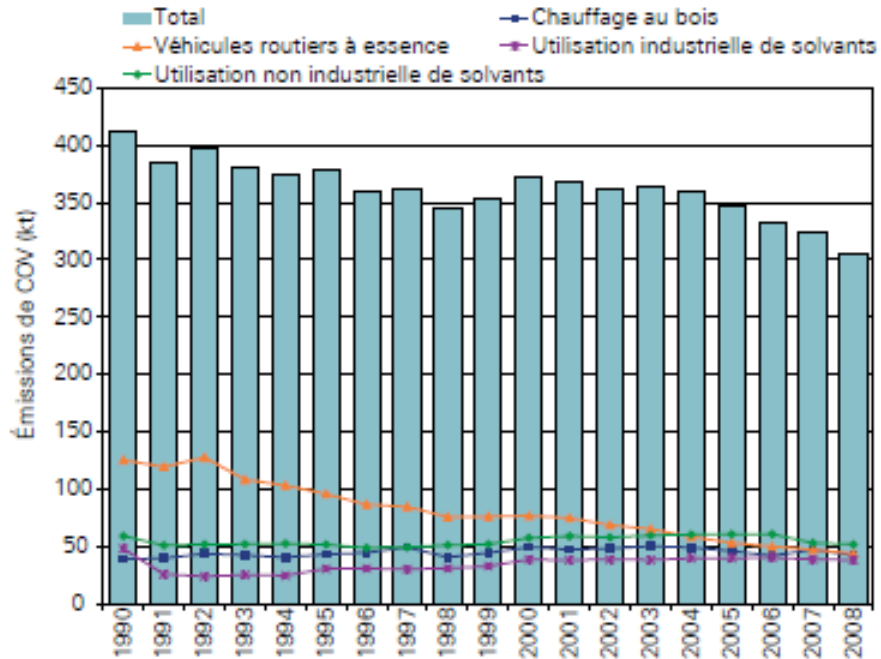


Figure 12 : Évolution des émissions annuelles de CO totales et par secteur au Québec de 1990 à 2008 (Paradis et al, 2011)

Les émissions liées à l'utilisation des solvants (industrielle ou non-industrielle) ont fluctué sur cette période et ont légèrement diminué en 2008 par rapport à 1990. Les émissions liées au chauffage au bois ont par contre augmenté de 9 % sur cette période, mais celles-ci sont tributaires des conditions météorologiques. Les mesures de captation et de limitation des émissions à la source dans le secteur des raffineries notamment ont permis de diminuer les émissions de COV dans plusieurs domaines industriels.

3. L'indice de la qualité de l'air (IQA)

L'indice de la qualité de l'air (IQA) est un indicateur dynamique qui permet de visualiser en temps réel (mise à jour à chaque heure) l'état de la qualité de l'air dans les différentes régions et les centres urbains sur [une carte du Québec](#) (Figure 13). L'IQA sur l'île de Montréal n'est pas présenté car calculé par ses propres services. Cet indice se veut une déclinaison grand public des mesures des concentrations dans l'air des cinq contaminants (O3, NO2, SO2, PM2.5 et CO) mesurés en continu par les 57 stations calculant et publiant des valeurs d'IQA en 2016.

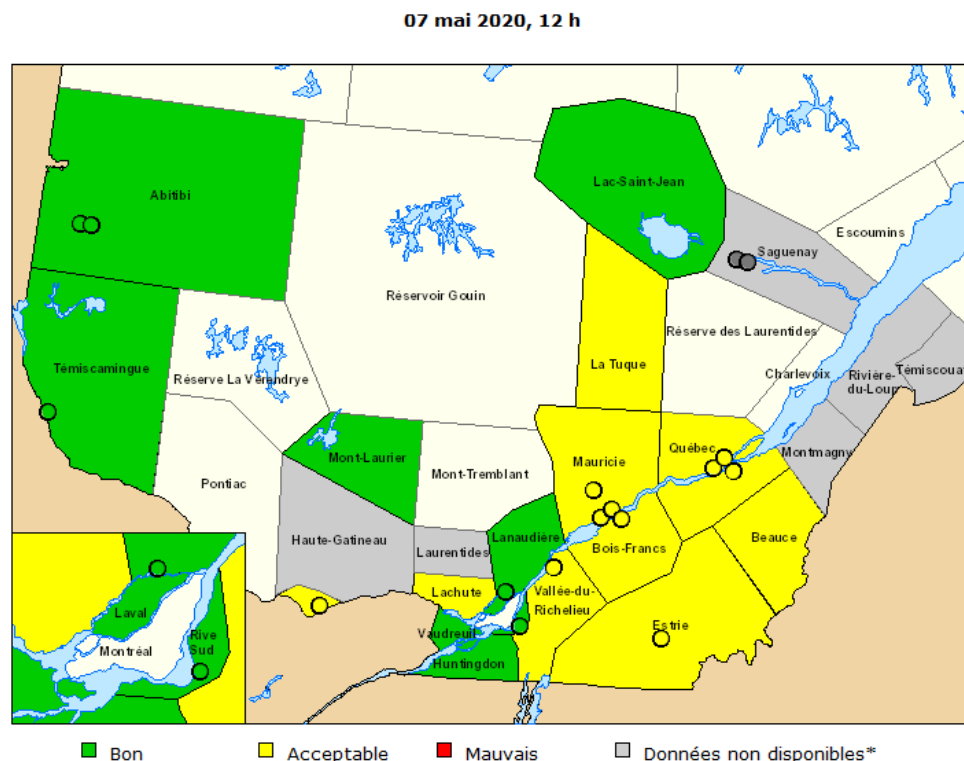


Figure 13 : Exemple de carte du Québec avec l'IQA en temps réel suivant les régions et les localités (ronds noirs)

L'indice de la qualité de l'air est calculé à partir de la concentration du contaminant mesurée dans l'air à chaque heure et ensuite rapportée (divisée) à sa valeur de référence. Suivant la concentration du contaminant dans l'air par rapport à sa valeur de référence l'indice de qualité de l'air sera déterminé comme « bon », « acceptable » ou « mauvais » :

- IQA bon : valeur mesurée < 50 % de la valeur de référence
- IQA acceptable : 50 % de la valeur de référence ≤ valeur mesurée ≤ 100 % de la valeur de référence
- IQA mauvais : valeur mesurée > 100 % de la valeur de référence

Les stations publiant les valeurs de l'IQA mesurent obligatoirement au minimum les contaminants O₃ et PM_{2.5}. C'est la valeur du contaminant dont la concentration dans l'air est la plus élevée qui détermine l'IQA global de la station, même si tous les autres contaminants sont bien en dessous de leur valeur de référence.

Le tableau 2 montre les valeurs de référence pour les cinq contaminants mesurés pour déterminer l'IQA. Ces valeurs sont à comparer avec le tableau 3 qui rappelle les normes du RAA ainsi que les valeurs recommandées par l'OMS.

Polluant	Type de mesure	Valeur de référence
Ozone (O₃)	Moyenne horaire	82 ppb
Particules fines (PM_{2,5})	Moyenne des trois dernières heures	35 µg/m ³
Dioxyde de soufre (SO₂)	Maximum sur quatre minutes ¹	200 ppb
Dioxyde d'azote (NO₂)	Moyenne horaire	213 ppb
Monoxyde de carbone (CO)	Moyenne horaire	30 ppm

¹ Maximum des concentrations moyennes sur quatre minutes observées au cours d'une heure donnée.

Tableau 2: Valeurs de référence pour le calcul de l'IQA

Il est à noter que les normes du RAA sont des normes légales qu'un émetteur n'est pas autorisé à dépasser mais pas une norme sur la concentration générale dans l'air d'un contaminant (ce que mesure l'IQA). L'OMS quant à elle publie des lignes directrices vers lesquelles il est idéal de tendre pour le mieux de la santé. Rappelons également que pour les cinq contaminants de l'IQA, ceux-ci ont un effet sur la santé dès qu'ils sont présents dans l'air et pas à partir d'une valeur seuil représentée par la valeur de référence du RAA ou même de l'OMS.

Contaminants	Période	Normes du RAA ^a	Lignes directrices de l'OMS de 2005 ^b
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 h	414 µg/m ³ (220 ppb)	200 µg/m ³ (106 ppb) 40 µg/m ³ (21 ppb)
	24 h	207 µg/m ³ (110 ppb)	
	1 an	103 µg/m ³ (55 ppb)	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	4 min	1 050 µg/m ³ (400 ppb) ^c	500 µg/m ³ (191 ppb) 20 µg/m ³ (8 ppb)
	10 min		
	24 h	288 µg/m ³ (110 ppb)	
	1 an	52 µg/m ³ (20 ppb)	
Particules fines (PM _{2,5})	24 h	30 µg/m ³	25 µg/m ³ 10 µg/m ³
	1 an		
Monoxyde de carbone (CO)	1 h	34 000 µg/m ³ (30 ppm)	
	8 h	12 700 µg/m ³ (11 ppm)	
Ozone (O ₃)	1 h	160 µg/m ³ (82 ppb)	100 µg/m ³ (50 ppb)
	8 h	125 µg/m ³ (65 ppb)	

^a RAA : Norme en vertu du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2011b).

^b OMS : Organisation mondiale de la Santé (Organisation mondiale de la Santé, 2006).

^c Cette valeur limite peut être excédée jusqu'à 0,5 % du temps sur une base annuelle, sans toutefois dépasser 1 310 µg/m³ (500 ppb).

Tableau 3 : Valeurs de référence pour les 5 contaminants de l'IQA selon le RAA et l'OMS (Lebel *et al*, 2012)

L'IQA est présenté selon deux échelles de représentativité spatiale : l'échelle régionale (suivant les régions sociosanitaires) qui donne l'état de la qualité de l'air sur une étendue de 100-150 km et l'échelle locale (à partir des stations urbaines) qui donnent l'état de l'air sur une étendue de +/- 1,5 km. La valeur de l'IQA régionale est déterminée à partir des différentes stations présentes sur le territoire de la région sans tenir compte des particularités des stations urbaines. Ainsi, si une station urbaine d'une région enregistre une forte concentration d'O₃ non détectée par les autres stations régionales, celle-ci ne sera pas prise en compte pour le calcul de l'IQA régionale, mais sera visible sur l'IQA de la station locale. À l'inverse, si une station régionale enregistre une forte concentration d'ozone non observée par les autres stations régionales ou même urbaines de la région concernée, ceci aura un impact sur l'IQA publié pour la région en question.

Comme dit précédemment, pour qu'une station participe au calcul de l'IQA, celle-ci doit obligatoirement mesurer au minimum les concentrations dans l'air de l'O₃ et des particules fines PM_{2.5}. Cependant, le calcul de l'IQA tient aussi compte des autres contaminants (SO₂, NO_x, CO) qui sont mesurés seulement par certaines stations (majoritairement urbaines). De façon générale, le ministère de l'Environnement considère que la présence dans l'air de SO₂, NO_x et CO est surtout due à des particularités locales telles que des points chauds de circulation ou des sites industriels, et ces trois contaminants ne seraient pas en mesure d'influencer l'IQA dans les zones où ces sources d'émission ne sont pas présentes (MELCC, com. pers.). Ainsi, le Ministère considère

qu'il n'y a pas de distorsion de la représentativité de l'IQA suivant les capacités de mesure des stations, et qu'à l'échelle du Québec, ce sont les PM2.5 et l'O3 qui ont un impact majoritaire et quasi exclusif sur la valeur de l'IQA.

Ainsi, en ce qui concerne la qualité de l'air à Sherbrooke et en Estrie, ce sont les mesures de O3 et de PM2.5 faites par la station du parc Adrien-Cambron qui donneront les valeurs de l'IQA pour la ville de Sherbrooke et celles faites par la station de La Patrie qui donneront les valeurs de l'IQA pour la région de l'Estrie.

III. Analyse de la qualité de l'air à Sherbrooke et en Estrie

1. L'indice de la qualité de l'air (IQA) à Sherbrooke et en Estrie

Une façon de présenter l'évolution de l'IQA dans le temps (d'une année sur l'autre) est d'indiquer le nombre de jours (en pourcentage) dans l'année où l'IQA a été évalué « bon », « acceptable » ou « mauvais ». Comme l'IQA est calculé à chaque heure à partir des mesures dans l'air en PM_{2.5} et en O₃, on détermine un l'IQA « global » pour une journée (24h) basé sur la valeur la plus élevée mesurée dans la journée. Concrètement, si dans une journée l'IQA de la station est « mauvais » pendant 1 heure, alors l'IQA de cette journée sera indiqué « mauvais » même si les autres 23 heures de la journée ont un IQA « bon ». Cette méthode surestime les valeurs « mauvaise » et « acceptable » de l'IQA journalière comparée à une représentation en pourcentage d'heures sur une année pour chacune des valeurs de l'IQA. En revanche, cette méthode renseigne beaucoup mieux sur la présence de « pics » de mauvaise qualité de l'air pour une journée et a donc été préférée.

Les valeurs annuelles de l'IQA à la station de La Patrie (Estrie) et du parc Adrien-Cambron (Sherbrooke) sont présentées entre 2004 (date des premiers calculs d'IQA) et 2018 (dernières données publiées) (Figure 14). De façon globale, l'état de la qualité de l'air est meilleur pour la région de l'Estrie que pour la localité de Sherbrooke. Le pourcentage de jours où l'IQA est « bon » en Estrie sur la période 2004-2018 est toujours supérieur à celui calculé à Sherbrooke. En moyenne sur la période 2004-2018, on enregistre 54,3 % de jours d'IQA « bon » dans une année en Estrie contre 46,5 % à Sherbrooke, soit 14,3 % de jours d'IQA « bon » en moins à Sherbrooke en moyenne par année. Ainsi, sur une année (moyenne 2004-2018), l'IQA est majoritairement « bon » en Estrie (54,3 %) alors qu'il est majoritairement « acceptable » à Sherbrooke (50,3 %). Aucune tendance à l'augmentation ou à la diminution des jours où l'IQA est « bon » ou « acceptable » n'est clairement observée à Sherbrooke ou en Estrie sur cette période. Le pourcentage de jours d'IQA « mauvais » sur la période 2004-2018 est en moyenne 2 fois plus élevé à Sherbrooke qu'en Estrie. Cependant, le pourcentage de jours où l'IQA est « mauvais » reste marginal en Estrie (1,4 % en moyenne des jours d'une année) et à Sherbrooke (3,2 %). On observe également pour l'Estrie et Sherbrooke une diminution du pourcentage de jours dans l'année où l'IQA est « mauvais » entre 2004 (respectivement 4,4 % et 8,7 %) et 2018 (0 % et 2,7 %).

Valeurs annuelles de l'IQA pour l'Estrie et Sherbrooke - 2004 à 2018

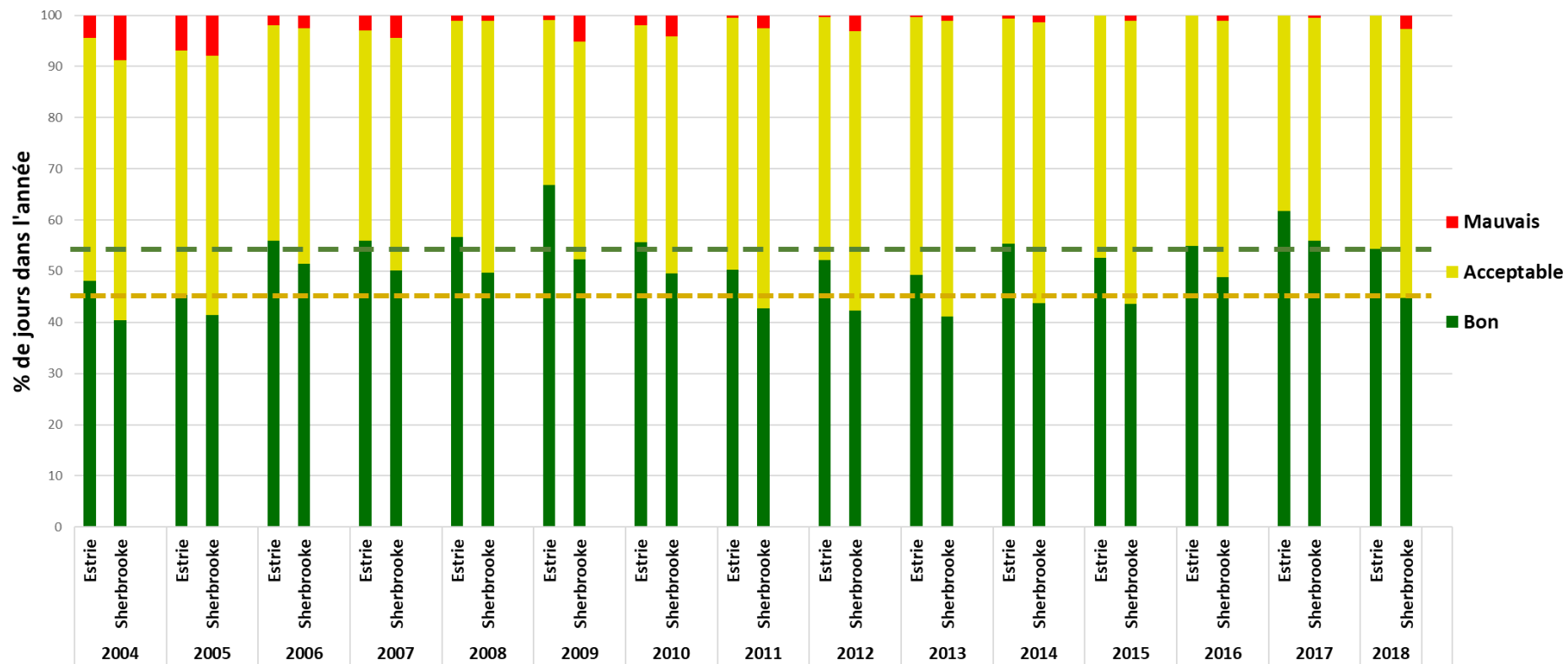


Figure 14 : Représentation des valeurs de l'IQA en pourcentage de jours sur une année pour la période 2004-2018

- — — Moyenne Estrie jours IQA « bon » (54,3 %)
- - - - - Moyenne Sherbrooke jours IQA « bon » (46,5 %)

Cette tendance se visualise sur le graphique où les valeurs extrêmes (supérieures à 1,5 fois la moyenne) de pourcentage de jours d'IQA « mauvais » à Sherbrooke sont observées pour les années 2004 (8,7 %), 2005 (7,9 %) et 2007 (4,4 %).

En conclusion, on peut considérer que la qualité de l'air à Sherbrooke, basée sur l'indice de la qualité de l'air, est seulement « acceptable » alors qu'elle est « bonne » en Estrie. Cependant, les épisodes où la qualité de l'air est « mauvaise », c'est-à-dire où les concentrations de PM2.5 et d'O3 dépassent les valeurs de référence du RAA, sont rares et en diminution, mais bien plus fréquents à Sherbrooke qu'en Estrie.

2. Comparaison de l'indice de la qualité de l'air à Sherbrooke avec d'autres villes au Québec

Pour situer l'état de la qualité de l'air à Sherbrooke par rapport aux autres villes de taille similaire au Québec, nous avons analysé les IQA annuels calculés dans les stations locales sur la période 2004-2018 pour les villes de Gatineau (secteur Hull), Trois-Rivières (secteur du Vieux-Trois-Rivières), Saguenay (Chicoutimi, secteur de l'université), Sorel-Tracy (secteur Saint-Joseph), Shawinigan (secteur Saint-Marc), Québec (secteur Limoilou) et Montréal (secteur centre).

Pour une meilleure visibilité des données sur une même graphique, nous avons représenté l'évolution sur la période 2004-2018 des pourcentages de jours dans l'année avec un IQA « bon » dans ces différentes villes (Figure 15) ainsi que la moyenne de pourcentage de jours dans l'année d'IQA « bon » sur l'ensemble de la période pour chaque ville (Figure 16).

On peut estimer que la qualité de l'air à Sherbrooke est globalement convenable (nous réserverons l'usage du terme « bon » ou « acceptable » à la valeur de l'IQA) lorsque comparée à celle des autres villes d'importance au Québec. L'évolution entre 2004 et 2018 du pourcentage de jours d'IQA « bon » à Sherbrooke (ligne violette épaisse) occupe une position médiane avec les autres villes, et est comparable à celles des villes de Trois-Rivières (ligne pleine verte) et de Québec – Limoilou (ligne rose pointillée). Les villes de Saguenay et de Gatineau présentent une qualité de l'air bien supérieure à celle de Sherbrooke sur cette période, avec respectivement une moyenne de pourcentage de jours d'IQA « bon » dans l'année de 63,1 % et 55,4 % contre 46,5 % pour Sherbrooke entre 2004 et 2018.

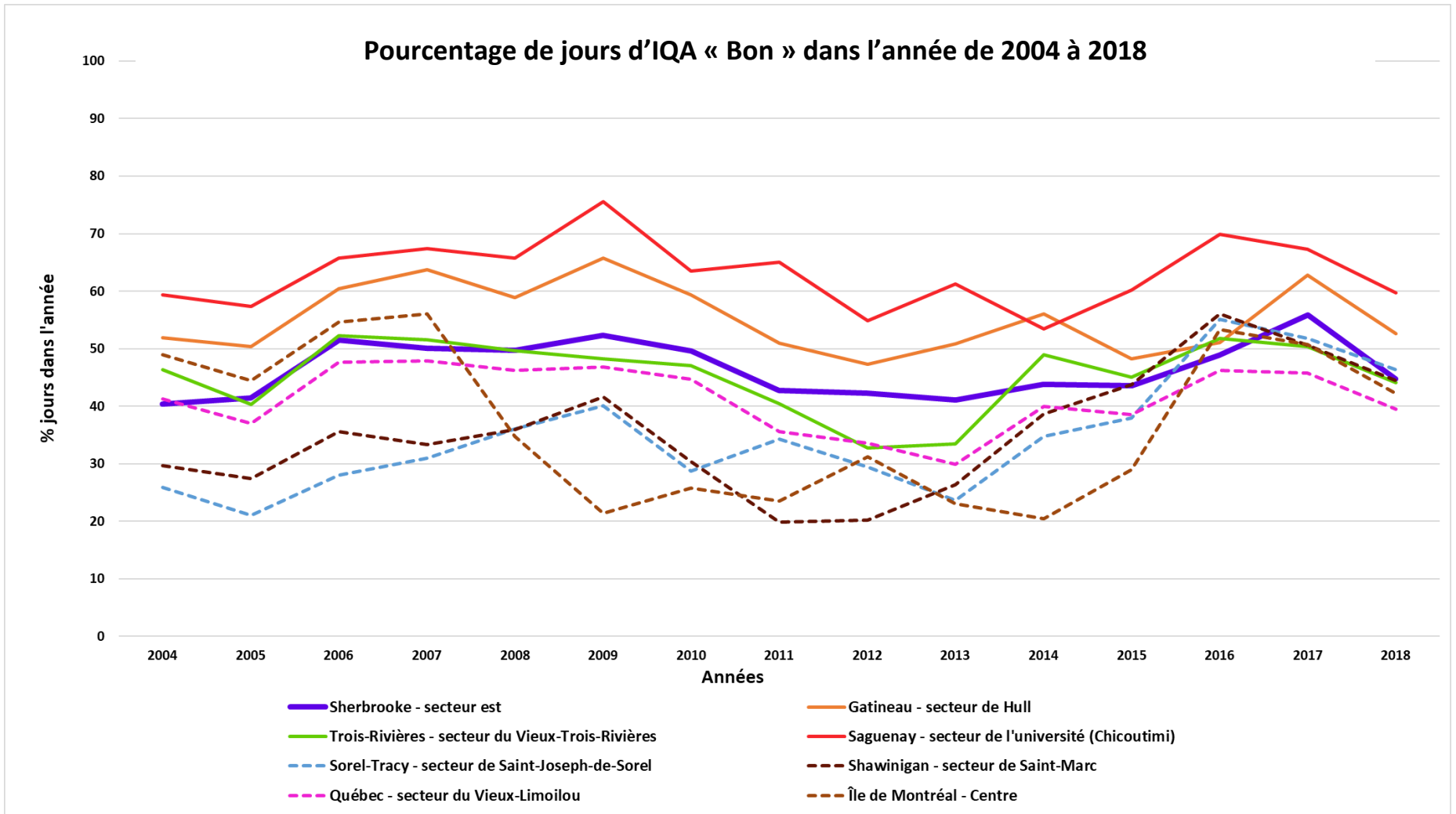


Figure 15 : Pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « bon » dans les grandes villes du Québec entre 2004 et 2018

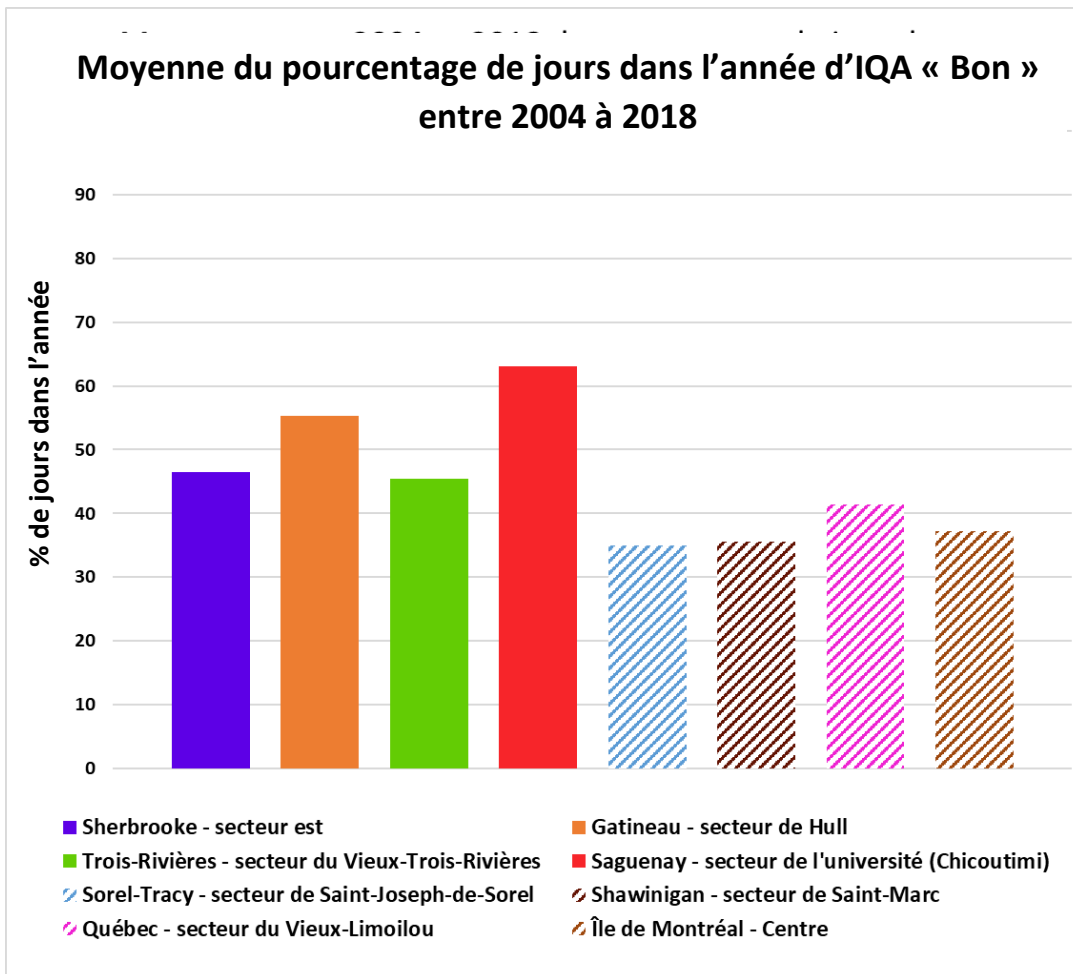


Figure 16 : Moyenne entre 2004 et 2008 du pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « bon » pour les villes d'importance au Québec

Les villes de Shawinigan (ligne pointillée marron) et de Sorel-Tracy (ligne pointillée bleue) ont la qualité de l'air la moins enviable (% de jours d'IQA « bon » dans l'année les plus bas). Pour ces deux villes, on observe tout de même une tendance depuis 2013 à une augmentation du pourcentage de jours dans l'année d'IQA « bon » pour atteindre une valeur similaire à celle de Sherbrooke en 2018. Cependant, l'écart avec Sherbrooke sur la période 2004-2018 reste important avec une moyenne de pourcentage de jours d'IQA « bon » dans l'année de 35,6 % à Shawinigan et de 34,9 % à Sorel-Tracy.

Globalement, on n'observe aucune tendance pour les grandes villes du Québec à une amélioration ou une dégradation de leur qualité de l'air entre 2004 et 2018, les pourcentages de

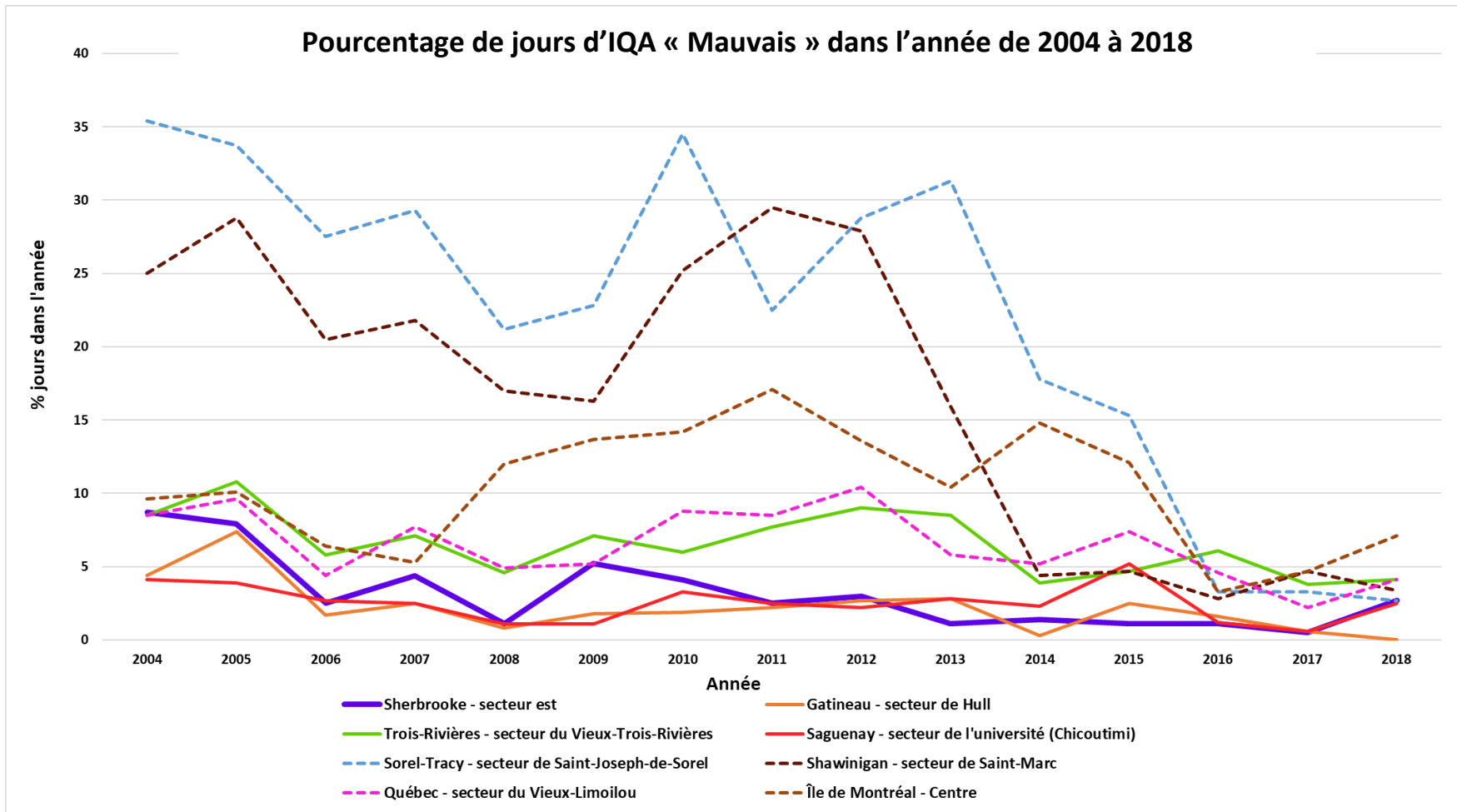


Figure 17 : Pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « mauvais » dans les grandes villes du Québec entre 2004 et 2018

jours dans l'année d'IQA « bon » étant sensiblement le même en 2004 et en 2018 pour chaque ville, hormis le rattrapage mentionné pour Shawinigan et Sorel-Tracy. Le pourcentage de jours dans l'année d'IQA « bon » fluctue beaucoup d'une année sur l'autre, mais globalement de façon similaire pour chacune des villes, ce qui peut laisser supposer une influence météorologique à ces fluctuations (vagues de froid et pics de chaleur).

Lorsque l'on s'intéresse aux pourcentages de jours dans l'année où l'IQA est « mauvais », la ville de Sherbrooke fait partie des villes qui présentent les meilleurs résultats avec Gatineau et Saguenay (Figure 17). Sur la période 2004-2018 Sherbrooke a enregistré une moyenne de 3,2 % de jours dans l'année avec un IQA « mauvais », Gatineau 2,2 % et Saguenay 2,5 % (Figure 18).

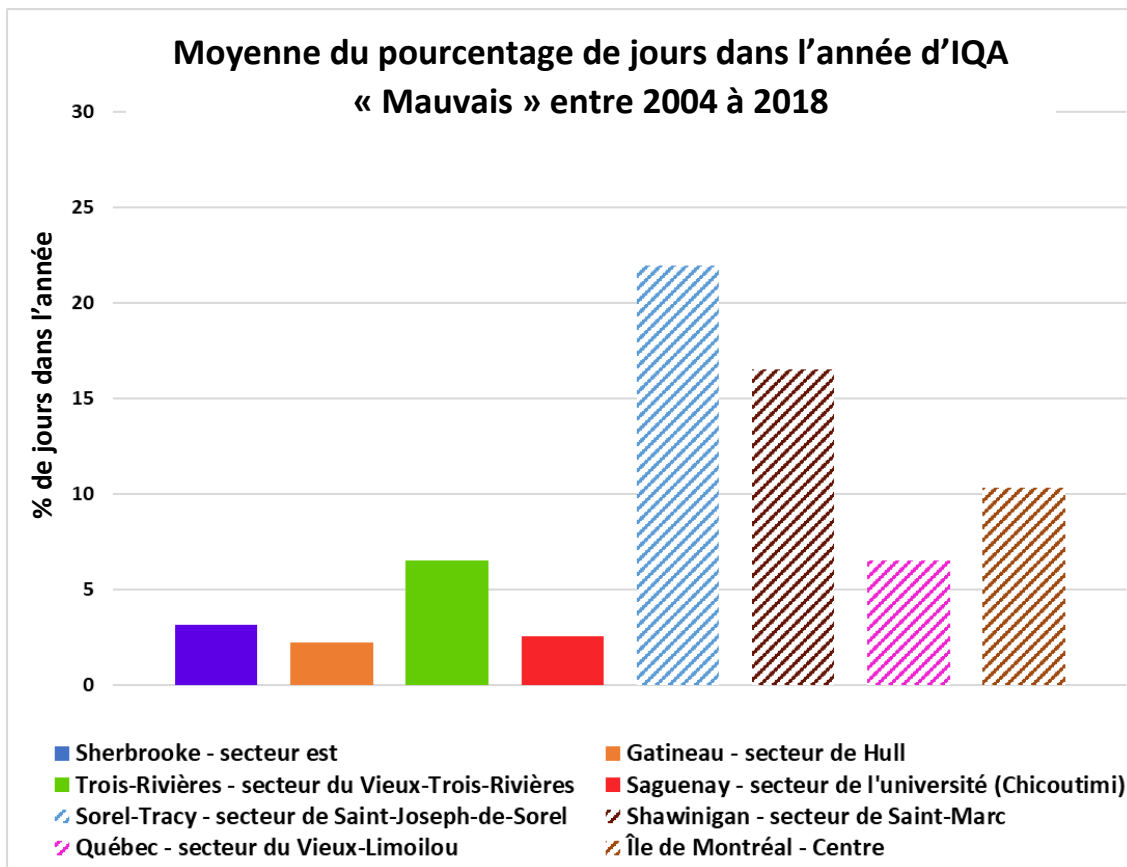


Figure 18 : Moyenne entre 2004 et 2018 du pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « mauvais » pour les villes d'importance au Québec

Les villes de Québec (6,5 %) et de Trois-Rivières (6,5 %) ont un pourcentage de jours dans l'année d'IQA « mauvais » supérieur à Sherbrooke. Les villes de Shawinigan et de Sorel-Tracy ont en moyenne sur la période 2004-2018 plus de 5 fois plus de jours dans l'année avec un IQA

« mauvais » qu'à Sherbrooke (respectivement 16,5 % et 22,0 %), même si on observe pour ces deux villes une nette diminution à partir de 2013 et un rapprochement vers les valeurs mesurées pour les autres villes du Québec.

Globalement, on observe une tendance à la diminution du pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « mauvais » pour toutes ces grandes villes du Québec depuis 2004, avec un resserrement des valeurs autour de 5 % de jours dans l'année d'IQA « mauvais » depuis 2016.

En conclusion, l'analyse de l'indice de la qualité de l'air calculé pour chaque jour de l'année montre que la ville de Sherbrooke a une qualité de l'air que l'on peut qualifier de « moyenne » ou de « convenable » par rapport aux autres villes de taille similaire au Québec ainsi que pour le reste de l'Estrie. Majoritairement dans une année, l'IQA de la ville de Sherbrooke est en moyenne « acceptable » alors qu'il est majoritairement en moyenne « bon » pour les villes de Gatineau et de Saguenay (Chicoutimi). Sherbrooke a légèrement plus de jours dans l'année avec un IQA « bon » que Québec et Trois-Rivières alors que ces villes ont une activité industrielle supérieure. En revanche, la ville de Sherbrooke subit très peu d'épisodes dans une année où l'IQA sera « mauvais », c'est-à-dire où les concentrations dans l'air de particules fines et/ou d'ozone sont supérieures à leur valeur seuil et fait partie des villes d'importance au Québec où le nombre de jour avec un IQA « mauvais » est le plus faible.

L'évaluation de la qualité de l'air à Sherbrooke par l'analyse de l'IQA ne permet pas de cibler l'influence d'un contaminant de l'air en particulier sur cet état. Cependant, l'IQA à Sherbrooke étant calculé uniquement à partir des concentrations dans l'air des particules fines PM2.5 et de l'ozone troposphérique, on peut supposer que le secteur du transport et du chauffage au bois sont les deux secteurs qui ont le plus d'influence sur la qualité de l'air de la ville, le secteur industriel à Sherbrooke étant a priori modeste quant à ses émissions (pas de site industriel lourd).

3. Comparaison de l'indice de la qualité de l'air en Estrie avec d'autres régions au Québec

Pour situer l'état de la qualité en Estrie par rapport à d'autres régions du Québec, nous avons analysé les IQA annuels calculés dans les stations régionales sur la période 2004-2018 pour les

régions limitrophes de l’Estrie : la Beauce, Bois-Francs et la Vallée-du-Richelieu ainsi que les deux régions urbaines de l’Île de Montréal et de Québec (voir carte mesure d’IQA p21). Comme pour l’analyse de l’IQA pour la ville de Sherbrooke, nous présentons les pourcentages de jours dans l’année avec un IQA « bon » et « mauvais ».

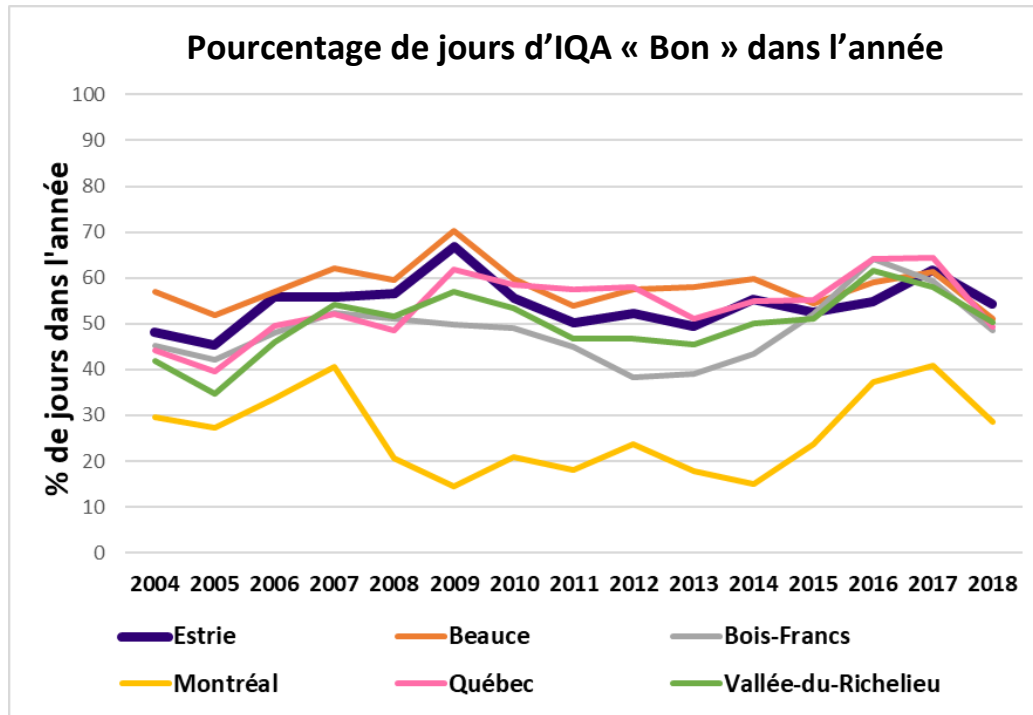


Figure 19 : Pourcentage de jours dans l’année avec un IQA « bon » dans les régions du Québec entre 2004 et 2018

La qualité de l’air en Estrie peut être qualifiée de satisfaisante lorsqu’elle est comparée aux régions limitrophes, voire de très satisfaisante comparée à l’Île de Montréal (Figure 19). Sur la période 2004-2018, la région de l’Estrie a une moyenne de pourcentage de jours dans l’année avec un IQA « bon » de 54,3 %, la Beauce de 58,2 %, la région des Bois-Francs 48,5 %, la Vallée-du-Richelieu 49,9 %, la région de Québec 53,9 % alors que l’Île de Montréal a une moyenne de 26,1 % de jours dans l’année avec un IQA « bon ». Les profils d’évolution du pourcentage du nombre de jours dans l’année avec un IQA « bon » entre 2004 et 2018 sont globalement similaires entre ces différentes régions, avec une légère tendance à l’augmentation, sauf pour l’Île de Montréal.

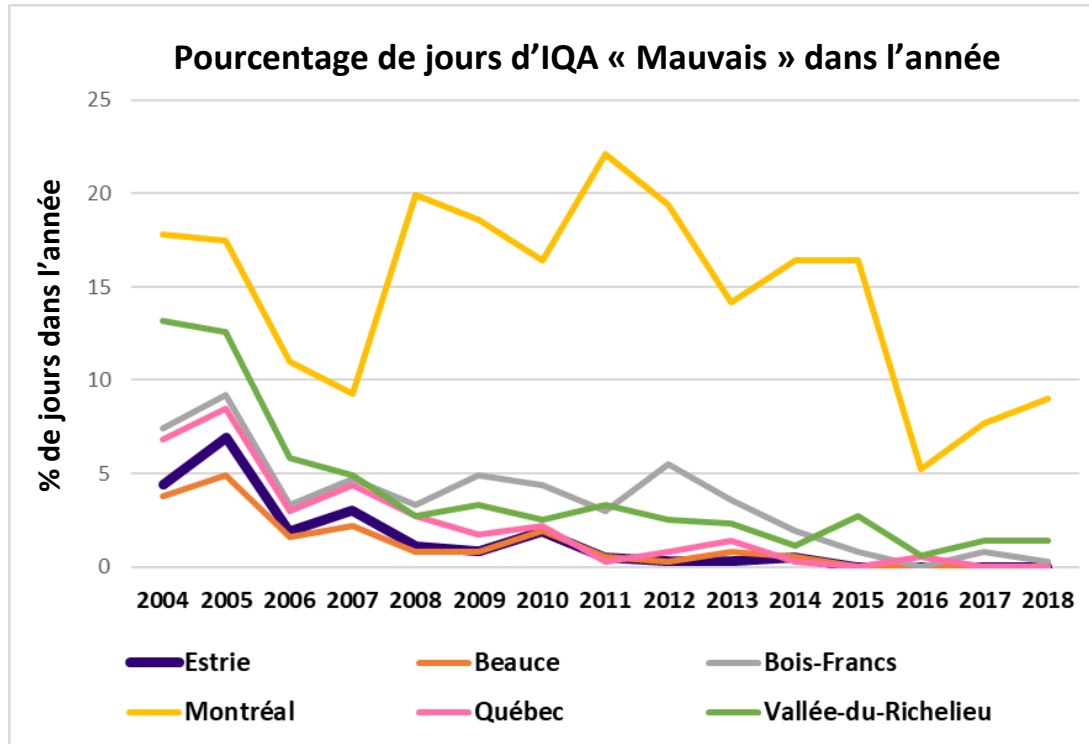


Figure 20 : Pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « mauvais » dans les régions du Québec entre 2004 et 2018

À l'inverse, le pourcentage de jours dans l'année avec un IQA « mauvais » a diminué pour toutes ces régions entre 2004 et 2018 (Figure 20). Les baisses les plus fortes sont observées pour la Vallée-du-Richelieu et l'Île de Montréal. Pour cet indicateur également, la qualité de l'air en Estrie peut être qualifiée de satisfaisante avec une moyenne de 1,4 % de jours dans l'année avec un IQA « mauvais » entre 2004 et 2018, contre 1,2 % en Beauce, 3,5 % dans la région des Bois-Francs, 4,0 % dans la Vallée-du-Richelieu, 2,2 % dans la région de Québec et 14,7 % dans l'Île de Montréal.

En conclusion, la qualité de l'air en Estrie basée sur l'analyse de l'IQA peut être définie comme tout à fait satisfaisante et globalement d'une plus haute qualité que dans les régions limitrophes, excepté la Beauce qui présente les meilleurs résultats d'IQA. De plus, la région Estrie montre une tendance forte à la diminution du nombre de jours dans l'année où les concentrations des

contaminants dans l'air (PM2.5 et O3) dépassent les valeurs de référence, aucun jour observé n'ayant un IQA « mauvais » en 2018.

4. Analyse des concentrations de particules fines PM2.5 à Sherbrooke et en Estrie

La mesure des particules fines PM2.5 est opérationnelle à Sherbrooke (station locale du parc Adrien-Cambron) et en Estrie (station régionale de La Patrie) depuis 2003. Les données disponibles sur le site d'[InfoAir](#) sont les moyennes annuelles de PM2.5 calculées à partir des mesures horaires effectuées chaque jour dans ces stations. Le détail des données horaires pour les deux stations n'est disponible qu'à partir de l'année 2016.

Pour disposer d'un plus grand nombre de points de comparaison ainsi que pour visualiser une tendance dans l'évolution des concentrations de particules fines dans l'air à Sherbrooke et en Estrie, nous présentons les données des moyennes annuelles sur la période 2003-2018 et nous les comparons avec les moyennes calculées pour les villes de taille similaire à Sherbrooke (Figure

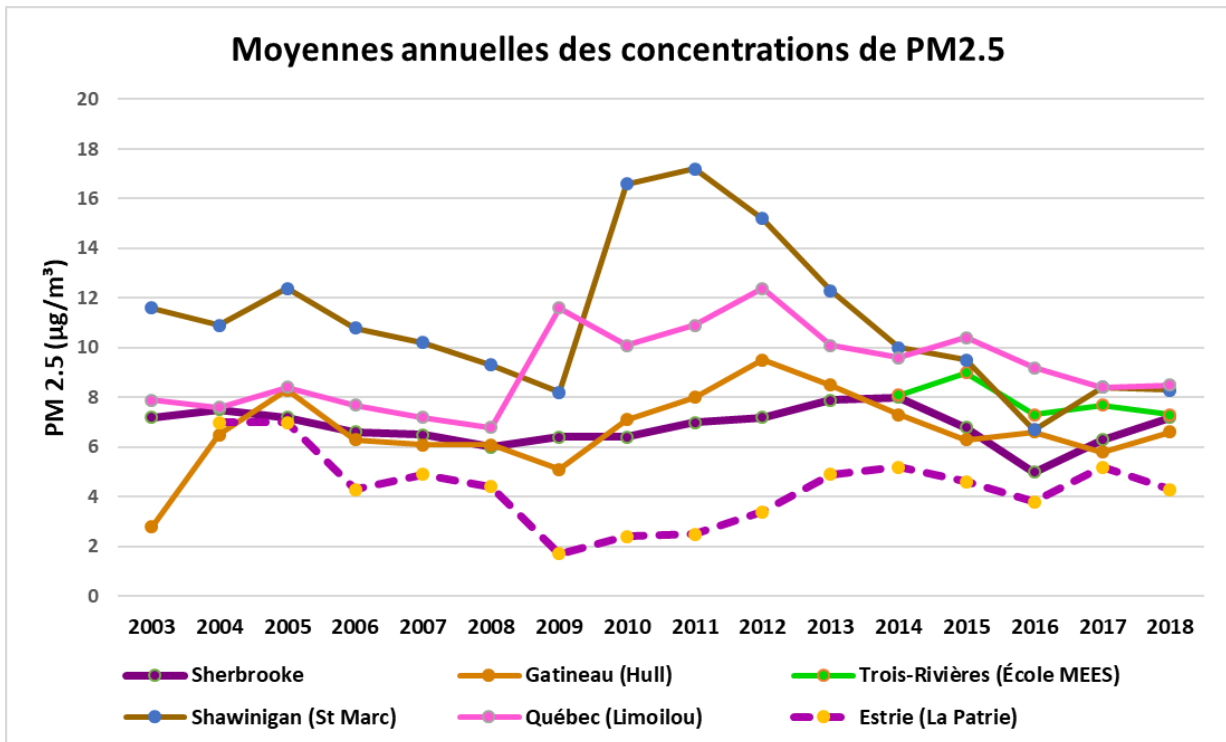


Figure 21 : Moyennes annuelles des concentrations de PM2.5 à Sherbrooke, en Estrie et dans les villes d'importance au Québec entre 2003 et 2018

21). Les villes (ou stations de la ville) de référence utilisées dans l'analyse des concentrations de PM2.5 ne sont pas les mêmes que celles présentées dans l'analyse de l'indice de la qualité de l'air du fait de la disponibilité des données. Les données pour la ville de Trois-Rivières ne sont disponibles qu'à partir de 2014.

Les moyennes annuelles de concentration de particules fines sont bien supérieures à Sherbrooke (ligne violette épaisse, $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de moyenne sur la période 2003-2018) qu'en Estrie (ligne violette épaisse pointillée, $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de moyenne entre 2003 et 2018). Les PM2.5 sont majoritairement émises par le secteur des transports et le chauffage au bois, ce qui peut expliquer ces différences du fait de la plus forte concentration de ces deux secteurs d'émission dans la ville de Sherbrooke par rapport à l'étendue de l'Estrie.

En revanche, Sherbrooke présente une concentration relativement faible de PM2.5 dans l'air comparée aux autres villes du Québec. La moyenne de PM2.5 à Sherbrooke pour la période 2003-2018 est quasi identique à celle de la ville de Gatineau ($6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), et nettement inférieure à celles des villes de Trois-Rivières ($7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Québec ($9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et Shawinigan ($11,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

L'Organisation mondiale de la santé préconise de ne pas dépasser une concentration moyenne en PM2.5 de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 an. La qualité de l'air à Sherbrooke vis-à-vis des particules fines et des recommandations de l'OMS sur 1 an peut donc être qualifiée de satisfaisante car les moyennes annuelles entre 2003 et 2018 ne dépassent jamais la concentration de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cependant, la représentation des moyennes annuelles ne permet pas de visualiser les pics de concentration de particules fines que l'on peut mesurer dans l'air sur une heure ou d'un jour sur l'autre et ainsi visualiser si l'on dépasse les valeurs de référence du RAA ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 h; $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 h) et de l'OMS ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 h) pour les concentrations de PM2.5 sur une courte durée. À titre d'exemple, la figure 22 montre les concentrations de PM2.5 mesurées à chaque heure à Sherbrooke sur l'ensemble de l'année 2018.

Lors de la période hivernale, on observe des pics de concentration de PM2.5 dans l'air bien supérieure à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces fortes émissions en conditions hivernales peuvent très certainement être attribuées à l'utilisation du chauffage au bois, et leur variation dépend certainement de la demande en chauffage ces jours-là. En effet, dans la période du printemps et de l'été la concentration horaire des PM2.5 est majoritairement sous les $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec très peu de mesures au-delà des $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

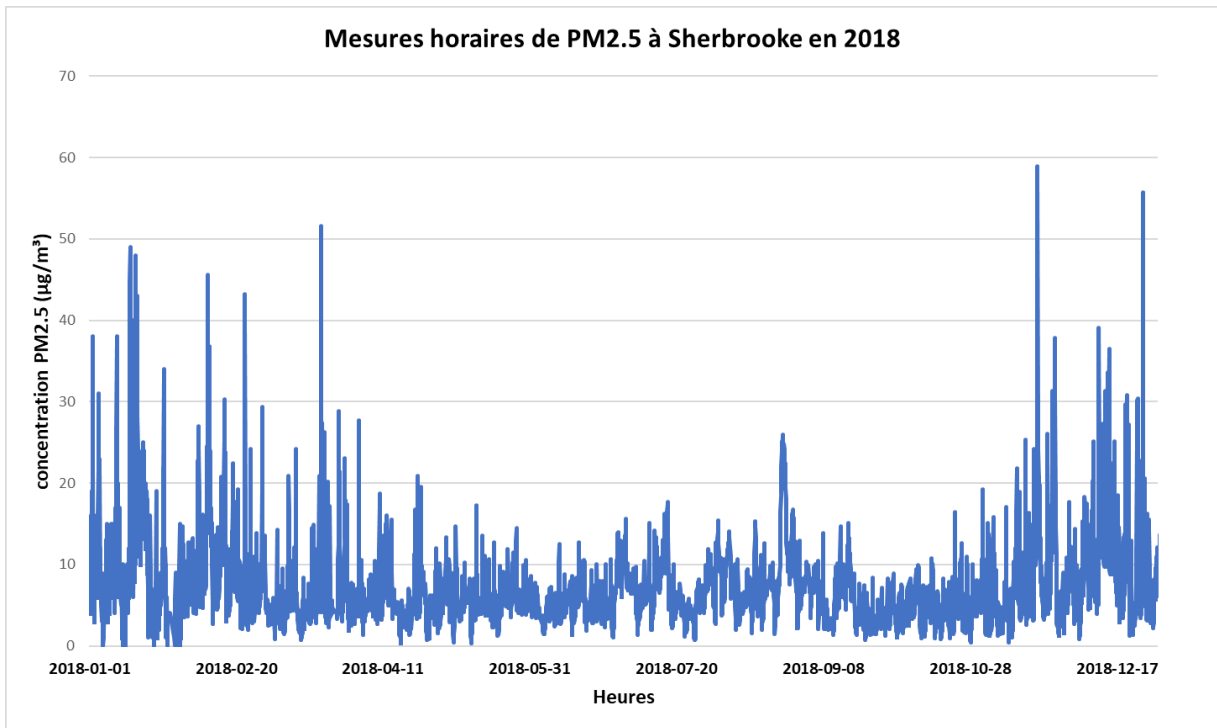


Figure 22 : Concentration à chaque heure de PM2.5 dans l'air à Sherbrooke en 2018

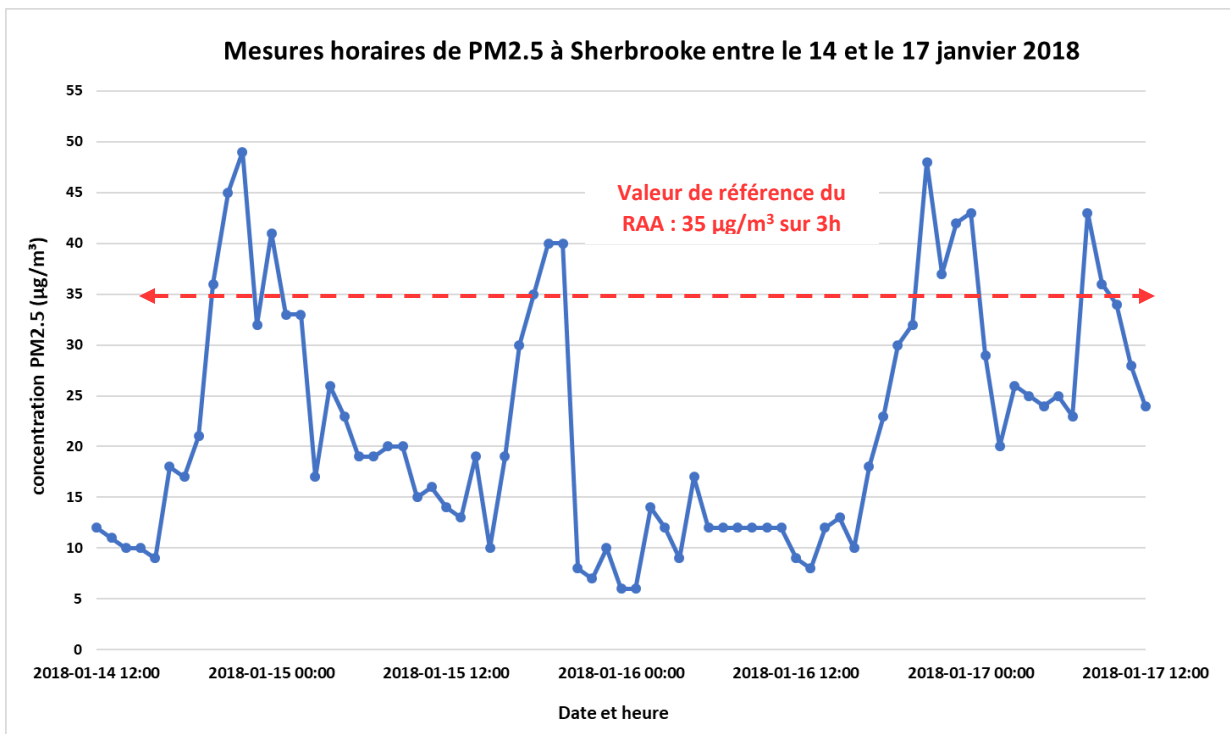


Figure 23 : Concentration à chaque heure de PM2.5 dans l'air à Sherbrooke entre les 14 et 17 janvier 2018

Lorsque l'on analyse en détail un « pic » d'émission hivernal, on constate que la valeur de référence du RAA d'émission de PM2.5 sur 3 h est dépassée plusieurs fois en quelques jours (Figure 23). Cette observation explicite bien la limite de l'analyse des moyennes annuelles pour les PM2.5, mais les données horaires accessibles sont limitées pour une analyse plus détaillée.

En conclusion, même si la concentration dans l'air de particules fines à Sherbrooke peut être considérée comme satisfaisante au regard des moyennes horaires annuelles et des concentrations mesurées dans les autres villes du Québec, la ville subit majoritairement en période hivernale des « pics » d'émissions de PM2.5 qui dépassent les valeurs seuil du *Règlement l'assainissement de l'atmosphère*. En théorie, ces « pics » de particules fines qui ne sont pas visibles dans l'analyse des moyennes horaires annuelles devraient se retrouver dans les valeurs de l'indice de la qualité de l'air journalier avec la mention « mauvais ». À l'inverse, un IQA « mauvais » ne renseigne pas si le pic a duré 1 h ou 24 h. En 2018 à Sherbrooke, l'IQA a été défini « mauvais » 10 jours dans l'année, sans que l'on puisse spécifiquement l'attribuer aux PM2.5.

5. Analyse des concentrations d'ozone (O3) à Sherbrooke et en Estrie

La mesure de l'ozone troposphérique (O3) est opérationnelle à Sherbrooke (station locale du parc Adrien-Cambron) et en Estrie (station régionale de La Patrie) depuis 2003. Tout comme pour les particules fines PM2.5, les données disponibles pour O3 sur le site d'[InfoAir](#) sont les moyennes horaires annuelles de O3 calculées à partir des mesures horaires effectuées chaque jour dans ces stations. Les détails des données horaires pour les deux stations ne sont disponibles qu'à partir de l'année 2016. De même, nous présentons les données des moyennes annuelles d'O3 sur la période 2003-2018 et nous les comparons avec celles calculées pour les villes de taille similaires à Sherbrooke (Figure 24).

Les moyennes horaires annuelles de concentration d'O3 sont inférieures à Sherbrooke (ligne violette, 25,6 ppb de moyenne sur la période 2003-2018) qu'en Estrie (ligne violette pointillée, 29,1 ppb de moyenne entre 2003 et 2018). L'ozone est un contaminant secondaire de l'air qui se forme par la réaction d'autres contaminants de l'air (majoritairement les NOx émis par le transport et l'activité industrielle) avec l'oxygène de l'air et sous l'action de la lumière solaire. De plus, l'ozone est une molécule qui se déplace sur de grandes distances et il est ainsi fréquent

d'observer des concentrations d'O₃ plus élevées en milieu rural qu'en milieu urbain qui pourtant est à l'origine de sa formation. Sherbrooke et l'Estrie n'échappent pas à cette observation.

Les moyennes horaires annuelles de la concentration en O₃ à Sherbrooke sont supérieures à celles calculées dans les autres grandes villes du Québec entre 2003 et 2018 : Québec (21,2 ppb), Gatineau (24,3 ppb), Saguenay (24,6 ppb) et Trois-Rivières (24,7 ppb). Ceci pourrait confirmer le caractère plus « rural » que « urbain » de Sherbrooke, et montrer l'influence des contaminants atmosphériques produits pour les secteurs de Montréal et de Québec sur la qualité de l'air à Sherbrooke et en Estrie. Cependant, il est probable qu'une partie importante des concentrations d'O₃ mesurées à Sherbrooke soit due aux activités locales, en particulier le transport. De plus, la tendance globale à Sherbrooke tout comme pour les autres villes du Québec analysées est à une augmentation de la concentration dans l'air de l'ozone troposphérique.

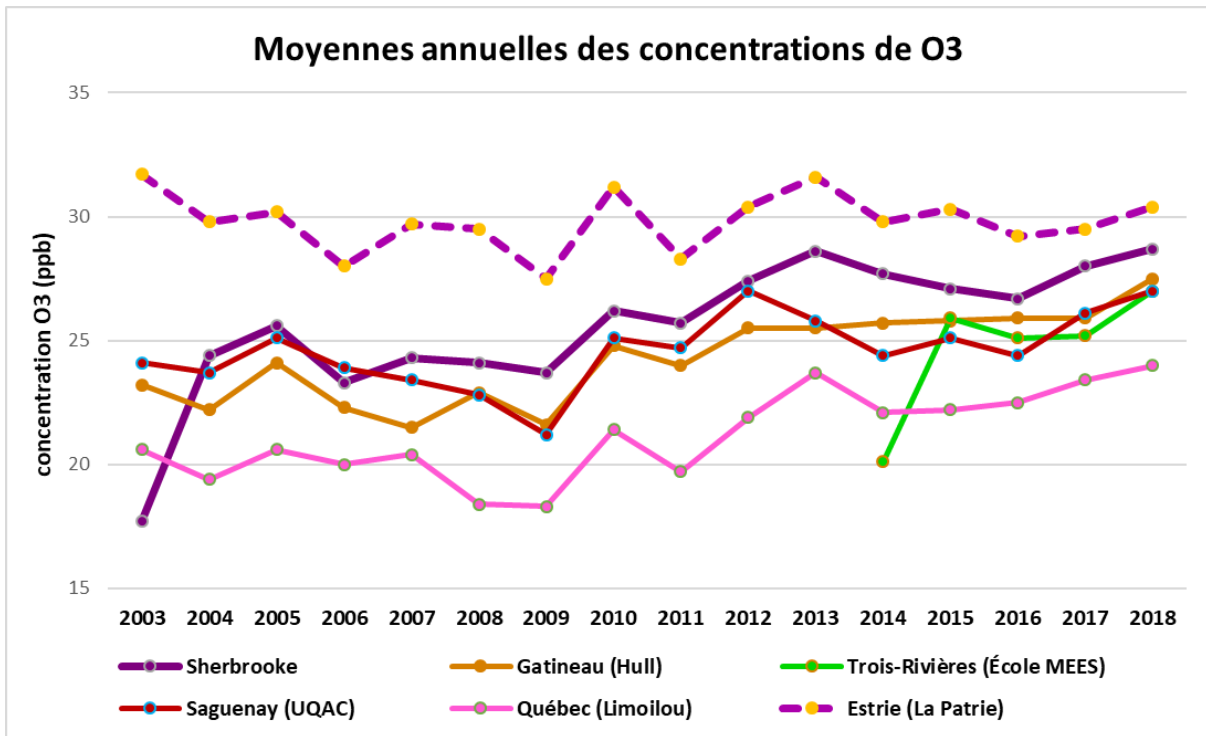


Figure 24 : Moyennes horaires annuelles des concentrations de PM_{2.5} à Sherbrooke, en Estrie et dans les villes d'importance au Québec

Comme pour l'analyse des PM_{2.5}, la représentation des moyennes horaires annuelles de l'O₃ ne permet pas de visualiser ses variations sur quelques heures ou quelques jours. La figure 25 montre l'évolution des concentrations horaire d'O₃ à Sherbrooke en 2018. Ici, on observe que les maximums de concentration dans l'air sont enregistrés lors de la période estivale, le rayonnement

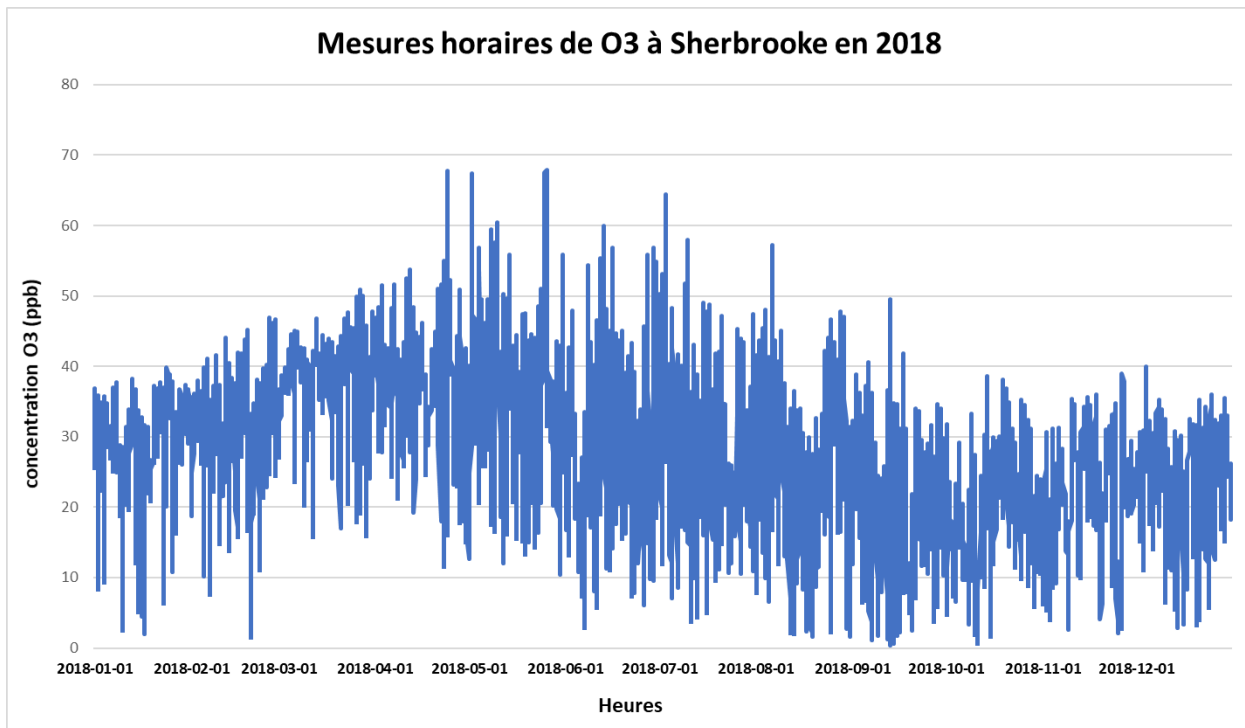


Figure 26 : Concentration dans l'air à chaque heure de O₃ à Sherbrooke sur l'année 2018

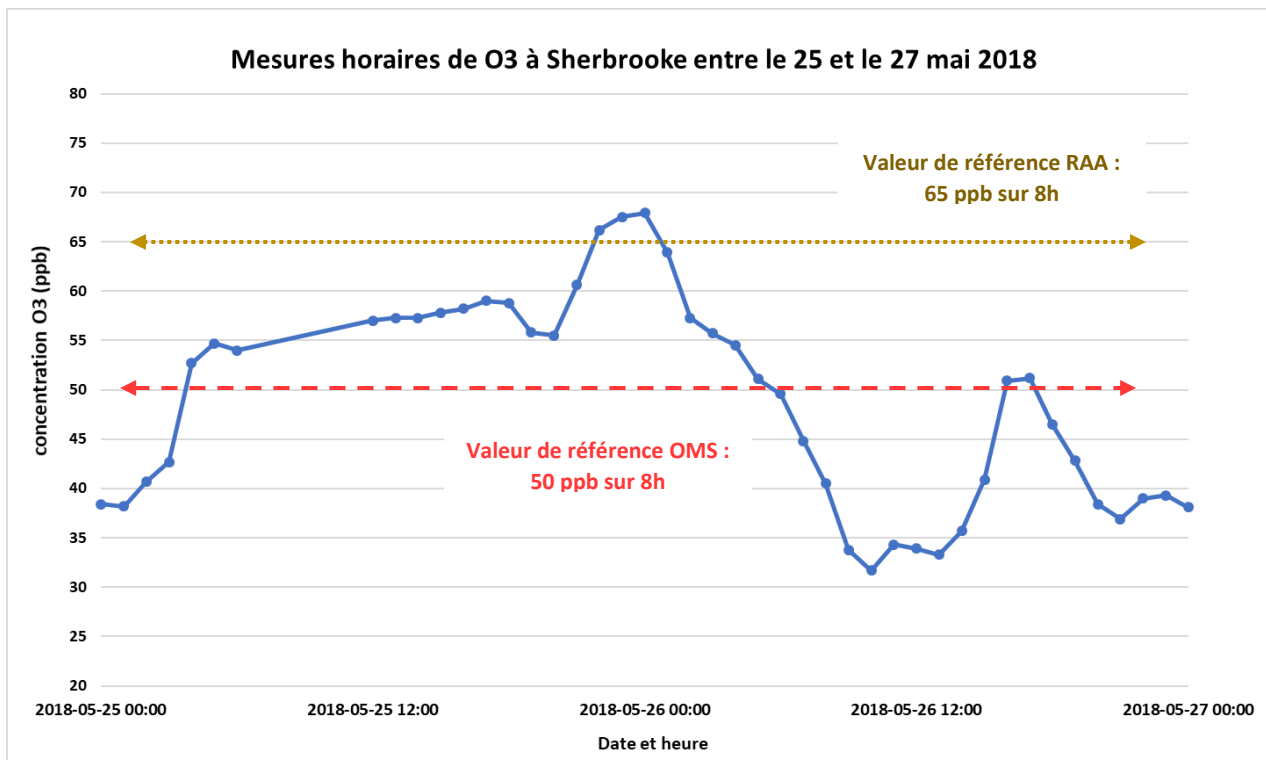


Figure 25 : Concentration dans l'air à chaque heure de O₃ à Sherbrooke entre les 25 et 27 mai 2018

UV du soleil étant nécessaire et favorable à la formation d'O₃. Pour l'année 2018, on n'observe pas de « pic » de concentration horaire de O₃ supérieur à 82 ppb qui est la valeur seuil de concentration d'O₃ sur 1 h selon le RAA et pour l'IQA « mauvais » de l'air. En revanche, on observe des pics de concentration de O₃ au-delà de 50 ppb et 65 ppb qui sont respectivement les valeurs seuils de concentration d'O₃ sur 8 h de l'OMS et du RAA.

Ainsi, lorsque l'on analyse plus en détail un des « pics » estivaux de concentration en O₃ mesuré à Sherbrooke en 2018, on observe que la concentration en O₃ mesurée sur 8 h à cette période dépasse les recommandations de l'OMS sans pour autant dépasser les seuils du RAA (Figure 26). Il est probable que les recommandations de l'OMS soient dépassées fréquemment lors de pics d'ozone à Sherbrooke, l'observation faite sur la figure 26 résultant d'une analyse aléatoire d'un pic de concentration sur l'années 2018. On peut également s'interroger sur la pertinence des valeurs de référence de concentration en O₃ dans l'air du RAA par rapport à celles recommandées par l'OMS.

En conclusion, les concentrations en O₃ dans l'air à Sherbrooke sont globalement supérieures à celles mesurées dans d'autres villes d'importance au Québec et tendent à augmenter depuis 2003. Si les valeurs annuelles moyennes restent faibles, des « pics » saisonniers sont mesurés majoritairement en été avec des valeurs qui peuvent passer sous le radar de l'IQA (82 ppb en 1 h pour IQA « mauvais ») et rester valides vis-à-vis du RAA alors qu'elles sont définies comme un enjeu de santé par l'OMS. À Sherbrooke, le transport est un des secteurs principaux pour la formation d'ozone troposphérique par la production d'oxydes d'azote (NO_x) et est probablement responsable, en conjonction avec les conditions météorologiques (ensoleillement fort, vents faibles), des « pics » de concentration d'O₃ observés. Cependant, il est difficile d'évaluer quelle part la diffusion de l'ozone à partir d'autres lieux de formation prend dans les concentrations en O₃ mesurées à Sherbrooke.

IV. Conclusions sur la qualité de l'air à Sherbrooke

La conclusion générale que l'on peut porter sur l'état de la qualité de l'air dans la ville de Sherbrooke à la suite de l'analyse des données disponibles de l'indice de la qualité de l'air et des mesures des concentrations en particules fines PM2.5 et en ozone troposphérique est qu'elle est globalement « moyenne » ou « convenable ».

En effet, l'analyse de l'IQA montre que la qualité de l'air à Sherbrooke est moins bonne que dans le reste de la région de l'Estrie, alors même que la qualité de l'air en Estrie (basée sur l'IQA) est parmi les meilleures des régions limitrophes. Cette dégradation de la qualité de l'air à Sherbrooke par rapport à l'Estrie s'inscrit totalement dans les différences observées entre la qualité de l'air dans les secteurs urbains et ruraux. La ville de Sherbrooke n'échappe toutefois pas à la problématique de la dégradation de la qualité de l'air dans les villes.

Mais le niveau de la qualité de l'air à Sherbrooke n'est pas uniquement dû à une caractéristique urbaine de la ville. Les valeurs de l'IQA ainsi que les concentrations dans l'air de l'ozone troposphérique sont « moins bonne » à Sherbrooke que dans des villes similaires comme Gatineau et Saguenay (Chicoutimi). Ainsi, la qualité de l'air à Sherbrooke (vis-à-vis de l'IQA) est similaire à celle que l'on mesure à Trois-Rivières et même à Québec.

Même si la qualité de l'air à Sherbrooke ne peut être qualifiée que de « convenable » par rapport à d'autres villes de taille similaire, on ne peut pas pour autant la qualifier d'« inquiétante » ou de « problématique ». Tout d'abord, la ville de Sherbrooke fait partie des villes au Québec qui présentent le plus faible nombre de jours dans une année avec un IQA « mauvais », c'est-à-dire lorsque les concentrations en PM2.5 ou en O3 mesurées dans l'air dépassent la valeur horaire du RAA. Pour cet indicateur, la ville de Sherbrooke a une qualité de l'air comparable à celle de Gatineau et de Saguenay, et bien meilleure que celle mesurée à Sorel-Tracy, Shawinigan, Québec et même Trois-Rivières. De plus, pour les tendances observées à Sherbrooke pour l'IQA, la concentration en particules fines et la concentration en ozone sont globalement les mêmes que celles observées dans les autres grandes villes du Québec, pointant plus un phénomène global ou systémique qu'un état de fait particulier à Sherbrooke.

Finalement, la faiblesse de la qualité de l'air à Sherbrooke est plus probablement due à des phénomènes ponctuels et saisonniers qu'à un état global constamment « faible » ou « pauvre ».

Les pics de particules fines au-delà des valeurs de référence du RAA observées en hiver sont majoritairement imputable au chauffage résidentiel au bois (voir figure 2 : 43,8 % des émissions de PM2.5 dues au chauffage bois au Québec), le transport routier complétant les émissions. La ville de Sherbrooke applique depuis 2009 le « règlement sur les appareils de chauffage au bois » du gouvernement provincial qui oblige que les nouvelles installations de chauffage au bois respectent un maximum d'émissions de PM2.5 de 4,5 g/h. Cependant, ce règlement ne s'applique pas aux installations de chauffage préexistantes. L'exposition aux particules fines est rapportée comme « dangereuse pour la santé » par l'OMS, et les pics de PM2.5 sont d'autant plus dangereux du fait des fortes concentrations. La Ville de Montréal a ainsi opté pour une [réglementation](#) plus stricte dans son règlement municipal et interdit tout appareil de chauffage au bois, neuf ou ancien, qui émet plus de 2,5 g/h de PM2.5 et l'interdiction de leur utilisation lors des épisodes de smog. Les services de santé de la Capitale-Nationale [recommandent](#) à la ville de Québec de légiférer dans le même sens. Par un processus de recensement du type d'appareils de chauffage utilisés sur le territoire de Sherbrooke et des incitatifs à l'acquisition de « foyers » respectant les normes en vigueur (4,5 g/h) voire à venir (2,5 g/h depuis mai 2020 pour la norme EPA 2020 aux USA) la ville de Sherbrooke pourrait très certainement diminuer les pics saisonniers hivernaux de particules fines.

Lors de la période estivale, de nombreux pics d'ozone sont mesurés à Sherbrooke. La problématique de la concentration dans l'air de l'ozone troposphérique est complexe, car l'ozone mesuré dans l'air à un instant « t » n'est pas nécessairement imputable à une activité locale et peut être liée à des émissions bien éloignées de la ville de Sherbrooke. Cependant, le transport routier est un des premiers secteurs responsables de la formation de l'ozone. Lors de l'apparition de ces pics, l'introduction de mesures visant à réduire le trafic routier permettent de limiter les concentrations d'ozone dans l'air. Des mesures, comme cela existe déjà en Europe, avec une gradation croissante en fonction des concentrations d'ozone mesurées ou attendues du fait des conditions météorologiques peuvent être prises, en particulier : diminution de la vitesse de circulation des automobiles en ville, promotion du transport en commun par des tarifs réduits ou augmentation de l'achalandage, diminution du nombre d'automobiles par l'interdiction de circuler pour certains véhicules (poids lourds ou véhicules individuels suivant leurs valeurs d'émission).

Les pics de particules fines et d’ozone, qui tous deux composent le smog, sont particulièrement dangereux pour les jeunes enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant d’asthme, de problèmes respiratoires ou cardiovasculaires. Il est donc primordial que la population soit informée rapidement et massivement des conditions de qualité de l’air lorsque ces épisodes surviennent, d’autant plus que les données présentées dans ce rapport montrent que la réglementation au Québec des concentrations d’ozone dans l’air est bien plus permissive que les recommandations de l’OMS et qu’ainsi, certains épisodes avec des concentrations en O₃ considérées dangereuses par l’OMS ne font pas l’objet d’avertissement par les instances de surveillance de la qualité de l’air. La Ville de Sherbrooke peut mobiliser ses systèmes d’affichage public et de communication (panneaux d’affichage, site web, communiqués de presse) pour indiquer à la population comment diminuer et se prémunir de ces contaminations de l’air à l’instar de ce qui est fait par [la Ville de Montréal](#). Le Centre de collaboration nationale en santé environnementale a recensé [différentes pratiques d’alertes sur la qualité de l’air](#) dans plusieurs provinces et municipalités au Canada qui peuvent servir de base à une politique municipale d’information sur la qualité de l’air.

L’historique des concentrations dans l’air des principaux contaminants (les particules, les NO_x, le SO₂, le CO et l’O₃) montre que leur réduction à l’échelle du pays a été possible grâce à une législation contraignante. La Ville de Sherbrooke dispose de moyens législatifs pour prendre sa part à l’assainissement de l’air que l’on respire ici.

V. Références et Bibliographie

Air quality guidelines, Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. *Organisation mondiale de la Santé*. Seconde édition, Copenhague, 484 p. (2006)

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/69477>

Barn et Kosatsky. Introduction aux alertes sur la qualité de l'air. *Centre de collaboration nationale en santé environnementale*. (2010).

https://ncceh.ca/sites/default/files/Alertes_qualite_air_sept_2010.pdf

Bisson et Busque. La qualité de l'air à Québec de 1994 à 2008. *Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs*. (2010).

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/ambiant/rapport1994-2008.pdf>

Données statistiques de l'indice de la qualité de l'Air (IQA)

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/iqa/statistiques/index.htm>

Données statistiques des concentrations de PM2.5 et de O3 à Sherbrooke

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/graphiques.asp>

Gay *et al.* Guide d'application du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (chapitre Q-2, r 4.1), *Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques* (MDDELCC). (2014)

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/RAA-guide-application.pdf>

Giguère et McKinnon. Cadre réglementaire et réseau de surveillance de la qualité de l'air. Conférence Santé et qualité de l'air : enjeu de société majeur. *Association pour la prévention de la contamination de l'air et du sol et Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques* (MDDELCC). (2017)

https://www.apcas.qc.ca/wp-content/uploads/2017/11/171019-02_RAA_donnees_cadre-reglementaire_reseau-surveillance-qualite-air_McKinnon-Giguere.pdf

Lebel *et al.* Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009. *Institut national de santé publique du Québec*. (2012)

https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1432_BilanQualiteAirQcLienSante1975-2009.pdf

Loi sur la qualité de l'environnement

<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowTdm/cs/Q-2>

Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application. *Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques* (MDDELCC). (2017)

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Cadre-app-determination-criteres-qc-qualite-atmosphere.pdf>

Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 6. Québec, Direction des avis et des expertises. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018)

<https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/4000697?docref=AeDuulr5QYXGeu9S72TYbQ&docsearchtext=Normes%20et%20crit%C3%A8res%20qu%C3%A9b%C3%A9cois%20de%20qualit%C3%A9%20de%20l%E2%80%99atmosph%C3%A8re,%20version%206>

Paradis *et al.* Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990. *Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.* (2011)

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/inventaire/rapport2008.pdf>

Rapport d'avancement 2018 par rapport aux normes canadiennes de la qualité de l'air ambiant. *Québec, Direction de la qualité de l'air et du climat. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).* (2019).

www.environnement.gouv.qc.ca/air/particules_ozone/index.htm

http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/particules_ozone/rapport2018.pdf

Règlement sur l'assainissement de l'air

<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%204.1>

Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère – Étude d'impact économique; *Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs.* (2010)

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/eie-atmosphere.pdf>

Règlement sur les rejets à l'atmosphère de la Communauté métropolitaine de Montréal

<https://cmm.qc.ca/documentation/reglements/reglement-sur-les-rejets-a-latmosphere/>

Santé et qualité de l'air. *Organisation mondiale de la Santé.* (2008). Mise à jour 2018 :

[https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Service InfoAir

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/info-air.htm>